



ISSN 3090-8485

ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI

POTENSI BIAWAK BAGI RISET DAN PENGEMBANGANNYA DI INDONESIA

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU BIOLOGI
BIDANG ZOOLOGI
KEPAKARAN KONSERVASI SATWA LIAR**



OLEH:

EVY AYU ARIDA

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**POTENSI BLAWAK BAGI RISET
DAN PENGEMBANGANNYA DI INDONESIA**

Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



POTENSI BIAWAK BAGI RISET DAN PENGEMBANGANNYA DI INDONESIA

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET ILMU BIOLOGI BIDANG ZOOLOGI KEPAKARAN KONSERVASI SATWA LIAR

OLEH:
EVY AYU ARIDA

Penerbit BRIN

© 2025 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Sistem Biota

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Potensi Biawak bagi Riset dan Pengembangannya di Indonesia/Evy Ayu Arida–Jakarta: Penerbit
BRIN, 2025.

vii + 114 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1. Zoologi | 2. Reptil |
| 3. Evolusi | 4. Sejarah Alam |
| 5. Indonesia Timur | |

597.9509598

Copy editor : Rahma Hilma Taslima
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : Rahma Hilma Taslima

Edisi pertama : Desember 2025



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id
 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BIODATA RINGKAS	1
PRAKATA PENGUKUHAN	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. REPTIL SEBAGAI HEWAN MODEL	11
A. Sejarah Riset tentang Reptil.....	11
B. Reptil sebagai Model Kajian Riset Zoologi.....	14
III. RISET DASAR BIAWAK INDONESIA.....	19
A. Kajian Diversitas dan Karakterisasi Spesies	19
B. Kajian Biologi Evolusi.....	28
C. Kajian Sejarah Alam	33
IV. PEMANFAATAN BIAWAK INDONESIA	37
A. Pemanfaatan untuk Konsumsi Lokal.....	37
B. Pemanfaatan untuk Perdagangan Global	40
C. Keberlanjutan Pemanfaatan Berbasis Data.....	43
D. Upaya Pengembangan Data Populasi In-situ dan Eks-situ.....	44
V. BIAWAK INDONESIA SEBAGAI POTENSI LOKAL DI BIDANG SAINS.....	49
A. Biawak Indonesia di Sektor Komersial dan Keilmuan.....	49
B. Biawak Indonesia sebagai Hewan Model Riset Zoologi.....	54
C. Melawan Kehilangan Diversitas Hayati	57
VI. KESIMPULAN	61
VII. PENUTUP.....	63
VIII. UCAPAN TERIMA KASIH	65

DAFTAR PUSTAKA.....	67
DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI.....	83
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	97
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Teori Asal Muasal Marga <i>Varanus</i> : Laurasia dan Gondwana.....	30
Gambar 2.	Dispersal <i>Varanus komodoensis</i> Berdasarkan Temuan Fosil.....	32
Gambar 3.	Posisi Kawin Biawak Biru, <i>Varanus macraei</i> , di Penangkaran.....	36
Gambar 4.	Tambul Tuak Berupa Hidangan Berbasis Daging biawak air, <i>Varanus salvator</i> , di Sumatera Utara	39
Gambar 5.	Tiga Unit Konservasi Biawak Komodo, <i>Varanus komodoensis</i> , Dipetakan Berdasar Data Sekuen DNA Control region I (CRI).	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Diversitas Tertinggi Spesies Vertebrata di Sepuluh Negara di Dunia	9
Tabel 2.	Distribusi Spesimen Tipe Biawak Indonesia di Dunia.....	13
Tabel 3.	Dua Puluh Sembilan Spesies Biawak Indonesia.....	21
Tabel 4.	Penentuan Jenis Kelamin Biawak Komodo Periode 2014-2023.....	27
Tabel 5.	Devisa Negara dari Ekspor Reptil	52

BIODATA RINGKAS



Dr. rer. nat. Evy Ayu Arida, M.Sc., lahir di Sleman, pada bulan Juli 1974 adalah anak pertama dari alm. Bapak Prof. Dr. M. Sagi, M.Sc. dan Ibu Hj. Dra. Titun Wardatun.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 21/M Tahun 2023 tanggal 15 Mei 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai 24 Mei 2023.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 221/I/HK/2025 tanggal 11 November 2025 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri 2 IKIP Yogyakarta, tahun 1987, Sekolah Menengah Pertama Negeri 8 Yogyakarta, tahun 1990, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Yogyakarta, tahun 1993, Memperoleh gelar Sarjana Sains dari Universitas Gadjah Mada tahun 1998, gelar *Master of Science* dari *The Flinders University of South Australia* tahun 2005, dan gelar Doktor bidang zoologi dari *Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn* tahun 2011.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: *Terrapin Conservation of the Summer Internship at the Wetlands Institute* di New Jersey, Amerika Serikat (tahun 2001), *Applied Phylogenetics Workshop* di Bodega Marine Laboratory, Bodega Bay, California, Amerika Serikat (tahun 2009), Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat I di Cibinong (tahun 2012), Pendidikan dan

Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat Lanjutan di Cibinong (tahun 2014), dan Workshop Diplomasi Sains di Jakarta (tahun 2015).

Pernah menduduki jabatan administratif non-struktural sebagai Pelaksana Tugas Kepala Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi (tahun 2022), serta Kepala Pusat Riset Zoologi Terapan (tahun 2022 – 2024).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Muda golongan IIId tahun 2013, Peneliti Ahli Madya, golongan IVa tahun 2017, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama, golongan IVb bidang zoologi tahun 2023.

Menghasilkan tujuh puluh lima (75) karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 70 (tujuh puluh) KTI ditulis dalam bahasa Inggris, dan lima (5) dalam bahasa Indonesia.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing skripsi (S-1) pada Universitas Indonesia, Universitas Gadjah Mada, Universitas Tanjungpura, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel; pembimbing tesis (S-2) dan penguji tesis (S-2) pada IPB University, pembimbing tesis (S-2) pada Universitas Lambung Mangkurat; pembimbing disertasi (S-3) pada IPB University, Universitas Indonesia, Universitas Sam Ratulangi, dan Universitas Gadjah Mada; serta penguji disertasi (S-3) pada IPB University dan Universitas Jenderal Soedirman.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Perhimpunan Biologi Indonesia (2011 – sekarang), anggota Masyarakat Zoologi Indonesia (2011 – sekarang), anggota IUCN Monitor Lizard Specialist Group (2013 – 2017), sekretaris Penggalang Herpetologi Indonesia (2018 – 2021), Perhimpunan

Periset Indonesia (2021 – sekarang), IUCN Snake Species Specialist Group (2022 – sekarang), dan IUCN Asian Songbird Trade Specialist Group (2024 – sekarang).

Menerima tanda penghargaan sebagai Peserta Terbaik Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat Lanjutan (tahun 2014), DAAD – Biodiversity and Health Research Fellowship for Senior Researcher (tahun 2017), DAAD – Reinivation Programme (tahun 2018), dan Satyalancana Karya Satya 10 Tahun (tahun 2010), 20 Tahun (tahun 2020) dari Presiden RI.

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 10 Desember 2025 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

**“POTENSI BIAWAK BAGI RISET DAN
PENGEMBANGANNYA DI INDONESIA”**

Pada orasi ini, akan disampaikan *state-of-the-art* tentang perkembangan, peluang dan tantangan riset biologi konservasi spesies biawak asal Indonesia. Penemuan-penemuan tentang karakter spesies biawak tersebut dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensinya sebagai hewan model kajian evolusi fauna maupun komoditas satwa liar bernilai tambah asal Indonesia.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang karakter spesies biawak asal Indonesia yang berpotensi menjadi bahan kajian mendalam bidang zoologi maupun pengembangannya di sektor pemanfaatan sebagai komoditas sandang mewah, pet (hewan kesayangan), bahan pakan, dan bahan obat. Dengan demikian, sains akan menjadi basis konservasi biawak asal Indonesia, baik yang langka dan dilindungi, yang melimpah dan dimanfaatkan, maupun yang langka dan dimanfaatkan. Kebijakan konservasi spesies biawak asal Indonesia yang berbasis sains menjadi keharusan dalam mengantisipasi dampak pemanfaatan ekstraktif di Indonesia dengan tujuan komersial.

I. PENDAHULUAN

Zoologi adalah ilmu dasar yang membahas kehidupan berbagai jenis hewan, termasuk di dalamnya adalah kelompok reptil. Berbagai jenis hewan melata di dunia yang digolongkan ke dalam kelompok reptil, yang meliputi berbagai jenis kura-kura (Bangsa Testudines), ular, biawak, dan kadal (Bangsa Squamata), buaya (Bangsa Crocodylia), serta tuatara (Bangsa Rhynchocephalia) telah ditinjau dari beberapa aspek kehidupannya. Sistem reproduksi, perilaku, genetika, dan proses evolusinya menjadi aspek-aspek yang ditinjau dan menjadi fokus riset dasar yang dapat dikembangkan menjadi bagian dari solusi permasalahan kehidupan sehari-hari manusia maupun kontribusi keilmuan demi perkembangan ilmu pengetahuan itu sendiri.

Buku “*Historiae Animalium*” yang ditulis oleh Conrad Gessner (1516 – 1565) adalah penanda awal berkembangnya zoologi di benua Eropa. Gessner adalah seorang dokter dan guru besar di suatu lembaga yang kini dikenal sebagai Universitas Zurich, Swiss. Pada buku tersebut, Gessner mendeskripsikan kehidupan hewan yang dikelompokkan berdasarkan sistem reproduksinya, yaitu hewan yang melahirkan anaknya, hewan yang bertelur (termasuk reptil dan amfibi), burung, ikan dan fauna akuatik lainnya, serta hewan berbisa/beracun (termasuk ular dan kalajengking).

Tradisi mempelajari kehidupan hewan mulai berkembang di Eropa pada abad ke-16, tetapi sejarah mencatat munculnya zoologi sebagai bidang ilmu sejak ditulisnya buku “*Naturalis Historia*” oleh Aristoteles dan dilanjutkan oleh Plinius Tua (Gaius Plinius Secundus). Sementara di Indonesia, zoologi

mulai dikenalkan secara resmi kepada generasi muda melalui pendidikan formal di perguruan tinggi pada tahun 1947 dengan berdirinya Fakulteit van Exacte Wetenschap di Bandung dan terbentuknya Seksi Zoologi. Seluruh tenaga pengajarnya adalah ekspatriat dari Eropa, yaitu Swiss, Belanda, dan Denmark.

Pengetahuan di bidang zoologi tentang diversitas dan kehidupan spesies hewan melata adalah "herpetologi". Istilah ini telah umum digunakan di kalangan generasi muda Indonesia penggemar dan pemerhati reptil dan amfibi sejak paling sedikit satu dekade terakhir. Meskipun ditinjau dari sudut pandang sistematika hewan kurang tepat, istilah tersebut menjadi populer dengan tersedianya mata kuliah peminatan herpetologi di beberapa perguruan tinggi dan kelompok-kelompok studi herpetologi yang dibentuk oleh para mahasiswa secara ekstra kurikuler.

Data terbaru menunjukkan diversitas spesies reptil asli (*native*) atau lokal di Indonesia berada pada peringkat ke-5, yaitu dengan jumlah 799. Diversitas reptil lokal di Indonesia ini tidak kalah jika dibandingkan dengan diversitas pada kelompok hewan melata ini di beberapa negara beriklim tropis lainnya, seperti Brazil di Amerika Tengah dan India di daratan Asia (Tabel 1). Sementara itu, pangkalan data diversitas spesies reptil dunia menyatakan bahwa sekitar 6,5% dari jumlah total spesies reptil tersebar di wilayah Republik Indonesia, yaitu 772 dari 11.940 spesies (Uetz, 2025).

Tabel 1. Diversitas Tertinggi Spesies Vertebrata di Sepuluh Negara di Dunia

takson	jumlah spesies							
	BRA	IDN	AUS	CHN	COL	IND	MEX	PER
reptil	868	799	1145	631	657	889	1015	542
amfibi	1175	393	251	604	832	454	424	672
ikan	4930	5014	5189	3838	2182	2860	2671	1661
burung	1864	1791	833	1330	1917	1271	1137	1892
mamalia	776	777	381	710	525	436	582	567
total	9613	8774	7799	7113	6113	5910	5829	5334

Sumber: Countries with the highest biodiversity (Butler, 2023)

Jumlah spesies reptil lokal di Indonesia sendiri menempati urutan ke-3, yaitu setelah jumlah spesies ikan dan jumlah spesies burung. Jumlah spesies pada setiap kelompok taksonominya di tingkat bangsa (ordo) yaitu 33 (Testudines: kura-kura, labi-labi, dan penyu), 735 (Squamata: kadal dan ular), dan 4 (Crocodylia: buaya dan senyulong) (Uetz, 2025).

Tingginya diversitas tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan pengetahuan dasar dan pemahaman tentang berbagai spesiesnya. Sementara itu, spesies yang tidak banyak diketahui oleh masyarakat, termasuk yang berada di daerah yang sulit dijangkau, cenderung kurang mendapat dukungan konservasi (Tisdell & Wilson, 2006). Kajian potensi pemanfaatannya pun tergantung pada informasi tentang spesiesnya, termasuk sejarah alam dan kearifan lokal masyarakat di Indonesia. Kurang dari 5% spesies reptil Indonesia, yang meliputi biawak dan ular, telah dikaji secara mendalam atau dimanfaatkan di sektor-sektor aplikatif secara moderen.

Kelompok reptil mempunyai karakter morfologi dan fisiologi yang unik. Spesies reptil di Indonesia pun banyak dan sebagian dari padanya tersebar di seluruh penjuru Indonesia. Kelimpahan berbagai spesies reptil asal Indonesia pun cukup tinggi, di antaranya biawak air, *Varanus salvator*. Namun tak jarang beberapa spesies reptil Indonesia hanya tersebar secara alami di wilayah tertentu di Indonesia, misalnya biawak biru, *Varanus macraei* dan biawak komodo, *Varanus komodoensis*. Oleh karena keunikan fisik maupun variasi persebarannya tersebut, berbagai spesies reptil berpotensi sebagai hewan model pada riset-riset di bidang zoologi dan juga pengembangannya.

Riset dasar tentang reptil maupun riset pengembangannya di Indonesia mengalami laju yang cukup signifikan di abad ke-21 ini, khususnya di dua dasawarsa terakhir. Tiga aspek yang ditinjau pada riset-riset dasar tentang reptil sejak awal abad ini di Indonesia adalah diversitas, sejarah evolusi, dan sejarah alam. Sementara itu, riset-riset tentang reptil yang sifatnya pengembangan dari pengetahuan dasar berbagai jenisnya juga telah dimulai dengan tinjauan kemanfaatan dan eksperimentasi. Riset-riset semacam ini di antaranya adalah kajian morfologi sisik secara mikroskopis, determinasi jenis kelamin secara molekuler, kajian kimiawi bisa (*venom*) (Jones et al., 2019).

Seiring dengan laju perkembangan riset berbagai spesies reptil Indonesia ini, permasalahan di sektor pemanfaatan dan pelestarian juga muncul sebagai tantangan kemajuan zaman. Oleh karena potensi pemanfaatan reptil khususnya kelompok biawak di Indonesia untuk mendatangkan devisa negara cukup besar, maka diperlukan peningkatan nilai tambahnya dengan metode berbasis sains, misalnya teknologi perbanyakan secara eks-situ. Demikian pula pengelolaan populasinya di alam selayaknya dilakukan sesuai kaidah konservasi, yaitu menjaga keseimbangan demografi dan keberlanjutan habitat alaminya.

II. REPTIL SEBAGAI HEWAN MODEL

Pengetahuan tentang berbagai bentuk hewan melata pada kelompok reptil, termasuk biawak pada Suku Varanidae telah terkumpul sebagai rekaman tertulis pada masa Yunani kuno. Demikian pula pengetahuan tersebut menjadi bagian kehidupan manusia di wilayah nusantara sejak beratus tahun sebelum Masehi. Namun perkembangan ilmu pengetahuan di kedua belahan dunia tersebut tidak selaras satu dengan yang lain seiring berkembangnya peradaban manusia yang mendiaminya. Hal ini merupakan satu bagian dari kesenjangan yang cukup dalam di lingkup zoologi sebagai ilmu dasar tentang dunia fauna, yang akan saya elaborasikan pada bab ini.

A. Sejarah Riset tentang Reptil

Riset tentang reptil di dunia dimulai sebagai pengamatan oleh Aristoteles yang membandingkan morfologi (ketampakan), cara hidup, dan perilaku hewan yang dideskripsikannya di dalam sembilan (9) volume bukunya, *Tón peri tá zóa istorión (Historia Animalium)*. Buku tersebut diterjemahkan ke dalam Bahasa Latin, Prancis, Inggris, dan Jerman dimulai pada abad ke-13 hingga abad ke-20. Sebelumnya, terjemahan dalam Bahasa Arab, “Kitab al-Hayawan” (The Book of Animals) ditulis oleh Abu Othman Al-Jahiz (775 – 868). Berbagai jenis reptil, termasuk biawak gurun, *Varanus griseus* disebutkan dengan perincian morfologinya (Amr, 2011).

Sementara itu, pengetahuan lokal di Indonesia tentang berbagai jenis reptil misalnya digambarkan sebagai relief di Candi Borobudur yang dibangun pada abad ke-8, yaitu penyu,

ular, dan kadal (Suripto & Pranowo, 2001). Pengetahuan lokal tentang ular besar dan biawak bahkan tergambar pada menhir yang diperkirakan berusia 2000 hingga 500 tahun sebelum Masehi di Situs Batu Naga di Gunung Tilu Kabupaten Kuningan (Akbar, 2017). Namun demikian, pengetahuan lokal yang keberadaannya dimulai sejak zaman prasejarah ini belum terkumpul sebagai catatan yang sistematis dan menjadi warisan pengetahuan terakuisisi yang dapat dimanfaatkan secara luas oleh generasi penerus bangsa.

Perkembangan riset tentang reptil selanjutnya berupa pengamatan mendalam yang dituliskan secara lengkap oleh André Marie Constant Duméril dalam bukunya “*Erpétologie générale ou Histoire naturelle complète des reptiles*” yang diterbitkan secara berseri dalam sembilan (9) volume pada rentang tahun 1834–1854. Pengetahuan tentang berbagai jenis reptil khusus di wilayah nusantara dikompilasi oleh Nelly de Rooij yang merupakan kurator museum zoologi di Amsterdam, Belanda dalam dua (2) volume buku yang berjudul “*The Reptiles of the Indo-Australian Archipelago*” pada rentang waktu 1915–1917. Bukan saja koleksi reptil di museum zoologi di Eropa menjadi acuan penulisan buku kompilasi diversitasnya di Kepulauan Indonesia, namun koleksi reptil tersebut juga menjadi acuan dasar riset sistematika, evolusi, dan sejarah alam (*natural history*) reptil di wilayah nusantara hingga kini.

Sejumlah besar koleksi museum-museum zoologi di Eropa, di antaranya adalah berbagai jenis biawak, diperoleh dari ekspedisi yang dilakukan oleh penjelajah Eropa di alam nusantara maupun perdagangan satwa. Deskripsi spesies baru biawak pun didasarkan pada koleksi museum-museum tersebut. Hingga kini, kurang lebih 13 (tiga belas) spesimen yang digunakan sebagai acuan (holotipe) untuk menetapkan spesies baru biawak

asal Indonesia disimpan di museum-museum zoologi di Eropa. Hanya enam (6) holotipe spesies biawak disimpan di museum di luar Eropa, termasuk di museum zoologi di Indonesia, yaitu Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). Sementara ini, sepuluh (10) holotipe spesies biawak asal Indonesia tidak diketahui keberadaannya.

Tabel 2. Distribusi Spesimen Tipe Biawak Indonesia di Dunia

No.	Negara	Museum Koleksi Biawak Indonesia	Holo-Tipe	Tipe Lain	Jumlah Tipe	Taksa (Sub/Spesies)
1	Jerman	4	9	19	28	16
2	Belanda	2	2	15	17	7
3	Perancis	1	1	3	4	4
4	Italia	1	1	2	3	3
5	Denmark	1	0	3	3	1
6	Inggris	1	1	0	1	1
7	Amerika Serikat	5	3	2	5	5
8	Australia	2	2	3	5	2
9	Indonesia	1	1	5	6	2
total		18	20	52	72	29 spesies

Sumber: The Reptile Database (Uetz, 2025)

Tradisi pembukuan hasil pengamatan tentang sejarah alam hewan, khususnya biawak, dan penyimpanan koleksi referensinya di Eropa tetap terpelihara hingga kini. Bahkan, riset tentang biawak pun menjadi fokus para periset di Jerman, seperti Robert Mertens (1894–1975) yang membukukan hasil-hasil risetnya ke dalam 3 volume buku “Die Familie der Warane” (Suku Biawak)

dan Wolfgang Böhme (1944–) yang telah mendeskripsi 12 spesies, 2 subspecies, dan 1 subgenus pada suku Varanidae.

Hingga kini, reptil masih terus digunakan sebagai model pada riset-riset evolusi dan ekologi, terutama di negara-negara maju seperti Australia, Jepang, Amerika Serikat, dan Jerman. Perkumpulan-perkumpulan penggemar reptil pun beranggotakan para mahasiswa dan generasi muda, selain tentunya para pionirnya yang juga berprofesi sebagai dosen dan peneliti di universitas. Australian Society of Herpetologists (ASH) di Australia (<http://www.australiansocietyofherpetologists.org/>), Herpetological Society of Japan (HSJ) di Jepang (<https://herpetology.jp/>), dan Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR) di Amerika Serikat (<https://ssarherps.org/>) rutin menggelar pertemuan ilmiah dan menerbitkan majalah populer tentang herpetofauna, bahkan jurnal-jurnal ilmiah dengan fokus reptil dan amfibi. Hibah dana riset untuk mahasiswa dan profesional peneliti pun digulirkan oleh perkumpulan-perkumpulan tersebut. Di antara berbagai perkumpulan herpetolog tersebut, adalah Deutsche Gemeinschaft für Herpetologie and Terrarienkunde (DGHT) di Jerman (<https://www.dght.de/>) yang membentuk kelompok kerja dengan spesialisasi “biawak dan gila monster”. Sementara itu, komunitas lokal penggemar reptil di Indonesia mulai muncul sejak awal abad ke-21. Penggalang Herpetologi Indonesia (PHI) muncul di tahun 2008 untuk mewadahi para praktisi, peneliti, dan akademisi yang membidangi reptil dan amfibi Indonesia.

B. Reptil sebagai Model Kajian Riset Zoologi

Kajian zoologi dasar dimulai dengan penemuan spesies baru, termasuk dari kelompok reptil. Penemuan spesies baru tersebut bersumber dari kajian awal tentang sejarah alamnya, khususnya

pengamatan terperinci atas berbagai karakter morfologinya. Kajian selanjutnya di bidang fisiologi hewan, evolusi hewan, dan ekologi hewan menjadikan reptil sebagai hewan model. Kadal anole hijau, *Anolis carolinensis*, telah digunakan sebagai hewan model di rentang tahun 1930an untuk riset-riset di bidang perilaku hewan dengan basis neuroendokrinologi, yaitu untuk mengungkap efek hormon steroid dan pituitari pada morfologi dan perilakunya. Secara alami, perilaku seksual pada reptil ditinjau dari pola reproduksinya yang sangat beragam dan keberagaman tersebut diistilahkan sebagai “eksperimen alam”. Pada prinsipnya, pola reproduksi kadal berbeda nyata dari pola reproduksi tikus, yaitu hewan model konvensional yang perilaku kawinnya dipicu oleh produksi hormon steroid. Selanjutnya, berbagai penemuan fenomena keberagaman perilaku seksual reptil bermunculan di tahun 1970an dan dapat dikategorikan sebagai: 1) strategi reproduksi terpisah (*dissociated*) dan perilaku seksual tanpa pengaruh hormon, 2) evolusi mekanisme baru neuroendokrin, 3) rekayasa fenotipe, dan 4) penataan perbedaan fenotipe pada jenis kelamin yang sama (Crews & Moore, 2005).

Pengembangan riset-riset fisiologi hewan di era moderen seperti halnya kedokteran regeneratif pun menggunakan reptil sebagai hewan model, khususnya kadal. Kelompok kadal yang mampu meregenerasi jaringan yang terluka pada bagian-bagian tubuhnya berpotensi menjadi model yang paling relevan karena secara alami berproses menumbuhkan jaringan tersebut, termasuk rangka, otot, saraf, dan pembuluh (Lozito & Tuan, 2017). Cicak rumah, *Hemidactylus platyurus* adalah salah satu anggota kelompok kadal yang telah digunakan sebagai

model pada riset biomedis tentang proses penyembuhan luka di Indonesia (Novianti et al., 2018, 2019, 2020)

Kelompok kadal dan ular (*squamate reptiles*) terutama berkontribusi signifikan pada kajian-kajian ekologi yang perkembangannya di era 1960an ditandai dengan munculnya berbagai data hasil riset kadal di tingkat populasi dan komunitas. Moda meramban (*foraging mode*) adalah karakter ekologis kunci yang membagi berbagai jenis kadal predator menjadi 2 kelompok, yaitu *sit-and-wait* (SW) dan *widely foraging* (WF) untuk menggambarkan struktur komunitas. Paradigma moda meramban pada kadal ini menjadi dasar tefori riset-riset morfologi, evolusi, fisiologi, dan perilaku, khususnya kelompok kadal. Dikotomi moda meramban dalam kajian ekologi komunitas ini dapat disetarakan dengan dikotomi strategi reproduksi, yaitu r dan K pada kajian *life history* atau riwayat hidup suatu spesies (Reilly et al., 2007). Sebagian dari spesies biawak pada Suku Varanidae menerapkan moda SW (seperti biawak timor dan biawak hijau) dan sebagian lainnya WF (seperti biawak komodo dan biawak air), sehingga dengan keberagaman moda meramban kelompok ini menjadi target yang menarik untuk dikaji, khususnya ditinjau dari adaptasi ekologis dan sejarah evolusinya.

Berbagai spesies biawak telah dimanfaatkan sebagai model kajian di bidang zoologi, sekurang-kurangnya sejak tahun 1960an. Perkembangan riset bidang zoologi di Australia tidak lepas dari kajian-kajian tentang aspek biologi biawak yang terdistribusi di benua ini, termasuk aspek fisiologi dan ekologinya. Data fisiologi spesies biawak Australia yang dihasilkan dari berbagai kajian tersebut, di antaranya data pengaturan suhu tubuh (termoregulasi) yang dikaitkan dengan ukuran tubuh dewasa berbagai spesiesnya (Bartholomew & Tucker, 1964), fungsi ginjal dengan terapi steroid (Rice et al.,

1982), dan perputaran air dan energi pada tubuh biawak arboreal (Thompson et al., 1997). Data ekologi biawak asal Australia pun dihasilkan melalui kajian-kajian komparatif, di antaranya perilaku makan, habitat, reproduksi, dan termoregulasi musiman (Christian & Bedford, 1996; Shine, 1986). Biawak Australia hingga kini pun masih digunakan sebagai model kajian ekologi, termasuk kajian daerah jelajah (Pascoe et al., 2019) dan pemangsaan di alam (Westaway et al., 2024).

Riset-riset pada berbagai spesies biawak di Afrika dan semenanjung Arabia di awal abad ini pun telah menyumbang pengetahuan yang spesifik tentang morfologinya, khususnya respon organ pendengaran terhadap stimulus bunyi (Manley, 2004) dan organ dalamnya yang tercemar polutan (Ciliberti et al., 2011), serta inferensi sejarah evolusinya berdasarkan data DNA (Dowell et al., 2016; Portik & Papenfuss, 2012).

Pengembangan riset bidang zoologi yang menggunakan spesies reptil, khususnya biawak sebagai model kajiannya hingga saat ini belum banyak dilakukan di Indonesia. Masih diperlukan kejelian para periset nasional dan minat kuat generasi muda untuk melihat peluang dan mengembangkan kreatifitas dalam rangka mengintegrasikan ilmu dasar zoologi dengan perangkat pengembangannya, terutama teknologi molekuler pada ilmu genetika serta konservasi moderen yang inklusif. Pemanfaatan spesies biawak secara inovatif berbasis bioteknologi dan digitalisasi datanya akan mengembangkan potensi biawak Indonesia lebih jauh sebagai komoditas global.

III. RISET DASAR BIAWAK INDONESIA

Riset tentang berbagai spesies biawak Indonesia telah berkembang sejak 20 tahun terakhir, jika dilihat dari jumlah publikasi hasil-hasil risetnya di jurnal ilmiah nasional maupun global yang diuraikan pada bab ini. Pengetahuan tentang diversitas biawak Indonesia melalui berbagai karakter biologis, sejarah evolusi, dan sejarah alamnya menggeliat seiring dengan frekuensi ekspedisi dan eksplorasi yang diarahkan ke seluruh penjuru nusantara, khususnya wilayah Indonesia Bagian Timur.

Meskipun perkembangan riset tentang biawak Indonesia masih berada di lingkup ilmu dasar, dalam hal ini zoologi, yang mendudukkan permasalahan risetnya pada logika-logika naturalis, namun pemanfaatannya sebagai komoditas justru lebih dahulu mengalami perkembangan yang cukup pesat dan stabil. Pengetahuan lokal masyarakat di habitat biawak tentang karakter dan manfaatnya diduga telah menjadi sumber informasi bagi para investor dalam negeri maupun internasional. Kajian di bidang zoologi dan potensi biawak Indonesia sebagai komoditas tampaknya masih harus terus mengejar ketertinggalannya dari riset-riset aplikatif di sektor ilmu-ilmu terapan yang berfokus pada komoditas produk pangan hewani, dalam hal ini perikanan dan peternakan.

A. Kajian Diversitas dan Karakterisasi Spesies

Suku Varanidae atau kelompok biawak merupakan kelompok kadal (Sauria) berukuran sedang (100 cm) hingga raksasa (300 cm) dengan bentuk tubuh yang konservatif sepanjang sejarah evolusinya. Tidak termasuk di dalam kelompok ini

adalah biawak kalimantan, *Lanthanotus borneensis*, yang merupakan satu-satunya spesies di dalam Suku Lanthanotidae dengan ukuran tubuh yang relatif kecil, yaitu maksimal PMK (Panjang Moncong-Kloaka)= 20 cm dan terdistribusi hanya di Pulau Kalimantan (Ribut et al., 2022). Di antara seluruh spesies kadal di dunia yang telah dideskripsi saat ini (7661), proporsi kelompok biawak yang termasuk di dalam kedua suku tersebut hanya mencapai 1,15% dan 0,76% di antara seluruh anggota Ordo Squamata (kadal dan ular).

Hingga kini Suku Varanidae terdiri dari 88 spesies dengan persebaran di daerah tropis dan subtropis di Afrika, Australia, dan Asia, termasuk Kepulauan Indonesia. Dua puluh sembilan (29) spesies biawak tersebar di Indonesia dengan diversitas yang tinggi di Indonesia Bagian Timur (IBT) dibandingkan di Indonesia Bagian Barat (IBB) (Arida, 2014b). Lebih dari setengah dari jumlah total spesies yang tersebar di Indonesia (16/29, 55,2%) merupakan spesies endemik IBT yang secara geografis terdiri dari jajaran pulau berukuran relatif kecil, misalnya Kepulauan Nusa Tenggara, Maluku, dan Raja Ampat. Di antara spesies endemik IBT tersebut adalah biawak komodo, *Varanus komodoensis*; biawak lirung, *Varanus lirungensis*, dan biawak biru, *Varanus macraei*.

Dengan 29 spesiesnya saat ini (Tabel 3), kelompok biawak merupakan bagian yang kecil (3,7%) di antara semua spesies reptil di Indonesia (772). Namun demikian, diversitas biawak Indonesia adalah yang tertinggi kedua di dunia setelah diversitas biawak di Australia, yaitu dengan 34 spesies.

Tabel 3. Dua Puluh Sembilan Spesies Biawak Indonesia

tahun publikasi	nama ilmiah	nama Indonesia
1768	<i>Varanus salvator</i> (Laurenti, 1768)	biawak air
1802	<i>Varanus indicus</i> (Daudin, 1802)	biawak maluku
1831	<i>Varanus chlorostigma</i> (Gray, 1831)	biawak rawak
1831	<i>Varanus nebulosus</i> (Gray, 1831)	biawak abu-abu
1831	<i>Varanus timorensis</i> (Gray, 1831)	biawak timor
1839	<i>Varanus dumerilii</i> Schlegel, 1839	biawak ikan
1839	<i>Varanus prasinus</i> (Schlegel, 1839)	biawak hijau
1845	<i>Varanus rudicollis</i> (Gray, 1845)	biawak serunai
1872	<i>Varanus togianus</i> (Peters, 1872)	biawak togean
1874	<i>Varanus beccarii</i> (Doria, 1874)	biawak aru
1874	<i>Varanus kordensis</i> (Meyer, 1874)	biawak kordo
1878	<i>Varanus salvadorii</i> (Peters & Doria, 1878)	biawak bunga tanjung
1912	<i>Varanus komodoensis</i> Ouwens, 1912	biawak komodo
1932	<i>Varanus jobiensis</i> Ahl, 1932	biawak sepik
1958	<i>Varanus similis</i> Mertens, 1958	biawak kerdil
1980	<i>Varanus panoptes</i> Storr, 1980	biawak coklat
1997	<i>Varanus melinus</i> Böhme & Ziegler, 1997	biawak banggai
1998	<i>Varanus yuwonoi</i> Harvey & Barker, 1998	biawak tiga warna
1999	<i>Varanus auffenbergi</i> Sprackland, 1999	biawak rote
1999	<i>Varanus caerulivirens</i> Ziegler, Böhme & Philipp, 1999	biawak pirus
2001	<i>Varanus macraei</i> Böhme & Jacobs, 2001	biawak biru
2003	<i>Varanus boehmei</i> Jacobs, 2003	biawak waigeo
2005	<i>Varanus reisingeri</i> Eidenmüller & Wicker, 2005	biawak misool

tahun publikasi	nama ilmiah	nama Indonesia
2005	<i>Varanus zugorum</i> Böhme & Ziegler, 2005	biawak halmahera
2007	<i>Varanus rainerguentheri</i> Ziegler, Böhme & Schmitz, 2007	biawak bacan
2009	<i>Varanus lirungensis</i> Koch, Arida, Schmitz, Böhme & Ziegler, 2009	biawak lirung
2010	<i>Varanus obor</i> Weijola & Sweet, 2010	biawak obor
2019	<i>Varanus colei</i> Böhme, Jacobs, Koppetsch & Schmitz, 2019	biawak kei
2023	<i>Varanus tanimbar</i> Weijola & Kraus, 2023	biawak tanimbar

Sumber: RepFocus; The Reptile Database (Midtgaard, 2024; Uetz, 2025)

Khususnya Suku Varanidae menarik untuk dikaji lebih dalam karena potensinya yang cukup menjanjikan untuk dilakukan riset dasar dalam rangka pelestariannya, terutama spesies yang terancam punah. Riset untuk memperoleh pengetahuan dasar tentang kelompok kadal ini belum banyak dilakukan di Indonesia, dibandingkan dengan riset-riset tentang biawak di Australia. Demikian pula riset-riset pengembangan untuk menggali potensi biawak sebagai komoditas sandang mewah, pet, bahan obat, dan kuliner juga masih kurang dipraktekkan di Indonesia, baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya.

1. Rekaman Baru, Spesies Baru, dan Endemisme

Inventarisasi diversitas hayati adalah kegiatan yang mengawali riset pengungkapan potensi suatu kelompok hewan. Dalam rangka mengkaji diversitas reptil di Indonesia, para peneliti telah melakukan kegiatan-kegiatan inventarisasi di wilayah

IBT, yaitu di Sulawesi dan pulau-pulau satelitnya, Kepulauan Nusa Tenggara, Kepulauan Maluku, dan Papua. Pertama kali dilakukan survei diversitas reptil dan amfibi, yaitu pada tahun 2003 di hutan alam yang berbatasan dengan Dusun Wapeko di Kabupaten Merauke, Papua Selatan. Sejak itu pula data-data diversitas reptil dan amfibi yang berupa spesimen diawetkan dan disimpan di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB) di Kawasan Sains dan Teknologi Soekarno, Cibinong, Jawa Barat. Ekspedisi dalam rangka inventarisasi reptil juga saya lakukan bersama tim di wilayah IBB, khususnya di Kalimantan dan Sumatera serta pulau-pulau satelitnya, yaitu Pulau Karimun Besar di Kepulauan Riau pada tahun 2018.

Inventarisasi reptil dengan melakukan survei penemuan secara visual (*Visual Encounter Survey*, VES), jebakan sumur (*pitfall trapping*), dan tutupan papan (*coverboards*) sebagai metode standar menghasilkan data diversitas dan rekaman baru selama ekspedisi di berbagai tipe habitat reptil. Di samping data tentang reptil, juga diperoleh data amfibi yang dapat dengan mudah ditemukan berada di habitat yang sama dengan berbagai spesies reptil (Ferreira et al., 2024; Oliver et al., 2022; Sulaeman et al., 2021).

Data diversitas di suatu area survei, khususnya pulau terluar dan terpencil perlu diperbaharui secara periodik untuk memantau potensi perubahan lingkungan dan keberadaan spesies endemik. Reptil adalah model yang baik sebagai bioindikator perubahan habitat akuatik maupun terestrial (dos Santos et al., 2021; Thompson et al., 2008). Terlebih, spesies endemik reptil di pulau terpencil menjadi indikasi kuat atas perubahan habitatnya.

Survei komunitas reptil perlu dilakukan di daerah terluar dan terpencil di wilayah Republik Indoneia seperti Kabupaten Merauke yang berbatasan langsung dengan wilayah Papua New

Guinea, Kepulauan Talaud yang berbatasan langsung dengan Laut Filipina, Pulau Rote yang berbatasan langsung dengan Laut Timor, dan Kepulauan Riau yang berbatasan langsung dengan Laut Cina Selatan dan wilayah negara-negara Malaysia dan Singapura. Secara kronologis, survei diversitas reptil di daerah terluar dan/atau terpencil tersebut telah dilakukan tim Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), masing-masing di tahun 2003, 2005, 2012, dan 2018 dan menghasilkan data dan koleksi spesimen herpetofauna yang dideposit di Museum Zoologicum Bogoriense di Cibinong, Jawa Barat.

Biawak liru, *Varanus lirungensis* merupakan penemuan spesies baru di tahun 2009 dari Pulau Salibabu yang berlokasi di Laut Filipina (Koch et al., 2009). Dengan persebarannya yang terbatas di pulau-pulau kecil di sebelah utara Pulau Sulawesi ini, biawak liru menempati relung yang terpencil dari persebaran spesies lain sekerabat dekat yang mendiami Kepulauan Maluku, Papua, dan Australia.

Sementara itu, distribusi biawak abu-abu, *Varanus nebulosus* di Indonesia masih menjadi misteri yang belum terpecahkan. Keberadaannya di Kepulauan Riau, termasuk rekaman barunya di Pulau Kundur dan Pulau Combol yang jaraknya relatif lebih dekat dengan Pulau Sumatera (Arida & Setyawatiningsih, 2015), bahkan belum dapat memastikan keberadaannya di pantai timur Pulau Sumatera.

2. Observasi Morfologi

Identifikasi berbagai spesies reptil didasarkan pada ciri-ciri morfologis yang kasat mata yang digolongkan ke dalam kelompok karakter morfometrik dan meristik (Mertens, 1942). Studi perbandingan morfologi biawak air, *V. salvator*, di berbagai populasi pada wilayah distribusi alami telah dilakukan untuk

melihat adanya variasi geografis dan kemungkinan munculnya jenis baru (Koch et al., 2007; Setyawatiningsih et al., 2015). Namun demikian, observasi terhadap karakter morfologi tersebut tidak menjelaskan keterkaitannya dengan habitat atau pola hidupnya. Pemahaman yang lengkap tentang identitas, habitat, dan pola hidup hewan akan memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang kehidupan spesies hewan tersebut, sehingga strategi pengelolaannya pun akan komprehensif, baik dalam rangka pelestarian maupun pemanfaatan yang berkelanjutan.

Upaya untuk mengkaji keterkaitan antara karakter morfologi, kekhususan habitat, dan pola hidup spesies biawak Indonesia telah dilakukan inisiasinya dengan membandingkan struktur mikroskopis sisik dari tiga (3) spesies biawak, yaitu biawak air, *V. salvator*; biawak bakau, *V. indicus*; dan biawak pohon hijau, *V. prasinus*. Struktur sisik ketiga spesies tersebut diamati dengan mikroskop elektron pindai (SEM). Terdapat perbedaan struktur permukaan sisik ketiga spesies tersebut yang cenderung berasosiasi dengan pola hidup dan habitatnya masing-masing, yaitu semi-akuatik di habitat hutan sekunder dan perkebunan; terestrial di habitat pantai; dan arboreal di hutan primer. Permukaan sisik ventral dan dorsal biawak pohon mempunyai struktur lunas yang kuat dan dapat diasosiasikan dengan pola hidupnya yang sebagian besar berada di pohon dengan permukaan yang kasar. Sebaliknya, sisik-sisik biawak air dan biawak bakau yang masing-masing bersifat semi-akuatik dan terestrial tidak menunjukkan struktur lunas yang tegas (Arida, 2014a). Observasi serupa pada struktur sisik delapan (8) spesies kadal, yang terdistribusi di berbagai habitatnya di belahan benua Asia bagian barat dan Afrika bagian utara, termasuk biawak gurun, *V. griseus*, menegaskan bahwa bukan faktor kedekatan kekerabatan, melainkan faktor lingkungan lah yang memengaruhi struktur mikro sisik kedelapan spesies kadal tersebut (Allam et al., 2019).

Pengetahuan dasar tentang struktur mikroskopis sisik biawak dapat dikembangkan untuk keperluan identifikasi spesies biawak yang diperdagangkan sebagai komoditas sandang dan dekorasi. Biawak air dan biawak bakau memiliki potensi sebagai komoditas bahan sandang, aksesoris sandang, dan dekorasi karena kelenturan kulit dan pola sisiknya yang terkesan mewah. Pola warna kulit, bentuk sisik, dan susunannya perlu dilakukan kajian untuk mengidentifikasi daerah asal bahan baku produk aksesoris sandang dari kulit biawak, sehingga peredaran kulit biawak dapat dipantau. Sebagai contoh, kulit biawak air yang menjadi komoditas dan beredar di Cirebon dan beberapa kabupaten di sekitarnya dapat diidentifikasi asalnya dari wilayah Sumatera karena pola warnanya yang khas (Boscha et al., 2020).

3. Determinasi Jenis Kelamin

Penentuan jenis kelamin pada biawak dapat dilakukan secara manual, misalnya dengan mengukur kedalaman alat kelamin atau disebut “probing” dan mengeluarkan alat kelamin jantan dari posisi istirahatnya atau disebut “popping”. Kedua cara tersebut tampaknya mudah dilakukan, tetapi dapat membahayakan kesejahteraan satwa jika tidak dilakukan dengan benar sehingga menyebabkan *stress* pada individu. Seiring dengan berkembangnya metode DNA molekuler, penentuan jenis kelamin biawak dapat dilakukan dengan menerapkan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) atas fragmen DNA yang terkait kromosom kelamin, dalam hal ini adalah berdasarkan sistem kromosom ZZ/ZW. Sampel yang digunakan dapat berupa kulit yang mengelupas secara alami, meskipun sampel darah sangat menjanjikan akurasi penentuan jenis kelaminnya.

Sangat penting untuk dilakukan penentuan jenis kelamin pada populasi biawak komodo di lingkungan eks-situ untuk memahami siklus reproduksinya dan pengelolaan populasinya.

Marka genetika atau fragmen DNA yang spesifik untuk mengidentifikasi bagian dari kromosom kelamin betina yang heteromorfik (ZW) pada biawak komodo telah tersedia dan jenis kelamin suatu individu dapat ditentukan hanya dalam waktu yang relatif singkat (Halverson & Spelman, 2002).

Delapan puluh satu (81) sampel biawak komodo dari tiga (3) kebun binatang di Pulau Jawa telah didapatkan pada awal tahun 2006 untuk selanjutnya dilakukan penentuan jenis kelaminnya (Sulandari et al., 2014). Selain ketiga kebun binatang tersebut, penentuan jenis kelamin biawak komodo juga telah dilakukan untuk individu-individu yang disita oleh pihak berwenang maupun di lembaga konservasi lain, yaitu Taman Safari dan Taman Reptil di Taman Mini Indonesia Indah.

Di antara kelima populasi eks-situ tersebut, rasio jantan:betina dengan selisih paling besar adalah populasi di Kebun Binatang Gembira Loka, Yogyakarta, pada tahun 2006 dengan bias jantan. Rasio dan bias serupa dijumpa pada sampel hasil sitaan oleh BBKSDA Jawa Timur yang bekerja sama dengan Wildlife Crime Unit –WCS Indonesia dan Bareskrim, Kepolisian Republik Indonesia pada tahun 2019. Rasio serupa dengan bias betina kami temukan pada sampel populasi alam di Cagar Alam Wae Wuul yang dikelola BBKSDA pada tahun 2015 (Tabel 4).

Tabel 4. Penentuan Jenis Kelamin Biawak Komodo Periode 2014-2023

asal populasi	periode sampel	jumlah sampel	jantan	betina	rasio
KB Surabaya	2006	26	10	16	1:1,5
KB Gembira Loka (Yogyakarta)	2006	11	9	2	5:1
KB Ragunan (Jakarta)	2006	44	14	30	1:2

asal populasi	periode sampel	jumlah sampel	jantan	betina	rasio
BBKSDA Nusa Tenggara Timur (Wae Wuul)	2015	17	3	14	1:4,5
BBKSDA Nusa Tenggara Timur (Ontoloe)	2015	11	4	7	1:2
Taman Safari (Bogor)	2017	26	12	14	1:1
	2021	19	7	9	1:1
BBKSDA Jawa Timur	2019	6	5	1	5:1
Taman Nasional Komodo (Padar)	2020	12	5	7	1:1
Taman Mini Indonesia Indah (Cibubur)	2023	6	3	3	1:1

Sumber: (Sulandari et al., 2014);data pribadi (2024)

Data perbandingan jumlah individu jantan terhadap jumlah individu betina biawak komodo pada populasi eks-situ maupun di in-situ tersebut penting digunakan sebagai informasi dasar untuk mengelola populasinya, misalnya perbanyakkan individu untuk tujuan pertukaran antar kebun binatang atau pelepasliaran. Namun demikian, sejak tahun 2014 hingga sekarang, baru tercatat sekitar 177 individu biawak yang telah dilakukan penentuan jenis kelaminnya.

B. Kajian Biologi Evolusi

Seluruh anggota marga *Varanus* memiliki bentuk tubuh yang sangat mirip sejak masa nenek moyang terdekatnya yang diperkirakan muncul di daratan Asia di kala Eosen Awal (Dong et al., 2022). Meskipun demikian, keragaman spesies *Varanus* cukup tinggi dan karakter ekologisnya pun beragam. Spesies

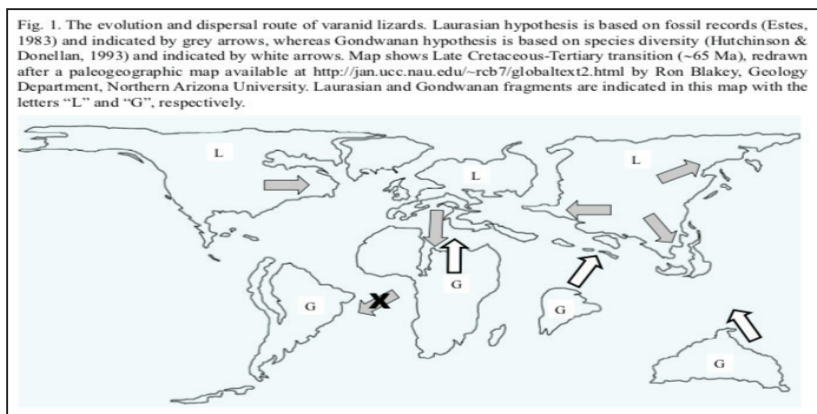
Varanus yang masih ada hingga kini adalah kadal yang berukuran sedang hingga raksasa, mulai dari PMK= 11,6 cm pada *V. sparnus* (Doughty et al., 2014) hingga PMK= 154,0 cm pada *V. komodoensis* (Jessop et al., 2007). Dengan perbedaan ukuran yang demikian besar di antara spesiesnya, marga *Varanus* adalah model yang tepat untuk menguji evolusi ukuran tubuh dan kaitannya dengan moda hidupnya. Sebagai gambaran, ukuran tubuh biawak hijau, *V. prasinus* dan spesies lain di kelompok biawak pohon relatif lebih kecil dibandingkan dengan ukuran tubuh biawak abu-abu, *V. nebulosus* dan spesies biawak darat lainnya.

Kajian yang lebih dalam lagi tentang evolusi morfologi biawak ini membuktikan keterkaitan antara morfologi dengan keragaman karakter ekologisnya, yaitu adanya korelasi antara variasi struktur tengkorak berbagai spesies biawak dengan pilihan mangsanya. Dalam hal ini dapat dicontohkan dengan biawak sabana, *V. exathematicus* dan biawak kalimantan, *L. borneensis*, yang memiliki struktur tengkorak yang pendek dan kuat dengan pilihan mangsa yang keras atau bercangkang. Keduanya berada di posisi basal pada pohon filogeni Varanoidea, sehingga mengindikasikan pilihan mangsa bercangkang sebagai pilihan yang primitif. Spesies biawak lain di posisi ujung pada pohon filogeni tersebut mempunyai pilihan mangsa yang relatif lunak, contohnya sub-kelompok biawak kerdil (McCurry et al., 2015).

1. Asal muasal marga *Varanus*

Teori tentang asal muasal marga *Varanus* menjadi perdebatan menarik di bidang biologi evolusi karena didasarkan pada dua (2) argumen yang seimbang, yaitu usia tertua fosil nenek moyang *Varanus* di daratan Asia versus diversitas spesies *Varanus* yang tertinggi di benua Australia. Argumen fosil nenek moyang marga

ini yang diperkirakan berusia 80 Juta Tahun Lalu (JTL) dan ditemukan di Mongolia mendasari teori Laurasia, yaitu daratan Asia sebagai asal marga *Varanus*; sedangkan argumen tingginya diversitas *Varanus* di Australia dengan 34 spesiesnya saat ini (38,4% dari seluruh anggota marga) mendasari teori Gondwana, yang memperkirakan daratan Australia sebagai asal marga ini. Pendekatan-pendekatan untuk menjawab pertanyaan tentang asal muasal marga biawak ini telah didasarkan pada data fosil, molekul DNA, maupun morfologi.



Sumber: The origin of *Varanus* (Arida & Böhme, 2010)

Gambar 1. Teori Asal Muasal Marga *Varanus*: Laurasia dan Gondwana

Namun, pendekatan integratif yang melibatkan data fosil, molekul DNA, maupun morfologi, dalam hal ini adalah filogeografi, akan dapat menjawab pertanyaan tersebut. Kunci dari jawaban atas permasalahan asal muasal marga biawak ini berada di dua (2) wilayah geografis yang memungkinkan terjadinya sejarah penyebaran biawak, yaitu; 1) di belahan bumi bagian utara adalah daratan di antara semenanjung Arab dan Afrika dan 2) di belahan bumi bagian selatan adalah Kepulauan Nusa Tenggara di Indonesia. Studi filogeografi komparatif

spesies biawak di kedua wilayah tersebut secara independen akan dapat merunut arah penyebaran populasinya berdasarkan kajian keragaman haplotipe dan morfologi, yang periodenya dikalibrasi dengan fosil atau kejadian geologis (Arida & Böhme, 2010).

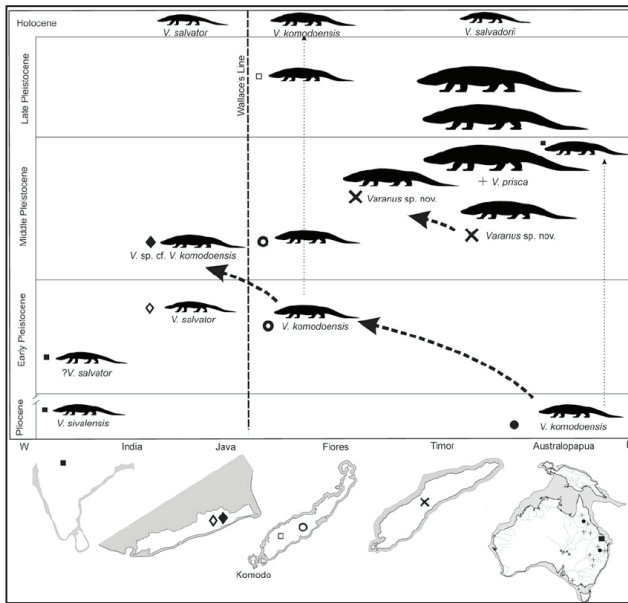
Penemuan fosil terbaru nenek moyang *Varanus* di China oleh Dong *et al.*, (2022) menjadi argumen yang menguatkan teori Laurasia. Fosil yang disebut sebagai *Archaeovaranus lii* tersebut berupa kerangka lengkap, termasuk tengkorak dan tulang belakang ditemukan berada di lapisan Eosen Awal dan diperkirakan berumur 53 JTL. Sebelumnya, marga *Varanus* diperkirakan muncul di Mesir, Afrika di kala Eosen Akhir berdasarkan temuan fosil tulang belakangnya (Holmes *et al.*, 2010).

2. Implikasi Biogeografis

Bahwa persebaran biawak pada Suku Varanidae di masa lampau meliputi bagian dunia yang lebih luas daripada persebaran spesiesnya yang sintas hingga kini dapat dijelaskan dengan temuan fosil yang menjadi bukti kepunahannya di daratan Eropa, bukan berarti fosil menjadi satu-satunya dasar jawaban atas pertanyaan tentang asal muasal marga *Varanus*. Fosil terpreservasi dengan baik di daerah yang beriklim kering seperti di situs penemuan fosil *Varanus* di Afrika dan Australia. Sementara itu, fosil yang ditemukan di daerah yang beriklim lembab cenderung kurang terpreservasi dengan baik. Bahkan, penemuan fosil di daerah lembab adalah sesuatu yang langka.

Keberadaan spesies biawak di dalam marga ini di daerah tropis dan sub-tropis saat ini di Afrika, daratan Asia, Kepulauan Indonesia, Australia, dan Oseania, dapat disimpulkan sebagai kesintasan suatu produk evolusi. Marga biawak ini

dimungkinkan muncul di bagian belahan dunia yang lain, akan tetapi terdiversifikasi di bagian dunia yang beriklim hangat, khususnya di Kepulauan Indonesia. Keberadaan biawak komodo di beberapa pulau di Nusa Tenggara pun mengindikasikan kesintasan spesies ini yang berasal dari benua Australia dengan bukti fosilnya yang ditemukan di Gunung Isa, Queensland (Gambar 2). Hingga kini telah dinyatakan kepunahan dua (2) spesies biawak raksasa di Australia, yaitu *V. komodoensis* dan kerabat terdekatnya, *V. priscus* (Hocknull et al., 2009).



Sumber: Dragon's Paradise Lost (Hocknull et al., 2009)

Gambar 2. Dispersal *Varanus komodoensis* Berdasarkan Temuan Fosil.

Sejarah evolusi dan asal muasal marga *Varanus* adalah suatu landasan berpikir tentang adanya kemungkinan keragaman

spesiesnya yang tertinggi di Kepulauan Indonesia dengan kondisi geografis yang terdiri dari gugusan pulau berbagai ukuran. Derajat isolasi pulau-pulau tersebut oleh lautan dan bentang pegunungan tinggi yang membagi suatu daratan besar diduga kuat sebagai faktor yang mendorong terjadinya proses spesiasi. Inventarisasi, studi taksonomi, dan studi evolusi sangat perlu dilakukan secara intensif sehingga terkuak kekayaan dan potensi sumberdaya fauna asli Indonesia, khususnya pada marga biawak ini.

C. Kajian Sejarah Alam

Sejarah alam (*natural history*) suatu spesies satwa liar adalah pengetahuan dasar tentang kehidupannya. Khususnya sejarah alam reptil, dan lebih spesifik lagi biawak, adalah topik riset dasar yang kurang diminati oleh para peneliti dan juga mayoritas generasi muda sejak munculnya bidang ilmu zoologi di tanah air. Memang tidak praktis untuk mendapatkan data sejarah alam berbagai spesies satwa liar oleh karena alasan logistik yang diperlukan manusia urban sebagai penelitiannya di zaman moderen ini. Topik riset sejarah alam memerlukan kejelian untuk menemukan fakta dan menyimpulkan penemuan dari bukti-bukti yang tidak sengaja atau secara acak ditemukan. Kejelian seperti ini tentu saja harus didukung dengan ketertarikan pada spesies satwa itu sendiri.

1. Diet dan Perilaku Mencari Makan

Mangsa dan perilaku pemangsaan serta diet biawak togean terekam saat pengumpulan data untuk studi morfologi biawak air di Pulau Selayar. *Varanus togeanus*, yang tertangkap untuk tujuan pembuatan spesimen museum zoologi selama perjalanan ekspedisi di tahun 2006 diketahui sebagai karnivor. Namun

demikian, biawak tersebut ternyata mengkonsumsi kopra (Koch & Arida, 2017). Pengamatan semacam ini memberikan informasi baru bahwasannya diet dan perilaku mencari makan suatu jenis reptil dapat berubah di alam karena berbagai faktor, dalam hal ini diduga aroma kopra yang terfermentasi menjadi stimulan pemangsaan oleh spesies karnivor ini.

Biawak kalimantan, *Lanthanotus borneensis*, adalah spesies endemik Pulau Kalimantan yang sulit ditemukan di alam dan tidak banyak diketahui tentang sejarah alamnya. Meskipun demikian, spesies ini pernah menjadi primadona para kolektor reptil di mancanegara, khususnya Jerman dan Jepang. Penyelundupan satwa langka ini pun beberapa kali digagalkan oleh pihak berwenang dan satwa yang diselundupkan tersebut dapat diamati perilakunya di kandang penitipan. Spesies kadal ini memangsa cacing dan katak hidup, menjelang dan sesaat setelah matahari terbenam. Selain kedua jenis mangsa tersebut, kadal ini juga memakan potongan ikan, daging ayam, dan udang selama periode pengamatan di kandang (Arroyan et al., 2021; Ribut et al., 2024). Di habitat alamnya, biawak Kalimantan memangsa fauna kecil di habitat semi-akuatik, yaitu ikan lele, ikan gabus, dan kepiting darat (Langner, 2017).

2. Kanibalisme

Sifat kanibal pada kelompok biawak telah diketahui sebelumnya pada spesies berukuran relatif besar, yaitu biawak komodo, *Varanus komodoensis* dan biawak Gould, *Varanus gouldii*. Hasil pengamatan pada biawak timor, *Varanus timorensis*, yang ditemukan di alam merupakan informasi yang menguatkan fenomena kanibalisme pada biawak dengan ukuran tubuh yang relatif kecil (Arida et al., 2023). Sebelumnya, perilaku memakan

individu sesama spesies pada biawak timor telah diamati di kandang pemeliharaan (Géczy, 2009).

3. Reproduksi In-situ dan Eks-situ

Potensi reproduksi suatu spesies reptil, termasuk biawak, dapat diperkirakan berdasarkan ukuran tubuh individu betinanya. Dalam hal fekunditas di antara reptil betina secara umum, ukuran tubuh yang relatif lebih besar (berat atau panjang) mengindikasikan fekunditas yang lebih tinggi, seperti dicontohkan pada jenis ular akuatik, *Homalopsis buccata* (Arida et al., 2024). Dengan demikian, jumlah telur suatu spesies biawak yang ukuran tubuhnya relatif besar dapat diprediksi akan lebih banyak daripada jumlah telur dari biawak spesies lain yang relatif kecil ukuran tubuhnya. Sebagai contoh biawak komodo yang berukuran raksasa dapat menghasilkan 20 – 38 butir telur, sementara biawak biru yang berukuran jauh lebih kecil menghasilkan 2 – 7 butir telur saja selama musim reproduksinya. Spesies biawak yang berukuran besar akan menghasilkan keturunan yang lebih banyak daripada spesies biawak lain yang berukuran kecil, jika faktor kematian anakan relatif konstan atau dapat diabaikan. Dengan demikian, densitas kotor kedua spesies biawak tersebut di suatu area dapat diasumsikan berbanding lurus terhadap fekunditas atau ukuran tubuhnya (Arida, 2008).

Selain dapat diprediksi potensi reproduksinya, biawak juga melakukan reproduksi musiman seperti pada umumnya reptil. Siklus reproduksi biawak dan reptil pada umumnya adalah suatu strategi adaptasi terhadap kondisi iklim untuk memitigasi faktor kematian anakannya. Ular kadut, *Homalopsis buccata*, memusatkan aktifitas kawin di musim kemarau dan bunting pada periode bulan Agustus – November (Arida et al., 2024). Anakan ular ini akan lahir pada musim penghujan dan terhindar dari

kekeringan. Demikian pula dua spesies biawak asal Indonesia Bagian Timur, biawak timor dan biawak biru.

Musim kawin biawak timor, *Varanus timorensis*, bertepatan dengan musim kemarau di habitat in-situ maupun eks-situ dan telur-telurnya menetas pada musim penghujan (Arida, et al., 2020). Demikian pula pola reproduksi biawak biru, *Varanus macraei*, yang diamati selama masa pemeliharaan di kandang menunjukkan bahwa faktor iklim mempengaruhi musim kawin, yaitu pada periode bulan Mei - Juli atau awal musim kemarau. Telur-telur biawak biru menetas di bulan Desember, ketika musim penghujan telah tiba (Rahmanto et al., 2022).



Sumber: Mating behavior and breeding of Blue tree monitor (Rahmanto et al., 2022). Ket.: a) kotak meneduh, b) ember bersarang dengan alas sabut kelapa.

Gambar 3. Posisi Kawin Biawak Biru, *Varanus macraei*, di Penangkaran

IV. PEMANFAATAN BIAWAK INDONESIA

Berbagai spesies reptil telah dimanfaatkan oleh masyarakat lokal sebagai sumber protein dan obat tradisional. Sebanyak 165 spesies reptil di dunia telah dimanfaatkan sebagai bahan obat tradisional, termasuk biawak bengal, *Varanus bengalensis* di India dan China; serta biawak nil, *Varanus niloticus* di Sudan, India, dan China (Alves et al., 2008). Selain sebagai bahan obat tradisional, biawak juga dimanfaatkan sebagai sumber protein lokal, termasuk di antaranya adalah dua (2) jenis biawak di Asia dan Afrika, yaitu *Varanus olivaceus* (biawak Gray) di Filipina dan *Varanus niloticus*, biawak nil, di Zambia (Klemens & Thorbjarnarson, 1995).

Pemanfaatan biawak oleh masyarakat sebagai bahan obat dan sumber protein juga dilakukan oleh masyarakat di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu di Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Selain itu, biawak juga telah dimanfaatkan dalam jumlah besar pada skala industri. Kulit biawak air, *Varanus salvator*, dan anakan berbagai spesies biawak Indonesia telah menjadi komoditas ekspor sejak lebih dari tiga (3) dasawarsa dan menjadi salah satu sektor penyumbang devisa negara yang cukup stabil hingga kini.

A. Pemanfaatan untuk Konsumsi Lokal

Biawak air, *Varanus salvator*, telah dimanfaatkan di Indonesia sebagai sumber protein sejak lama, paling tidak ketika manusia moderen mendiami Sumatera bagian utara. Secara turun-temurun, kebiasaan mengkonsumsi daging dan organ dalam biawak air (Gambar 4.) berlanjut sebagai bagian dari budaya

minum tuak oleh sebagian kelompok masyarakat di Sumatera Utara hingga kini (Arida, et al., 2020).

Daging biawak air dan daging satwa liar dari berbagai spesies vertebrata secara umum disebut *wild meat* atau *bushmeat*, tergantung dari sudut pandang volume pemanfaatan dan rantai pasoknya. *Wild meat* diartikan sebagai sumber protein yang dihasilkan dengan cara memburu satwaliar untuk konsumsi pemburu dan keluarganya, sehingga relatif kecil volumenya. Sementara itu, *bushmeat* diartikan sebagai hasil berburu satwa liar dengan tujuan perdagangan dan dalam jumlah relatif besar, bahkan melalui beberapa tingkatan penjual (Pangau-Adam et al., 2012). Daging biawak air juga merupakan salah satu alternatif sumber protein yang dikonsumsi oleh sebagian masyarakat di Sulawesi Utara, khususnya suku Minahasa secara turun-temurun. Namun demikian, analisis lebih lanjut tentang nutrisi maupun efek samping dari konsumsi ini belum menjadi fokus riset di Indonesia. Sementara itu, riset tentang kandungan protein dan diversitas mikroba pada daging dari dua (2) spesies reptil besar, yaitu ular anakonda dan kadal tegu telah dilakukan di Argentina. Kesimpulan dari hasil riset tersebut menyatakan bahwa daging dari kedua spesies reptil besar tersebut dapat menjadi alternatif sumber protein yang baik untuk dikonsumsi manusia (Mazaratti et al., 2023).

Daging biawak juga dikonsumsi oleh masyarakat di pantai utara Pulau Jawa yang percaya akan khasiatnya sebagai “obat kuat pria” dan obat penyakit kulit atau penyembuh luka. Selain dagingnya, khasiat obat dari bagian tubuh biawak ini juga dipercayai ada pada lemaknya yang dipasarkan dalam bentuk minyak biawak dan dikemas dalam botol plastik (Arida et al., 2021). Kajian tentang senyawa aktif pada daging dan minyak biawak air sangat diperlukan sebagai langkah saintifikasi atas

informasi khasiatnya. Sementara itu, kajian tentang khasiat minyak biawak gurun, *Varanus griseus* telah dilakukan. Pada tubuh spesies biawak yang tersebar di benua Afrika bagian utara dan semenanjung Arabia ini terdapat lemak yang ekstraknya berupa minyak dengan kandungan senyawa bioaktif anti-oksidan dan anti-mikroba (Ahmad et al., 2022).



Sumber: Consumption and trade of Asian water monitor (Arida, et al., 2020)

Gambar 4. Tambul Tuak Berupa Hidangan Berbasis Daging biawak air, *Varanus salvator*, di Sumatera Utara

Hasil-hasil riset terkait biawak air selama ini sebenarnya telah menunjukkan potensi spesies ini sebagai bahan obat. Riset tentang komunitas bakteri di dalam lambung biawak air, *Varanus salvator*, menyatakan fungsinya sebagai anti-tumor (Soopramanien et al., 2021). Bahkan serum darah biawak air

ditemukan mengandung senyawa anti-kanker yang telah diuji terhadap pertumbuhan sel kanker prostat (PC3), sel kanker serviks (HeLa), sel kanker payudara (MCF7), dan sel kulit terkeratinisasi (Hacat) secara laboratoris (Jeyamogan et al., 2020).

B. Pemanfaatan untuk Perdagangan Global

Berbagai spesies biawak juga telah dimanfaatkan pada skala industri menengah dan bahkan menjadi komoditas ekspor. Spesies biawak tersebut mempunyai nilai sebagai hewan kesayangan eksotis di negara-negara maju. Biawak pohon yang berwarna-warni seperti biawak hijau, *Varanus prasinus*, biawak misool, *Varanus reisingeri*, dan biawak biru, *Varanus macraei* telah dikembangkan melalui sistem penangkaran pada skala industri untuk tujuan ekspor. Hasil penangkaran yang berupa anakan biawak tersebut selanjutnya diekspor ke Amerika Serikat, Jepang, Republik Korea, Republik Ceko, dan Perancis. Indonesia adalah negara pengeksport terbesar anakan biawak biru (Appendix II), sedangkan beberapa negara di Eropa seperti Jerman, Swiss, dan Spanyol, serta Kanada juga mengeksport anakan spesies biawak ini, yang kemungkinan berasal dari keberhasilan penangkarannya (UNEP-WCMC and the CITES Secretariat, 2025).

Penangkaran pada skala industri tersebut dikontrol oleh Direktorat Konservasi Spesies dan Genetik (KSG), Kementerian Kehutanan selaku otoritas pengelola di Indonesia. Sebaliknya, penangkaran skala kecil yang dipraktikkan oleh para penghobi reptil di Indonesia tampaknya belum diatur secara resmi oleh pemerintah. Jumlah penghobi reptil di Indonesia kemungkinan telah bertambah dengan pesat sejak masa pandemi Covid-19 dan semakin berkembang jejaringnya. Indikasi dari perkembangan

ini dapat dilihat dari munculnya penawaran-penawaran berbagai spesies reptil hidup di *marketplace* maupun di berbagai media sosial. Asal reptil yang diperdagangkan secara daring tersebut tidak mudah untuk dilacak, namun ada kemungkinannya berasal dari pengedar yang mendapatkan komoditasnya dari habitat alam. Kontrol terhadap lalu-lintas komoditas reptil hidup ini perlu diterapkan untuk menyeimbangkan antara kebutuhan masyarakat lokal yang berburu satwa liar sebagai penghidupannya (Arida, et al., 2021) dan penghobi nasional dan internasional yang membuka peluang pasar melalui pemenuhan kebutuhan kegemarannya.

Demikian halnya dengan biawak kalimantan yang secara morfologinya unik, telah menjadi sasaran kolektor reptil di luar negeri. Beberapa upaya penyelundupannya ke luar negeri telah berhasil digagalkan melalui kerja sama pemerintah dan masyarakat. Penangkapan langsung di lokasi, khususnya bandara lokal dan internasional, membukakan mata dunia tentang keunikan spesies ini. Individu satwa yang disita, akhirnya pun dapat dimanfaatkan sebagai subyek riset sejarah alam spesies ini (Arroyan et al., 2021; Ribut et al., 2024).

Biawak air, *Varanus salvator*, telah dimanfaatkan kulitnya sebagai bahan sandang mewah dan merupakan komoditas ekspor dari Indonesia dengan pasokan yang stabil dan nilai ekspor yang cukup besar (Arida, 2018). Selama lebih dari tiga puluh (30) tahun industri penyamakan kulit biawak telah beroperasi di Indonesia dengan bahan dasar yang dipanen dari Sumatera dan Kalimantan (Arida et al., 2020). Namun demikian, data populasi biawak air dari kedua sumber terbesar tersebut belum tersedia karena tidak cukup kuat urgensinya. Perdagangan global tetap berlanjut meskipun Indonesia belum memiliki dokumen Non-

Detriment Finding (NDF) sebagai pernyataan nasional tentang keberlanjutan populasinya.

Pemanfaatan komoditas ekspor ini terus berlangsung dengan landasan asumsi keberlanjutan yang didukung oleh karakter spesies biawak ini yang resilien terhadap tekanan ekologis dan pemanenan (Shine et al., 1998). Tekanan ekologis terhadap biawak air di antaranya adalah perubahan fungsi lahan dan konflik dengan manusia urban (Rifaie et al., 2023). Terhadap tekanan ekologis tersebut, biawak air bertahan hidup. Sebaliknya dengan spesies reptil besar yang sepadan secara ukuran tubuh dan mirip habitatnya, senyulong, *Tomistoma schlegelii*, yang tersisih oleh meluasnya pemukiman penduduk di sekitar Sungai Kampar, Provinsi Riau (Shaney et al., 2017).

Kulit biawak air Indonesia selama ini telah dimanfaatkan secara terus-menerus sebagai komoditas ekspor dan melibatkan permintaan kualitas tinggi dari negara-negara lain. Komoditas yang diekspor secara legal berupa kulit hasil penyamakan pada skala industri menengah dan besar. Disayangkan, bahwa kulit-kulit biawak dengan kualitas tinggi selama ini didapatkan secara kebetulan (*by chance*) di antara lebih dari 1,2 milyar lembar pasokan kulit biawak mentah kering sejak paling sedikit 30 tahun terakhir. Kesenjangan antara permintaan yang terus menerus ini dan pemanenan langsung dari alam, yaitu tanpa proses perbanyakkan secara eks-situ, yang menjadi salah satu kekhawatiran atas kepunahan spesies ini di alam. Keprihatinan senada juga disuarakan oleh organisasi dan lembaga pemerhati lingkungan dan para pejuang konservasi tentang masifnya eksploitasi spesies biawak pohon dari alam di Indonesia untuk tujuan ekspor hewan kesayangan.

C. Keberlanjutan Pemanfaatan Berbasis Data

Kajian populasi yang memperkirakan kecukupan stok individu biawak di alam adalah bagian yang penting sebagai argumen keberlanjutan pemanenannya, khususnya untuk tujuan ekspor (Arida, 2018). Kajian tersebut bertujuan menyelaraskan pemanfaatan dan pengawetan spesies bernilai ekonomi tinggi, dalam hal reptil besar termasuk biawak air, *Varanus salvator*; ular sanca batik, *Malayopython reticulatus*; dan buaya muara, *Crocodylus porosus*. Demikian pula berbagai spesies biawak pohon yang telah menjadi komoditas hewan kesayangan dan permintaan negara-negara maju secara terus-menerus perlu dikaji karakteristik populasinya untuk memperkirakan keberlanjutan pemanfaatannya dan upaya pelestariannya.

Terdapat suatu kesenjangan antara data populasi dan data realisasi pemanfaatan spesies biawak Indonesia untuk ekspor. Ketiadaan dokumen NDF untuk berbagai spesies biawak Indonesia yang diperdagangkan secara global di bawah regulasi CITES (Convention on Internasional Trade of Endangered Species of Fauna and Flora) hingga kini mengindikasikan kesenjangan tersebut. Dokumen NDF pada dasarnya adalah sintesis dari kajian dan kebijakan terhadap pengelolaan suatu spesies yang diperdagangkan. Namun selama ini skala urgensi penyusunan dokumen tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan urgensi pendapatan devisa negara dari sektor sumber daya hayati.

Pemanfaatan biawak dengan visi keberlanjutan idealnya adalah melalui peningkatan nilai tambah hasil ekstraksi dari alam. Perbanyakkan individu di habitat eks-situ atau penangkaran dan pengolahan kulit biawak hingga menjadi barang jadi menjadi pengejawantahan dari visi keberlanjutan tersebut. Namun demikian, tantangan dalam mewujudkannya tentu tidak

akan lepas dari peran otoritas pengelola dan otoritas ilmiah yang berwenang mendorong perkembangan sektor industri agro khusus ini dan melakukan pengaturan, dengan menetapkan standar kualitas sesuai kebutuhan ekspornya selain pembatasan jumlah atau volume ekspor dengan sistem kuota.

D. Upaya Pengembangan Data Populasi In-situ dan Eks-situ

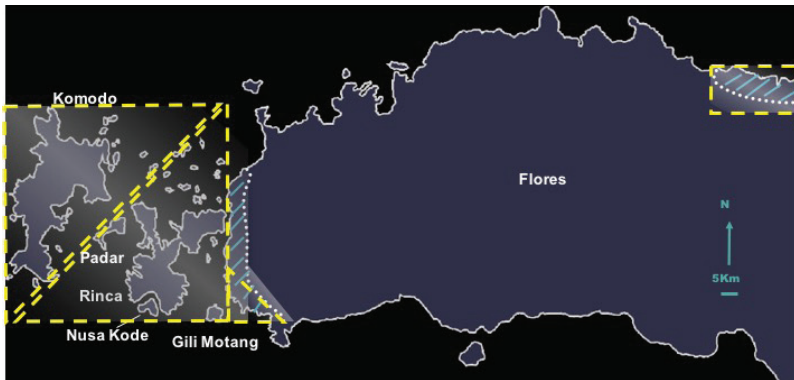
Data populasi berbagai spesies biawak dan dinamika populasinya menjadi urgensi pengelolaan yang berkelanjutan. Faktor-faktor intrinsik maupun pemanfaatan secara masif dan konflik dengan manusia dapat memengaruhi perubahan kondisi populasi tersebut. Sementara ini, tidak ada satu jenis biawak perdagangan pun yang kondisi populasinya di tingkat nasional telah diketahui dengan pendekatan ilmiah (Koch et al., 2013). Kondisi populasi biawak yang dimaksud adalah data demografi dan fluktuasi periodik selama jangka waktu yang panjang, misalnya data sensus selama 5 – 10 tahun.

Perdagangan kulit biawak air dari Indonesia terutama menjadi sasaran kritik negara-negara Eropa atas volume dan rentang waktunya. Di sisi lain, keberadaan spesies ini di area pemukiman perkotaan telah menimbulkan konflik dan menjadi pemberitaan di media lokal bahkan nasional (Rifaie et al., 2023; Rifaie & Arida, 2022) dan tak jarang berakhir dengan perburuan rekreasional yang diterapkan masyarakat urban tersebut (Yudha et al., 2022). Pengelolaan populasi yang didasarkan pada karakter dan dinamikanya, baik di habitat asal maupun buatan, menjadi urgensi untuk menyeimbangkan antara pemanfaatan dan pengawetan. Dalam hal ini, kerja sama antara pemerintah dan sektor perdagangan biawak air pada berbagai tingkat,

termasuk pengepul dan eksportir, yang akan dapat menyukseskan keberlanjutan pemanfaatan spesies ini.

Sebaliknya, spesies biawak yang dilindungi dan tidak diizinkan perdagangannya mendapat perhatian khusus dalam hal karakterisasi populasinya. Biawak komodo, *Varanus komodoensis*, dilindungi dengan undang-undang karena endemisitasnya dan populasinya yang relatif kecil. Sejak tahun 2019 biawak komodo adalah spesies dengan status Terancam Punah (EN) menurut Daftar Merah IUCN, yang berarti perlu mendapat perlindungan dan perhatian khusus untuk menjaga kelestariannya. Data populasi spesies biawak ini tersedia cukup lengkap dan ditujukan sebagai informasi dasar dalam rangka membantu upaya pelestarian populasi alamnya. Riset genetika populasi biawak komodo di habitat asalnya telah menghasilkan data karakter DNA berdasarkan marka mikrosatelit (Ciofi et al., 1999; Ciofi & Bruford, 1999), fragmen Control Region I (CRI) pada genom mitokondria (Arida, 2011), dan berdasarkan seluruh genom pada inti sel (Iannucci et al., 2021).

Populasi biawak komodo terstruktur ke dalam tiga (3) subpopulasi yang masing-masing dapat direkomendasikan sebagai unit konservasi (Gambar 5.). Ketiga subpopulasi tersebut bertepatan dengan persebarannya di bagian barat (Pulau Komodo), bagian tengah (Pulau Rinca, Gili Motang, Gili Dasami, dan daerah bagian barat Pulau Flores), dan bagian timur (daerah bagian utara Pulau Flores).



Sumber: Phylogeography of the Komodo monitor *Varanus komodoensis* (Arida, 2011) dengan modifikasi

Gambar 5. Tiga Unit Konservasi Biawak Komodo, *Varanus komodoensis*, Dipetakan Berdasar Data Sekuen DNA Control region I (CRI).

Penerapan teknologi DNA molekuler seperti yang dilakukan pada riset-riset populasi biawak komodo ini dapat menjadi langkah awal pengelolaan suatu spesies biawak berdasarkan karakter biologinya. Dalam hal ini, karakterisasi populasi biawak komodo yang berupa keragaman genetik, divergensi genetik, dan prakiraan aliran gen antar-pulau maupun antar-subpopulasi di suatu pulau akan memberi gambaran hubungan kekerabatan dan sejarah evolusinya. Karakter-karakter tersebut mengelompokkan populasi biawak komodo menjadi tiga bagian dan hasil riset tersebut menjadi pertimbangan penentuan lokasi reintroduksi untuk 6 individu hasil perbanyakan eks-situ di Taman Safari Indonesia dan juga beberapa hasil penyitaan

individu yang diselundupkan melalui pelabuhan di Surabaya beberapa tahun yang lalu.

Penerapan teknologi DNA molekuler juga diperlukan dalam rangka mengarakterisasi populasi biawak air yang dipanen sebagai komoditas kulit. Persebaran biawak air meliputi seluruh wilayah IBB dan sebagian wilayah IBT, namun pemanenan untuk memasok bahan mentah industri kulit selama 30 tahun terakhir ini khususnya dilakukan di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan. Urgensi penerapan teknologi molekuler dalam rangka pemanenan biawak dari habitat alaminya adalah ditemukannya indikasi keberlanjutan populasinya. Tingkat keragaman genetik (haplotipe) dan struktur populasi biawak air terutama di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan dapat menjadi salah satu indikator keberlanjutan populasi di habitat alami di kedua pulau tersebut. Dalam hal ini, variasi haplotipe yang relatif tinggi di suatu lokasi mencerminkan kesintasan spesies ini selama kurun waktu evolusinya di wilayah yang dipanen tersebut. Data populasi semacam ini juga dapat menjadi indikator tingkat keterancaman suatu populasi tertentu.

Demikian pula halnya dengan karakterisasi populasi eks-situ spesies biawak pohon yang menjadi komoditas ekspor *pet*. Data keragaman genetik berbagai spesies biawak asal Papua di penangkaran komersial diperlukan sebagai pertimbangan kondisi populasinya. Pada populasi eks-situ yang tertutup cenderung terjadi perkawinan sedarah (*inbreeding depression*) yang pada tingkat dinamika tertentu akan mengindikasikan kepunahan lokal. Indikator perkawinan sedarah ini dihitung sebagai suatu indeks, yaitu statistik-F, yang didasarkan pada distribusi frekuensi alel. Statistik-F ini juga digunakan untuk memperkirakan ukuran populasi efektif (N_e), yaitu jumlah individu dalam suatu populasi yang akan menghasilkan

keturunan yang fertil (Arida, 2009). Oleh karena itu, pemantauan keragaman genetik di penangkaran dan fasilitas pemeliharaan eks-situ lainnya menjadi sebuah urgensi untuk memprediksi keberlanjutan perbanyakannya secara komersial.

Karakteristik reproduksi berbagai spesies biawak juga menjadi parameter penting untuk memprediksi keberlanjutan populasinya. Data reproduksi biawak air yang dimanfaatkan kulitnya dapat diperoleh dengan melakukan pengamatan organ-organ reproduksinya di rumah-rumah pemotongan reptil. Reproduksi musiman, fekunditas, frekuensi reproduksi, dan dimorfisme seksual akan menjadi parameter kondisi reproduksi seperti halnya data reproduksi beberapa spesies ular yang dimanfaatkan kulitnya (Arida et al., 2024; Hamidy et al., 2024; Zakky et al., 2022, 2023).

V. BIAWAK INDONESIA SEBAGAI POTENSI LOKAL DI BIDANG SAINS

Spesies biawak Indonesia berpotensi sebagai hewan model di bidang sains hayati, khususnya zoologi. Ruang kreatifitas terbuka untuk periset, akademisi, dan mahasiswa untuk menggali lebih dalam karakter berbagai spesies biawak tersebut, yang sebagian besar bernilai ekonomis. Bab ini mengelaborasi secara singkat potensi peran beberapa spesies biawak Indonesias sebagai model kajian zoologi, khususnya yang terkait produksi pengetahuan dasar yang dapat digunakan sebagai landasan untuk menjawab tantangan konservasi diversitas hayati sekaligus plasma nutfah Indonesia.

A. Biawak Indonesia di Sektor Komersial dan Keilmuan

Tak bisa dipungkiri, bahwa berbagai spesies biawak Indonesia mempunyai nilai ekonomi dan bahkan menjadi komoditas ekspor hingga kini. Sebaliknya, dunia riset di tanah air, baik di bidang ilmu dasar maupun terapan, belum menjangkau kelompok biawak sebagai hewan modelnya. Reptil secara umum kurang menarik untuk dikaji di kalangan akademisi di perguruan tinggi maupun periset di lembaga riset di Indonesia, sementara di kalangan pengusaha industri agro nasional, biawak telah menjadi peluang bisnis yang menguntungkan. Mengapa ini bisa terjadi?

Empat (4) faktor yang berpengaruh terhadap kurangnya minat ilmuwan Indonesia untuk mengkaji biawak dan reptil lainnya sebagai hewan model di bidang sains adalah: 1) sejarah perkembangan zoologi di Indonesia cenderung berorientasi

pada pemenuhan kebutuhan sumber pangan, khususnya protein hewani dari hewan ternak ruminansia dan unggas; 2) sistem ilmu pengetahuan moderen yang tidak terintegrasi dengan pengetahuan lokal dan pengetahuan naturalis masyarakat di habitat alami biawak, disebabkan oleh minimnya ekspedisi dan eksplorasi yang terarah dan terukur, dan 3) hasil kajian ilmu dasar, dalam hal ini biologi evolusi yang menggunakan biawak atau reptil lain sebagai modelnya tidak dirujuk oleh arus utama pembangunan nasional hingga kini, sehingga 4) tidak muncul urgensi meregenerasi ilmuwan yang bergerak di bidang zoologi khususnya pemanfaatan biawak sebagai hewan model atau subyek kajian.

1. Biawak Indonesia sebagai Komoditas

Satwa liar adalah komoditas bernilai tinggi dan strategis, karena kebijakan-kebijakan yang berpengaruh terhadap upaya konservasi berbagai spesies satwa liar tersebut ditentukan oleh pembangunan, keamanan, dan politik suatu pemerintahan negara di tingkat yang tinggi (Douglas & Alie, 2014). Hal ini menggambarkan betapa sumber daya satwa liar mempunyai potensi yang sangat tinggi sebagai bahan baku industri yang belum atau bahkan tidak tergantikan.

Perbedaan cara pandang masyarakat terhadap sumber daya hewani sebagai bahan baku produk tampaknya memengaruhi skala komersialitas berbagai spesies reptil. Masyarakat di Indonesia memanfaatkan berbagai spesies reptil sebagai sumber bahan obat, khususnya penyakit kulit, pernafasan, dan pencernaan secara lokal sebagai tradisi leluhur (Mardiastuti et al., 2021). Di sisi lain, masyarakat moderen di negara-negara maju di Eropa memandang beberapa spesies reptil, khususnya biawak, ular sanca, dan buaya sebagai sumber keperluan

sandang bergaya mewah (*luxury fashion*). Kedua cara pandang masyarakat tersebut menimbulkan efek pemanfaatan yang kontras, yaitu pada skala lokal-tradisional dan global-industrial.

Skala komersialitas komoditas berbasis spesies biawak mencakup kedua efek pemanfaatan ini. Biawak air dimanfaatkan pada skala lokal-tradisional, namun juga pada skala global-industrial. Konsumsi daging biawak dan bagian-bagiannya, termasuk kulit dan organ dalam, merupakan tradisi dan kebiasaan sebagian masyarakat Indonesia di pedalaman, pedesaan dan bahkan menjangkau daerah perkotaan. Sementara itu, penggunaan material kulit biawak sebagai bahan sandang mewah dipraktekkan oleh masyarakat kelas atas di Eropa. Demikian pula halnya dengan pemanfaatan berbagai spesies biawak sebagai hewan kesayangan oleh para penghobi di negara-negara yang maju industrinya, seperti Jerman, Amerika Serikat, Jepang, dan Republik Korea.

Bahwa kebutuhan masyarakat di negara-negara maju akan bahan alam berbasis spesies biawak dapat dipenuhi melalui pemasokan (*supply*) dari Indonesia, menuntun kita menuju kesadaran bahwa pemicu pemanfaatan bahan alam ini adalah permintaan (*demand*) dari negara-negara maju itu sendiri. Konsumen produk sandang mewah dan penghobi reptil eksotis di negara-negara maju tersebut berhak dan layak untuk menyadari kondisi sumber daya diversitas hayati dan sosial-ekonomi masyarakat lokal di Indonesia yang melakukan ekstraksi bahan alam untuk kebutuhan tersier mereka. Dalam hal ini otoritas konservasi di Indonesia sebagai negara penyedia perlu mengambil langkah strategis.

Dalam menyikapi peran biawak dan reptil lainnya sebagai komoditas global, keterlibatan dan dukungan periset Indonesia dalam menggali data dan fenomena relatif minimal. Selama

paling tidak 30 tahun terakhir ini potensi komersial biawak yang cukup besar khususnya sebagai bahan baku industri sandang dan pet tidak berimbang dengan jumlah hasil riset tentangnya. Kesenjangan antara jumlah devisa yang telah dihasilkan negara dari perdagangan berbagai spesies biawak dan dukungan ilmu pengetahuan untuk meningkatkan nilai produk ini merupakan cerminan pemanfaatan secara ekstraktif. Dengan kata lain, nilai tambah produk untuk ekspor biawak dan reptil lainnya dari Indonesia dapat dikatakan terbatas. Gambaran nilai ekonomi spesies reptil Indonesia dapat dilihat sebagai angka penerimaan devisa negara hasil ekspornya (Tabel 5.).

Tabel 5. Devisa Negara dari Ekspor Reptil

komoditas	jumlah devisa negara (juta rupiah) - persentase terhadap total devisa TSL					
	hewan utuh (hidup)			bagian-bagian hewan		
	pet	budidaya	konsumsi	daging	kulit	empedu*
tahun						
2022	1.859.354,40	4.705,10	4.935.920,50	33.969,50	760.735,65	1.548,83
	7.596.233,98 – 69,8%					
2021	212.277,60	1.083,75	3.844.309,50	87.075,50	767.272,15	13,5
	4.912.032,00 – 42%					
2020	4.946.091,78 – 46%					
2019	1.238.469,89 – 12,3%					
2018*	26.974,15	40.400,84	-	43.321,00	381.357,90	2.500,00
	494.553,89 – 3,75%					
2017	62.530,15	257.354,73	-	467.327,85	574.512,16	-
	468.222,25 – 5,67%					

Sumber: Disarikan dari Statistik KSDAE tahun 2017-2022 (Sekretariat Ditjen KSDAE KLHK, 2023)

2. Biawak Indonesia di Ranah Sains Global

Deskripsi hampir seluruh spesies biawak Indonesia hingga kini adalah hasil kajian dan penemuan oleh peneliti dari Eropa dan Amerika Serikat. Para peneliti asing tersebut melakukan riset-riset dasar khususnya tentang morfologi dan spesies biawak Indonesia berikut riset pengembangannya dengan teknik DNA molekuler. Tradisi mendeskripsikan spesies baru oleh para peneliti di bidang ilmu taksonomi tersebut mengenalkan biawak asal Indonesia dan habitatnya di kalangan ilmuwan dan masyarakat global. Penemuan spesies baru biawak Indonesia dilakukan oleh para peneliti di abad ke-19 melalui ekspedisi dan eksplorasi khususnya di Indonesia Bagian Timur. Namun demikian perdagangan global satwa liar pun telah menjadi sarana pemindahan spesimen biawak dari Indonesia ke luar negeri untuk tujuan ilmiah.

Dominasi periset asing dalam bidang ilmu dasar zoologi, khususnya riset-riset tentang diversitas, hubungan kekerabatan, dan sejarah evolusi berbagai spesies biawak Indonesia saat ini masih terlihat pada karya-karya tulis ilmiah yang dipublikasikan di tingkat global. Sebaliknya kajian-kajian potensi berbagai spesies biawak sebagai sumber bahan baku industri dan untuk keperluan pengembangan riset aplikatif lainnya tampaknya kurang diminati oleh para periset dari luar negeri. Dengan demikian, terbuka lebar kesempatan bagi ilmuwan dan mahasiswa Indonesia untuk melakukan kajian berbagai potensi biawak sebagai sumber bahan alam terbaharukan. Demikian pula potensi biawak Indonesia sebagai hewan model di bidang sains hayati masih memberikan ruang kreatifitas bagi anak bangsa.

Nilai kontribusi devisa negara dari perdagangan reptil semakin tinggi sejak lima tahun terakhir ini. Hal ini menjadi bukti tingkat komersialitas berbagai spesies reptil, termasuk

biawak. Seyogianya nilai perdagangan di tingkat global ini menjadi penggerak keterlibatan periset Indonesia untuk melakukan saintifikasi, seperti halnya di bidang peternakan dan perikanan. Kedua bidang ilmu terapan tersebut terus berkembang di Indonesia karena nilai strategisnya di bidang penyediaan protein hewani yang berkelanjutan. Penerapan zoologi dengan fokus reptil khususnya biawak tidak mengarah kepada penyediaan pangan, meskipun kandungan protein biawak dapat dikatakan setara dengan produk daging dan ikan hasil budidaya. Potensi biawak dan reptil lainnya saat ini cenderung sebagai sumber bahan alam untuk industri agro khusus, yaitu sandang mewah dan hewan kesayangan eksotis. Di sisi lain, beberapa spesies biawak berpotensi sebagai bahan obat tradisional yang dapat dikembangkan dengan saintifikasi yang mapan untuk mendapatkan kesimpulan tentang bahan aktifnya. Pada akhirnya, proses saintifikasi ini akan ditantang dengan keberterimaan masyarakat sebagai kosumen. Pun hasil-hasil risetnya yang mengarahkan ke jenjang komersil tersebut perlu mendapat perlindungan.

B. Biawak Indonesia sebagai Hewan Model Riset Zoologi

Dua puluh sembilan (29) spesies biawak dengan persebaran di wilayah Indonesia yang saat ini telah dideskripsi merupakan sebagian kecil (3,7%) dari seluruh jumlah spesies reptil asal Indonesia. Meskipun anggota kelompok biawak dapat dikatakan terbatas, namun diversitasnya yang tinggi di Indonesia mengarahkan berbagai pertanyaan mendasar, sehingga kelompok biawak berpotensi menjadi model untuk riset-riset zoologi. Spesies biawak tersebut bervariasi dalam hal ukuran tubuh, perilaku, serta moda hidupnya. Mengapa variasi yang demikian besar dijumpai di kepulauan nusantara? Apakah spesiasi dan

diversifikasi pada kelompok ini terjadi karena tersedianya relung ekologi yang berbeda antara wilayah IBT dan IBB? Mengapa biawak air mendominasi persebaran dari bagian barat hingga timur kepulauan nusantara? Apakah pola distribusi dan endemisitas biawak di kepulauan nusantara berlaku untuk peran predator dari kelompok vertebrata lain? Pertanyaan-pertanyaan dasar seperti ini akan mendorong generasi muda berpikir kritis tentang keberadaan dan kondisi satwa asal Indonesia di habitat alamnya serta sekaligus mencermati potensinya sebagai sumber daya.

Biawak timor, *Varanus timorensis*, adalah salah satu spesies biawak pohon dengan ukuran tubuh yang relatif kecil dan telah dibudidayakan di penangkaran komersil, terutama untuk tujuan ekspor. Pengetahuan dasar tentang spesies biawak endemik Pulau Timor yang dilindungi secara nasional ini relatif sedikit, yaitu terbatas pada pemeliharaan, reproduksi, dan sifat kanibalismenya. Kedudukan taksonominya masih menyisakan permasalahan, terutama dalam kaitannya dengan biawak rote, *Varanus auffmanbergi*, yang merupakan spesies endemik di Pulau Rote, dan biawak kerdil, *V. similis*, yang tersebar di Papua Arida (2018a). Mengingat keberhasilan budidayanya di penangkaran komersil dan permasalahan taksonominya dengan spesies yang mirip secara morfologi tersebut di atas, maka biawak timor adalah spesies biawak yang tepat untuk menjadi hewan model pada riset interdisiplin. Dalam hal ini, disiplin ilmu budidaya dan taksonomi hewan berpadu untuk memecahkan masalah kunci dalam ilmu biologi evolusi, yaitu konsep spesies biologis. Dua hipotesis untuk riset interdisipliner ini adalah: 1) bahwa biawak timor dan biawak rote adalah satu spesies dengan dua variasi morfologi yang berbeda, 2) bahwa persilangan antara biawak timor dan biawak rote dimungkinkan menghasilkan keturunan yang fertil. Selanjutnya, sifat kanibalisme yang telah teramati

di alam maupun di habitat buatan adalah permasalahan perilaku yang dikaitkan dengan regulasi populasinya secara mandiri.

Riset sejarah alam biawak kalimantan hingga kini cenderung bersifat eksperimental karena sifat menyembunyi spesies biawak ini menjadi tantangan tersendiri dalam pengamatan perilakunya di alam. Pengembangan riset eksperimental untuk mendapatkan data perilakunya yang unik masih memerlukan sentuhan teknologi, sehingga bias pengamat dan gangguan lingkungan di lokasi pengamatan eks-situ pun dapat diminimalkan secara signifikan. Fenomena yang belum terungkap dari observasi sebelumnya adalah penggunaan relung ekologi mikro, baik secara spasial maupun temporal. Pengetahuan tentang fenomena bersembunyi spesies biawak ini akan memungkinkan upaya pelestarian habitatnya secara presisi, yaitu fokus pada kebutuhannya akan tempat dan waktu untuk bernaung. Studi tentang pilihan mikrohabitat buatan (Arida & Bull, 2008) dapat menjadi jawaban bagi permasalahan terganggunya habitat asli biawak kalimantan. Dalam hal ini, pengayaan habitat buatan akan disesuaikan dengan karakteristik tempat berlindung yang dibutuhkan spesies biawak ini di habitat asalnya.

Biawak air, *Varanus salvator*, yang terdistribusi secara luas di Indonesia dan telah dimanfaatkan kulitnya selama ini untuk industri sandang mewah juga berpotensi sebagai sumber bahan baku pakan ikan karnivor. Karkas biawak air mengandung daging dengan kandungan protein yang setara dengan fish-bone meal yang selama ini diimpor ke Indonesia dengan harga pasar yang cukup tinggi. Formulasi pakan ikan *Tor soro* berbasis tepung daging biawak air telah diusulkan untuk dilindungi Kekayaan Intelektualnya dengan pendaftaran Paten Sederhana Nomor S00202412808 (Samsudin et al., 2024). Bahan baku daging biawak air ini kandungan proteinnya mirip dengan daging ular (Samsudin et al., 2024).

Gambaran singkat tentang penggunaan spesies biawak sebagai hewan model untuk kajian zoologi dan pengembangannya di atas menyiratkan urgensi pelestarian dan kreatifitas riset, demi lahirnya solusi-solusi konservasi dan pengetahuan dasar tentang diversitas fauna Indonesia.

Meskipun kelompok biawak (Suku Varanidae) ini relatif kecil dengan 29 (dua puluh sembilan) spesiesnya dibandingkan dengan kelompok kadal lain di Indonesia, diversitas spesies biawak di Indonesia sangat berarti secara ekonomi. Nilai ekonomi ini berkaitan erat dengan kebutuhan pasar akan karakteristik tertentu pada masing-masing spesies biawak. Oleh karena itu, riset-riset karakterisasi berbagai spesies biawak yang dikaitkan dengan kebutuhan pasar akan menjadi landasan bagi riset pengembangan produk berbasis diversitas kelompok satwa ini. Demikian pula riset-riset karakterisasi berbagai spesies biawak terkait upaya pelestariannya, akan memberikan penajaman pada solusi terhadap keterancamannya.

C. Melawan Kehilangan Diversitas Hayati

Data rekaman baru dan spesies baru di abad ke-21 setidaknya menjadi pengingat bahwa diversitas hayati Indonesia belum terkuak secara optimal. Salah satu kendala pengungkapan diversitas hayati tersebut adalah minimnya kesempatan bagi tim periset di Indonesia untuk melakukan ekspedisi ke berbagai pelosok nusantara dalam rangka inventarisasi dan eksplorasi yang terarah dan fokus pada kebutuhan data primer diversitas hayati, termasuk penemuan taksa baru.

Kerja sama dalam rangka inventarisasi dan eksplorasi pun telah dilakukan bersama mitra internasional, namun kesenjangan pendanaan riset maupun kedalaman akademis masih terjadi. Oleh karena itu, literasi prinsip-prinsip kesetaraan perlu

ditingkatkan di antara anggota tim periset internasional dalam rangka ekspedisi diversitas hayati (Ramírez-Castañeda et al., 2022).

Tantangan yang dihadapi para periset Indonesia bidang diversitas hayati, di antaranya adalah akses publikasi ilmiah global dan spesimen koleksi museum di negara-negara maju. Dampaknya, tidak tersebut nama-nama penulis dari institusi di Indonesia pada sekitar 60% dari publikasi ilmiah global tentang diversitas hayati Indonesia hingga dekade sebelum 2015. Oleh karena itu, kolaborasi internasional diperlukan sebagai salah satu strategi penguatan kontribusi penulisan karya tulis ilmiah global oleh periset Indonesia (von Rintelen et al., 2017).

Kerja sama internasional riset bidang diversitas hayati pada periode dasawarsa 2010–2020 yang membuka kesempatan bagi saya untuk menjadi anggota tim ekspedisi di wilayah Indonesia Bagian Timur membuahkan hasil berupa data inventarisasi reptil dan amfibi (Karin et al., 2018, 2023), serta kajian mendalam tentang sejarah evolusi berbagai spesiesnya (Blom et al., 2019; Karin et al., 2020; McGuire et al., 2018, 2023; Reilly et al., 2019a, 2019b, 2021, 2022, 2023, 2025) yang telah dipublikasikan di jurnal-jurnal ilmiah global bereputasi menengah dan tinggi.

Pendekatan DNA molekuler dalam studi diversitas hayati memungkinkan pembaharuan data inventarisasi dan pengungkapan secara cepat. Dalam hal ini, identifikasi cepat dengan bantuan barkod DNA dapat digunakan untuk memastikan identitas suatu jenis biawak (Arida, 2017) bahkan berbagai jenis vertebrata (Arida et al., 2021). Di samping itu, barkod DNA juga dapat diaplikasikan untuk mengidentifikasi jenis dilindungi yang dinyatakan punah di alam. Sebagai contoh, kura-kura rote, *Chelodina mccordii*, dinyatakan punah di alam namun telah berhasil dibudidayakan di penangkaran dan diupayakan

pelepasliarannya untuk mengembalikan populasi alam yang telah punah tersebut (Devi et al., 2021).

Pada akhirnya, pengungkapan diversitas hayati yang lebih efisien dan terfokus pada pembaharuan data akan bermanfaat tidak hanya bagi kepentingan keilmuan itu sendiri, tetapi juga mendudukan periset diversitas hayati di posisi global, setara dengan para periset di bidang yang sama, yang berasal dari negara-negara yang lebih maju perekonomiannya maupun wawasan teknologinya. Kolaborasi antar periset nasional pun sama pentingnya untuk menguatkan kontribusi pada luaran ilmiah ini.

Pembaharuan data inventarisasi diversitas yang dilengkapi dengan data ketersediaan di alam, pemanfaatan berkelanjutan, dan upaya pelestarian populasinya perlu dijadikan sebagai prinsip dasar pengelolaan berbasis data ilmiah. Kesadaran akan pentingnya pengelolaan yang terstruktur dan terarah merupakan kewajiban bangsa yang bertanggung jawab atas bumi dan seisinya, termasuk sumber daya alam hayatinya. Sains hanya menjadi pendukungnya, tetapi tanpa sains kesadaran tersebut hanyalah sebuah wacana.

VI. KESIMPULAN

Riset dasar di bidang zoologi, khususnya reptil di tanah air sejak 20 tahun terakhir menunjukkan perkembangannya. Namun kemajuan ini perlu didorong lebih kuat untuk memanfaatkan kelompok biawak sebagai modelnya, sehingga terbentuk pola pikir kritis-naturalis di antara ilmuwan muda bidang konservasi sumber daya hayati.

Diversitas spesies biawak Indonesia secara langsung merupakan cerminan potensi ekonominya yang tinggi. Biawak pada Suku Varanidae dan Suku Lanthanotidae merupakan komoditas global namun potensi pemanfaatannya sebagai bahan obat dan sumber protein belum berkembang di tanah air. Pengetahuan lokal tentang khasiat obat dan sumber protein tersebut memerlukan proses saintifikasi hingga akhirnya dapat menjadi produk yang teruji dan terstandar. Komoditas ekspor selama ini pun perlu diberikan nilai tambah bagi setiap spesiesnya dengan menerapkan standar kualitas produksinya. Program penangkaran berbasis sains untuk menghasilkan produk hewan kesayangan eksotis berkelanjutan dan uji kualitas bahan sandang mewah untuk produk kulit biawak diharapkan mampu mengubah kondisi pemanfaatan yang ekstraktif saat ini.

Sudah saatnya untuk memfokuskan riset dasar dan pengembangannya di Indonesia pada sumber daya hayati yang telah lama menjadi komoditas dan target spesies bagi para pelaku usaha maupun ilmuwan internasional. Ilmu pengetahuan moderen yang menjadi pendukung tradisi pemanfaatan satwa liar, seperti halnya kelompok biawak, saat ini masih merupakan tantangan bagi generasi penerus bangsa untuk mandiri dalam mengungkap potensi sumber daya alam dan memanfaatkannya dengan bijaksana.

VII. PENUTUP

Ilmu pengetahuan tentang kehidupan fauna lokal dan diversitasnya masih belum banyak diminati oleh generasi muda dan kalangan akademis hingga saat ini di Indonesia. Kondisi ini diawali oleh perkembangan ilmu zoologi di tanah air yang sifatnya sporadis dan regenerasinya yang terputus. Bahkan, hanya kurang dari 10 tenaga akademis dan peneliti nasional yang terus berfokus pada kelompok reptil.

Biawak, sebagai salah satu kelompok reptil model potensial di bidang riset zoologi dan pengembangannya sebagai komoditas ekspor berkualitas hanya sedikit diminati oleh para periset nasional. Sifat melata hewan ini barangkali menjadi halangan minat tersebut. Sebaliknya, investor dan pelaku usaha telah cukup lama memanfaatkan keunikan dan karakteristik biawak sebagai komoditas ekspor. Empat rekomendasi terkait kesenjangan pemanfaatan biawak di ranah riset dan komersial yang perlu dukungan kebijakan terarah:

- 1) Peran akademisi dan periset senior perlu ditingkatkan untuk mengarahkan dan mendorong generasi muda intelektual mempelajari dan melakukan riset yang bertujuan mengungkapkan potensi berbagai spesies biawak Indonesia.
- 2) Riset tentang biawak Indonesia perlu diarahkan untuk menggali potensinya di ranah ilmiah, melalui pengetahuan sejarah evolusi, sejarah alam, dan karakter spesiesnya.
- 3) Sainifikasi potensi biawak Indonesia masih harus dilakukan, terutama sebagai sumber bahan obat dan protein hewani.
- 4) Pelestarian spesies biawak Indonesia berbasis data ilmiah memerlukan kelembagaan teknis yang menerjemahkan hasil-hasil riset menjadi dukungan aksi konservasinya.

VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur kepada Allah SWT dan terima kasih tak terhingga saya sampaikan kepada kedua orang tua saya, yang mendukung dan merelakan perantauan saya ke berbagai negara dan belantara untuk menimba ilmu dan mewakili institusi. Keduanya lah yang membantu saya menjadi diri saya sendiri, dengan segala kelebihan dan kekurangan, serta orisinalitas.

Terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia ke-7, Bapak Ir. Joko Widodo, Presiden Republik Indonesia ke -8, Bapak Jendral TNI (Purn.) Prabowo Subianto, Kepala BRIN, Prof. Dr. Arif Satria, S.P., M.Si., Kepala BRIN Periode 2021-2025 Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc., Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Wimpie A. N. Aspar, MSCE., Ph.D., Sekretaris MPR, Prof. Dr. Zainal Arifin, Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah dari Pusat Riset Zoologi Terapan BRIN: Prof. Dr. Sulaeman Yusuf, Prof. Dr. Ir. R. Garsetiasih, dan Prof. Dr. Yantyati Widyastuti; Tim Penelaah BRIN: Prof. Dr. Rudhy Gustiano (PRBE-ORHL), Prof. Dr. Syahrudin (PRZT-ORHL), serta Prof. Ir. Ign. Pramana Yuda, M.Si., Ph.D. (Universitas Atma Jaya, Yogyakarta); Sekretaris Utama BRIN, Ibu Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A., Kepala OR Hayati dan Lingkungan, Dr. Andes Hamuraby Rozak, Kepala BOSDM, Ibu Ratih Retno Wulandari, M.Si., Plt. Kepala PR Sistem Biota, Decky Junaedi, Ph.D, Kepala PR Zoologi Terapan, Dr. Delicia Yunita Rahman. Saya juga menghargai bantuan seluruh Panitia Pelaksana Pengukuhan dan pihak-pihak lain atas terselenggaranya pengukuhan profesor riset bagi saya hari ini.

Saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Jeremy Robertson (*Flinders University of South Australia*), Dr. Gregory Johnston (*South Australian Museum*), dan (alm.) Prof. C. Michael Bull, yang merupakan para pembimbing saya selama studi S2 di Adelaide, Australia. Kepada para pembimbing saya selama menempuh studi dan riset S3 di Bonn, Jerman, Prof. (em) Dr. Wolfgang Böhme dan (alm.) Prof. (em) Dr. Steven F. Perry; dan di Firenze, Italia, Prof. Claudio Ciofi, Ph.D., saya menyampaikan terima kasih setulus hati. Tak lupa saya menyampaikan terima kasih atas kerja sama riset, baik di lapangan maupun di laboratorium, juga di ruang diskusi bebas, kepada Prof. Jimmy McGuire, Prof. (em). Dr. Djoko T. Iskandar, D.E.A., Prof. Dr. Alexander Haas, Dr. Andre Koch, Dr. Thomas von Rintelen, Dr. Kristina von Rintelen, Dr. Patrick Aust, dan Dr. Daniel Natusch.

Kerja sama juga telah terjalin selama karir saya, khususnya di saat menghadapi tantangan terbesar mengungkap misteri biawak komodo yang kita banggakan bersama. Saya menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Wiratno, M.Sc., Ir. Awang Lukita, Ir. Timbul Batubara, mas Ahmad Ariefiandy, M.Phil., dan mas Deni Purwandana, M.Sc. Di sektor pengelolaan dan pemanfaatan, saya menyampaikan terima kasih kepada Pak Slamet Priambada, Pak Erick Wiradinata, Pak Jansen Manansang, Pak Buntje Soetanto, Pak Soewita Widjaja, Pak Andre Sulaiman, Pak Adri Tasma, mas Tony Wahyu, Pak Asep Saefudin, dan (alm.) Pak Edi Salim yang selalu mendukung kegiatan riset dan antusiasme saya tentang industri penangkaran biawak dan perdagangan kulit biawak.

Terima kasih kepada seluruh kolega, teman, dan para tetangga yang telah memberikan dukungan. Saya akhiri dengan pantun merdeka: Tiada gading yang tak retak; biar dorang menuding, torang tetap suka biawak. Teman sejawat, pemakan ular; tong pu semangat, semoga menular.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Ahmad, S., Ruby, T., Mirza, ., Shahzad, I., Rivera, G., Diana, ., Carriola, V. N., Aleem, ., & Khan, A. (2022). Antimicrobial, antioxidant, antiviral activity, and gas chromatographic analysis of *Varanus griseus* oil extracts. *Archives of Microbiology*, 204, 531. <https://doi.org/10.1007/s00203-022-03138-8>
- Akbar, A. (2017). Reconstruction of an indigenous community's belief in dragon. *Wacana*, 18(3), 614–640. <https://doi.org/10.17510/wacana.v18i3.630>
- Allam, A. A., Abo-Eleneen, R. E., & Othman, S. I. (2019). Microstructure of scales in selected lizard species. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(1), 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.03.012>
- Alves, R. R. D. N., Vieira, W. L. D. S., & Santana, G. G. (2008). Reptiles used in traditional folk medicine: Conservation implications. *Biodiversity and Conservation*, 17(8), 2037–2049. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9305-0>
- Amr, Z. S. (2011). The history of herpetology in western Asia. *Russian Journal of Herpetology*, 18(2), 119–129.
- Arida, E. (2008). An overview on the ecology of varanid lizards. *Zoo Indonesia*, 17(2), 67–82.
- Arida, E. (2009). Genetika Populasi dan peranannya dalam usaha pelestarian Biawak Komodo. *Blog Sivitas LIPI*. <http://blog.sivitas.lipi.go.id/evya001>
- Arida, E. (2014a). An observation on the scales of three species of *Varanus* using Scanning Electron Microscopy. In S. I. Aisyah, N. Kosmaryandi, A. Jayanegara, & R. F. Kuehne (Eds.), *Proceeding of the International Workshop on Tropical Bio-resources for Sustainable Development* (pp. 48–53). IPB Press.

- Arida, E.** (2014b). Jenis-jenis biawak Indonesia dan studi tentang keanekaragamannya. *Fauna Indonesia*, 1–7.
- Arida, E.** (2017). Genetic divergence and phylogenetic relationships among Indonesian species of monitor lizards of the genus *Varanus* based on Cytochrome Oxidase I sequences. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(1). <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.05.003>
- Arida, E.** (2018a). Kedudukan Taksonomi Biawak Timor, *Varanus timorensis* (Gray, 1831) dan Status Konservasinya di Indonesia. *Fauna Indonesia*, 17(1), 9–12. <http://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?docid=U0042-3103201517441834>
- Arida, E.** (2018b). Kecenderungan ekspor kulit biawak air, *Varanus salvator* dari Indonesia. *Warta Herpetofauna*, 10(1), 16–18.
- Arida, E. A.** (2011). *Phylogeography of the Komodo monitor Varanus komodoensis (Reptilia: Varanidae) inferred from mitochondrial DNA Control Region I and the implications for in situ management plans*. Universitäts-und Landesbibliothek Bonn.
- Arida, E.,** Ashari, H., Dahruddin, H., Fitriana, Y. S., Hamidy, A., Irham, M., Kadarusman, K., Riyanto, A., Wiantoro, S., Zein, M. S. A., Hadiaty, R. K., Apandi, A., Krey, F., Kurnianingsih, Melmambessy, E. H. P., Mulyadi, M., Ohee, H. L., Saidin, S., Salamuk, A., ... Hubert, N. (2021). Exploring the vertebrate fauna of the Bird's Head Peninsula (Indonesia, West Papua) through DNA barcodes. *Molecular Ecology Resources*, 21(7), 2369–2387. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13411>
- Arida, E., & Böhme, W.** (2010). *The Origin of Varanus: When Fossils, Morphology, and Molecules Alone Are Never Enough* (Vol. 4, Issue 4).
- Arida, E.,** Boscha, E., Fauzi, M. A., Ardiantoro, A., & Maireda, N. L. (2021). Beliefs in the Dietary Benefits of Water Monitor, *Varanus salvator* Meat in Western Java, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 4(1), 21–32. <https://doi.org/10.46359/jte.v4i1.53>

- Arida, E., & Bull, C. M. (2008).** Optimising the design of artificial refuges for the Australian skink, *Egernia stokesii*. *Applied Herpetology*, 5(2). <https://doi.org/10.1163/157075408784648826>
- Arida, E., Herlambang, A. E. N., & Mulyadi, M. (2021).** The hunt for the Blue tree monitor on Batanta Island, Indonesia: Subsistence on a treasure? *Journal of Tropical Ethnobiology*, 4(2), 111–117. <https://doi.org/10.46359/jte.v4i2.99>
- Arida, E., Hidayat, A., Mulyadi, M., Maireda, N. L., Subasli, D. R., & Mumpuni, M. (2020).** Consumption and trade of Asian water monitor, *Varanus salvator* as reliance on wildlife for livelihoods among rural communities in North Sumatra, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 3(2), 81–92. <https://doi.org/10.46359/jte.v3i2.40>
- Arida, E., Maireda, N. L., Herlambang, A. E. N., Mumpuni, , Riyanto, A., Hamidy, A., Shine, R., & Natusch, D. J. D. (2024).** Life-history of masked water snakes (*Homalopsis buccata*) in Java: implications for the sustainability of harvesting. *Wildlife Research*, 51(4). <https://doi.org/10.1071/wr23118>
- Arida, E., Mulyadi, M., & Handayani, N. W. (2020).** Captive reproduction of timor monitor, *Varanus timorensis* (Gray, 1831) in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 457, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012004>
- Arida, E., & Setyawatiningsih, S. C. (2015).** On the occurrence of *Varanus nebulosus* (Gray, 1831) (Squamata: Varanidae) on Riau Archipelago, Indonesia. *Zootaxa*, 3919(1), 197–200. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3919.1.10>
- Arida, E., Stubbs, A. L., Arifin, U., Karin, B. R., Hykin, S. M., Reilly, S. B., Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2023).** Cannibalism in *Varanus timorensis* (Squamata: Varanidae) reveals some reproductive traits of wild population on Sabu Island,

Indonesia. *Russian Journal of Herpetology*, 30(2). <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2023-30-2-118-123>

- Arroyyan, A. N., **Arida, E.**, & Firdhausi, N. F. (2021). First report on the feeding behavior of Earless monitor, *Lanthanotus borneensis* and its predationon rice field frog, *Fejervarya limnocharis* in a captive environment. *Treubia*, 48(2), 103–116.
- Bartholomew, G. A., & Tucker, V. A. (1964). Size, body temperature, thermal conductance, oxygen consumption, and heart rate in Australian varanid lizards. *Physiological Zoology*, 37(4), 341–354.
- Blom, M. P., Matzke, N. J., Bragg, J. G., **Arida, E.**, Austin, C. C., Backlin, A. R., Carretero, M. A., Fisher, R. N., Glaw, F., Hathaway, S. A., Iskandar, D. T., McGuire, J. A., Karin, B. R., Reilly, S. B., Rittmeyer, E. N., Rocha, S., Sanchez, M., Stubbs, A. L., Vences, M., & Moritz, C. C. (2019). Habitat preference modulates transoceanic dispersal in a terrestrial vertebrate. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1904). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2575>
- Boscha, E., **Arida, E.**, & Yudha, D. S. (2020). Dorsal Colour Patterns of Asian Water Monitor, *Varanus salvator* Collected for Trade in Cirebon, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 3(2), 133–138. <https://doi.org/10.46359/jte.v3i2.43>
- Butler, R. A. (2023, December 26). *Countries with the highest biodiversity*. https://worldrainforests.com/03highest_biodiversity.html
- Christian, K., & Bedford, G. (1996). Thermoregulation by the spotted tree monitor, *Varanus scalaris*, in the seasonal tropics of Australia. *Journal of Thermal Biology*, 21(2), 61–73.
- Ciliberti, A., Berny, P., Delignette-Muller, M. L., & de Buffrénil, V. (2011). The Nile monitor (*Varanus niloticus*; Squamata: Varanidae) as a sentinel species for lead and cadmium contamination in sub-

- Saharan wetlands. *Science of the Total Environment*, 409(22), 4735–4745. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.07.028>
- Ciofi, C., Beaumont, M. A., Swingland, I. R., & Bruford, M. W. (1999). Genetic divergence and units for conservation in the Komodo dragon *Varanus komodoensis*. *Proceeding of the Royal Society London B*.
- Ciofi, C., & Bruford, M. W. (1999). Genetic structure and gene flow among Komodo dragon populations inferred by microsatellite loci analysis. *Molecular Ecology*, 8, 17–30.
- Crews, D., & Moore, M. C. (2005). Historical contributions of research on reptiles to behavioral neuroendocrinology. *Hormones and Behavior*, 48(4), 384–394. <https://doi.org/10.1016/J.YHBEH.2005.04.003>
- Devi, N. A., Eprilurahman, R., Yudha, D. S., Raharjo, S., As-Singkily, M., Gunalen, D., & Arida, E. (2021). Genetic diversity and species identity of the critically endangered Rote Island snake-necked turtle, *Chelodina mccordi* Rhodin, 1994. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 948, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012001>
- Dong, L., Wang, Y. Q., Zhao, Q., Vasilyan, D., Wang, Y., & Evans, S. E. (2022). A new stem-varanid lizard (Reptilia, Squamata) from the early Eocene of China. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1847). <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0041>
- dos Santos, R. L., de Sousa Correia, J. M., & dos Santos, E. M. (2021). Freshwater aquatic reptiles (Testudines and Crocodylia) as biomonitor models in assessing environmental contamination by inorganic elements and the main analytical techniques used: a review. In *Environmental Monitoring and Assessment* (Vol. 193, Issue 8). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09212-w>

- Doughty, P., Kealley, L., Fitch, A., & Donnellan, S. C. (2014). A new diminutive species of *Varanus* from the Dampier Peninsula, western Kimberley region, Western Australia. *Records of the Western Australian Museum*, 29(2), 128. [https://doi.org/10.18195/issn.0312-3162.29\(2\).2014.128-140](https://doi.org/10.18195/issn.0312-3162.29(2).2014.128-140)
- Douglas, L. R., & Alie, K. (2014). High-value natural resources: Linking wildlife conservation to international conflict, insecurity, and development concerns. In *Biological Conservation* (Vol. 171, pp. 270–277). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.031>
- Dowell, S. A., Portik, D. M., de Buffrénil, V., Ineich, I., Greenbaum, E., Kolokotronis, S. O., & Hekkala, E. R. (2016). Molecular data from contemporary and historical collections reveal a complex story of cryptic diversification in the *Varanus* (Polydaedalus) niloticus Species Group. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 94, 591–604. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.10.004>
- Ferreira, F., Kraus, F., Richards, S., Oliver, P., Günther, R., Trilaksono, W., **Arida, E.**, Hamidy, A., Riyanto, A., Tjaturadi, B., Thébaud, C., Gaucher, P., & Fouquet, A. (2024). Species delimitation and phylogenetic analyses of a New Guinean frog genus (Microhylidae: Hylophorbus) reveal many undescribed species and a complex diversification history driven by late Miocene events. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 202(2), 1–22. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlad168>
- Géczy, C. (2009). Cannibalism in Captive *Varanus timorensis*. *Biawak*, 3(2), 61–63.
- Halverson, J., & Spelman, L. H. (2002). Sex determination and its role in management. In J. B. Murphy, C. Ciofi, C. de La Panouse, & T. Walsh (Eds.), *Komodo dragons biology and conservation*. Smithsonian Institution Press.
- Hamidy, A., **Arida, E.**, Maireda, N. L., Herlambang, A. E. N., Riyanto, A., Mumpuni, Shine, R., & Natusch, D. J. D. (2024). Sexual dimorphism and reproductive biology of commercially harvested

- oriental rat snakes (*Ptyas mucosa*: Colubridae) from West Java. *Australian Journal of Zoology*, 72(1). <https://doi.org/10.1071/ZO23030>
- Hocknull, S. A., Piper, P. J., van den Bergh, G. D., Due, R. A., Morwood, M. J., & Kurniawan, I. (2009). Dragon's paradise lost: Palaeobiogeography, evolution and extinction of the largest-ever terrestrial lizards (varanidae). *PLoS ONE*, 4(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007241>
- Holmes, R. B., Murray, A. M., Attia, Y. S., Simons, E. L., & Chatrath, P. (2010). Oldest known Varanus (Squamata: Varanidae) from the Upper Eocene and Lower Oligocene of Egypt: Support for an African origin of the genus. *Palaeontology*, 53(5), 1099–1110. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2010.00994.x>
- Iannucci, A., Benazzo, A., Natali, C., **Arida, E. A.**, Zein, M. S. A., Jessop, T. S., Bertorelle, G., & Ciofi, C. (2021). Population structure, genomic diversity and demographic history of Komodo dragons inferred from whole-genome sequencing. *Molecular Ecology*, 30(23), 6309–6324. <https://doi.org/10.1111/mec.16121>
- Jessop, T. S., Madsen, T., Ciofi, C., Jeri Imansyah, M., Purwandana, D., Rudiharto, H., Arifiandy, A., & Phillips, J. A. (2007). Island differences in population size structure and catch per unit effort and their conservation implications for Komodo dragons. *Biological Conservation*, 135(2), 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.025>
- Jeyamogan, S., Khan, N. A., Kuppusamy Sagathevan, K., & Siddiqui, R. (2020). Anticancer Properties of Asian Water Monitor Lizard (*Varanus salvator*), Python (*Malayopython reticulatus*) and Tortoise (*Cuora kamaroma amboinensis*). *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry - Anti-Cancer Agents)*, 20(13), 1558–1570.

- Jones, B. K., Saviola, A. J., Reilly, S. B., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Iskandar, D. T., McGuire, J. A., Yates, J. R., & Mackessy, S. P. (2019). Venom Composition in a Phenotypically Variable Pit Viper (*Trimeresurus insularis*) across the Lesser Sunda Archipelago. *Journal of Proteome Research*, 18(5). <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00077>
- Karin, B. R., Krone, I. W., Frederick, J. H., Hamidy, A., Laksono, W. T., Amini, S. S., **Arida, E.**, Arifin, U., Bach, B. H., Bos, C., Jennings, C. K., Riyanto, A., Scarpetta, S. G., Stubbs, A. L., & McGuire, J. A. (2023). Elevational surveys of Sulawesi herpetofauna 1: Gunung Galang, Gunung Dako Nature Reserve. *PeerJ*, 11. <https://doi.org/10.7717/peerj.15766>
- Karin, B. R., Stubbs, A. L., Arifin, U., Bloch, L. M., Ramadhan, G., Iskandar, D. T., **Arida, E.**, Reilly, S. B., Kusnadi, A., & McGuire, J. A. (2018). The herpetofauna of the kei islands (Maluku, indonesia): Comprehensive report on new and historical collections, biogeographic patterns, conservation concerns, and an annotated checklist of species from kei kecil, kei besar, Tam, and Kur. *Raffles Bulletin of Zoology*, 66(November), 704–738.
- Karin, B. R., Stubbs, A. L., Arifin, U., Iskandar, D. T., **Arida, E.**, Austin, C. C., & McGuire, J. A. (2020). Crossing Lydekker's Line: Northern Water Dragons (*Tropicagama temporalis*) Colonized the Mollucan Islands of Indonesia from New Guinea. *Herpetologica*, 76(3), 344–350. <https://doi.org/10.1655/Herpetologica-D-19-00033>
- Klemens, M. W., & Thorbjarnarson, J. B. (1995). Reptiles as a food resource. In *Biodiversity and Conservation* (Vol. 4).
- Koch, A., & **Arida, E.** (2017). A coconut-eating monitor lizard? On an unusual case of frugivory in the melanistic Sulawesi water monitor (*Varanus togianus*). *The Herpetological Bulletin*, 139, 41–42.

- Koch, A., **Arida, E.**, Schmitz, A., Böhme, W., & Ziegler, T. (2009). Refining the polytypic species concept of mangrove monitors (Squamata: Varanus indicus group): A new cryptic species from the Talaud Islands, Indonesia, reveals the underestimated diversity of Indo-Australian monitor lizards. *Australian Journal of Zoology*, 57(1), 29–40. <https://doi.org/10.1071/ZO08072>
- Koch, A., Auliya, M., & Schmitz, A. (2007). Morphological studies on the systematics of South East Asian Water Monitors (Varanus salvator complex): nominotypic populations and taxonomic overview. *Mertensiella*, 16(109), e80.
- Koch, A., Ziegler, T., Böhme, W., **Arida, E.**, & Auliya, M. (2013). Pressing problems: Distribution, threats, and conservation status of the monitor lizards (Varanidae: Varanus spp.) of Southeast Asia and the Indo-Australian archipelago. *Herpetological Conservation and Biology*, 8(Monograph 3), 1–62.
- Langner, C. (2017). Hidden in the heart of Borneo-shedding light on some mysteries of an enigmatic lizard: first records of habitat use, behavior, and food items of Lanthanotus borneensis Steindachner, 1878 in its natural habitat. *Russian Journal of Herpetology*, 24, 1–10.
- Lozito, T. P., & Tuan, R. S. (2017). Lizard tail regeneration as an instructive model of enhanced healing capabilities in an adult amniote. *Connective Tissue Research*, 58(2), 145–154. <https://doi.org/10.1080/03008207.2016.1215444>
- Manley, G. A. (2004). Spontaneous otoacoustic emissions in monitor lizards. *Hearing Research*, 189(1–2), 41–57. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(03\)00367-8](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(03)00367-8)
- Mardiastuti, A., Masy'ud, B., Ginoga, L. N., Sastranegara, H., & Sutopo. (2021). Short communication: Wildlife species used as traditional medicine by local people in Indonesia. *Biodiversitas*, 22(1), 329–337. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220140>

- Mazaratti, M. R., Valli, F. E., Pierini, S. E., Simoncini, M. S., Piña, C. I., González, M. A., & Leiva, P. M. L. (2023). Reptile bushmeat, an alternative for the supply of high biological value proteins? *Sustainability*, 15, 7448. <https://doi.org/10.3390/su15097448>
- McCurry, M. R., Mahony, M., Clausen, P. D., Quayle, M. R., Walmsley, C. W., Jessop, T. S., Wroe, S., Richards, H., & McHenry, C. R. (2015). The relationship between cranial structure, biomechanical performance and ecological diversity in varanoid lizards. *PLoS ONE*, 10(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130625>
- McGuire, J. A., Cotoras, D. D., O'Connell, B. L., Lawalata, S. Z., Wang-Claypool, C. Y., Stubbs, A. L., Huang, X., Wogan, G. O., Hykin, S. M., Reilly, S. B., Bi, K., Riyanto, A., **Arida, E.**, Smith, L. L., Milne, H. J., Streicher, J. W., & Iskandar, D. T. (2018). Squeezing water from a stone: High- throughput sequencing from a 145-year old holotype resolves (barely) a cryptic species problem in flying lizards. *PeerJ*, 2018(3). <https://doi.org/10.7717/peerj.4470>
- McGuire, J. A., Huang, X., Reilly, S. B., Iskandar, D. T., Wang-Claypool, C. Y., Werning, S., Chong, R. A., Lawalata, S. Z. S., Stubbs, A. L., Frederick, J. H., Brown, R. M., Evans, B. J., Arifin, U., Riyanto, A., Hamidy, A., **Arida, E.**, Koo, M. S., Supriatna, J., Andayani, N., & Hall, R. (2023). Species Delimitation, Phylogenomics, and Biogeography of Sulawesi Flying Lizards: A Diversification History Complicated by Ancient Hybridization, Cryptic Species, and Arrested Speciation. *Systematic Biology*, 72(4), 885–911. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syad020>
- Mertens, R. (1942). *Die Familie der Warane (Varanidae). Dritter Teil: Taxonomie* (Vol. 3).
- Midtgaard, R. (2024, October 17). *RepFocus - A Survey of the Reptiles of the World*. <https://repfocus.dk/Varanus.html>
- Novianti, T., Juniantito, V., Jusuf, A. A., **Arida, E.**, Jusman, S. W. A., & Sadikin, M. A. (2019). Expression and role of HIF-1 α and HIF-

2 α in tissue regeneration: a study of hypoxia in house gecko tail regeneration. *Organogenesis*, 15(3). <https://doi.org/10.1080/15476278.2019.1644889>

- Novianti, T., Juniantito, V., Jusuf, A. A., **Arida, E.**, Sadikin, M. A., & Jusman, S. W. A. (2020). High expressions of the cytoglobin and PGC-1 α genes during the tissue regeneration of house gecko (*Hemidactylus platyurus*) tails. *BMC Developmental Biology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12861-020-00214-4>
- Novianti, T., Sadikin, M. A., Widia, S., Juniantito, V., & **Arida, E.** (2018). Development of unidentified dna-specific hif 1 α gene of lizard (*hemidactylus platyurus*) which plays a role in tissue regeneration process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 130(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/130/1/012031>
- Oliver, P. M., Bower, D. S., McDonald, P. J., Kraus, F., Luedtke, J., Neam, K., Hobin, L., Chauvenet, A. L. M., Allison, A., Arida, E., Clulow, S., Günther, R., Nagombi, E., Tjaturadi, B., Travers, S. L., & Richards, S. J. (2022). Melanesia holds the world's most diverse and intact insular amphibian fauna. *Communications Biology*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04105-1>
- Pangau-Adam, M., Noske, R., & Muehlenberg, M. (2012). Wildmeat or Bushmeat? Subsistence Hunting and Commercial Harvesting in Papua (West New Guinea), Indonesia. *Human Ecology*, 40(4), 611–621. <https://doi.org/10.1007/s10745-012-9492-5>
- Pascoe, J. H., Flesch, J. S., Duncan, M. G., Le Pla, M., & Mulley, R. C. (2019). Territoriality and seasonality in the home range of adult male free-ranging lace monitors (*Varanus varius*) in South-eastern Australia. In *Herpetological Conservation and Biology* (Vol. 14, Issue 1). <http://flash.lakeheadu>.
- Portik, D. M., & Papenfuss, T. J. (2012). Monitors cross the Red Sea: The biogeographic history of *Varanus yemenensis*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62(1), 561–565. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.09.024>

- Rahmanto, B., **Arida, E.**, Fithria, A., & Soendjoto, M. A. (2022). Mating behavior and breeding of the Blue tree monitor, *Varanus macraei* in an in-country facility in Indonesia: a preliminary note. *Treubia*, 49(1), 15–24. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i1.4382>
- Ramírez-Castañeda, V., Westeen, E. P., Frederick, J. H., Amini, S. S., Wait, D. R., Achmadi, A. S., Andayani, N., **Arida, E.**, Arifin, U., Bernal, M. A., Bonaccorso, E., Sanguila, M. B., Brown, R. M., Che, J., Condori, P., Hartiningtias, D., Hiller, A. E., Iskandar, D. T., Jiménez, R. A., ... Tarvin, R. D. (2022). A set of principles and practical suggestions for equitable fieldwork in biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(34). <https://doi.org/10.1073/pnas.2122667119>
- Reilly, S. B., Kaiser, H., Karin, B. R., Arifin, U., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Hamidy, A., Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2025). Rampant Dispersal Without Gene-Flow: Reproductively and Geographically Isolated Lineages of the Supertramp Lizard *Lamprolepis smaragdina* Permeate the Lesser Sunda Archipelago. *Journal of Biogeography*, 52(4), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jbi.15087>
- Reilly, S. B., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Karin, B. R., Arifin, U., Kaiser, H., Bi, K., Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2022). Phylogenomic Analysis Reveals Dispersal-Driven Speciation and Divergence with Gene Flow in Lesser Sunda Flying Lizards (Genus *Draco*). *Systematic Biology*, 71(1), 221–241. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syab043>
- Reilly, S. B., Stubbs, A. L., Karin, B. R., **Arida, E.**, Arifin, U., Hamidy, A., Kaiser, H., Bi, K., Riyanto, A., Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2023). Bewildering biogeography: Waves of dispersal and diversification across southern Wallacea by bent-toed geckos (genus: *Cyrtodactylus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 186(June). <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2023.107853>

- Reilly, S. B., Stubbs, A. L., Karin, B. R., **Arida, E.**, Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2019). Recent colonization and expansion through the Lesser Sundas by seven amphibian and reptile species. *Zoologica Scripta*, 48(5), 614–626. <https://doi.org/10.1111/zsc.12368>
- Reilly, S. B., Stubbs, A. L., Karin, B. R., Arifin, U., **Arida, E.**, Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2021). Genetic divergence of the Sunda ratsnake (*Coelognathus subradiatus*) across the Lesser Sunda Islands (Squamata: Colubridae). *Amphibia Reptilia*, 42(2), 269–273. <https://doi.org/10.1163/15685381-bja10048>
- Reilly, S. B., Stubbs, A. L., Karin, B. R., Bi, K., **Arida, E.**, Iskandar, D. T., & McGuire, J. A. (2019). Leap-frog dispersal and mitochondrial introgression: Phylogenomics and biogeography of *Limnonectes* fanged frogs in the Lesser Sundas Archipelago of Wallacea. *Journal of Biogeography*, 46(4). <https://doi.org/10.1111/jbi.13526>
- Reilly, S. M., McBrayer, L. D., & Miles, D. B. (2007). *Lizard Ecology The Evolutionary Consequences of Foraging Mode* (S. M. Reilly, L. D. McBrayer, & D. B. Miles, Eds.). Cambridge University Press.
- Ribut, A., **Arida, E.**, & Riyandi, R. (2024). Daily activity of Earless monitor, *Lanthanotus borneensis* Steindachner, 1878 in a captive environment. *Treubia*, 51(2), 111–124. <https://doi.org/10.14203/treubia.v51i2.4734>
- Ribut, A., Riyandi, R., & **Arida, E.** (2022). Catatan morfometri biawak kalimantan *Lanthanotus borneensis* Steindachner, 1878. *Jurnal Biologica Samudra*, 4(2), 97–104. <https://doi.org/10.33059/jbs.v2i1.5841>
- Rice, G. E., Bradshaw, S. D., & Prendergast, F. J. (1982). The effects of bilateral adrenalectomy on renal function in the lizard *Varanus gouldii* (Gray). *General and Comparative Endocrinology*, 47, 182–189.

- Rifaie, F., & **Arida, E.** (2022). Pemetaan konflik manusia dengan biawak (*Varanus salvator*) berbasis web scraping berita online. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA*, 201–209.
- Rifaie, F., **Arida, E.**, Maireda, N. L., & Yafi, K. M. (2023). Human-water monitor conflicts in Indonesia: spatial patterns and mitigation alternatives. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.46359/jte.v6i1.160>
- Samsudin, R., **Arida, E. A.**, Ridwanudin, A., Heptarina, D., Amalia, R. L. R., & Wadjdy, E. F. (2024). *Formula pakan ikan Torsoro berbasis tepung daging biawak* (Patent S00202412808).
- Samsudin, R., **Arida, E. A.**, Ridwanudin, A., Heptarina, D., Darwiati, W., Amalia, R. L. R., & Wadjdy, E. F. (2024). *Formula pakan ikan Torsoro berbasis tepung daging ular* (Patent S00202413833).
- Sekretariat Ditjen KSDAE KLHK. (2023). *Statistik Ditjen KSDAE 2022*.
- Setyawatiningsih, S. C., **Arida, E. A.**, Solihin, D. D., Boediono, A., & Manalu, W. (2015). Variasi morfologi pada *Varanus salvator macromaculatus* Deraniyagala, 1944 dari populasi wilayah Sumatera. *Zoo Indonesia*, 24(2), 121–134.
- Shaney, K. J., Hamidy, A., Walsh, M. R., **Arida, E.**, Arimbi, A., & Smith, E. N. (2017). Impacts of anthropogenic pressures on the contemporary biogeography of threatened crocodilians in Indonesia. *Oryx*, 53(3). <https://doi.org/10.1017/S0030605317000977>
- Shine, R. (1986). Food habits, habitats and reproductive biology of four sympatric species of varanid lizards in tropical Australia. *Herpetologica*, 42(3), 346–360. <http://www.jstor.org>
- Shine, R., Ambariyanto, Harlow, P. S., & Mumpuni. (1998). Ecological traits of commercially harvested water monitors, *Varanus salvator*, in northern Sumatra. *Wildlife Research*, 25(4), 437–447. <https://doi.org/10.1071/WR97118>

- Soopramanien, M., Khan, N. A., Sagathevan, K., & Siddiqui, R. (2021). Gut bacteria of *Varanus salvator* possess potential antitumour molecules. *International Microbiology*, 24(1), 47–56. <https://doi.org/10.1007/s10123-020-00139-9>
- Sulaeman, T. N., Hamidy, A., Farajallah, A., Fouquet, A., Riyanto, A., **Arida, E.**, Mulyadi, ., Trilaksono, W., & Munir, M. (2021). Mitochondrial DNA suggests the existence of two distinct species in Moluccas and New Guinea within *Nyctimystes infrenatus* (Günther, 1867). *Biodiversitas*, 22(8), 3287–3297. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220823>
- Sulandari, S., Zein, M. S. A., **Arida, E.**, & Hamidy, A. (2014). Molecular Sex Determination of Captive Komodo Dragons (*Varanus komodoensis*) at Gembira Loka Zoo, Surabaya Zoo, and Ragunan Zoo, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*, 21(2), 65–75. <https://doi.org/10.4308/hjb.21.2.65>
- Suripto, B. A., & Pranowo, L. (2001). Relief jenis-jenis fauna dan setting lingkungannya pada pahatan dinding candi Borobudur. *Manusia Dan Lingkungan*, VIII(1), 37–48.
- Thompson, G. G., Bradshaw, S. D., & Withers, P. C. (1997). Energy and Water Turnover Rates of a Free-living and Captive Goanna, *Varanus caudolineatus* (Lacertilia: Varanidae). *Biochem. Physiol*, 116(2), 105–111.
- Thompson, S. A., Thompson, G. G., & Withers, P. C. (2008). Rehabilitation index for evaluating restoration of terrestrial ecosystems using the reptile assemblage as the bio-indicator. *Ecological Indicators*, 8(5), 530–549. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.07.001>
- Tisdell, C., & Wilson, C. (2006). Information, wildlife valuation, conservation: Experiments and policy. *Contemporary Economic Policy*, 24(1), 144–159. <https://doi.org/10.1093/cep/byj014>
- Uetz, P. (2025, January 23). *The reptile database*. [Http://Www.Reptile-Database.Org](http://Www.Reptile-Database.Org).

- UNEP-WCMC and the CITES Secretariat. (2025). *CITES Wildlife TradeView 2025*. Available at: TradeView.Cites.Org. .
- von Rintelen, K., **Arida, E.**, & Häuser, C. (2017). A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes*, 3. <https://doi.org/10.3897/rio.3.e20860>
- Westaway, D. M., Thorpe, M., & Hosking, I. (2024). Predation event and shelter site use by a threatened monitor lizard, *Varanus rosenbergi*, in the Little Desert, Victoria. *Austral Ecology*, 49(4), 1–7. <https://doi.org/10.1111/aec.13509>
- Yudha, A. P., Kusriani, M. D., & **Arida, E.** (2022). Chasing for water monitors using dogs in West Java, Indonesia: a recreational hunting or pest control? *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2022-01-11.04-1-10>
- Zakky, Q., Hamidy, A., Farajallah, A., Herlambang, A. E. N., **Arida, E.**, Riyanto, A., Mumpuni, M., & Natusch, D. (2022). Asymmetry in Reproductive Allocation in Rainbow Water Snakes (*Enhydris enhydris*). *Herpetological Review*, 53(1), 18–21.
- Zakky, Q., Hamidy, A., Priambada, S., Herlambang, A. E. N., **Arida, E.**, Riyanto, A., Mumpuni, Shine, R., & Natusch, D. J. D. (2023). Reproductive biology of the rainbow mudsnake (*Enhydris enhydris*) in West Java, Indonesia. *Wildlife Research* , 50(4), 283–291. <https://doi.org/10.1071/WR22086>

DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Karya Tulis Ilmiah

Buku Nasional

1. Riyanto, A., Hamidy, A., & Mumpuni, M., Herlambang, A., **Arida, E.**, Octaviani, D., Kusri, M., & Farajallah, A. (2020). *Biota Perairan Terancam Punah di Indonesia Prioritas Perlindungan Taksa Amfibi dan Reptil*. ITB Press pp.226 ISBN 978-623-297-110-3.
2. Haryono, M. Kristanto, A., Hamidy A., Achmadi, A.S., Sayogo, A.P., Maryanto, A.E., Mertamenggala, A.I.S., Primadian, B.R., Rahmadi, C., Saleh, C., Rahman, D.A., Istanto, D., Pradana, D.H., Adhiasto, D.N., Sumidjo, E.A., **Arida, E.**, Novari, F., Hasundungan, F., ... (2019). *Panduan Identifikasi Satwa Liar Dilindungi Herpetofauna*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pp.80.
3. Haryono, M. Kristanto, A., Hamidy A., Achmadi, A.S., Sayogo, A.P., Maryanto, A.E., Mertamenggala, A.I.S., Primadian, B.R., Rahmadi, C., Saleh, C., Rahman, D.A., Istanto, D., Pradana, D.H., Adhiasto, D.N., Sumidjo, E.A., **Arida, E.**, Novari, F., Hasundungan, F., ... (2019). *Panduan Identifikasi Satwa Liar Dilindungi Aves Passeriformes (Burung Kicau)*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pp.174.
4. Haryono, M. Kristanto, A., Hamidy A., Achmadi, A.S., Sayogo, A.P., Maryanto, A.E., Mertamenggala, A.I.S., Primadian, B.R., Rahmadi, C., Saleh, C., Rahman, D.A., Istanto, D., Pradana, D.H., Adhiasto, D.N., Sumidjo, E.A., **Arida, E.**, Novari, F.,

- Hasundungan, F., ... (2019). *Panduan Identifikasi Satwa Liar Dilindungi Mamalia*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. pp101.
5. **Arida, E.** (2018). *Seri Metode Survei dan Pemantauan Populasi Satwa Buku VII: Metode Survei dan Pemantauan Populasi Biawak*. Pusat Penelitian Biologi LIPI pp. 48 ISBN 978-979-579-104-1.
 6. **Arida, E.A.** (2017). Reptil dan Amfibi. **Dalam:** Maryanto, I., Hamidy A., Keim, A.P., Sihotang, V.B.L., Lupiyaningdyah, P., Irham, M., Ardiyani, M. (editor). *Ekspedisi Pulau Enggano*. LIPI Press pp 201 ISBN 978-979-799-944-5 (cetak) 978-979-799-945-2 (e-Book).
 7. Prawiradilaga, D.M., Haryoko, T., Irham, M., Sulandari, S., Zein, M.S.A., Fitriana, Y.S., Dharmayanthi, A., dan **Arida, E. A.** Peranan DNA Barcode untuk kehidupan. (2013). **Dalam:** Zein, M. Syamsul Arifin, & Prawiradilaga, D. M. (editor). *DNA Barcode Fauna Indonesia*. Prenada Media, pp. 260 ISBN 6027985267, 9786027985261

Jurnal Internasional

8. Ferreira, F., Oliver, P., Kraus, F., Günther, R., Richards, S., Tjaturadi, B., **Arida, E.**, Hamidy, A., Riyanto, A., Trilaksono, W., Thébaud, C., & Fouquet, A. (2025). Molecular and acoustic evidence for large-scale underestimation of frog species diversity on New Guinea. *Frontiers of Biogeography*, 18, e137988.
9. Reilly, S. B., Kaiser, H., Karin, B. R., Arifin, U., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Hamidy, A., Iskandar, D.T. & McGuire, J. A. (2025). Rampant Dispersal Without Gene-Flow: Reproductively and Geographically Isolated Lineages of the Supertramp Lizard *Lamprolepis smaragdina* Permeate the Lesser Sunda Archipelago. *Journal of Biogeography*, 52(4), e15087.

10. Wiradarma, H., Amarasinghe, A. T., Farajallah, A., Widayati, K. A., Fouquet, A., Riyanto, A., Mulyadi, M., Trilaksono, W., **Arida, E. A.**, & Hamidy, A. (2024). Two Distinct Ranid Frog Lineages (Anura: Hylarana) from Halmahera, Northern Moluccas, with the Description of a New Species. *Herpetologica*, 80(3), 291–303.
11. Hamidy, A., **Arida, E.**, Maireda, N. L., Herlambang, A. E. N., Riyanto, A., Shine, R., & Natusch, D. J. (2024). Sexual dimorphism and reproductive biology of commercially harvested oriental rat snakes (*Ptyas mucosa*: Colubridae) from West Java. *Australian Journal of Zoology*, 72(1).
12. **Arida, E.**, Maireda, N. L., Herlambang, A. E. N., Riyanto, A., Hamidy, A., Shine, R., & Natusch, D. J. (2024). Life-history of masked water snakes (*Homalopsis buccata*) in Java: implications for the sustainability of harvesting. *Wildlife Research*, 51(4), 1–10.
13. Karin, B.R., Lough-Stevens, M., Lin, T.E., Reilly, S.B., Barley, A.J., Das, I., Iskandar, D.T., **Arida, E.**, Jackman, T.R., McGuire, J.A. and Bauer, A.M., (2024). The natural and human-mediated expansion of a human-commensal lizard into the fringes of Southeast Asia. *BMC Ecology and Evolution*, 24(1), p.25.
14. Ferreira, F., Kraus, F., Richards, S., Oliver, P., Günther, R., Trilaksono, W., **Arida, E.A.**, Hamidy, A., Riyanto, A., Tjaturadi, B., Thébaud, C., Gaucher, P., & Fouquet, A. (2023). Species delimitation and phylogenetic analyses of a New Guinean frog genus (Microhylidae: Hylophorbus) reveal many undescribed species and a complex diversification history driven by late Miocene events. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 202(2), zlad168.
15. Karin, B., Krone, I., Frederick, J., Hamidy, A., Laksono, W., Amini, S., **Arida, E.**, Arifin, U., Bach, B.H., Bos, C., Jennings, C.K., Riyanto, A., Scarpetta, S.G., Stubbs, A.L., & McGuire, J. (2023). Elevational surveys of Sulawesi herpetofauna 1: Gunung Galang, Gunung Dako Nature Reserve. *Peerj*, 11, e15766.

16. Reilly, S. B., Stubbs, A. L., Karin, B. R., **Arida, E.**, Arifin, U., Hamidy, A., Hinrich Kaiser, Bi, K., Riyanto, A., Iskandar, D.T., & McGuire, J. A. (2023). Bewildering biogeography: waves of dispersal and diversification across southern Wallacea by bent-toed geckos (genus: *Cyrtodactylus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 107853.
17. **Arida, E.**, Stubbs, A., Arifin, U., Karin, B. R., Hykin, S., Reilly, S. B., Iskandar, D.T., & McGuire, J. A. (2023). Cannibalism in *Varanus timorensis* (Squamata: Varanidae) Reveals Some Reproductive Traits of Wild Population on Sabu Island, Indonesia. *Russian Journal of Herpetology*, 30(2), 118 – 123.
18. McGuire, J. A., Huang, X., Reilly, S. B., Iskandar, D. T., Wang-Claypool, C. Y., Werning, S., Chong, R.A., Lawalata, S.Z.S., Stubbs, A.L., Frederick, J.H., Brown, R.M., Evans, B.J., Arifin, U., Riyanto, A., Hamidy, A., **Arida, E.**, Koo, M.S., Supriatna, J., Andayani, N., & Hall, R. (2023). Species Delimitation, Phylogenomics, and Biogeography of Sulawesi Flying Lizards: A Diversification History Complicated by Ancient Hybridization, Cryptic Species, and Arrested Speciation. *Systematic Biology*, syad020.
19. Gonggoli, A. D., Atmaja, V. Y., Kadafi, A. M., **Arida, E. A.**, & Hamidy, A. (2023). *Limnonectes* from Enggano Island (Indonesia) with comments on its taxonomic status. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(1), 473–480.
20. Herlambang, A. E., Kusriani, M. D., Hamidy, A., **Arida, E.**, Mumpuni, Riyanto, A., Shine, R., & Natusch, D. (2022). Sexual dimorphism and reproductive biology of the Asian bockadam snake (*Cerberus schneiderii*) in West Java. *Scientific Reports*, 12(1), 20730.
21. Oliver, P. M., Bower, D. S., McDonald, P. J., Kraus, F., Luedtke, J., Neam, K., Hobin, L., Chauvenet, A.L.M., Allison, A., **Arida, E.**, Clulow, S., Günther, R., Nagombi, E., Tjaturadi, B., Travers, S.L., S& Richards, S. J. (2022). Melanesia holds the world's most

- diverse and intact insular amphibian fauna. *Communications Biology*, 5(1), 1182.
22. Zakky, Q., Hamidy, A., Priambada, S., Herlambang, A. E. N., **Arida, E.**, Riyanto, A., Shine, R., & Natusch, D. J. (2022). Reproductive biology of the rainbow mudsnake (*Enhydriis enhydriis*) in West Java, Indonesia. *Wildlife Research*, 50(4), 283–291.
 23. Reilly, S. B., Karin, B. R., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Arifin, U., Kaiser, H., Bi, K., Hamidy, A., Iskandar, D.T., & McGuire, J. A. (2022). Diverge and Conquer: Phylogenomics of southern Wallacean forest skinks (Genus: *Sphenomorphus*) and their colonization of the Lesser Sunda Archipelago. *Evolution*, 76(10), 2281 – 2301.
 24. Ramírez-Castañeda, V., Westeen, E. P., Frederick, J., Amini, S., Wait, D. R., Achmadi, A. S., Andayani, N., **Arida, E.**, Arifin, U., Bernal, M.A., Bonaccorso, E., Sanguila, M.B., Brown, R.M., Che, J., Condori, F.P., Hartiningtias, D., Hiller, A.E., Iskandar, D.T., Jiménez, R.A., Khelifa, R., Márquez, R., Martínez-Fonseca, J.G., Parra, J.L., Peñalba, J.V., Pinto-García, L., Razafindratsima, O.H., Ron, S.R., Souza, S., Supriatna, J., Bowie, R.C.K., Cicero, C., McGuire, J.A., & Tarvin, R. D. (2022). A set of principles and practical suggestions for equitable fieldwork in biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(34), e2122667119.
 25. Reilly, S. B., Arifin, U., Stubbs, A. L., Karin, B. R., Kaiser, H., Frederick, J. H., **Arida, E.**, Iskandar, D.T., & McGuire, J. A. (2022). Phylogenetic relationships of southern Wallacean ranid frogs (Anura: Ranidae: Hylarana). *Zootaxa*, 5150(4), 591-599.
 26. Yudha, A. P., Kusriani, M. D., & **Arida, E.** (2022). Chasing for water monitors using dogs in West Java, Indonesia: a recreational hunting or pest control?. *Ethnobiology and Conservation*, 11, 1–10.

27. Reilly, S. B., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Karin, B. R., Arifin, U., Kaiser, H., Bi, K., Iskandar, D.T., & McGuire, J. A. (2022). Phylogenomic Analysis Reveals Dispersal-Driven Speciation and Divergence with Gene Flow in Lesser Sunda Flying Lizards (Genus *Draco*). *Systematic Biology*, 71(1), 221–241.
28. Iannucci, A., Benazzo, A., Natali, C., **Arida, E.A.**, Zein, M.S.A., Jessop, T.S., Bertorelle, G., & Ciofi, C. (2021). Population structure, genomic diversity and demographic history of Komodo dragons inferred from whole-genome sequencing. *Molecular Ecology*, 30(23), 6309–6324.
29. **Arida, E.**, Ashari, H., Dahrudin, H., Fitriana, Y. S., Hamidy, A., Irham, M., Kadarusman, K., Riyanto, A., Wiantoro, S., Zein, M.S.A., Hadiaty, R.K., Apandi, A., Krey, F., Kurnianingsih, K., Melmambessy, E.H.P., Mulyadi, M., Ohee, H.L., Saidin, S., Salamuk, A., Sauri, S., Suparno, S., Supriatna, N., Suruwaky, A.M., Laksono, W.T., Warikar, E.L., Wikanta, H., Yohanita, A.M., Slembrouck, J., Legendre, M., Gaucher, P., Cochet, C., Delrieu-Trottin, E., Thebaud, C., Mila, B., Fouquet, A., Borisenko, A., Steinke, D., Hocde, R., Semiadi, G., Pouyaud, L., & Hubert, N. (2021). Exploring the vertebrate fauna of the Bird's Head Peninsula (Indonesia, West Papua) through DNA barcodes. *Molecular Ecology Resources*, 21(7), 2369–2387.
30. Sulaeman, T.N., Hamidy, A., Farajallah, A., Fouquet, A., Riyanto, A., **Arida, E.**, Mulyadi, M., Trilaksono, W., Munir, M. (2021). Mitochondrial DNA suggests the existence of two distinct species in Moluccas and New Guinea within *Nyctimystes infrafronatus* (Günther, 1867). *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 22(8).
31. Karin, B.R., Oliver, P.M., Stubbs, A.L., Arifin, U., Iskandar, D.T., **Arida, E.**, Oong, Z., McGuire, J.A., Kraus, F., Fujita, M.K., Ineich, I., Ota, H., Hathaway, S.A., Fisher, R.N. (2021). Who's your daddy? On the identity and distribution of the paternal hybrid

- ancestor of the parthenogenetic gecko *Lepidodactylus lugubris* (Reptilia: Squamata: Gekkonidae). *Zootaxa*, 4999(1), 87 – 100.
32. Reilly, S.B., Stubbs, A.L., Karin, B.R., Arifin, U., **Arida, E.**, Iskandar, D.T., McGuire, J.A. (2021). Genetic divergence of the Sunda ratsnake (*Coelognathus subradiatus*) across the Lesser Sunda Islands (Squamata: Colubridae). *Amphibia-Reptilia*, 42(2), 269 – 273
 33. Bernstein, J., Bauer, A.M., McGuire, J.A., **Arida, E.**, Kaiser, H., Kieckbusch, M., Mecke, S. (2020). Molecular phylogeny of the pipesnake genus *Cylindrophis* Wagler, 1828 (Reptilia: Cylindrophiiidae) and description of a new species from Myanmar. *Zootaxa*, 4851(3), 535 – 558
 34. Karin, B.K., Stubbs, A.L., Arifin, U., Iskandar, D.T., **Arida, E.**, Austin, C.C., and McGuire, J.A. (2020). Crossing Lydekker's Line: Northern Water Dragons (*Tropicagama temporalis*) Colonized the Mollucan Islands of Indonesia from New Guinea. *Herpetologica* 76(3), 344 – 350.
 35. Novianti, T., Juniantito, V., Jusuf, A.A., **Arida, E.A.**, Sadikin, M., Jusman, S.W.A. (2020). High expressions of the cytoglobin and PGC-1 α genes during the tissue regeneration of house gecko (*Hemidactylus platyurus*) tails. *BMC Developmental Biology*, 20, 11. <https://doi.org/10.1186/s12861-020-00214-4>
 36. Jones, B. K., Saviola, A. J., Reilly, S. B., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Iskandar, D. T., McGuire, J. A., Yates III, J. R. and Mackessy, S. P. (2019). Venom composition in a phenotypically variable pit viper (*Trimeresurus insularis*) across the Lesser Sunda Archipelago. *Journal of Proteome Research*, 18(5), 2206 – 2220.
 37. Reilly, S.B., Stubbs, A.L., Karin, B.R., **Arida, E.**, Iskandar, D.T. and McGuire, J.A. (2019). Recent and rapid colonization of the Lesser Sundas Archipelago from adjacent Sundaland by seven amphibian and reptile species. *Zoologica Scripta*, 48(5), 614 – 626.

38. Blom, M.P., Matzke, N.J., Bragg, J.G., **Arida, E.**, Austin, C.C., Backlin, A.R., Carretero, M.A., Fisher, R.N., Glaw, F., Hathaway, S.A. and Iskandar, D.T. (2019). Habitat preference modulates trans-oceanic dispersal in a terrestrial vertebrate. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1904), 20182575.
39. Reilly, S.B., Stubbs, A.L., Karin, B.R., Bi, K., **Arida, E.**, Iskandar, D.T. and McGuire, J.A. (2019). Leap-frog dispersal and mitochondrial introgression: Phylogenomics and biogeography of *Limnonectes* fanged frogs in the Lesser Sundas Archipelago of Wallacea. *Journal of Biogeography*, 46(4), 757 – 769. <https://doi.org/10.1111/jbi.13526>
40. Riyanto, A., **Arida, E.** and Koch, A. (2018). *Cyrtodactylus tahuna* sp. nov., a new bent-toed gecko (Reptilia: Squamata: Gekkonidae) from Sangihe Island, North Sulawesi, Indonesia. *Zootaxa*, 4399(2), 220 – 232.
41. McGuire, J.A., Cotoras, D.D., O'Connell, B., Lawalata, S.Z., Wang-Claypool, C.Y., Stubbs, A., Huang, X., Wogan, G.O., Hykin, S.M., Reilly, S.B., Bi, K., Riyanto, A., **Arida, E.**, Smith, L.L., Milne, H., Streicher, J.W., and Iskandar, D.T. (2018). Squeezing water from a stone: high-throughput sequencing from a 145-year old holotype resolves (barely) a cryptic species problem in flying lizards. *PeerJ*, 6, p.e4470.
42. Stubbs, A.L., Karin, B.R., Arifin, U., Iskandar, D.T., **Arida, E.**, Reilly, S.B., Bloch, L.M., Kusnadi, A.G.U.S. and McGuire, J.A. (2017). A new species of *Lepidodactylus* (Reptilia: Squamata: Gekkonidae) from the Kei Islands, Maluku, Indonesia. *Zootaxa*, 4350(1), 91– 105.
43. Shaney, K.J., Hamidy, A., Walsh, M., **Arida, E.**, Arimbi, A. and Smith, E.N., 2017. Impacts of anthropogenic pressures on the contemporary biogeography of threatened crocodilians in Indonesia. *Oryx*, 10 (November), 1– 12.

44. von Rintelen, K., **Arida, E.** and Häuser, C. (2017). A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes* 3: p.e20860.
45. Reilly, S. B., Wogan, G. O. U., Stubbs, A. L., **Arida, E.**, Iskandar, D. T., McGuire, J. A. (2017). Toxic Toad Invasion of Wallacea: a Biodiversity Hotspot Characterized by Extraordinary Endemism. *Global Change Biology*, 23(12), 5029 – 5031.
46. **Arida, E.** (2017). Genetic divergence and phylogenetic relationships among Indonesian species of Monitor lizards of the genus *Varanus* based on cytochrome oxidase I sequences. *Hayati Journal of Biosciences*, 24(1), 41-45.
47. **Arida, E.** and S. C. Setyawatiningsih. (2015). On the occurrence of *Varanus nebulosus* (Gray, 1831) (Squamata: Varanidae) on Riau Archipelago, Indonesia. *Zootaxa*, 3919(1), 197 – 200 (Section Editor: Dr. Carranza)
48. Sulandari, S., Zein, M.S.A., **Arida, E.A.** & Hamidy, A. (2014). Molecular sex determination of captive Komodo dragons (*Varanus komodoensis*) at Gembira Loka Zoo, Surabaya Zoo, and Ragunan Zoo, Indonesia. *Hayati Journal of Biosciences*, 21(2), 65 – 75.
49. Koch, A., Ziegler, T., Boehme, W., **Arida, E.**, & Auliya, M. (2013). Pressing problems: Distribution, threats, and conservation status of the monitor lizards (Varanidae: *Varanus* spp.) of Southeast Asia and the Indo-Australian Archipelago. *Herpetological Conservation and Biology*, 8(3), 1 – 62.
50. **Arida, E.** and Böhme, W. (2010). The origin of *Varanus*: when morphology, molecules, and fossils alone are never enough. *Biawak*, 4(4), 117 – 124.
51. Koch, André, **E. Arida**, A. Schmitz, W. Böhme, and T. Ziegler. (2009d). Refining the polytypic species concept of Mangrove monitors (Squamata: *Varanus indicus* group): a new cryptic species

from the Talaud Islands, Indonesia, reveals the underestimated diversity of Indo-Australian monitor lizards. *Australian Journal of Zoology*, 57, 29 – 40.

52. Koch, André, **E. Arida**, A. Riyanto, and W. Böhme. (2009c). Islands Between the Realms: A Revised Checklist of the Herpetofauna of the Talaud Archipelago, Indonesia, with a Discussion About its Biogeographic Affinities. *Bonner Zoologische Beiträge*, 56(1/2), 107 – 129.
53. Koch, André, **E. Arida**, J. A. McGuire, D. T. Iskandar, and W. Böhme. (2009b). A new species of *Calamaria* (Squamata: Colubridae) similar to *C. ceramensis* de Rooij, 1913, from the Banggai Islands, east of Sulawesi, Indonesia. *Zootaxa*, 2196, 19 – 30.
54. Koch, André, J.A. McGuire, **E. Arida** and A. Hamidy. (2009a). First record of *Gekko smithii* Gray, 1842, (Squamata: Gekkonidae) from Sulawesi, Indonesia. *Salamandra*, 45(3), 172 – 176.
55. Koch, André, I. Ives, **E. Arida** and D.T. Iskandar. (2008a). On the occurrence of the Asiatic Softshell turtle, *Amyda cartilaginea* (Boddaert, 1770), on Sulawesi, Indonesia. *Hamadryad*, 32(2), 198 – 204.
56. **Arida, E. A.** and C.M. Bull. (2008). Optimising the design of artificial refuges for the Australian skink, *Egernia stokesii*. *Applied Herpetology* 5, 161 – 172.
57. Jurnal Nasional
58. Ribut, A., & Arida, E. (2024). Daily activity of Earless monitor *Lanthanotus borneensis* Steindachner, 1878 in a captive environment. *Treubia*, 51(2), 111-124.
59. Rifaie, F., **Arida, E.**, Maireda, N. L., & Yafi, K. M. (2023). Human-Water Monitor Conflicts in Indonesia: Spatial Patterns and Mitigation Alternatives. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 6(1), 1–15.

60. Rahmanto, B., **Arida, E.**, Fithria, A., & Soendjoto, M. A. (2022). Mating behavior and breeding of the blue tree monitor, *Varanus macraei* in an in-country facility in Indonesia: a preliminary note. *Treubia*, 49(1), 15–24.
61. Ribut, A., & **Arida, E. A.** (2022). Catatan Morfometri Biawak Kalimantan *Lanthanotus borneensis* Steindachner, 1878. *Biologica Samudra*, 4(2), 97–104.
62. Arroyyan, A. N., **Arida, E.**, & Firdhausi, N. F. (2021). First report on the feeding behavior of earless monitor, *Lanthanotus borneensis* and its predation on rice field frog, *Fejervarya limnocharis* in a captive environment. *Treubia*, 48(2), 103 – 116.
63. **Arida, E. A.**, Herlambang, A. E., & Mulyadi, M. (2021). The hunt for the Blue tree monitor on Batanta Island, Indonesia: Subsistence on a treasure?. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 4(2), 111–117.
64. **Arida, E. A.**, Boscha, E., Fauzi, M. A., Ardiantoro, A., & Maireda, N. L. (2021). Beliefs in the Dietary Benefits of Water Monitor, *Varanus salvator* Meat in Western Java, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 4(1), 21– 32.
65. Yudha, A. P., Kusriani, M. D., & **Arida, E.** (2021). Perburuan dan Perdagangan Biawak Air, *Varanus salvator* (Laurenti, 1768) di Daerah Bogor. *Journal of Tropical Ethnobiology: Prosiding Seminar Nasional PMEI V 2020*, 20 – 28.
66. **Arida, E.**, Hidayat, A., Mulyadi, M., Maireda, N. L., Subasli, D. R., & Mumpuni. (2020). Consumption and trade of Asian water monitor, *Varanus salvator*, as reliance on wildlife for livelihoods among rural communities in North Sumatra, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 3(2), 81 – 92.
67. Boscha, E., **Arida, E.** and Yudha, D.S. (2020). Dorsal colour patterns of Asian water monitor, *Varanus salvator* collected for trade in Cirebon, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 3(2), 133 –138.

68. Setyawatiningsih, S.C., **Arida**, E., Solihin, D.D., Boediono, A., Manalu, W. (2015). Variasi Morfologi pada *Varanus salvator macromaculatus* Deraniyagala, 1944 dari populasi wilayah Sumatera. *Zoo Indonesia*, 24(2), 121–134.
69. **Arida**, E. (2008). An overview on the ecology of varanid lizards. *Zoo Indonesia*, 17(2), 67-82.

Prosiding Internasional

70. Devi, N. A., Eprilurahman, R., Yudha, D. S., Raharjo, S., As-Singkily, M., Gunalen, D., & **Arida**, E. (2021, December). Genetic diversity and species identity of the critically endangered Rote Island snake-necked turtle, *Chelodina mccordi* Rhodin, 1994. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 948, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
71. Dharmayanthi, A. B., **Arida**, E., Wiyati, S. Y., Haryoko, T., Zein, M. S. A., & Sutrisno, H. (2021, December). Reassessment on the monophyly of the fruit-piercing moth, *Eudocima bilberg*, 1820 (Lepidoptera: Erebidæ) using molecular data. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 948, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
72. **Arida**, E., M. Mulyadi, N.W. Handayani. (2020). Captive Reproduction of *Varanus timorensis* (Gray, 1831) in Indonesia. *IoP Conference Series: Earth and Environmental Sciences* 457, 012004
73. Kusriani, M., Hamidy, A., Prasetyo L.B., Nugraha R., Munir M.I., **Arida** E., Rahmania M., Riyanto A., Eprilurahman R., Satria, D., Janiwati, I. A.A. (2019). Mobilizing Citizen to Document Herpetofauna Diversity in Indonesia. *Proceedings of SEAMEO Biotrop Third International Conference on Tropical Biology*, 72, 26 – 35.
74. **Arida**, E., M.R. Al-Ryzal, S. Syaripudin, M. Mulyadi, T.H. Handayani, R.L.R. Amalia, R. Rachmatika, A. Hamidy. (2018).

Biawak Kalimantan, *Lanthanotus borneensis*: Keberadaan di Alam, Kondisi Habitat, dan Pilihan Pakan. *Prosiding Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Tumbuhan dan Satwa Liar*, pp.83 – 91

Prosiding Nasional

75. **Arida, E.** (2014). An observation on the scales of three species of *Varanus* using Scanning Electron Microscopy. *Proceeding of the International Workshop on Tropical Bio-resources for Sustainable Development*, pp. 48 – 53.
76. Rifaie, F., & **Arida, E. A.** (2022). Pemetaan Konflik Manusia Dengan Biawak (*Varanus salvator*) Berbasis Web Scraping Berita Online. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 2(1), 201 – 209.

Kekayaan Intelektual

Paten

77. Samsudin, R., **Arida, E. A.**, Ridwanudin, A., Heptarina, Darwiati, W., D., Amalia, R. L. R., Wadjdy, E. F., (2024). *Formula pakan ikan torsoro berbasis tepung daging ular* (No. Permohonan S00202413833). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
78. Samsudin, R., **Arida, E. A.**, Ridwanudin, A., Heptarina, D., Amalia, R. L. R., Wadjdy, E. F. (2024). *Formula pakan ikan torsoro berbasis tepung daging biawak* (No. Permohonan S00202412808). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. Arida, E. (2023, 18 Juli). Bagaimana masa depan zoologi di Indonesia? <https://www.kompas.com/sains/read/2023/07/18/150000223/bagaimana-masa-depan-zoologi-di-indonesia-?page=all>
2. Arida, E. (2023). Dua master naif ingin meneliti biawak. Dalam: Harry Surjadi (Ed.) Catatan Tersembunyi Pejuang Konservasi. Lingkarantarnusa. pp. 12 – 17.
3. Arida, E. (2023). Gelang tempurung penyu dari Batanta. Dalam: Harry Surjadi (Ed.) Catatan Tersembunyi Pejuang Konservasi. Lingkarantarnusa. pp. 222 – 229.
4. Arida, E. (2018). Kedudukan taksonomi biawak timor, *Varanus timorensis* (Gray, 1831) dan Status Konservasinya di Indonesia. *Fauna Indonesia*, 17(1), 9–12. ISSN 0216-9169.
5. Arida, E. (2018). Kecenderungan ekspor kulit biawak air, *Varanus salvator* dari Indonesia. *Warta Herpetofauna*, 10(1), 16 – 18.
6. Koch, A. and Arida, E. (2017). A coconut-eating monitor lizard? On an unusual case of frugivory in the melanistic Sulawesi water monitor (*Varanus togianus*). *Herpetological Bulletin*, 139, 41.
7. Koch, A. & Arida, E. (2017). Probably first reported case from Indonesia of a lizard (Scincidae: *Lipinia* sp.) being preyed upon by a spider (Sparassidae: *Pandercetes* sp.). *The Herpetological Bulletin*, 140, 42–43.
8. Reilly, Sean B., Stubbs, Alexander L., McGuire, Jimmy A., Arifin, U., Arida, E., Iskandar, D. T. (2016). *Papurana elberti* and *Duttaphrynus melanostictus* (Asian Common Toad) interspecific amplexus. *Herpetological Review*, 47(1), 114 – 115.

9. Reilly, Sean B., Harmon, Kristopher P., McGuire Jimmy A., Arida, E., Hamidy, A., Iskandar, D. T. (2016). Trimeresurus insularis (White-lipped Island Pit Viper) Foraging behavior and diet. *Herpetological Review*, 47 (2), 318 – 319.
10. Arida, E. (2016). Berburu kadal zamrud, Lamprolepis smaragdina di Depok, Jawa Barat. *Warta Herpetofauna*, 9(3), 14 – 17.
11. Arida, E. (2016). Apa kabar biawak kalimantan, Lanthanotus borneensis? *Warta Herpetofauna*, 8(3), 26 – 29.
12. Arida, E.A. (2009). Genetika populasi dan peranannya dalam usaha pelestarian biawak komodo. Blog Sivitas LIPI (ISSN 2086-5252). <http://u.lipi.go.id/1249395173>
13. Arida, E. A. (2016). Tujuh jenis kadal berkulit licin dan bermata ular di Indonesia. *Fauna Indonesia*, 15(1), 6 – 9. ISSN 0216-9169
14. Arida, E. (2015). Tidak semua buaya jahat. *Warta Herpetofauna*, 8 (2), 72 – 73.
15. Arida, E. (2015). Resep bekerja di bidang herpetologi à la James Menzies. *Warta Herpetofauna*, 7(4), 22 – 24.
16. Arida, E. A. (2015). Mengenal biawak kalimantan, Lanthanotus borneensis Steindachner, 1878. *Fauna Indonesia*, 14(2), 1– 4. ISSN 0216-9169
17. Arida, E. (2014). Jenis-jenis Biawak Indonesia dan Studi Tentang Diversitasnya. *Fauna Indonesia*, 13(1), 1 – 7.
18. Arida, E.A. (2014). Jimmy A. McGuire: hobi dan pendidikan bisnis mengawali karirnya sebagai ilmuwan herpetologi. *Warta Herpetofauna*, 7(1), 18 – 19.
19. Arida, E.A. (2014). Sang penerima Habibie Award ini seorang ilmuwan herpetologi. *Warta Herpetofauna*, 7(2), 15 – 17.
20. Arida, E. A. (2011). *Phylogeography of the Komodo monitor Varanus komodoensis (Reptilia: Varanidae) inferred from mitochondrial DNA Control Region I and the implications for in*

situ management plans (Doctoral dissertation, Universitäts-und Landesbibliothek Bonn).

21. Arida, E.A. (2009). Genetika populasi dan peranannya dalam usaha pelestarian biawak komodo. Blog Sivitas LIPI (ISSN 2086-5252). <http://u.lipi.go.id/1249395173>
22. Koch, André, E. A. Arida and W. Böhme. (2007). Zwischenbericht über die Herpetofauna Sulawesi unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Varanus*: phylogeographische Beziehungen zu angrenzenden Gebieten. *Elaphe*, 15(3), 42 – 52.
23. Arida, E. A. and B.R. Ibarrondo. (2007). A need for urgent action for the conservation of *Carettochelys* in Indonesia. *Turtle and Tortoise Newsletter*, 10, 26 – 27.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. DATA PRIBADI

Nama	: Dr. rer. nat. Evy Ayu Arida, M.Sc.
Tempat, Tanggal Lahir	: Sleman, Juli 1974
Anak ke	: 1 dari 2 bersaudara
Jenis Kelamin	: perempuan
Nama Ayah Kandung	: M. Sagi
Nama Ibu Kandung	: TitunWardatun
Nama Istri/Suami	: -
Jumlah Anak	: -
Nama Anak	: -
Nama Unit	: Pusat Riset Sistem Biota
Nama Organisasi	: Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan
Nama Instansi	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Potensi Biawak Indonesia di Bidang Riset Zoologi dan Pengembangannya
Ilmu	: Biologi
Bidang	: Zoologi
Kepakaran	: Konservasi Satwa Liar
SK Pangkat Terakhir	: Keputusan Kepala BRIN Nomor 4307/I/KP/2023, tanggal 25 Agustus 2023
SK Peneliti Ahli Utama	: Keputusan Presiden RI Nomor 21/M 2023 tanggal 15 Mei 2023

Tautan Scopus : <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26867472000>

Tautan Google Scholar : <https://scholar.google.com/citations?hl=de&user=xB2wQl4AAAAJ>

B. PENDIDIKAN FORMAL

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/ Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SDN 2 IKIP	Yogyakarta	1987
2.	SMP	SMPN 8	Yogyakarta	1990
3.	SMA	SMAN 1	Yogyakarta	1993
5.	S1	Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta	1998
6.	S2	The Flinders University of South Australia	Adelaide, Australia	2005
7.	S3	Rheinische-Friedrich Wilhelms-Universität	Bonn, Deustchland	2011

C. PENDIDIKAN NONFORMAL

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Turtle Conservation Internship	Wetlands Institute / New Jersey/ Amerika Serikat	2001
2.	Diplom Deutsch Grundstufe (B1)	Carl Duisburg Centren/Köln/ Jerman	2006
3.	Diplôme d'Étude de la Langue Français (B1)	Alliance Français de Bonn/ Bonn/ Jerman	2010

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
4.	Bodega Bay Workshop on Phylogenetics and Applications	University of California/ Davis/ Amerika Serikat	2010
5.	Workshop on Enhancing Researchers Capacity in Science Diplomacy: Answering Research Challenge in The Globalization Era ^[1] _{SEP}	LIPI & British Council	2015
6.	Analyses and Interpretation of DNA Datasets for Wildlife Conservation	Lembaga Biologi Molekuler Eijkman/ Jakarta/ Indonesia	2017
7.	Pelatihan Audit Penangkaran	Puslit Biologi LIPI	2018
8.	CITES Capacity Development	Puslit Biologi LIPI	2018
9.	Pelatihan Statistik R	Puslit Biologi LIPI	2020
10.	Bimbingan Teknis Reviewer	Direktorat Pengembangan Kompetensi BRIN	2020

D. JABATAN FUNGSIONAL

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Kandidat Peneliti	1 November 2011
2.	Peneliti Ahli Muda	1 Mei 2013
3.	Peneliti Ahli Madya	1 Juli 2017
4.	Peneliti Ahli Utama	24 Mei 2023

E. PENUGASANKHUSUS NASIONAL/INTERNASIONAL

No	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Pelaksana Tugas Kepala Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi BRIN	Kepala BRIN	2022
2.	Kepala Pusat Riset Zoologi Terapan BRIN	Kepala BRIN	2022 – 2024

F. KEIKUTSERTAAN DALAM KEGIATAN ILMIAH

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Australian Society of Herpetologists Meeting	penyaji oral	ASH (Canberra, Australia)	2002
2.	Systematics 2008	penyaji oral	Gesellschaft für Biologische Systematik (Göttingen, Jerman)	2008
3.	International Conference on Southeast Asia Gateway Evolution (SAGE)	penyaji oral	Museum of Natural History (London, Inggris)	2009
4.	Evolution	penyaji poster	Society for the Study of Evolution (Oregon, Amerika Serikat)	2010

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
5.	Biotic survey of Vertebrates of Nusa Tenggara Timur and Maluku, Indonesia	mitra utama	LIPI, Institut Teknologi Bandung, & MVZ-University of Berkeley	2013
6.	Second International Conference on Southeast Asia Gateway Evolution (SAGE)	penyaji oral	Museum für Naturkunde Berlin	2013
7.	International Workshop on Tropical Bioresources for Sustainable Development	penyaji oral	DAAD Alumni IPB University	2014
8.	Third International Conference on Southeast Asia Gateway Evolution (SAGE)	penyaji oral, ketua panitia	Museum für Naturkunde Berlin & Puslit Biologi LIPI (Bogor, Indonesia)	2017
9.	Fifth International Conference on Biological Science	penyaji oral	Fakultas Biologi UGM (Yogyakarta, Indonesia)	2017

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
10.	Biodiversity and Health Programme Fellowship Type E: Senior Experts	periset tamu	DAAD (Berlin, Jerman)	2017
11.	Re-invitation Programme for Scholarship Alumni	periset tamu	DAAD (Berlin, Jerman)	2019
12.	International Conference on Biosciences (ICoBio)	penyaji oral	FMIPA IPB (Bogor, Indonesia)	2019
13.	International Symposium on Indonesian Fauna (ISIF)	pembicara kunci	Puslit Biologi LIPI (Bogor, Indonesia)	2019
14.	FGD Penyusunan Strategi dan Rencana Aksi Konservasi Biawak Komodo (SRAK Komodo)	anggota tim	BBKSDA NTT (Labuan Bajo, Indonesia)	2019
15.	Seminar Nasional Etnobiologi V	penyaji oral	Perhimpunan Masyarakat Etnobiologi Indonesia (daring)	2020
16.	Monitoring Ular Kadut, Homalopsis buccata dalam rangka penyusunan dokumen Non-Detrimental Finding (NDF)	ketua tim	Puslit Biologi LIPI (Jawa Barat, Indonesia)	

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
17.	International Conference on Biosciences (ICoBio)	penyaji oral	FMIPA IPB (Bogor, Indonesia)	2021
18.	Kerjasama Penelitian Aplikasi Teknik Molekuler pada Genetika Hewan, Mikrobiologi, Ekologi dan Zoologi Biawak Komodo, <i>Varanus komodoensis</i>	mitra utama	Puslit Biologi LIPI & Departemen Biologi Evolusi-Universitas Firenze, Italia	2021
19.	The 2nd International Seminar on Fish and Fisheries Sciences (ISFFS)	pembicara kunci	Masyarakat Iktiologi Indonesia & Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana	2023
20.	BRIN-Victoria Research and Innovation Forum (BVRIF)	penyaji oral	Kedeputan SDMI BRIN	2023
21.	Wildlife Endangered Species Conservation and Animal Reproduction (WECARe) International Conference	moderator	Fakultas Kedokteran Hewan & Sains Biomedis IPB University	2024

G. KETERLIBATAN DALAM PENGELOLAAN JURNAL ILMIAH

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/ Tugas	Tahun
1.	Treubia	Pusat Penelitian Biologi LIPI	editor	2011
2.	Treubia	Pusat Penelitian Biologi LIPI	mitra bestari	2012
3.	Zoo Indonesia	Masyarakat Zoologi Indonesia	mitra bestari	2013 – 2014
4.	Berita Biologi	Pusat Penelitian Biologi LIPI	editor	2014 – 2015
5.	Media Konservasi	IPB University	mitra bestari	2016
6.	Nature Conservation Research	Fund for Support and Development of Protected Areas “Bear Land”	mitra bestari	2018
7.	Zoological Journal of the Linnean Society	Oxford University Press	mitra bestari	2019
8.	Journal of Tropical Ethnobiology	Perhimpunan Masyarakat Etnobiologi Indonesia	editor	2021
9.	Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems	John Wiley and Sons	mitra bestari	2024
10.	Journal of Zoology	John Wiley and Sons	mitra bestari	2025

H. CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

1. Karya Tulis Ilmiah

a) Kualifikasi Karya

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Buku Internasional	-
2.	Buku Nasional	7
3.	Bagian dari Buku Internasional	-
4.	Bagian dari Buku Nasional	-
5.	Jurnal Internasional	49
6.	Jurnal Nasional	12
7.	Prosiding Internasional	5
8.	Prosiding Nasional	2
9.	Paten Internasional	-
	Terdaftar	-
	Tersertifikasi	-
10.	Paten Nasional	
	Terdaftar	2
	Tersertifikasi	-
11.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	-
12.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	-
13.	Hak Cipta	-
14.	Desain Industri	-
15.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	-
16.	Transaksi Lisensi	-

b) Kualifikasi Penulis

No	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	5
2.	Bersama Penulis Lainnya	70
	Total	75

c) Kualifikasi Bahasa

No	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	5
2.	Bahasa Inggris	70
3	Bahasa Lainnya	-
	Total	75

2. Kekayaan Intelektual

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Paten Internasional	-
	Terdaftar	-
	Tersertifikasi	-
2.	Paten Nasional	-
	Terdaftar	2
	Tersertifikasi	-
3.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	-
4.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	-
5.	Hak Cipta	-
6.	Desain Industri	-
7.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	-

3. Kerja Sama bersama Mitra

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Transaksi Lisensi	-

I. PEMBINAAN KADER ILMIAH

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Julianus Kinho	BRIN	pembimbing	2022 – 2025

Mahasiswa

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Aisyah Arimbi	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbing II	2016
2.	Sri Catur Setyawatiningsih	Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor	Pembimbing IV	2016
3.	Mochammad Ryzky Al Ryzal	Fakultas MIPA Universitas Indonesia	Pembimbing II	2017
4.	Tita Novianti	Fakultas Kedokteran dan Biomedis Universitas Indonesia	Pembimbing III	2018
5.	Ikhsan Jaya	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbing II	2019
6.	Elika Boscha	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbing II	2019
7.	Amat Ribut	Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura	Pembimbing II	2020
8.	Noor Annisa Devi	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbing II	2021
9.	Alfonsus Toribio Eko Saputro	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbing II	2021

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
10.	Andhika Prima Yudha	Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor	Pembimbing II	2021
11.	Ahmad Nauval Arroyyan	Universitas Islam Negeri Sunan Ampel	Pembimbing II	2021
12.	Donan Satria Yudha	Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada	Pembimbing II	2022
13.	Julianus Kinho	Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi	Pembimbing Barista	2022
14.	Benny Rahmanto	Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat	Pembimbing II	2022
15.	Rini Nuraeni	Universitas Terbuka Bogor	Pembimbing <i>Research Assistant</i>	2023

J. ORGANISASI PROFESI ILMIAH

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	anggota	Masyarakat Zoologi In-donesia	2011–sekarang
2.	anggota	Perhimpunan Biologi In-donesia	2011–sekarang

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
3.	anggota	IUCN Monitor Lizard Specialist Group	2013 – 2017
4.	sekretaris	Penggalang Herpetologi Indonesia	2018 – 2021
5.	anggota	Penggalang Herpetologi Indonesia	2021– sekarang
6.	anggota	Himpunan Peneliti Indonesia	2020 – 2021
7.	anggota	Forum Peneliti Muda Indonesia (Indonesian Young Scientist Forum)	2020
8.	anggota	Perhimpunan Masyarakat Etnobiologi Indonesia	2020
9.	anggota	Perhimpunan Periset Indonesia	2021 – sekarang
10.	anggota	IUCN Snake Species Specialist Group	2022 – sekarang
11.	anggota	IUCN Asian Songbird Trade Specialist Group	2024 – sekarang
12.	anggota ahli	International Multistakeholder Association for Reptile Conservation (IMARC)	2025 – sekarang

K. TANDA PENGHARGAAN

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Satya Lencana Karya Satya X	Presiden RI	2010
2.	Peserta Terbaik Pertama Diklat Jabatan Fungsional Tingkat Lanjutan	Pusbindiklat LIPI	2014
3.	Biodiversity and Health Fellowship for Senior Researcher	DAAD	2017
4.	Reinvitation Programme Fellowship	DAAD	2018
5.	Satya Lencana Karya Satya XX	Presiden RI	2020

Pada orasi ini, akan disampaikan state-of-the-art tentang perkembangan, peluang dan tantangan riset biologi konservasi spesies biawak asal Indonesia. Penemuan-penemuan tentang karakter spesies biawak tersebut dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensinya sebagai hewan model kajian evolusi fauna maupun komoditas satwa liar bernilai tambah asal Indonesia.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.2377



ISSN 3090-8485

