

**DIMORFISME DAN STATUS FASE REPRODUKSI PADA BIAWAK AIR
(*Varanus salvator bivittatus* (Kuhl, 1820)) YANG DIAMBIL DARI
PENGEPUL DI WILAYAH JAWA TIMUR**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

Mochammad Firdaus Aliffudin

NIM: H71216061

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGRI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Mochammad Firdaus Aliffudin

NIM : H71216061

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2016

Menyatakan tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "DIMORFISME DAN STATUS FASE REPRODUKSI PADA BIAWAK AIR (*Varanus salvator bivittatus* (Kuhl, 1820)) YANG DIAMBIL DARI PENGEPUK DI WILAYAH JAWA TIMUR". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat sebenar-benarnya.

Surabaya, 06 Juni 2022

Yang membuat pernyataan



Mochammad Firdaus Aliffudin

NIM. H71216061

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi Oleh :

NAMA : MOCHAMMAD FIRDAUS ALIFFUDIN

NIM : H71216061

JUDUL : DIMORFISME DAN STATUS FASE REPRODUKSI PADA BIAWAK AIR
(*Varanus salvator bivittatus* (Kuhl, 1820)) YANG DIAMBIL DARI
PENGEPUL DI WILAYAH JAWA TIMUR

Telah diperiksa dan disetujui untuk di ujikan

Surabaya, 06 Juni 2022

Dosen Pembimbing 1



Irul Hidayati, M.Kes
NIP. 198102282014032001

Dosen Pembimbing 2



Saiful Bahri, S. Pd, M.Si
NIP. 198804202018011002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Mochammad Firdaus Aliffudin telah dipertahankan

Di depan tim penguji skripsi

di Surabaya, 23 Juni 2022

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I


Iruul Hidayati, M.Kes
NIP. 198102282014032001

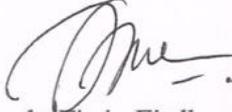
Penguji II


Saiful Bahri, M.Si
NIP. 198804202018011002

Penguji III


Esti Tyastika, M. KM
NIP. 198706242014032001

Penguji IV


Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si
NIP. 198506252011012010

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya




Dr. H. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Mochammad Firdaus Aliffudin
NIM : H71216061
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi
E-mail address : firdausaliffudin1@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul : DIMORFISME DAN STATUS FASE REPRODUKSI PADA BIAWAK AIR

(*Varanus salvator bivittatus* (KUHL, 1820)) YANG DIAMBIL DARI PENGEPUK DI WILAYAH

JAWA TIMUR

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Juli 2022

Penulis

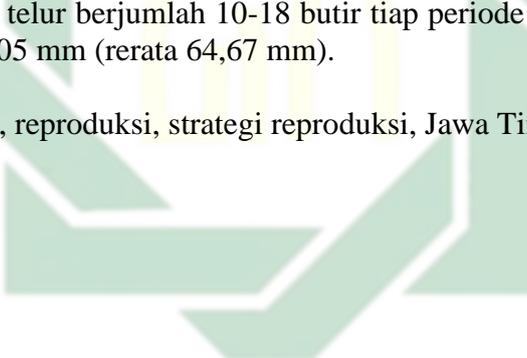
(Mochammad Firdaus Aliffudin)

ABSTRAK

DIMORFISME DAN STATUS FASE REPRODUKSI PADA BIAWAK AIR (*Varanus salvator bivittatus* (Kuhl, 1820)) YANG DIAMBIL DARI PENGEPUK DI WILAYAH JAWA TIMUR

Biawak air (*Varanus salvator*) merupakan reptil terbesar kedua dengan wilayah persebaran terluas di dunia. Biawak air sejak lama dimanfaatkan manusia, di mana Indonesia menjadi pengeksport biawak air terbesar di dunia. Pemanfaatan biawak air secara luas belum didukung informasi mengenai reproduksi dasarnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui informasi reproduksi dasar dan strategi reproduksi yang dikembangkan biawak air khususnya di wilayah Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan di bulan Desember 2019 hingga Februari 2020 dengan mengambil sampel dari tiga kabupaten yaitu Sidoarjo, Lamongan, dan Jombang. Sampel yang digunakan sebanyak tujuh individu tiap bulan dari tiap lokasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengamatan visual morfologi dan anatomi dari biawak air dengan melakukan beberapa pengukuran pada karakter yang ditentukan. Hasil pengamatan dan pengukuran tiap karakter kemudian digunakan untuk menentukan strategi reproduksi biawak air. Hasil penelitian ini biawak air jantan memasuki usia dewasa pada ukuran SVL 43 cm dan betina 51 cm. Biawak air aktif bereproduksi pada setiap bulan pengamatan dan meningkat sejalan dengan masuknya puncak musim penghujan. Biawak air betina menghasilkan *multiple clutch*, dengan telur berjumlah 10-18 butir tiap periode bersarang, dan panjang telur berkisar 63,92-65,05 mm (rerata 64,67 mm).

Kata kunci: biawak air, reproduksi, strategi reproduksi, Jawa Timur, SVL, *clutch*



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

DYMORPHISM AND THE STATUS OF THE REPRODUCTIVE PHASE IN WATER MONITOR (*Varanus salvator bivittatus* (Kuhl, 1820)) Taken from players in East Java

The water monitor lizard (*Varanus salvator*) is the world's second largest reptile, with the largest range. Humans have historically employed water monitor lizards, with Indonesia being the world's top exporter of the species. The widespread usage of water monitor lizards has been contradicted by data on basic reproduction. The goal of this research is to learn about the basic reproductive knowledge and methods created by water monitor lizards, particularly in the East Java region. This research was conducted from December 2019 to February 2020, with samples collected from three districts: Sidoarjo, Lamongan, and Jombang. Each month, seven individuals from each area were chosen as part of the sample. The strategy utilized in this study was to take various measurements on the specified characters to observe the morphology and anatomy of the water monitor lizard. The results of each character's observations and measurements were then used to identify the water monitor lizard's reproductive strategy. Male water monitors reached adulthood at 43 cm SVL, whereas females reached adulthood at 51 cm. Water monitor lizards reproduce actively in each month of observation, and their numbers grow as the rainy season approaches its climax. Female water monitor lizards lay multiple clutches, ranging in size from 63.92 to 65.05 mm, with 10-18 eggs laid per nesting session (64.67 mm average).

Key words: water monitor lizard, reproduction, reproductive strategy, East Java, SVL, clutch



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Halaman Persetujuan Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Penguji Skripsi	iv
Lembar Persetujuan Publikasi	v
Motto	vi
Halaman Persembahan	vii
Kata Pengantar	viii
Abstrak	ix
Abstract	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	4
1.3.Tujuan Penelitian	5
1.4.Manfaat Penelitian	5
1.5.Batasan Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1.Biawak Air	6
2.1.1.Pemanfaatan Biawak Air	11
2.1.2.Reproduksi Biawak Air	13
2.1.3.Perlindungan Biawak Air	17
2.2.Integrasi Keislaman	18
2.2.1.Larangan Berbuat Kerusakan di Muka Bumi	18
2.2.2.Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Bijak	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1.Rancangan Penelitian	22
3.2.Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3.Alat dan Bahan Penelitian	23

3.3.1. Alat	23
3.3.2. Bahan.....	23
3.4. Prosedur Penelitian	23
3.4.1. Pengkoleksian Sampel.....	23
3.4.2. Identifikasi dan Labeling.....	23
3.4.3. Pembedahan.....	25
3.4.4. Pengamatan Morfologi dan Anatomi Organ Reproduksi.....	25
3.4.5. Penentuan Jenis Kelamin	27
3.4.6. Penentuan Usia	27
3.4.7. Penentuan Keaktifan Organ Reproduksi	28
3.4.8. <i>Clutch Size</i> , <i>Clutch Number</i> , dan Ukuran Telur.....	29
3.5. Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Komposisi Sampel Biawak Air Hasil Tangkapan	31
4.2. Anatomi dan Kondisi Organ Reproduksi	33
4.2.1. Anatomi Sistem Reproduksi Biawak Air Jantan dan Betina	35
4.2.2. Anatomi Organ Reproduksi Biawak Air pada Tiap Tingkatan Usia	41
4.3. Dimorfisme Morfologi saat Biawak Air mencapai Usia Dewasa	53
4.4. Keaktifan Organ Reproduksi Biawak Air	58
4.5. <i>Clutch Size</i> , Ukuran Telur, dan <i>Clutch Number</i>	63
4.5.1. <i>Clutch Size</i>	65
4.5.2. Ukuran Telur	67
4.5.3. <i>Clutch Number</i>	68
BAB V PENUTUP	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kegiatan Penelitian.....	22
Tabel 3.2 Kondisi Oviduk	26
Tabel 3.3 Pengelompokan Ukuran Folikel Ovari	26
Tabel 3.4 Pengelompokan Testis dan Epididimis	26
Tabel 3.5 Dimorfisme pada Jantan dan Betina	27
Tabel 3.6 Dimorfisme Morfologi pada Tingkatan Usia	28
Tabel 3.8 Status Organ Reproduksi	29
Tabel 4.1 Ukuran Testis Biawak Air pada Penelitian Lain	43
Tabel 4.2 Ukuran Folikel pada Biawak Air Betina Dewasa Gravid	51
Tabel 4.3 Dimorfisme Morfologi Biawak Air Asal Jawa Timur Saat Mencapai Usia Dewasa	54
Tabel 4.4 Dimorfisme Morfologi Biawak Air saat Mencapai Usia Dewasa pada Penelitian Lain	55
Tabel 4.5 Keaktifan Reproduksi Biawak Air Betina tiap Bulan Pengamatan	60
Tabel 4.6 <i>Clutch Size</i> , <i>Clutch Number</i> , dan Ukuran Telur pada <i>V. salvator complex</i> ...	68

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Persebaran Biawak di Indonesia	6
Gambar 2.2. <i>Varanus salvator bivittatus</i>	7
Gambar 2.3 Peta Persebaran <i>V. salvator</i> Kompleks	9
Gambar 2.4 Perbandingan Kuota Ekspor dan Tangkapan Biawak Air	13
Gambar 2.5 Negara Pengimpor Kulit Biawak Air	13
Gambar 2.6 Organ Reproduksi Biawak Air Betina	14
Gambar 2.7 Organ Reproduksi Biawak Air Jantan	15
Gambar 3.1 Karakter Pecandra Biawak Tampak Dorsal	24
Gambar 3.2 Karakter Pecandra Biawak Tampak Ventral	24
Gambar 3.3 Karakter Pecandra Biawak Bagian Kepala.....	24
Gambar 3.4 Pembagian Usia Berdasarkan Karakter Organ Reproduksi	28
Gambar 4.1 Komposisi Tangkapan Biawak Air Berdasarkan Jenis Kelamin	31
Gambar 4.2 Komposisi Tangkapan Biawak Air Jantan Berdasarkan Usia	32
Gambar 4.3 Komposisi Tangkapan Biawak Air Betina Berdasarkan Usia	32
Gambar 4.4 Struktur Anatomi Biawak Sebelum Jaringan Lemak Diangkat	34
Gambar 4.5 Jaringan Ikat	35
Gambar 4.6 Perbandingan Anatomi Biawak Air Jantan	36
Gambar 4.7 Perbandingan Anatomi Biawak Air Betina	39
Gambar 4.8 Dimorfisme Anatomi Biawak Air Jantan pada Ukuran SVL dan TaL Terbesar dan Terkecil	42
Gambar 4.9 Perbandingan Anatomi Biawak Air Jantan saat Mancapai Usia Dewasa ..	44
Gambar 4.10 Presentase Kondisi Organ Reproduksi Biawak Air Jantan.....	45
Gambar 4.11 Jenis-Jenis Oviduk pada Biawak Air	46
Gambar 4.12. Folikel Kelas I	48
Gambar 4.13 Organisasi Folikel Ovari pada Tiap Kelas yang Teramati	49
Gambar 4.14 Folikel yang Mengalami Atresia	50
Gambar 4.15 Presentase Kondisi Organ Reproduksi Biawak Air Betina	52
Gambar 4.16 Ukuran <i>Clutch Size</i> Tiap Individu Turgid	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Jenis Biawak di Indonesia	81
Lampiran 2: Karakter Morfologi Pecandra Biawak	82
Lampiran 3: Rekap Data Lapangan Biawak Air Asal Sidoarjo	84
Lampiran 4: Rekap Data Lapangan Biawak air Asal Lamongan	90
Lampiran 5: Rekap Data Lapangan Biawak Air Asal Jombang	95



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biawak air (*Varanus salvator*) merupakan jenis biawak dengan wilayah persebaran yang paling luas di dunia. Wilayah tersebut meliputi India, Burma, Thailand, China bagian selatan, Malaysia, dan Indonesia. (Koch *et al.*, 2007; Koch *et al.*, 2010; The Reptile Database, 2019). Persebaran yang luas dari spesies ini dikarenakan kemampuannya dalam berenang ataupun mengikuti arus serta didukung struktur morfologi yang dimiliki. Daya adaptasi spesies ini cukup baik di mana spesies ini mampu hidup berdampingan dengan manusia walaupun terkadang menimbulkan konflik dan jenis makanan yang beragam (Arida, 2014).

Indonesia merupakan wilayah dengan dengan keanekaragaman jenis biawak tertinggi. Di Indonesia terdapat 29 jenis biawak yang dapat dijumpai, dari 80 jenis yang tersebar di Dunia. Salah satu jenis biawak yang tersebar luas di wilayah Indonesia adalah biawak air (*Varanus salvator* (Laurenti 1820)) (Arida, 2014; The Reptile Database, 2019).

Di Indonesia terdapat empat anak jenis *V. salvator* dari total enam anak jenis yang ada di dunia. *V. salvator* yang tersebar di wilayah Indonesia yaitu *V. s. macromaculatus*, *V. s. bivittatus*, *V. s. zieglerei* dan satu anak jenis asal Pulau Sulawesi yang belum terdeskripsikan. *V. s. bivittatus* merupakan anak jenis biawak air yang tersebar di Pulau Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Ombai (Alor), Komodo, dan pulau satelit sekitarnya (The Reptile Database, 2019).

Variasi yang terjadi pada *V. salvator* dikarenakan spesies ini merupakan spesies kompleks. Artinya beberapa kelompok terisolasi secara reproduksi, berkerabat dekat, dan mirip secara morfologi. Hal tersebut itu dipicu oleh peristiwa geologi berupa isolasi geografi. Sehingga berakibat pada naiknya beberapa anak jenis *V. salvator* menjadi jenis yang berbeda (Koch *et al.* 2007). Variasi yang terdapat pada biawak air dapat dilihat dari morfologi dan pola reproduksinya (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Secara morfologi biawak air (*V. salvator*) merupakan kadal terbesar kedua setelah biawak Komodo (*Varanus komodensis*). Biawak air dapat tumbuh maksimal pada ukuran panjang 2,5 meter dan berat 20 kg. Biawak jantan dan betina matang pada ukuran yang berbeda. Jantan matang pada ukuran yang lebih kecil yaitu (SVL = 40 cm) dan betina matang pada ukuran (SVL = 47 cm). Dimorfisme morfologi biawak air jantan dan betina sangat kecil, di mana perbedaan jantan dan betina dapat dilihat dari panjang ekor, ukuran pangkal ekor, dan ukuran tubuh (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Persebaran yang luas pada biawak air selain menyebabkan variasi morfologi juga membuat adanya variasi strategi reproduksi. Strategi reproduksi merupakan upaya yang dilakukan biawak air untuk mengoptimalkan aktivitas reproduksinya. Strategi reproduksi pada biawak air diketahui dari anatomi organ reproduksinya, ukuran saat mencapai dewasa, dan waktu berpijah. Strategi reproduksi biawak air betina juga ditentukan melalui penentuan ukuran telur, *clutch size* dan *clutch number* (James and Shine, 1985; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016)

Indonesia merupakan wilayah tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi membuat aktivitas reproduksi biawak air berjalan cukup intens. Di mana *V. salvator* asal Sumatera berpijah 2-3 kali dalam satu tahun dengan jarak 3-4 bulan. *V. salvator* aktif berpijah selama musim penghujan, di mana betina akan meletakkan telurnya setelah dua bulan masa kawin *V. salvator*. Pemijahan yang cukup intens pada *V. salvator* merupakan hal yang tidak umum dijumpai pada kadal berukuran besar. Misalnya *V. komodoensis* yang hanya berpijah sekali dalam setahun. Tipe perkawinan pada *V. salvator* adalah poliandri dan protogini, yang bertujuan memaksimalkan proses reproduksi (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawiningsih, 2016).

Biawak air (*V. salvator*) merupakan reptil yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia. Pemanfaatan biawak air tidak terlepas dari morfologi dan kemampuan reproduksi yang dimilikinya. Pemanfaatannya antara lain sebagai sumber protein, acara adat, hewan peliharaan, dan kulitnya diekspor untuk dijadikan barang bernilai mahal (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawiningsih, 2016).

Indonesia merupakan penyuplai kulit terbesar di pasar internasional, sekitar 500.000 biawak ditangkap untuk dimanfaatkan setiap tahunnya dan terus mengalami penurunan (hasil tangkapan). Kulit biawak air asal Indonesia diminati karena kualitas kulit yang sangat baik dan kuota yang berlimpah (Arida, 2018).

Berdasarkan hukum perdagangan internasional bidang flora dan fauna yang dinaungi oleh CITES. Biawak air (*V. salvator*) termasuk dalam kategori Appendix II yang artinya hewan ini dapat diperjual belikan dengan kuota yang disepakati (CITES, 2019). Hukum konservasi Internasional (IUCN) hewan ini masuk dalam kategori LC (*Lest Concern*) atau beresiko rendah terhadap kepunahan (Bennett *et al.*, 2010). PP No. 7 Tahun 1999 ataupun peraturan terbaru berupa PERMEN yang dikeluarkan KLHK No. 92 Tahun 2018 hewan ini tidak termasuk pada hewan yang dilindungi (PP No. 7 Tahun 1999; PERMEN KLHK No. 92 Tahun 2018).

Indonesia merupakan pengeksport kulit biawak terbesar di dunia dengan pasokan utama berasal dari wilayah Sumatera dan Kalimantan. Di Pulau Jawa, wilayah Jawa Timur merupakan wilayah dengan jumlah penangkapan biawak paling besar dengan jumlah 10.000 ekor tiap tahun atau dua kali lipat dari daerah lain di Pulau Jawa. Namun aktivitas perburuan belum didukung dengan adanya data mengenai status reproduksi dari biawak air yang ditangkap di alam (Kementerian Longkungan Hidup dan Kehutanan, 2016; Kementerian Longkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

Di Indonesia terdapat beberapa kajian mengenai dampak dari eksploitasi biawak air di alam. Kajian tersebut mengungkapkan bahwa perburuan biawak air tanpa terkontrol akan berakibat pada kepunahan lokal. Sehingga penelitian tersebut menyarankan untuk melakukan pengurangan biawak tangkapan alam dan melakukan penangkaran (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Al-Quran menjelaskan mengenai konsep pemanfaatan sumber daya alam yang benar. Konsep pemanfaatan sumber daya alam terdapat dalam QS. Al-Hajj: 65 dan QS. Al-Rahman: 10. Kedua ayat menjelaskan sumber daya alam harus dimanfaatkan secara bijak (tidak berlebih) sehingga dapat dirasakan manfaatnya oleh generasi yang akan datang. Al-Quran juga menjelaskan dalam QS. Al-A'raf:

56 dan 85 dan QS. Al Maidah: 10 bahwa manusia dilarang membuat kerusakan dikarenakan manusia adalah pemimpin dan Allah SWT sebagai pemilik sumber daya alam yang ada di bumi. Larangan berbuat kerusakan merupakan tafsir dari kata *al-fasad*, Muhammad al-Tahir Ibn Asyur memaknai kata tersebut sebagai kata bersifat fisik karena selalu berdampingan dengan kata bumi. Sesuai ayat tersebut maka perburuan biawak secara berlebihan dan pola perburuan yang salah akan membuat kerusakan dan berdampak pada seluruh makhluk, hal tersebut membuat harus adanya regulasi mengenai perburuan biawak air (Nafisah, 2018).

Berdasarkan data tersebut penting untuk melakukan kajian mengenai *V. s. bivittatus* asal Jawa Timur khususnya bidang reproduksinya, dikarenakan belum adanya data ataupun informasi mengenai strategi reproduksi biawak air. Sehingga nantinya tidak terjadi hal yang tidak diinginkan seperti penurunan populasi ataupun kepunahan biawak air.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana dimorfisme ukuran tubuh biawak air asal Jawa Timur (*V. s. bivittatus*) saat mencapai usia dewasa?
2. Bagaimana kondisi organ reproduksi biawak air (*V. s. bivittatus*) dewasa asal Jawa Timur?
3. Bagaimana ukuran telur, *clutch size*, dan *clutch number* pada biawak air (*V. s. bivittatus*) betina asal Jawa Timur?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui dimorfisme ukuran tubuh biawak air asal Jawa Timur (*V. s. bivittatus*) saat mencapai usia dewasa.
2. Mengetahui kondisi organ reproduksi biawak air (*V. s. bivittatus*) dewasa asal Jawa Timur.
3. Mengetahui ukuran telur, *clutch size*, dan *clutch number* pada biawak air (*V. s. bivittatus*) betina asal Jawa Timur.

1.4 Manfaat

Karya tulis ini dapat digunakan sebagai sumber rujukan ilmiah. Penulis juga berharap dengan ditulisnya karya ini dapat menambah informasi ataupun memperbarui informasi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Secara khusus peneliti berharap dengan ditulisnya karya ini dapat memberikan evaluasi

mengenai regulasi penangkapan biawak air asal Jawa Timur (*Varanus salvator bivittatus*, (Kuhl, 1820)) agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan dan tidak terjadi hal yang tidak diinginkan seperti kepunahan lokal.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini di lakukan di wilayah Sidoarjo, Lamongan, dan Jombang. Dengan mengevaluasi kondisi morfologi dan organ reproduksi biawak air (*V. s. bivittatus*) yang diburu pada semua tingkatan usia baik jantan ataupun betina dan dalam kondisi hidup ataupun mati. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel pada bulan Desember 2019 hingga Februari 2020.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Biawak Air

Biawak air (*Varanus salvator* (Laurenti, 1768)) merupakan salah satu jenis biawak (Famili: Varanidae) yang cukup sering dijumpai dan dimanfaatkan (Del Canto, 2007; Setyawatiningsih, 2016; Mahfud dkk. 2017). Secara umum persebarannya di Indonesia terbagi menjadi dua wilayah yaitu wilayah Indo-Australia dan Indo-Asia. Batas kedua wilayah tersebut berupa garis semu antara Pulau Kalimantan dan Sulawesi yang biasa disebut dengan "Garis Wallace" (Arida, 2014). Peta persebaran biawak di Indonesia dapat dilihat pada gambar 2.1 dan jenis-jenis biawak di Indonesia dapat dilihat di lampiran I-1.



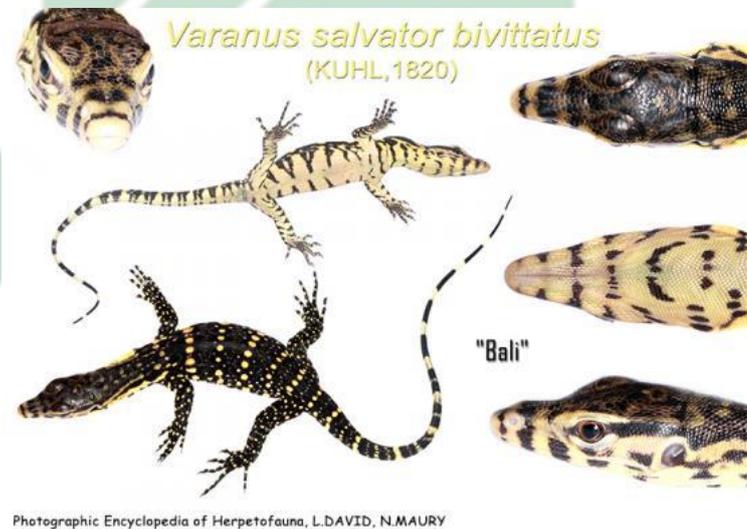
Gambar 2.1. Peta Persebaran Biawak di Indonesia

Keterangan: SUM (Sumatera), KAL (Kalimantan), JAW (Jawa), SAL (Salibabu), TOG (Togean), SLW (Sulawesi), FLO (Flores), ROT (Rote), TIM (Timor), SLA (Sula), OBI (Obi), HAL (Halmahera), BAT (Batanta), MIS (Misool), SER (Seram), ARU (Aru), PAP (Papua), BIA (Biak), dan WEI (Weigeo)., Keterangan jenis biawak air yang terdapat di lampiran 1

Sumber: Arida, 2014

V. salvator mempunyai sejarah taksonomi yang panjang, di mana *V. salvator* dideskripsikan pertama kali oleh Laurenti pada tahun 1768 dari spesimen asal

wilayah Sri Lanka dan sekarang dijadikan anak jenis tersendiri yaitu *V. s. salvator* yang endemik wilayah Sri Lanka. *V. salvator* telah dideskripsi sebelumnya oleh Lineus namun dikarenakan deskripsi tersebut merujuk pada dua spesies yang berbeda (*Varanus salvator* dan *Varanus bengalensis*) sehingga Laurenti dipilih sebagai autor spesies tersebut. Setelah dideskripsikan hewan ini mulai mengalami banyak perubahan taksonomi dan mulai dijumpai di wilayah lain. Tahun 2007 Koch *et al* melakukan karakterisasi ulang pada *Varanus salvator* kompleks dari aspek morfologi dan molekular. Hasilnya *V. salvator* kompleks terbagi menjadi 10 jenis dan 6 anak jenis (termasuk anak jenis dari Pulau Sulawesi yang belum terdeskripsi) (Koch *et al.*, 2007; Koch *et al.*, 2013).



Gambar 2.2. *Varanus salvator bivittatus*
Sumber: David and Mauray, 2022

Klasifikasi dari biawak air (*Varanus salvator* (Laurenti, 1768)) terbaru yang tertera di The Reptile Database (2019), sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Reptilia
Order	: Squamata
Family	: Varanidae
Genus	: <i>Varanus</i>
Spesies	: <i>V. salvator</i> (Laurenti, 1768)
Subspesies	:

1. *V. s. salvator* (Laurenti, 1768)

2. *V. s. andamanensis* Deraniyagala, 1944
3. *V. s. bivittatus* (Kuhl, 1820)
4. *V. s. macromaculatus* Denriyagala, 1944
5. *V. s. zieglerei* Koch & Bohme, 2010

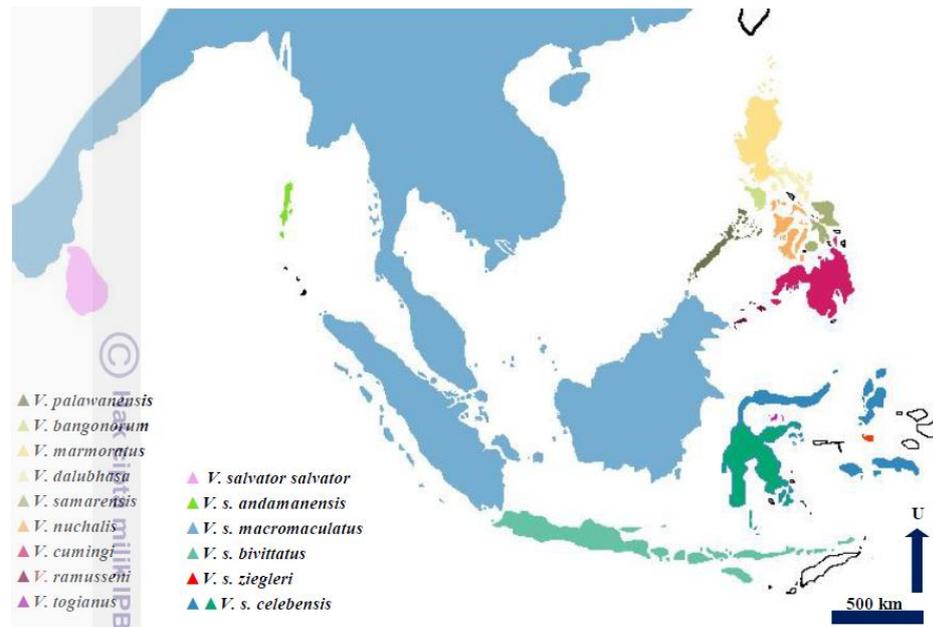
Biawak air (*Varanus salvator*) merupakan spesies *complex* atau kompleks spesies (Koch *et al.*, 2007; Koch and Böhme, 2010; Koch *et al.*, 2013; Setyawatiningsih 2016). Komplek spesies sendiri diartikan sebagai kelompok spesies yang terisolasi secara reproduksi, namun berkerabat dekat dan mirip secara morfologi. Terbentuknya konsep kompleks spesies dikarenakan adanya persebaran yang luas dari suatu spesies, namun karena aktivitas geologi timbullah isolasi geografi dan membentuk spesiasi (Arida, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Biawak air (*Varanus salvator*) juga disebut sebagai spesies tersamar dikarenakan perbedaan yang kecil pada tiap anggotanya. Perbedaan yang kecil tersebut dikarenakan karakter morfologi yang saling tumpang tindih (dilihat dari karakter morfometrik dan meristik), perbedaan usia saat dewasa, dan variasi pola warna baik pengaruh usia ataupun lokasi. Perbedaan yang kecil tersebut membuat pencandraan *V. salvator* membutuhkan perpaduan karakter morfologi untuk membedakannya dengan jenis lain anggota *V. salvator* kompleks. Cara lain yang digunakan dalam mencandra biawak yaitu melalui lokasi dan molekular (khusus biawak hasil tangkapan di alam) (Koch *et al.*, 2007; Koch and Böhme, 2010; Koch *et al.*, 2013; Melville *et al.* 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Indonesia merupakan wilayah dengan nilai keanekaragaman biawak tertinggi di Dunia, di mana di Indonesia dapat dijumpai 29 jenis biawak dari 80 jenis biawak yang ada di dunia (Afrika, Asia, Australia, dan pulau-pulu di Lautan Pasifik). dengan keanekaragaman tertinggi berada di wilayah Indonesia bagian timur. Biawak air merupakan spesies yang umum dijumpai karena mempunyai wilayah persebaran paling luas (Arida, 2014). Wilayah persebaran biawak air dapat diamati pada gambar 2.3.

Pada gambar 2.3 diketahui di Indonesia terdapat dua spesies yang termasuk dalam anggota *V. salvator* kompleks yaitu *V. salvator* dan *V. togianus* dan 4 subspecies yaitu *V. s. macromaculatus*, *V. s. bivittatus*, *V. s. celebensis* (sekarang belum terdeskripsi), dan *V. s. zieglerei* (Setyawatiningsih, 2016). *V. s. bivittatus*

merupakan anak jenis biawak air dengan persabaran di Pulau Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Alor, Komodo dan pulau-pulau satelit disekitarnya. Dikarenakan mempunyai banyak subspecies biawak air dikenal sebagai spesies polipitik. Dua subspecies lain lain tidak terdapat di Indonesia yaitu *V. s. salvator* dan *V. s. andamanensis* (Koch *et al.*, 2007; Koch *et al.*, 2013; Setyawatiningsih, 2016, The Reptile Data Base, 2019).



Gambar 2.3. Peta Persebaran *V. salvator* Kompleks
Sumber: Setyawatiningsih, 2016

Persebaran yang luas pada *V. salvator* kompleks dikarenakan kemampuan beradaptasi yang tinggi dan morfologinya yang mendukung. Kemampuan beradaptasi yang tinggi dan morfologi yang menunjang kemampuan renang, mampu hidup berdampingan dengan manusia, strategi reproduksi yang baik, dan variasi mangsa yang beragam. Kemampuan beradaptasi yang tinggi dan morfologi *V. salvator* mendukung untuk berpindah dari satu pulau ke pulau lainnya, disaat mendiami pulau hewan ini akan mengkoloni pulau tersebut (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Conta, 2011).

Hewan ini termasuk hewan semi akuatik, artinya aktivitas hewan ini tidak jauh dari air seperti wilayah persawahan, danau, rawa, dan sungai. Habitat hewan ini berupa hutan hujan dataran rendah hingga pantai (Bennett 1995; Styawatiningih, 2016).

Dikarenakan biawak air banyak beraktivitas di air maka tidak jarang di tubuh biawak air banyak dijumpai adanya parasit. Biawak air juga mempunyai kemampuan untuk berganti kulit atau biasa disebut *moulting* seperti kebanyakan reptil. Perbedaannya terletak pada proses pergantian kulit dilakukan sedikit demi sedikit. Biawak air berganti kulit dengan tujuan mengurangi jumlah parasit pada tubuhnya (Conta, 2011).

Hewan ini juga termasuk hewan berdarah dingin atau biasa disebut poikilothermik di mana suhu tubuh hewan ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Hal tersebut berakibat pada aktivitas keseharian biawak air di mana meskipun hewan ini mempunyai habitat utama di daerah semi akuatik tak jarang hewan ini dijumpai sedang berjemur di bawah sinar matahari untuk menghangatkan tubuhnya. Tujuan hewan ini berjemur adalah untuk membantu pencernaan biawak air (*V. salvator*) karena reptil mempunyai sistem pencernaan yang lambat (Conta, 2011).

Biawak air termasuk hewan karnivora, di mana mangsanya dikoleksi dalam keadaan segar atau telah membusuk. Item mangsa pada biawak air sangat beragam dimulai dari Arthropoda, Pisces, Mamalia, Reptil, bahkan jika diberi kesempatan dapat memangsa manusia dan hewan tidak wajar lainnya. Pada item mangsa yang ekstrim, para peneliti berpendapat bahwa mangsa dikoleksi dalam keadaan telah mati (sudah menjadi bangkai) (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Secara umum morfologi *V. salvator* dicirikan dengan lubang hidung berbentuk oval yang terletak lebih dekat ke ujung moncong dibandingkan ke mata, adanya garis gelap di belakang mata yang bersifat temporal, dan ekor yang pipih dan keras dengan pola warna berupa garis terang dan gelap. Warna dasar dorsal individu juvenil adalah hitam dengan corak kuning berbentuk bulat, tetapi saat dewasa warnanya memudar. Di Pulau Jawa anak jenis *V. salvator* yaitu *V. s. bivittatus* mempunyai variasi pola warna yang cukup besar (Koch *et al.*, 2007; Koch and Böhme, 2010; Koch *et al.*, 2013; Setyawatiningsih, 2016).

V. salvator merupakan reptil dengan ukuran tubuh terbesar kedua di dunia. Biawak air dapat tumbuh hingga berat maksimal 20 kg dengan panjang total 2,5 m. Biawak air jantan akan mempunyai tubuh yang lebih besar jika dibandingkan betina pada umur yang sama (Shin *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998)

Karakter morfologi berperan penting dalam proses pencandaraan biawak, karakter morfologi yang diambil berupa karakter morfometrik (ukuran tubuh), meristik (hitungan sisik) dan pola warna. Pencandaraan biawak memerlukan perpaduan ketiga karakter morfologi, hal tersebut tidak terlepas dari karakter yang saling tumpang tindih. Hal tersebut menyebabkan satu karakter morfologi tidak dapat digunakan sebagai karakter tunggal seperti pada kebanyakan biawak asal pulau Australia (Setyawatiningsih, 2016).

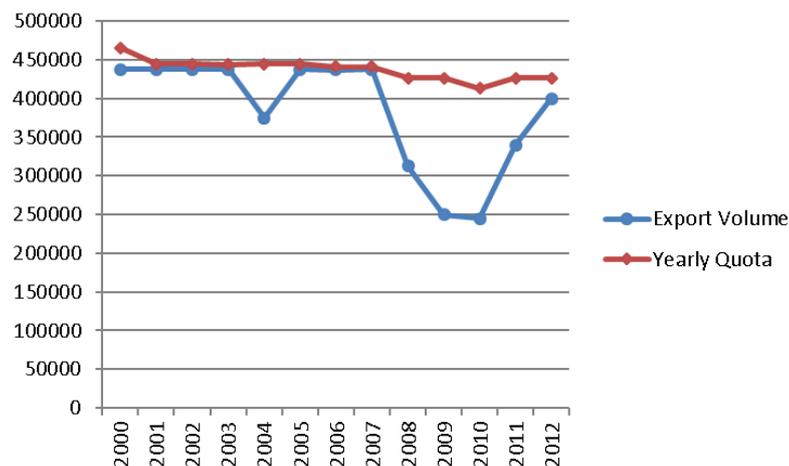
2.1.1. Pemanfaatan Biawak Air

Pemanfaatan biawak air telah berabad-abad dilakukan di Indonesia melalui berbagai metode. Biawak air ditangkap untuk dijadikan sebagai sumber protein, obat, hewan peliharaan, komoditas ekspor, dan lain sebagainya. Di berbagai wilayah konsep pemanfaatan biawak air sangat beragam sesuai dengan hukum adat yang berlaku. Biawak air diburu juga dikarenakan dianggap sebagai hama karena seringnya memangsa hewan ternak masyarakat seperti ayam dan ikan. Penangkapan biawak air dilakukan di daerah semi akuatik seperti daerah aliran sungai dan hutan mangrove. Biawak air diburu menggunakan jerat atau pancing. Pemburu biasanya tidak menjadikan biawak air sebagai target tunggal hewan buruan (Mardiastuti dkk. 2003; Subasli, 2012; Setyawatiningsih, 2016).

Pemanfaatan biawak air sebagai salah satu komoditas ekspor menjadikan hewan ini sebagai hewan yang paling banyak diburu dan Indonesia menjadi negara pengekspor kulit biawak terbesar di dunia. Tiap tahun sejak tahun 1980an-sekarang sekitar 500.000 ekor biawak diburu untuk dimanfaatkan dan 95% tangkapan tersebut berasal dari alam. Sebagaimana besar tangkapan biawak air berasal dari wilayah barat Indonesia yaitu Sumatera, Jawa, dan Kalimantan. Bahkan sebelum tahun 1980 2,3 juta lembar kulit biawak dibutuhkan untuk kebutuhan industri di dunia (Mardiastuti dkk. 2003; Arida, 2018). Di Pulau Jawa wilayah tangkapan terbesar berasal dari daerah Jawa Timur. Wilayah Indonesia bagian barat biawak air banyak dimanfaatkan dikarenakan populasinya yang berlimpah (Mardiastuti dkk. 2003).

Permintaan kulit biawak air yang tinggi di pasar internasional belakangan mengalami penurunan setiap tahunnya. Belum diketahui apa yang

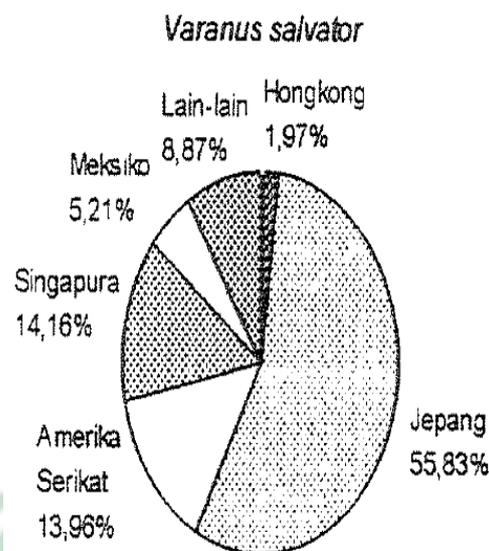
menyebabkan penurunan pemenuhan kulit di pasar internasional (perbandingan hasil tangkapan biawak air dan kuota tangkapan dapat dilihat pada gambar 2.4) (Arida, 2018).



Gambar 2.4 Perbandingan Kuota Ekspor dan Tangkapan Biawak Air
Sumber: Arida, 2018

Pemanfaatan dan peminatan biawak air yang tinggi di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor: ketersediaan hewan tersebut di alam, kualitas kulit yang baik, dan permintaan pasar. Ketersediaan biawak air di alam dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi, perkembangbiakan yang tinggi, dan bias pengambilan pada hewan jantan (Arida, 2018). Meskipun biawak air tersedia melimpah namun belum ada studi yang mengkonfirmasi pasti jumlah populasi biawak di alam pada tiap daerah persebarannya sehingga pada tahun 1990-an Shine *et al.*, 1996 dan Shine *et al.*, 1998 mengkonfirmasi apabila biawak air terus dimanfaatkan tanpa adanya kuota tangkapan maka akan berakibat pada kepunahan lokal. Di Jawa diperkirakan populasi biawak 4-5 ekor/ha dan akan meningkat pada daerah semi akuatik dengan populasi dan aktivitas manusia yang rendah (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mardiasuti dkk. 2003; Arida, 2018).

Di Pasar Internasional kulit biawak akan diolah lebih lanjut di pabrik oleh pengrajin. Kulit akan diolah menjadi barang mewah seperti tas, ikat pinggang, sepatu, dan dompet, sehingga nantinya produk olahan akan dijual dengan harga tinggi (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Produk kulit biawak asal Indonesia sangat diminati oleh negara Singapura, Jepang, Meksiko, Amerika, dan Italia (Arida, 2018).

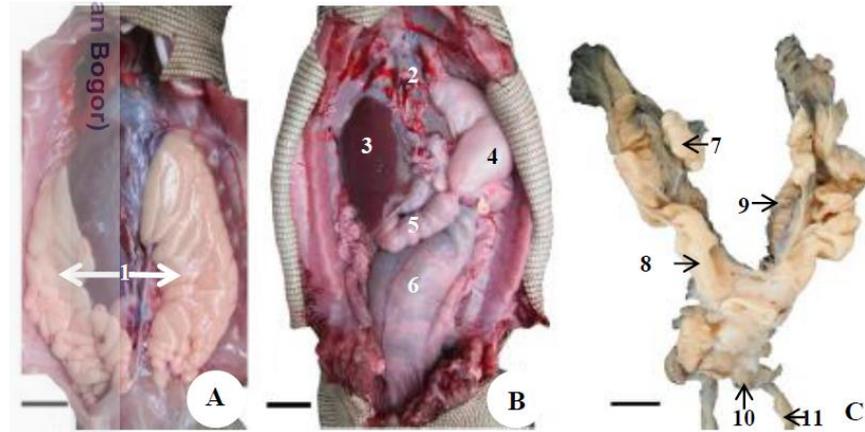


Gambar 2.5. Negara Pengimpor Kulit Biawak Air
Sumber: Mardiasuti dkk. 2003

2.1.2. Reproduksi Biawak Air

Biawak air termasuk hewan yang melakukan reproduksi dengan cara bertelur (ovipar) dengan fertilisasi dilakukan secara internal (Shine *et al.*, 1996; (Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016). Awal waktu perkawinan ditandai dengan adanya hujan deras pertama sebelum masuk musim penghujan. Proses perkawinan dimulai dengan tahapan pra-bercumbu, bercumbu, dan kawin dengan sistem perkawinan poliandri dan poligini (Conta, 2011; Setyawatiningsih, 2016).

Organ reproduksi pada biawak air terletak di dalam rongga perut dan pangkal ekor. Organ reproduksi berada di bawah jaringan otot dan jaringan adipose. Organ reproduksi akan nampak jelas setelah jaringan otot dan adiposa disingkirkan. Posisi, ukuran, dan struktur organ reproduksi nantinya akan berubah tergantung siklus dan kematangan reproduksi yang dialami biawak air (Setyawatiningsih, 2016).

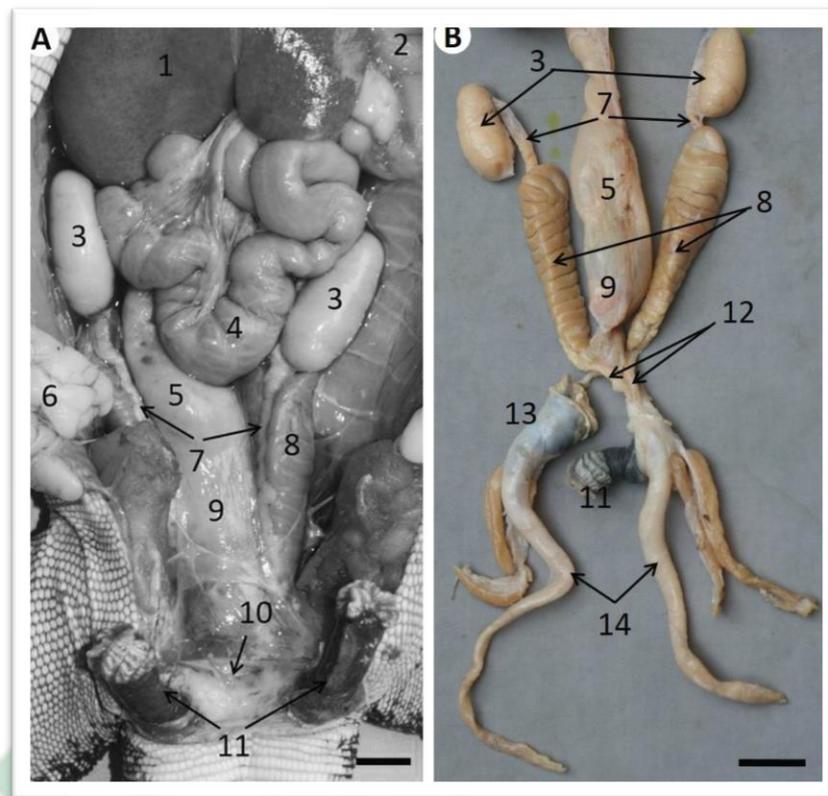


Gambar 2.6. Organ Reproduksi Biawak Air Betina

Keterangan: A. Anatomi organ biawak air betina setelah dibedah, B. Anatomi organ biawak air betina setelah jaringan lemak diangkat, C. Anatomi organ reproduksi biawak air betina., 1. Jaringan lemak, 2. Jantung, 3. Hati, 4. Lambung, 5. Usus halus, 6. Usus besar, 7. Ovarium, 8. Oviduk, 9. Ginjal, 10. Hemiklitoris, 11. Otot

Sumber: Setyawaatiningsih, 2016

Biawak air betina organ reproduksi meliputi organ ovarium dan oviduk yang terletak di rongga perut dan kloaka dan hemiklitoris yang terletak di pangkal ekor (Böhme 1995; Setyawatiningsih, 2016). Telur akan dihasilkan oleh betina setelah dua bulan masa kawin. Telur nantinya akan diletakkan dalam sarang yang dibuat oleh induk betina selama 10-14 hari. Sarang pada biawak air biasanya terletak di bawah tanah, rongga kayu, ataupun bekas sarang hewan lain dengan sistem persarangan tunggal dan komunal (pada periode bersarang selanjutnya individu lain dapat menempati sarang tersebut). Selama satu tahun biawak akan bersarang 2-3 kali dengan jarak tiap kali berpijah adalah 3-4 bulan. Telur biawak air akan menetas setelah memasuki usia 185 sampai 211 hari masa inkubasi (Gaulke, 1992; Hairston dan Burchfield 1992; Setyawartiningsih 2016).



Gambar 2.7. Organ Reproduksi Biawak Air Jantan
 Keterangan: A Gambar organ biawak air jantan di dalam tubuh dan B Organ reproduksi biawak air jantan. 1. Hati, 2. Lambung, 3. Testis, 4. Usus halus, 5. Usus besar, 6. Jaringan lemak, 7. *Epydidimis*, 8. Ginjal, 9. Kantung kemih, 10. Kloaka, 11. Hemi penis saat ereksi, 12. *Ductus deferens*, dan 13. Hemi penis saat ereksi.
 Sumber: Mahfud, 2014

Biawak air jantan organ reproduksi secara umum meliputi testis, saluran reproduksi, dan kelenjar aksesori atau bisa dikatakan tidak jauh berbeda dengan vertebrata secara umum (Eroschenko, 2008; Mahfud dkk, 2016). Organ testis berperan sebagai penghasil sperma dan sekresi hormon. Tepatnya sel primordial yang berperan sebagai penghasil sperma untuk proses spermatogenesis dengan hasil akhir berupa spermatozoa (Kardong, 2008; Mahfud dkk, 2016). Sperma selanjutnya menuju *ductus efferentes* ke *ductus epididymidis* pada organ kantong tersebut sperma ditampung untuk disimpan dan dimatangkan. Saat ejakulasi sperma akan menuju duktus deferens dan ureter, sebelum menuju ureter sperma akan ditambahkan plasma semen yang disekresikan kelenjar aksesoris. Sperma pada biawak air jantan berpindah menuju saluran reproduksi betina melalui alat bantu berupa hemipenis (Bacha dan Bacha, 2000; Mahfud dkk. 2016).

Perbedaan organ reproduksi pada biawak air jantan dengan reptil jenis lain ataupun vertebrata lain terletak pada organ tambahan yang terlihat dari pengamatan mikroskopis yang disebabkan adaptasi pada biawak air (Mahfud dkk. 2016). Perbedaan organ reproduksi nampak melalui pengamatan histologi berupa tidak ditemukannya *rete testes* seperti pada Mamalia. Perbedaan kedua terletak pada kranial dan kaudal epididimis perbedaan akan nampak dari ketebalan lapisan epitel, jumlah duktus, dan diameter lumen duktus. Bagian kranial epididimis lapisan epitel akan nampak lebih tebal, jumlah duktus yang lebih banyak, namun dengan diameter lumen duktus yang lebih kecil sehingga mampu menampung spermatozoa lebih kecil dan sifat sebaliknya pada bagian kaudal epididimis. Perbedaan tersebut karena pengaruh dari fungsi duktus epididimis sebagai penampung dan pematangan sperma. Bagian kaudal menampung lebih banyak sperma karena berbatasan dengan duktus deferens yang kemudian di salurkan menuju organ reproduksi betina (Wahyuni dkk. 2012; Mahfud dkk. 2016).

Pengkajian mengenai kegiatan reproduksi biawak air (*Varanus salvator*) dapat dilakukan dengan melihat pola reproduksi baik jantan ataupun betina. Pola reproduksi akan menentukan strategi reproduksi yang dilakukan oleh *V. salvator* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2015; Setyawatiningsih, 2016). Strategi reproduksi biawak air betina ditentukan melalui pengamatan seperti struktur organisasi ovari dan folikel yang dihasilkan, ukuran saat mencapai dewasa, frekuensi bersarang, dan jumlah telur dalam sarang (Zug *et al.*, 1979; Fitzgerald *et al.*, 1993; Ramírez-Bautista *et al.* 2015; Setyawatiningsih, 2016).

Meskipun strategi reproduksi ditentukan berdasarkan individu jantan dan betina, namun kebanyakan penelitian mengenai strategi reproduksi hanya dilihat dari individu betina. Penentuan strategi reproduksi yang dilakukan hanya dengan melihat individu betina karena pada betina mempunyai keragaman reproduksi yang lebih tinggi dibandingkan jantan (2-4 kali). Keragaman tersebut dikonfirmasi tidak hanya terjadi pada reptil tapi juga pada organisme lain (Invertebrata, Pisces, Amfibi, Aves, dan Mamalia) (Hayward dan Gillooly, 2011; Setyawatiningsih, 2016).

Biawak air (*V. salvator*) mempunyai variasi yang tinggi pada strategi reproduksinya (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Variasi strategi reproduksi umum terjadi pada spesies reptil dengan persebaran yang luas (Inger dan Greenberg 1966; Setyawatiningsih, 2016). Persebaran *V. salvator* kompleks yang luas mengakibatkan perbedaan adaptasi terhadap ragam biotik dan klimatik lokal, hal tersebut juga nampak pada spesies lain seperti *Varanus indicus* kompleks dan *Sceloporus variabilis* (Zug *et al.*, 1979; Ramírez-Bautista 2016; Setyawatiningsih, 2016).

Variasi reproduksi pada *Varanus salvator* kompleks pada beberapa parameter yang telah teridentifikasi. Variasi tersebut baik dari spesimen tangkapan di alam ataupun penangkaran. Variasi biasanya nampak paling besar pada biawak betina karena proses dan organ reproduksi yang lebih kompleks (James and Shine, 1985; Andrews dan Gaulke 1990; Shine *et al.*, 1996; Shine 1998; Setyawatiningsih, 2016).

2.1.3. Perlindungan Biawak Air

Perlindungan mengenai satwa biasanya mencakup hukum nasional berupa undang-undang dan hukum internasional berupa peraturan perdagangan dan konservasi. Setiap ruang lingkup perlindungan terdapat lembaga yang menaungi. Sedangkan untuk hukum internasional diatur oleh lembaga yang bersifat independen yang mengatur semua negara yang menjadi anggotanya (Madiastuti dkk. 2003).

Di Indonesia pemerintah berhak mengatur pemanfaatan satwa melalui berbagai jenis peraturan. Biawak air (*V. salvator*) banyak dimanfaatkan di Indonesia karena hewan ini belum dilindungi (Setyawatiningsih, 2016). Hewan ini tidak tercantum dalam undang-undang sebagai hewan yang dilindungi dalam PP No. 7/1999 dan PERMEN yang dikeluarkan KLHK No. 92 Tahun 2018 (PP No. 7 Tahun 1999; Arida, 2014; PERMEN KLHK No. 92 Tahun 2018).

Karena pemanfaatan biawak air sebagai komoditas ekspor maka terdapat hukum internasional yang mengatur mengenai perdagangan hewan ini. Lembaga yang berwenang mengatur perdangan hewan ini adalah *Convention on International Trade in Endangered Spesies of Wild Fauna and*

Flora (CITES). Sistem perlindungan perdagangan internasional yang dikelola oleh CITES mengelompokkan hewan ini ke dalam kategori APENDIX II CITES artinya *Varanus salvator* dapat dimanfaatkan secara komersial dengan kuota telah ditentukan (Arida 2014; Setyawatiningsih, 2016; CITES, 2019).

Indonesia menjadi bagian CITES sejak tahun 1978. Kuota ekspor biawak air tiap tahun berisar 418.000-471.200 dan menurun tiap tahunnya. Kuota tersebut mencakup biawak air dalam keadaan hidup ataupun produk olahan turunannya. Kuota yang menurun berbanding terbalik dengan keanekaragamannya di mana sejak tahun 1990 reptil yang diekspor sangat bervariasi (Mardiastuti dan Soeharto, 2003; Arida, 2018). CITES Indonesia berada di bawah wewenang Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam (PHKA) dan Departemen Kehutanan sebagai Management Authority bersama LIPI sebagai Lembaga Scientific Authority (Mardiastuti dkk. 2003; CITES, 2019).

Lembaga Konservasi Alam Internasional (*International Union Conservation Nature/ IUCN*) mengelompokkan hewan ini dalam golongan beresiko rendah atau *least concern* (LC). Penentuan ini didasarkan pada aspek beberapa aspek seperti kemampuan bereproduksi, persebaran, pemanfaatan, konflik dan lain sebagainya (Bennett *et al.*, 2010; Arida, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

2.2. Integrasi Keislaman

Al-Quran telah menjelaskan secara tersirat mengenai konsep pemanfaatan dan perburuan biawak air. Terdapat berbagai ayat yang menjelaskan mengenai hal tersebut yaitu:

2.2.1. Larangan Berbuat Kerusakan di Muka Bumi

Perintah Allah SWT mengenai larangan berbuat kerusakan dimuka bumi tercantum dalam QS. Al-A'raf/7: 56 dan 85.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَدَعُوهُ حَوْفًا وَطَمَعًا ۗ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ (٥٦)

Artinya: “56. dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.”

وَالَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُدْخِلَنَّهُمْ فِي الصَّالِحِينَ
 وَمِن رَّبِّكُمْ فَآوُوا إِلَيْهِ وَالْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ
 بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨٥﴾

Artinya: “85. dan (kami telah mengutus) kepada penduduk Mad-yan [552] saudara mereka, Syu'aib. ia berkata: "Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada Tuhan bagimu selain-Nya. Sesungguhnya telah datang kepadamu bukti yang nyata dari Tuhanmu. Maka sempurnakanlah takaran dan timbangan dan janganlah kamu kurangkan bagi manusia barang-barang takaran dan timbangannya, dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya. yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman".

Kedua ayat tersebut telah menjelaskan mengenai larangan bagi manusia untuk berbuat kerusakan. Dijelaskan lebih rinci melalui beberapa tafsir yakni al- Ashfahani yang menerangkan bahwa dalam kedua ayat tersebut mengandung kata *al-fasad* yang bermakna keluarnya sesuatu dari batas keseimbangan (baik sedikit ataupun banyak) (Nafisah, 2018). Sementara Muhammad al-Tahir Ibn Asyur berpendapat kata *al-fasad* kebanyakan ditafsirkan sebagai kata yang bersifat teologis (non fisik) seperti menyekutukan Allah SWT, beliau berpendapat bahwa kenapa jika kata tersebut selau bermakna teologis dan selalu diikuti kata bumi, sehingga beliau berpendapat kata *al-fasad* dapat diartikan sebagai kerusakan yang bersifat fisik. Muhammad al-Tahir Ibn Asyur juga memaknai bahwa setiap manusia yang berbuat kerusakan di permukaan bumi sama halnya dengan berbuat kerusakan di seluruh permukaan bumi. Pendapat dari Muhammad al-Tahir Ibn Asyur diperkuat oleh Muhammad Fakhr al-Din al-Razi di mana kata berbuat kerusakan mempunyai sifat yang umum meliputi semua hal yang bersifat mudharat (Nafisah, 2018).

Surah lain yang menjelaskan mengenai larangan berbuat kerusakan adalah QS. Al-Maidah/5: 32

مِنْ أَجْلِ ذَلِكَ كَتَبْنَا عَلَى بَنِي إِسْرَائِيلَ أَنَّهُ مَنْ قَتَلَ نَفْسًا بِغَيْرِ نَفْسٍ أَوْ فَسَادٍ فِي الْأَرْضِ فَكَأَنَّمَا قَتَلَ النَّاسَ جَمِيعًا ۖ وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا ۗ وَلَقَدْ جَاءَتْهُمْ رُسُلُنَا بِآيَاتِنَا ثُمَّ إِنَّ كَثِيرًا مِنْهُمْ بَعَدَ ذَلِكَ فِي الْأَرْضِ لَمُسْرِفُونَ ﴿٣٢﴾

Artinya: “32. oleh karena itu Kami tetapkan (suatu hukum) bagi Bani Israil, bahwa: Barangsiapa yang membunuh seorang manusia, bukan karena orang itu (membunuh) orang lain, atau bukan karena membuat kerusakan dimuka bumi, Maka seakan-akan Dia telah membunuh manusia seluruhnya. dan Barangsiapa yang memelihara kehidupan seorang manusia, Maka seolah-olah Dia telah memelihara kehidupan manusia semuanya. dan Sesungguhnya telah datang kepada mereka Rasul-rasul Kami dengan (membawa) keterangan-keterangan yang jelas, kemudian banyak diantara mereka sesudah itu sungguh-sungguh melampaui batas dalam berbuat kerusakan dimuka bumi.”

Ayat tersebut dijelaskan oleh Tim Kemenag apabila manusia berbuat mudharat di muka bumi sama halnya dia melakukan pembunuhan terhadap manusia secara keseluruhan. Perbuatan mudharat tersebut meliputi segala bentuk kerusakan. Konsep tersebut diambil dikarenakan setiap kerusakan pasti berakibat terhadap makhluk lain sehingga apabila berbuat kerusakan terhadap suatu makhluk maka makhluk lain akan menerima dampaknya secara langsung ataupun tidak (TIM KEMENAG, 2013; Nafisah 2018).

Wahab Zuhaili dan Ibn Qayyim al-Jauziyah menyatakan adanya hubungan antar tiap makhluk hidup mengakibatkan hal yang bersifat mudharat ataupun perbuatan *al-fasad* akan berakibat fatal saat dilakukan. Dalam islam kedua hal tersebut akan lebih baik dilakukan pencegahan sebelum tindakan tersebut telah dilakukan (Nafisah, 2018).

2.2.2 Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Bijak

Diketahui dalam pemenuhan kebutuhannya manusia sangat bergantung pada sumber daya yang tersedia di alam. Dalam Al-Quran ayat yang menjelaskan mengenai pemanfaatan sumber daya alam terdapat pada QS. Al-Hajj:65 dan QS. al-Rahman: 10.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ وَالْفُلُوكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَيُمْسِكُ
السَّمَاءَ أَنْ تَقَعَ عَلَى الْأَرْضِ إِلَّا بِإِذْنِهِ إِنَّ اللَّهَ بِالنَّاسِ لَرَءُوفٌ رَحِيمٌ ﴿٦٥﴾

Artinya: “65. Apakah kamu tiada melihat bahwasanya Allah menundukkan bagimu apa yang ada di bumi dan bahtera yang berlayar di lautan dengan perintah-Nya. dan Dia menahan (benda-benda) langit jatuh ke bumi, melainkan dengan izin-Nya? Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kepada manusia.”

QS. Al-Hajj: 65 ditafsirkan oleh M. Quraish Shihab bahwasannya manusia mempunyai kemampuan untuk memanfaatkan sesuatu di muka bumi untuk melangsungkan hidupnya karena kemampuan manusia untuk menundukkan sesuatu. Pemanfaatan tersebut meliputi faktor biotik ataupun abiotik. Sementara konsep pemanfaatan sumber daya alam dilakukan secara bijak agar tiap generasi masih dapat memanfaatkan sumber daya tersebut (Shihab, 2002).

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ ﴿١٠﴾

Artinya: “10. dan Allah telah meratakan bumi untuk makhluk(Nya).”

QS. al-Rahman: 10 oleh Abu Abdillah Muhammad bin Ahmad bin Abi Bakr al-Qurthubi ditafsirkan kata *al-anam* dimaknai sebagai manusia. Dijelaskan lebih rinci bahwa Allah SWT memberi wewenang manusia untuk memanfaatkan sumber daya alam yang ada di bumi, namun dengan tingkat kewajaran dikarenakan pemilik semua itu adalah Allah SWT (Nafisah, 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat deskriptif kuantitatif dengan tujuan mengetahui strategi reproduksi biawak air asal Jawa Timur. Strategi reproduksi yang diamati berupa anatomi organ reproduksi, ukuran saat mencapai kedewasaan, dan keaktifan organ reproduksi. Pada biawak air betina dilanjutkan pengamatan *clutch size*, *clutch number*, dan ukuran telur.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jawa Timur dengan mencuplik tiga kabupaten yaitu Sidoarjo, Jombang, dan Lamongan. Waktu pengambilan data dimulai dari Bulan Desember 2019 hingga Februari 2020, pada tiap bulan dan lokasi dilakukan pengambilan sampel dan data pada tiap lokasi.

Tabel 3.1 Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2019)					Bulan (Tahun 2020)						Bulan (Tahun 2022)						
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	11	12	1	2	3	4	5
	Persiapan																		
2	Pembuatan proposal skripsi																		
3	Seminar proposal																		
4	Pengamatan di laboratorium dan lapangan																		
5	Analisis data																		
6	Pembuatan draft skripsi																		
7	Seminar hasil penelitian																		

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa alat bedah, penggaris, jangka sorong, pita meter, label, alat dokumentasi, buku lapangan, alat tulis, dan buku indentifikasi *V. salvator* komplek Koch *et al.*, 2013.

3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa tujuh sampel biawak air yang didapat dari pengepul hasil tangkapan alam pada tiap bulan dari tiap lokasi. Sampel biawak air diambil baik dalam kondisi hidup ataupun mati dengan kondisi ekor yang tidak terpotong.

3.4. Prosedur Penelitian

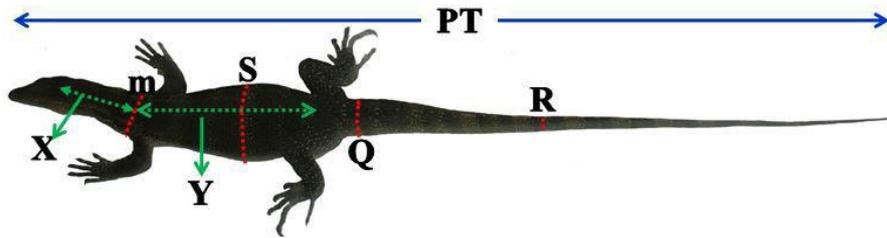
Penelitian ini terbagi kedalam beberapa tahapan yaitu, pengkoleksian dan pemilihan sampel, identifikasi, labeling, pembedahan, pengamatan organ reproduksi, penentuan jenis kelamin, usia, dan identifikasi strategi reproduksi.

3.4.1. Pengkoleksian Sampel

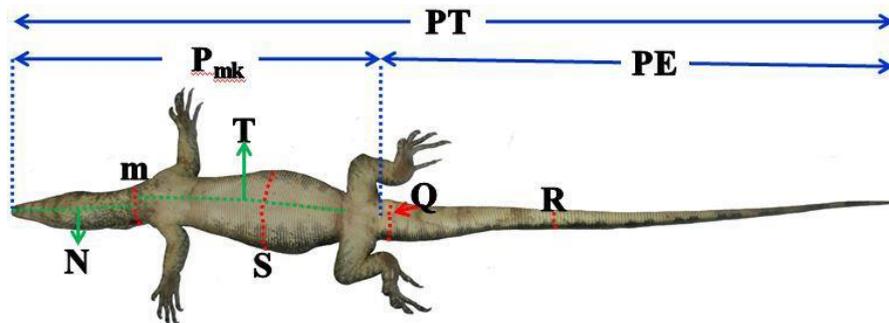
Penelitian ini dimulai dengan pengkoleksian dan pemilihan sampel. Sampel yang diambil merupakan biawak air (*V. s. bivittatus*) hasil tangkapan alam yang didapat dari pengepul. Biawak air yang diambil dalam kondisi hidup ataupun mati. Biawak air yang telah mati dipilih dalam kondisi yang baik (ditandai badan yang tidak mengembung dan tidak berbau busuk). Biawak air yang dipilih juga tidak dalam keadaan cacat (ekor tidak terpotong).

3.4.2. Identifikasi dan Labeling

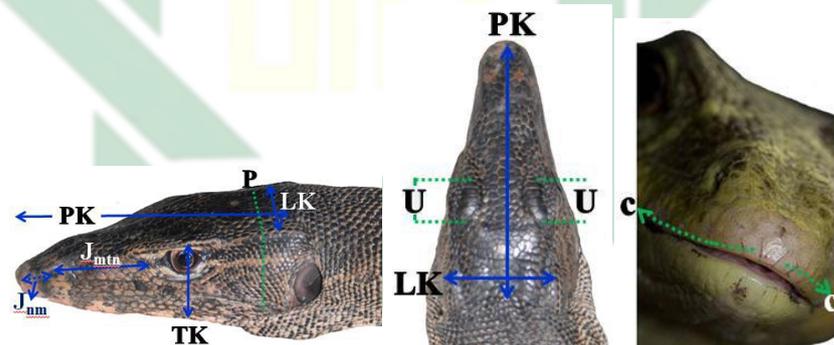
Identifikasi biawak air menggunakan perpaduan karakter morfologi berupa karakter morfometrik (ukuran tubuh), meristik (hitungan sisik), dan pola warna yang dijelaskan oleh Koch *et al.*, 2007 dan diterjemahkan oleh Setyawatiningsih, 2016. Karakter morfologi dapat di lihat pada gambar 3.1 - gambar 3.3 dan penjelasan tiap karakter dijelaskan pada lampiran 2. Data karakter morfologi yang didapat dimasukkan dalam kunci identifikasi yang dikeluarkan oleh Koch *et al.*, 2007 dan Koch *et al.*, 2013.



Gambar 3.1. Karakter Pecandra Biawak Tampak Dorsal
Sumber: Setyawatiningsih, 2016



Gambar 3.2. Karakter Pecandra Biawak Tampak Ventral
Sumber: Setyawatiningsih, 2016



Gambar 3.3. Karakter Pecandra Biawak Bagian Kepala
Sumber: Setyawatiningsih, 2016

Pengamatan morfologi digunakan untuk memastikan sampel yang di bedah merupakan biawak air (*Varanus salvator bivittatus*). Pengamatan morfologi juga digunakan dalam penentuan sementara jenis kelamin dan usia biawak air.

Labeling pada sampel biawak air menggunakan dua suku kata. Kata pertama mengartikan wilayah tangkapan dan kata kedua mengartikan nomor spesimen dari tiap wilayah. Wilayah Sidoarjo disingkat SDA, Jombang JBM, dan Lamongan LMN.

3.4.3. Pembedahan

Sampel yang dipastikan merupakan spesies *V. s. bivittatus* dan telah diamati morfologinya dilanjutkan dengan proses pembedahan. Oleh pengepul biawak dibunuh dengan cara memotong saluran darah dan makan pada bagian leher. Biawak air yang telah dibunuh kemudian dibedah pada bagian ventral. Pembedahan dilakukan dari bagian kloaka hingga bagian dada diantara kedua ekstremitas atas dengan memotong beberapa tulang dada hingga jantung terlihat. Pembedahan dilanjutkan dengan mengambil jaringan lemak dan ikat yang ada di perut biawak air hingga organ reproduksi nampak jelas.

3.4.4. Pengamatan Anatomi Organ Reproduksi

Biawak air (*V. salvator*) yang diamati anatomi organ reproduksinya dilakukan menggunakan beberapa parameter. Pengamatan anatomi organ reproduksi biawak air (*V. salvator*) jantan dan betina mempunyai parameter yang berbeda, parameter yang diamati sebagai berikut:

a. Biawak Air (*V. salvator*) Betina

Pengamatan anatomi organ reproduksi biawak air (*V. salvator*) betina berdasarkan kenampakan organ reproduksi dan posisinya terhadap organ lain, kondisi oviduk, kondisi folikel ovarium, serta ada tidaknya telur. Pembagian kondisi oviduk dilakukan berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh Fitzgerald *et al* (1993) dan di konfirmasi oleh Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; dan Styawatiningsih, 2016, dengan memberi skor tiap kondisi oviduk sesuai tabel 3.2. Pengamatan organ reproduksi yang dilakukan di dalam tubuh berupa kondisi oviduk dan ukuran folikel dan adanya telur, ukuran folikel diukur menggunakan jangka sorong. Pembagian ukuran folikel berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zug *et al* (1979) yang di konfirmasi oleh Shine *et al.*, 1996; Shine *et al* 1998; Setyawatiningsih, 2016 (dapat dilihat pada tabel 3.3).

Tabel 3.2 Kondisi Oviduk

No	Skor	Kondisi Oviduk
	I	
1		<i>Smooth</i> (oviduk polos)
2	II	<i>Striated</i> (oviduk lurik melintang)
3	III	<i>Convoluted</i> (oviduk kelok)

Sumber: Fitzgerald *et al.* 1993

Tabel 3.3 Pengelompokan Ukuran Folikel Ovari

No	Skor	Ukuran	Keterangan
1	I	≤ 1.00 mm	Folikel yang belum berkembang
2	II	1.01-3.00 mm	Folikel pada awal perkembangan
3	III	3.01-8.00 mm	Hidrasi dan vitellogenesis awal
4	IV	8.01-23.91 mm	Aktif vitellogenesis
5	V	23.92-26.57 mm	Folikel matang dan segera akan diovulasikan
6	VI	≥ 26.57 mm	<i>oviductal eggs</i> , yaitu adanya telur di dalam oviduk

Sumber: Zug *et al.*, 1979

b. Biawak Air (*V. salvator*) Jantan

Tabel 3.4 Pengelompokan Testis dan Epididimis

No	Skor	Keterangan
1	I	Testis berukuran kecil dan epididimis yang pipih
2	II	Testis berukuran besar dan epididimis yang pipih
3	III	Testis berukuran besar dan epididimis yang mengembang dan bewarna putih

Sumber: James and Shine, 1985

Biawak jantan diamati melalui karakter yang dilakukan oleh James and Shine, 1985 yang dikonfirmasi Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998 (dapat dilihat pada tabel 3.4). Berbeda dengan biawak air betina pada biawak air jantan tidak ada standar ukuran pada tiap karakter reproduksi. Sehingga dipilih sampel (SDA 05, SVL =39,5 cm) sebagai individu standar.

3.4.5. Penentuan Jenis Kelamin

Tabel 3.5 Dimorfisme pada Jantan dan Betina

No	Karakter pembeda	Jantan	Betina
1	Pangkal ekor	Pangkal ekor yang lebih bulat dan menggembung	Ekor yang lebih pipih
2	Ukuran tubuh	Ukuran tubuh yang lebih besar pada usia yang sama dan perbandingan SVL dan TAL yang lebih besar	Ukuran tubuh yang lebih kecil padausia yang sama dan perbandingan SVL dan TAL yang lebih kecil
3	Organ reproduksi	Adanya organ reproduksi jantan seperti testis	Adanya organ reproduksi betina seperti ovari

Sumber: Shine et al., 1996; Shine et al., 1998

Penentuan jenis kelamin diketahui melalui dimorfisme morfologi pada biawak air (*V. salvator*), namun hanya berlaku pada usia subadult dan adult. Dimorfisme paling jelas akan nampak pada organ reproduksi yang dapat teramati pada tiap tingkatan usia. Dimorfisme dapat diamati pada tabel (tabel 3.5). Jenis kelamin biawak air kemudian dipastikan melalui anatomi organ reproduksinya

3.4.6. Penentuan Usia

Penentuan Usia juga dilakukan menggunakan karakter morfologi berupa Panjang tubuh (SVL) dan Panjang total (TaL) sebagai asumsi awal kemudian dipastikan melalui anatomi organ reproduksi. Dimorfisme morfologi pada tiap tingkatan usia dapat dilihat di tabel (tabel 3.6).

Penentuan usia pada biawak air betina dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 3.3, serta gambar 3.4. Berbeda dengan biawak betina, pada biawak air jantan tidak ukuran organ reproduksi pada tiap tingkatan usia. Pada biawak air jantan biawak dewasa ditandai dengan testis yang berukuran besar dan epididymis yang berwarna putih dan menggembung. Karena hal tersebut biawak air jantan dianggap dewasa apabila ukuran testis melebihi individu standar (LMN 06).

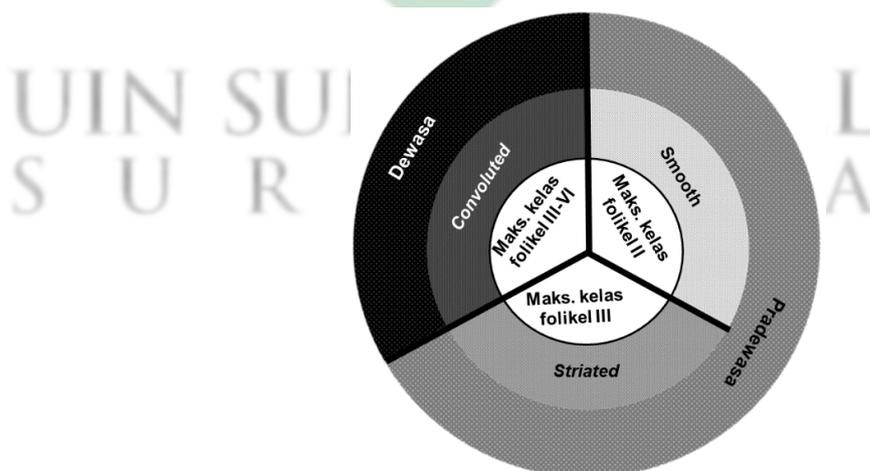
Tabel 3.6. Dimorfisme Morfologi pada Tingkatan Usia

No	Usia	Jantan		Betina	
		Pmk (cm)	Ptotal (cm)	Pmk (cm)	Ptotal (cm)
1	Pradewasa	≥ 40	≥ 100	≥ 47	≥ 120
	Peralihan (tumpang-tindih)	$\pm 40 - 44$	± 100	$\pm 47 - 57$	± 120
3	Dewasa	≤ 44	≤ 100	≤ 57	≤ 120

Sumber: Shine et al., 1996; Shine et al., 1998

3.4.7. Penentuan Keaktifan Organ Reproduksi

Keaktifan organ reproduksi pada biawak air ditentukan berdasarkan anatomi organ reproduksinya. Penentuan keaktifan organ reproduksi dilakukan pada biawak air dewasa baik jantan ataupun betina. Betina dewasa dikategorikan aktif bereproduksi apabila dijumpai adanya folikel vitellogenik atau adanya telur (Filikel kelas IV-VI) dan oviduk dalam *convoluted* (oviduk kelok). Jantan dikategorikan aktif bereproduksi apabila testis berukuran besar dan epididimis putih berwarna dan menggelembung.



Gambar 3.4. Pembagian Usia Berdasarkan Karakter Organ Reproduksi
Sumber: Setyawatiningsih, 2016

Tabel 3.8 Status Organ Reproduksi

No	Status Organ Reproduksi	Karakter	
		Jantan	Betina
1	Tidak aktif	Testis berukuran besar dan <i>epididimis</i> yang pipih	Oviduk dalam keadaan <i>convoluted</i> (oviduk kelok) dan ukuran folikel ≤ 8 mm (folikel kelompok III)
2	Aktif	Testis berukuran besar dan epididimis yang menggelembung dan berwarna putih	Oviduk dalam keadaan <i>convoluted</i> (oviduk kelok) dan adanya folikel vitelloginik atau telur (folikel kelompok IV-VI)

Sumber: Jams and Shine, 1985; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998 Setyawatiningsih, 2016

3.4.8. *Clutch Size*, *Clutch Number*, dan Ukuran Telur

Pada biawak air betina pengamatan strategi reproduksi ditambah dengan parameter lain. Parameter tersebut berupa *clutch size*, *clutch number*, dan ukuran telur (panjang dan lebar). *Clutch size* ditentukan berdasarkan *oviductal egg* (jumlah telur) dan ukuran telur dihitung dengan mengukur diameter dan panjang telur dengan jangka sorong. Kedua parameter tersebut diukur pada betina dewasa *oviductal eggs* (adanya telur di dalam oviduk) atau folikel kelas VI. Sedangkan *clutch number* dalam setahun diperkirakan berdasarkan kelompok folikel pada individu dewasa praovulasi.

3.5. Analisis Data

Data yang didapat ditabulasi ke dalam tabel Microsoft Excel dan diolah dalam bentuk grafik. Data yang didapat digunakan dalam penentuan dimorfisme morfologi

biawak air saat mencapai dewasa, keaktifan reproduksi biawak air dan penentuan *clutch size*, *clutch number*, dan ukuran telur pada biawak air betina.



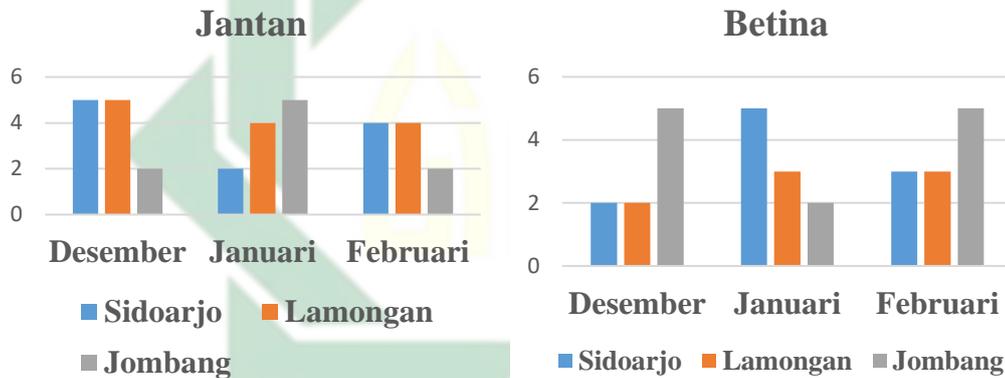
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

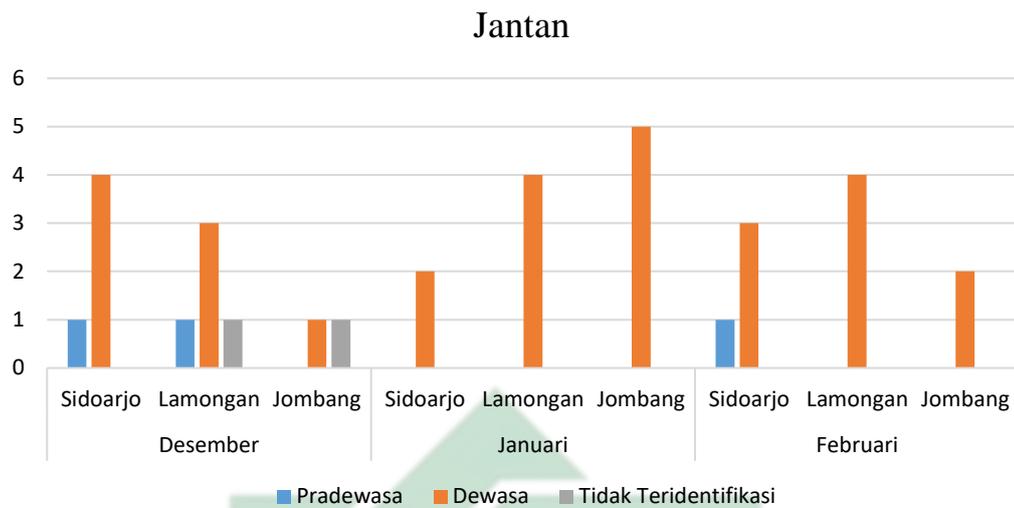
4.1. Komposisi Sampel Biawak Air Hasil Tangkapan

Komposisi sampel biawak air (*Varanus salvator*) yang berhasil didapat berjumlah 63 individu. Semua individu tersebut disampling secara merata, di mana tiap bulan tujuh individu berhasil dikoleksi dari tiap lokasi. Komposisi sampel biawak air yang dikoleksi dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai gambar 4.3. Gambar tersebut menjelaskan komposisi tangkapan baik dari segi jenis kelamin ataupun usia.

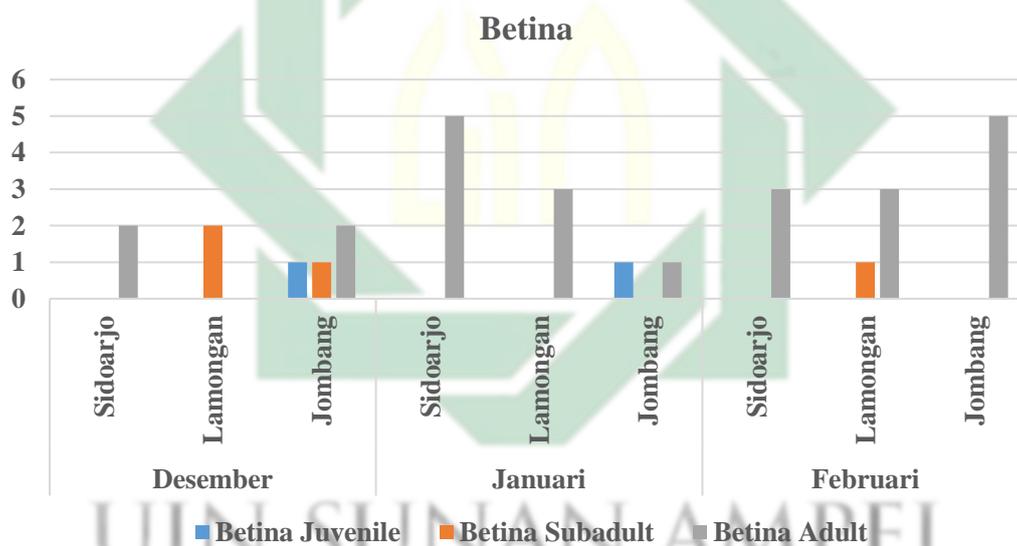


Gambar 4.1. Komposisi Tangkapan Biawak Air Berdasarkan Jenis Kelamin
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan jenis kelamin (gambar 4.1) biawak air jantan dikoleksi sebanyak 33 individu dan betina sebanyak 30 individu. Komposisi sampel biawak jantan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan betina dipengaruhi oleh motilitas biawak air jantan yang lebih tinggi dibandingkan betina. Metode penangkapan juga berpengaruh pada komposisi tangkapan yang didapat. Sementara biawak air pada usia pradewasa diketahui lebih aktif dibandingkan biawak dewasa. Dikarenakan pengkoleksian sampel pada pengepul bertujuan untuk dimanfaatkan kulit dan daging sehingga biawak berukuran besar mendominasi sampel (gambar 4.2 dan gambar 4.3) (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).



Gambar 4.2. Komposisi Tangkapan Biawak Air Jantan Berdasarkan Usia
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.3. Komposisi Tangkapan Biawak Air Betina Berdasarkan Usia
Sumber: Dokumen Pribadi

Biawak air berukuran besar (mendekati ukuran maksimal) asal Jawa Timur turut dikuliti oleh pengepul. Pola pemanfaatan tersebut berbeda dengan wilayah Sumatera pada beberapa periode penelitian yang dilakukan peneliti lain, di mana biawak berukuran besar dilepaskan kembali ke alam (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Biawak air berukuran besar tetap dikuliti dikarenakan pemanfaatan utamanya adalah daging bukan kulit. Meskipun biawak berukuran besar juga dikuliti, menurut pengepul biawak air dengan ukuran besar kurang diminati. Biawak air berukuran besar kurang diminati karena kulit yang keras dan penuh luka

sehingga tidak bisa dimanfaatkan. Daging biawak air yang berukuran besar juga membutuhkan proses pengolahan lebih lama dikarenakan tekstur daging yang keras. Komposisi tangkapan dan data lapangan secara rinci dapat dilihat pada lampiran 3 – lampiran 5.

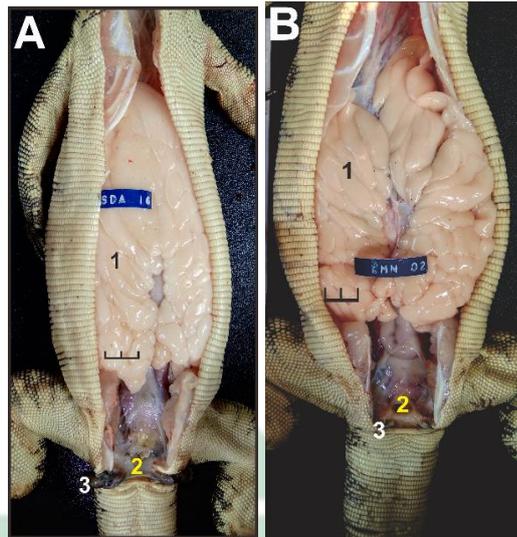
Sampel biawak air asal Jawa Timur baik biawak air jantan ataupun betina didominasi oleh biawak air berusia dewasa. Hal tersebut terjadi karena biawak air betina diperkirakan matang pada usia yang lebih kecil. Sehingga membuat komposisi biawak air betina didominasi oleh biawak air berusia dewasa.

Berbeda dengan pengamatan biawak asal Sumatera di mana sampel biawak didominasi oleh biawak air jantan dengan usia dewasa dan biawak air betina setengahnya adalah pradewasa (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Sementara dimorfisme ukuran saat mencapai kedewasaan akan dibahas lebih rinci pada subbab tersendiri.

4.2. Anatomi dan Kondisi Organ Reproduksi

Secara anatomi biawak air jantan dan betina mempunyai struktur yang hampir sama sebelum jaringan lemak diangkat. Perbedaannya terletak pada struktur dan susunan organ organ reproduksinya. Jaringan lemak pada biawak air nampak lebar dan tebal dengan ketebalan yang bervariasi, baik pada jantan ataupun betina, pada tiap tingkatan usia, dan pada keaktifan organ reproduksi (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

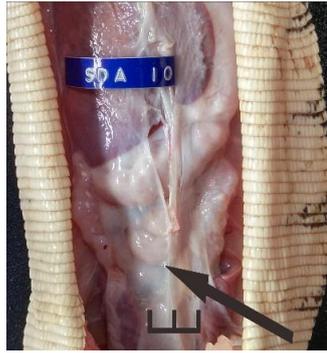
Penelitian yang dilakukan pada biawak air asal Jawa Timur tidak membahas mengenai adanya dimorfisme massa lemak diberbagai kondisi pada biawak air. Penelitian yang dilakukan Shine *et al.*, 1996 dan Shine *et al.*, 1998 mengkonfirmasi tidak adanya perbedaan secara signifikan antara proporsi massa lemak dengan ukuran tubuh (panjang ataupun massa tubuh) pada biawak air jantan dan betina atau pada aktivitas reproduksi betina (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).



Gambar 4.4. Struktur Anatomi Biawak Sebelum Jaringan Lemak Diangkat
Keterangan: (A) Jantan dan (B) Betina., (1) Jaringan Lemak, (2) Kloaka, (3A) Hemipenis, dan (3B) Hemiklitoris. Skala bar 2 cm.
Sumber: Dokumen Pribadi.

Jaringan lemak (gambar 4.4) nampak lebar dan tebal dan hampir menutupi seluruh organ pada rongga tubuh dengan ketebalan yang bervariasi. Jaringan lemak berfungsi sebagai pelindung organ di bawahnya. Jaringan tersebut merupakan akumulasi dari makanan yang dikonsumsi biawak air. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan jaringan lemak pada sampel biawak air nampak tebal dan lebar. Faktor pertama sampel biawak air ditangkap pada musim hujan di mana makanan tersedia cukup melimpah. Wilayah tangkapan merupakan daerah dengan sumber makanan yang melimpah sehingga biawak air dapat dengan mudah memperoleh ikan, burung, dan jenis makanan (Böhme 1995; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Setelah jaringan lemak diambil nampak jaringan ikat yang berbentuk menyerupai selaput transparan berwarna putih pucat. Jaringan ikat nampak membungkus organ biawak air pada rongga tubuh. Jaringan ini mempunyai fungsi sebagai pelindung dan menjaga posisi organ vital yang berada di rongga tubuh (Setyawatiningsih, 2016).



Gambar 4.5. Jaringan Ikat
Keterangan: Sakala bar: 2 cm
Sumber: Dokumen Pribadi

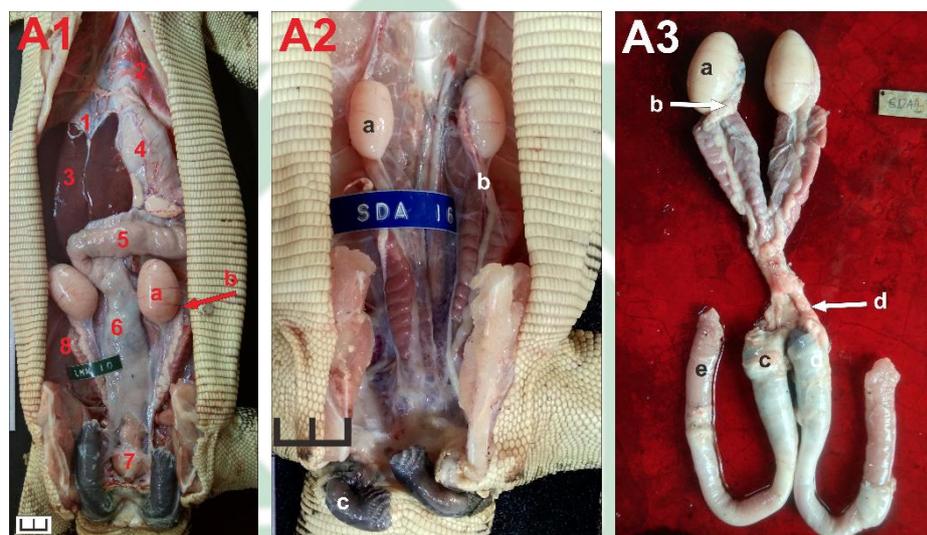
Setelah jaringan lemak dan jaringan ikat diambil nampak organ yang menyusun anatomi biawak air (*situs viscerum*). Secara umum anatomi biawak tidak jauh berbeda dengan reptil jenis lain. Secara berurutan organ pada rongga tubuh nampak ventral yaitu (1) jantung, (2) paru-paru, (3) hati, (4) lambung, (5) usus halus, (6) usus besar, (7) kloaka, dan (8) ginjal (Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016). Anatomi biawak air jantan dapat dilihat pada gambar 4.6 dan betina pada gambar 4.7.

4.2.1. Anatomi Sistem Reproduksi Biawak Air Jantan dan Betina

Anatomi sistem reproduksi pada biawak air jantan dan betina terletak pada rongga tubuh dan pangkal ekor. Organ reproduksi baik jantan dan betina berjumlah sepasang yang nantinya menyatu pada bagian kloaka dengan posisi organ bagian kanan yang lebih anterior. Organ reproduksi biawak air jantan pada rongga tubuh meliputi, (a) testis, (b) *ductus epididymis*, dan (d) *ductus deferens*. Sementara pada bagian pangkal ekor pada biawak air jantan, organ reproduksi dilindungi jaringan otot. Organ reproduksi biawak air jantan pada pangkal ekor tersusun atas (c) hemipenis, dan (d) otot retraktor pada setiap hemipenis (gambar 4.6A1, 4.6A2, dan 4.6A3) (Mahfud, 2014; Mahfud *et al.*, 2014; Mahfud dkk. 2015).

Organ testis pada biawak air jantan berjumlah sepasang, terletak menggantung pada dorsal celeom (kranial ginjal) yang diikat oleh *mesorchium* (Callard *et al.*, 1978; Mahfud, 2014; Mahfud *et al.*, 2014; Mahfud dkk. 2015). Testis berbentuk bulat lonjong (oval) dan nampak bewarna putih pucat yang dibungkus oleh jaringan menyerupai selaput yang

terdiri atas jaringan ikat yang terdiri dari *tunica vaginalis* dan *tunica albuginea* (Cabaral *et al.*, 2011; Mahfud, 2014). Testis merupakan organ yang berperan dalam proses spermatogenesis. Hal tersebut membuat testis dapat berubah warna sesuai periode reproduksinya mulai dari warna putih pucat, keabu-abuan, hingga kekuningan (Pardes *et al.*, 2013; Mahfud, 2014). Testis pada biawak air berfungsi sama dengan testis pada hewan umumnya, yaitu berperan sebagai tempat memproduksi sperma dan hormon androgen khususnya testosteron (Kardong, 2008; Mahfud, 2014).



Gambar 4.6. Perbandingan Anatomi Biawak Air Jantan

Keterangan: A1. Anatomi biawak air jantan, A2. Anatomi sistem reproduksi jantan di dalam rongga tubuh, dan A3. Anatomi sistem reproduksi jantan di luar tubuh., 1. Jantung, 2. Paru-Paru, 3. Hati, 4. Labung, 5. Usus halus, 6. Usus Besar, 7. Kloaka 8. Ginjal., a. Testis, b. Epididymis, c. Hemipenis, d. Ductus deferens, e. Otot retraktor., Skala bar: 2 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Setelah testis organ reproduksi biawak air akan dilanjutkan oleh saluran berkelok-kelok yang membawa sperma keluar tubuh menuju kaudal. Tiap testis mempunyai salurannya masing-masing. Saluran tersebut nantinya akan terbagi menjadi bagian-bagian dengan fungsinya masing-masing. Saluran pertama yang berbatasan dengan testis adalah *ductus epididymis*. Saluran ini tersusun atas jaringan epitel silindris dengan banyak silia, kemudian terbungkus oleh jaringan ikat dan otot polos sirkular yang menempel pada bagian dorsal (Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2015).

Saluran reproduksi pada biawak air jantan berawal dari testis bagian kranial menuju ginjal bagian kranial, kemudian menempel pada ginjal bagian

ventral menuju kaudal (Mahfud, 2014; Mahfud *et al.*, 2014; Mahfud dkk. 2015). Setelah melewati ginjal *ductus epididymis* akan sejalan dengan ureter. *Ductus epididymis* pada biawak air dewasa bewarna putih pucat keabuan hingga kekuningan karena adanya sperma matang yang tersimpan (Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2015). *Ductus epididymis* bagian kranial lebih besar jika dibandingkan bagian kaudal dikarenakan adanya penebalan pada lumen. Hal tersebut membuat biawak air mampu menampung lebih banyak sperma pada bagian kranial *epididymis*. *Ductus epididymis* mempunyai fungsi sebagai tempat akumulasi dan pematangan sperma (Wahyuni *et al.*, 2012; Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2015).

Setelah melalui *ductus epididymis* sperma akan menuju saluran *ductus deferens*. *Ductus deferens* merupakan saluran pendek, kecil, dan lurus yang berada setelah saluran reproduksi melewati ginjal dan berada dekat kloaka. *Ductus deferens* nantinya akan menyalurkan sperma pada tiap hemipenis melalui saluran *sulcus spermaicus*. Jaringan penyusun saluran ini sama dengan saluran *ductus epididymis*. *Ductus epididymis* yang terpisah dengan ureter yang dijumpai pada biawak air sama dengan struktur yang ada pada kelompok hewan amniotik lainnya (Cebral *et al.*, 2011; Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2015).

Berbeda dengan Pisces dan Amfibi di mana setelah melewati ginjal saluran sperma akan sejalan dengan ureter yang bermuara di kloaka (Kardong, 2008; Mahfud, 2014). Untuk menuju kloaka *ductus deferens* menempel pada dinding tubuh dan terbungkus oleh mesentrium. Struktur yang sama juga dijumpai pada reptil jenis lain yakni pada *Seminatrix pygaea* (Sever, 2004; Mahfud, 2014).

Hemipenis pada biawak air jantan terletak pada pangkal ekor di bagian ventral dan tertutupi kulit dan otot yang tersimpan dalam sebuah kantong. Hadirnya hemipenis yang berukuran besar pada pangkal ekor membuat adanya perbedaan morfologi pada biawak jantan dan betina, yakni pangkal ekor yang lebih besar pada biawak air jantan (Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2017).

Hemipenis merupakan saluran yang berongga berbentuk silinder (*truncus*) dengan warna putih keabu-abuan hingga kehitaman. Hemipenis dapat dikeluarkan dari rongga tubuh saat diereksikan melalui kloaka. Bagian ujung hemipenis saat ereksi akan nampak menyerupai kelopak bunga. Bentuk hemipenis yang menyerupai kelopak merupakan bentuk adaptasi biawak air agar proses kopulasi berlangsung lebih lama sehingga memaksimalkan proses kopulasi (Kardong, 2008; Mahfud, 2014; Mahfud *et al.*, 2014; Mahfud dkk. 2017).

Hemipenis merupakan organ kopulatori, di mana organ ini berperan mentransfer sperma dari individu jantan ke individu betina. Kedua hemipenis dapat dikeluarkan atau diereksikan secara bersamaan, meskipun demikian biasanya hanya satu hemipenis yang berperan saat kopulasi. Kedua hemipenis bergantian saat proses kopulasi sehingga nantinya satu hemipenis lebih lama ereksi di saluran reproduksi betina (Paré, 2006; Mahfud, 2014).

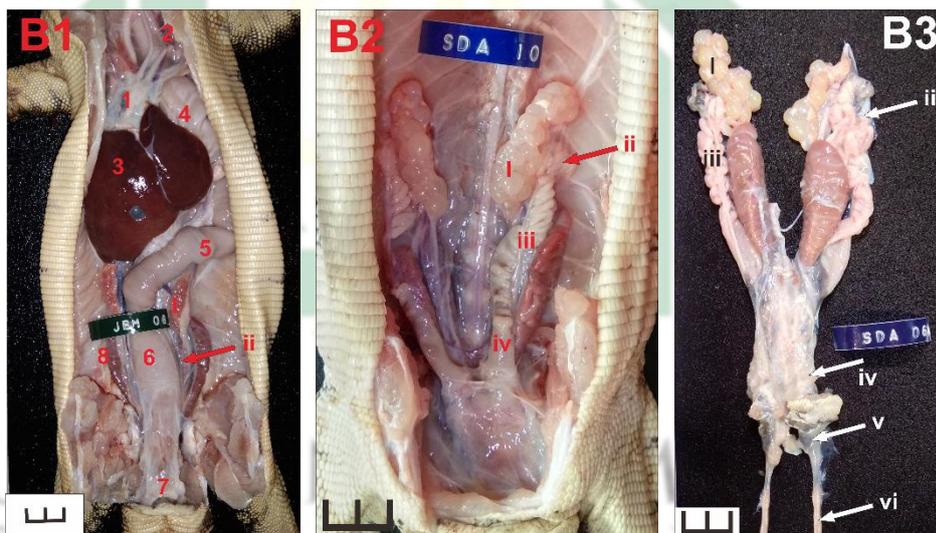
Hemipenis yang dapat membesar saat ereksi merupakan pengaruh adanya banyak pembuluh darah khususnya daerah *corpus cavernous* (Porto, 2013; Mahfud, 2014). Hemipenis pada biawak air mempunyai *sulcus spermaticus* yang terpisah. Saluran tersebut berperan sebagai penyalur sperma saat kopulasi terjadi (Kardong, 2008; Mahfud, 2014). Morfologi hemipenis diketahui juga menjadi pembeda tiap kelompok pada hewan amniotik (Rieppel, 2000; Mahfud dkk. 2017).

Ereksi yang terjadi pada hemipenis dibantu oleh otot retraktor atau otot propulsar. Otot ini juga berperan menarik kembali hemipenis ke dalam rongga tubuh setelah ereksi atau yang biasa disebut invaginasi. Sedangkan proses keluarnya hemipenis keluar tubuh saat ereksi dengan bantuan otot retraktor disebut proses everginasi (Kardong, 2008; Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2015). Otot retraktor terhubung pada tiap hemipenis dan memanjang menuju ujung ekor dengan ukurannya yang semakin mengecil. Batas antara otot retraktor dan hemipenis nampak dari perubahan warna yang cukup signifikan di mana warna hemipenis yang lebih gelap. Otot ini tersusun dari

otot lurik dan merupakan organ penunjang aktivitas reproduksi (Prades *et al.*, 2013; Mahfud dkk. 2015).

Organ reproduksi biawak air betina meliputi (i) ovarium, (ii) oviduk, (iii) uterus, dan (iv) vagina yang terletak dalam rongga tubuh. Sedangkan pada pangkal ekor organ reproduksi betina tersusun atas (v) hemiklitoris dan (vi) otot retraktor tiap hemiklitoris (Böhme, 1995; Setyawatiningsih, 2016).

Ovarium atau folikel ovari terleletak di dalam rongga peritoneal di atas ginjal dan tergantung oleh ligamen mesovarium. Perkembangan organ ini sangat dipengaruhi oleh usia dan aktivitas reproduksi biawak air. Organ ini mempunyai struktur bergranula yang semakin nampak (ukurannya membesar) saat mencapai usia dewasa. Organ ini berperan sebagai penghasil sel telur (Böhme, 1995; Setyawatiningsih, 2016).



Gambar 4.7. Perbandingan Anatomi Biawak Air Betina

Keterangan: B1. Anatomi biawak air betina, B2. Antomi sistem reproduksi biawak air betina di dalam rongga tubuh, dan B3. Anatomi sistem reproduksi iawak air betina di luar tubuh., 1. Jantung, 2. Paru- Paru, 3. Hati, 4. Labung, 5. Usus halus, 6. Usus Besar, 7. Kloaka 8. Ginjal., i. Ovarium, ii. Oviduk, iii. Uterus, iv. Vagina, v. Hemiklitoris, dan vi. Otot retraktor., Skala bar: 2 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Oviduk pada biawak air betina dewasa dapat dibedakan secara sempurna menjadi ifundibulum, uterus, dan vagina. Bagian-bagian tersebut mempunyai struktur dan fungsinya masing-masing pada tahap pertumbuhan telur. Oviduk sebelah kanan mempunyai letak lebih anterior dibandingkan

oviduk sebelah kiri. Struktur oviduk akan berubah-ubah dipengaruhi usia dan aktivitas reproduksinya (Böhme, 1995; Setyawatiningsih, 2016).

Ifundibulum mempunyai struktur transparan dan lembut berbentuk saluran, dimana bagian anterior lebih lebar (menyerupai corong). Struktur tersebut tidak terlepas dari fungsi dari ifundibulum sebagai penangkap folikel yang dilepaskan ovarium. Uterus berupa saluran panjang, lebar, dan elastis, bagian ini berfungsi sebagai tempat awal perkembangan zigot sebelum dioviposisikan. Bagian terakhir yang berbatasan langsung dengan kloaka adalah vagina, bagian ini merupakan penghubung antara kloaka dengan saluran reproduksi. Vagina mempunyai struktur yang lebih tebal jika dibandingkan dua saluran lainnya, meskipun tebal dinding ovarium tetap elastis. Ketiga saluran tersebut struktur dan posisinya berubah-ubah sesuai dengan aktivitas reproduksinya (Fitzgerald *et al.*, 1993; Setyawatiningsih, 2016). Gambar tiap bagian oviduk dan perkembangannya pada tiap tingkatan usia dan aktivitas reproduksi dapat dilihat pada gambar 4.11.

Saluran vagina akan berakhir pada organ kloaka. Organ kloaka selain berperan dalam aktivitas reproduksi juga berfungsi sebagai saluran pencernaan dan urin. Kloaka terletak pada pangkal ekor. Kloaka digambarkan sebagai saluran putih pucat, yang cukup tebal namun elastis (Böhme, 1995; Setyawatiningsih, 2016).

Hemiklitoris merupakan struktur erektel yang berada dalam pangkal ekor bagian ventral yang memanjang menuju ujung ekor. Hemiklitoris berwarna kehitaman dan berukuran lebih kecil jika dibandingkan hemipenis. Hemiklitoris akan berbatasan dengan otot retraktor yang berperan sebagai penggerak hemiklitoris. Kedua bagian tersebut dapat dibedakan berdasarkan warna yang lebih gelap pada hemiklitoris. Sama dengan jantan organ ini merupakan organ penunjang sistem reproduksi berupa organ kopulatori (Böhme, 1995; Setyawatiningsih, 2016).

Susunan anatomi organ reproduksi baik jantan ataupun betina merupakan bentuk adaptasi biawak air untuk menunjang reproduksi secara internal. Bentuk karakteristik adaptasi dapat terlihat dari fungsi tiap organ

untuk memaksimalkan dan menjamin keberhasilan reproduksi atau biasa disebut strategi reproduksi (Balckburn, 1998; Cobral *et al.*, 2011; Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Strategi reproduksi biawak air berdasarkan anatomi organ reproduksi ditunjukkan beberapa organ. Biawak air betina terlihat pada oviduk yang berfungsi sebagai tempat fertilisasi, transpor, pembentukan cangkang telur, pematangan, dan pengeluaran telur (Balckburn, 1998; Setyawatiningsih, 2016). Pada biawak air jantan hadirnya *ductus epididymis* sebagai tempat penyimpanan, pematangan, dan akumulasi sperma dan adanya organ kopulatori merupakan strategi reproduksi yang dikembangkan biawak air jantan (Cobral *et al.*, 2011; Mahfud, 2014; Mahfud dkk. 2015).

4.2.2. Perbedaan Anatomi Organ Reproduksi Biawak Air pada Tiap Tingkatan Usia

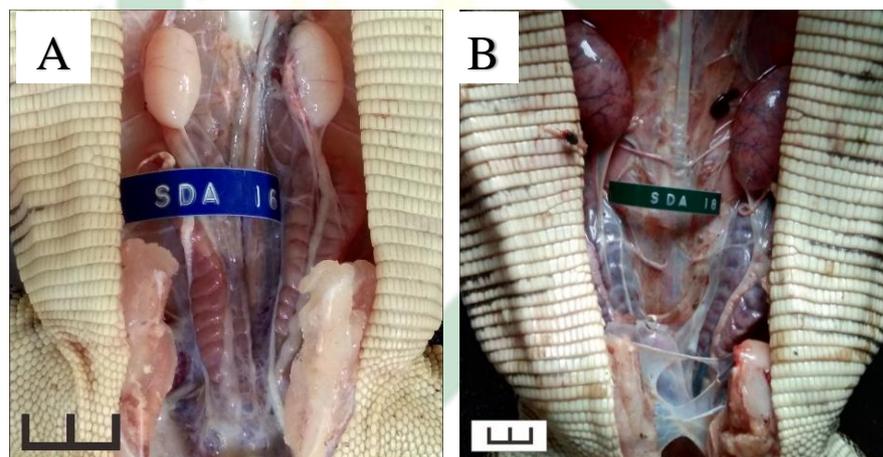
Biawak air jantan ataupun betina mempunyai struktur anatomi organ reproduksi yang berbeda pada tiap tingkatan usia. Secara struktural dan posisi organ reproduksi biawak air akan berubah-ubah. Perubahan tersebut merupakan strategi dari biawak air karena adanya perubahan internal. Perubahan tersebut akan ditandai adanya perubahan karakteristik pada organ reproduksi biawak air. Perubahan tersebut bertujuan untuk menunjang keberhasilan proses reproduksi (strategi reproduksi). Pada biawak air betina strategi reproduksi nampak pada anatomi oviduk yang berubah-ubah karena aktivitas reproduksi dan pada jantan nampak pada *ductus epididymis* sebagai tempat penyimpan sperma dan adanya organ kopulasi untuk menyalurkan sperma (Blackburn, 1998; Cabral *et al.*, 2011; Setyawatiningsih, 2016).

Anatomi organ reproduksi yang beubah-ubah pada biawak air membuatnya dapat digunakan sebagai penanda usia ataupun aktivitas reproduksi. Penentuan usia berdasarkan anatomi organ reproduksi dirasa lebih akurat jika dibandingkan dengan pertanda morfologi (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Organ reproduksi yang berguna dalam penentuan usia pada biawak air jantan adalah bagian testis dan *ductus epididymis*. Testis dipilih karena penambahan ukuran testis akan sejalan dengan penambahan ukuran tubuh dan usia, utamanya SVL. *Ductus epididymis* selain berfungsi sebagai penyalur

sperma pada bagian ini juga menjadi tempat penampungan dan pematangan sperma, sehingga saat sperma tertampung saluran atau kantong akan nampak menggebung dan bewarna keputihan hingga kekuningan (Kardong, 2008; Mahfud, 2014).

Ukuran testis pada biawak air usia pradewasa dan dewasa mempunyai perbedaan (Gambar 4.8). Biawak air berusia dewasa akan mempunyai ukuran testis yang lebih besar dibandingkan pradewasa. Penambahan ukuran testis sejalan dengan penambahan ukuran tubuh (Mahfud, 2014). Berbeda dengan individu betina di mana pada tiap tigitatan usia mempunyai standar ukuran folikel ovari, pada biawak Pada biawak air jantan jantan tidak ada standar mengenai standar ukuran testis pada biawak dewasa (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).



Gambar 4.8. Dimorfisme Anatomi Biawak Air Jantan pada Ukuran SVL dan TaL Terbesar dan Terkecil

Keterangan: (A) Jantan Terkecil (*juvenile*) dan (B) Jantan Tebesar (*adult*). Skala Bar= 2 cm.

Sumber: Dokumen Pribadi

Satu ekor biawak jantan (SDA 05) dipilih sebagai ukuran (individu standar) dalam penentuan usia biawak. Biawak tersebut dipilih karena ukurannya SVL mendekati usia dewasa terkecil. Individu tersebut mempunyai ukuran testis sebesar 30.2 mm x 17.5 mm (SVL = 39.5 cm), sehingga diasumsikan apabila ukuran testis individu lain kurang dari individu tersebut maka individu tersebut dianggap sebagai individu pradewasa. Berdasarkan asumsi tersebut diketahui 5 (15.15%) individu masuk usia pradewasa dan 28 (84.15%) individu masuk usia dewasa dari 33 individu.

Ukuran testis terkecil pada penelitian ini 21.5 mm x 10.2 mm (SDA 16 dengan SVL = 43 cm), sedangkan ukuran testis terbesar pada penelitian ini adalah 53.2 mm x 30.2 mm (SDA 19 dengan SVL = 81.5 cm). Sedangkan ukuran biawak air terkecil (SDA 05 SVL = 39,5 cm) mempunyai ukuran testis sebesar 30,2 mm x 17,5 mm dan biawak air terbesar (SDA 19 SVL = 81.5 cm) ukuran testis sebesar 53.2 mm x 30.2 mm. Ukuran testis pada tiap biawak air pada usia dewasa ataupun pradewasa dapat dilihat secara rinci pada lampiran 3-lampiran 5.

Tabel 4.1 Ukuran Testis Biawak Air pada Peneliti Lain

Peneliti	Spesies	Asal Sampel	Waktu Koleksi Sampel	SVL (cm)	Ukuran Testis	
					Panjang (mm)	Lebar (mm)
Mahfud dkk.	<i>Varanus</i>	Bogor.	2015	45.60±	31,5±5,9*	-
	<i>salvator</i>	Jawa		6,505	33,8±3,9 ⁺	
	<i>bivittatus</i>	Barat				

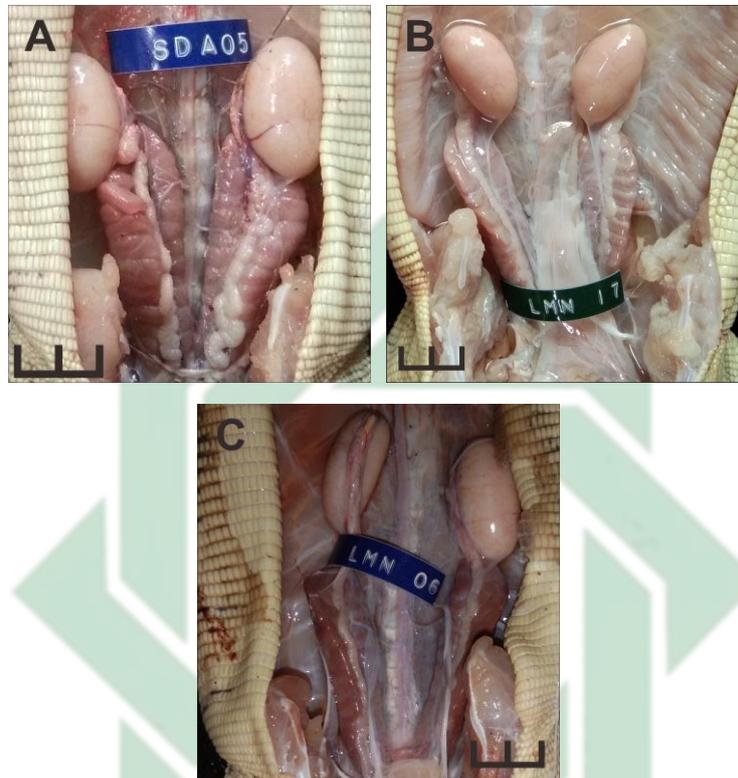
Keterangan * Kanan dan + Kiri
Sumber: Mahfud, 2015

Penelitian yang lain yang dilakukan pada subspecies yang sama mengkonfirmasi hasil yang sama. Penelitian yang dilakukan oleh Mahfud dkk. 2015 mengkonfirmasi ukuran testis yang lebih besar pada ukuran SVL yang lebih besar (Mahfud dkk. 2015).

Namun terdapat beberapa individu dengan ukuran SVL yang lebih besar menunjukkan ukuran testis yang lebih kecil dibanding individu standar SDA 05 (SVL = 39,5 cm) yang digunakan sebagai patokan. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan ukuran saat mencapai usia dewasa. Dimorfisme morfologi saat mencapai usia dewasa akan dijelaskan lebih rinci pada subbab selanjutnya.

Pengamatan berupa anatomi *ductus epididymis* pada biawak air jantan nampak pada *ductus epididymis* yang mengembung dan berwarna putih kekuningan. Anatomi tersebut mengindikasikan adanya sel sperma matang

yang tersimpan. Karakter ini cukup sulit diamati pada penelitian ini dikarenakan perbedaan warna yang kecil (sukar diamati) antara individu dewasa dan pradewasa (James and Shine, 1985).

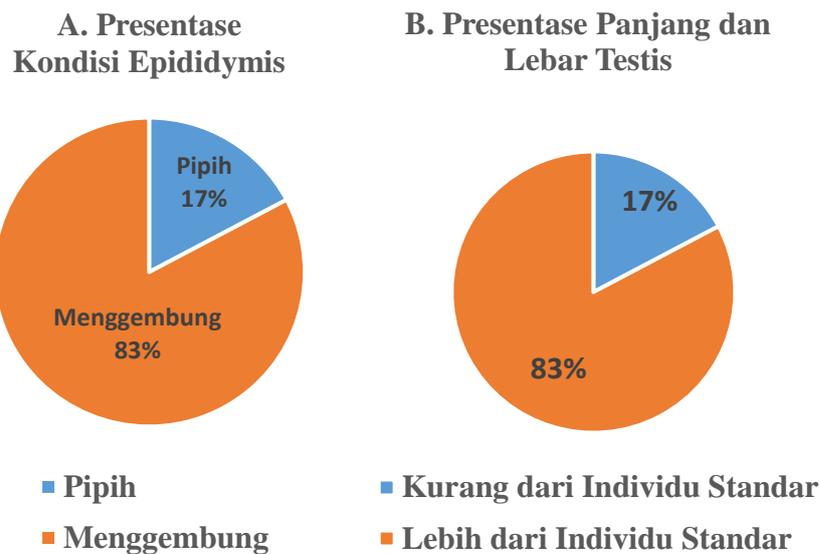


Gambar 4.9. Perbandingan Anatomi Biawak Air Jantan saat Mancapai Usia Dewasa. Keterangan: (A) Individu standar, (B) Jantan dewasa dengan SVL tekecil, dan (C) Jantan pradewasa dengan SVL terbesar. Skala bar = 2 cm.

Sumber: Dokumen Pribadi

Struktur epididimis yang menggebung juga cukup susah untuk diamati dikarenakan pada beberapa biawak air jantan telah disimpan dalam waktu yang lama sehingga meskipun jantan masuk ukuran dewasa namun epididimis tidak nampak menggebung (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Dikarenakan kenampakan kondisi epididimis sukar diamati maka karakter ini harus mempunyai karakter pendamping sebagai penentu usia biawak air. Meskipun demikian biawak air dewasa akan mempunyai gonat yang selalu aktif setelah dewasa. (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).



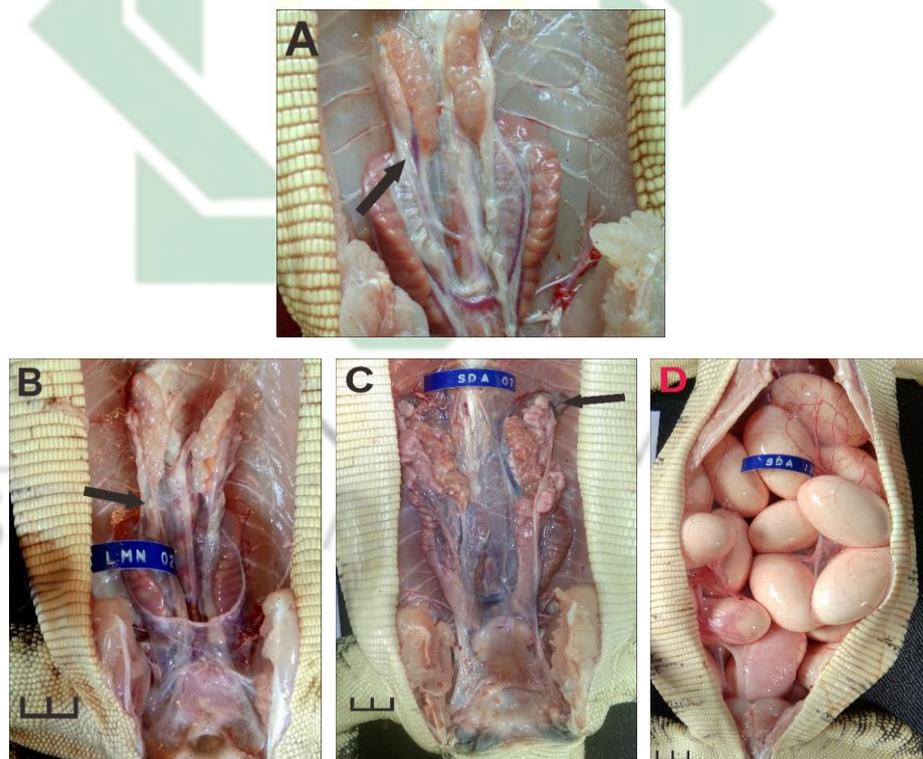
Gambar 4.10. Presentase Kondisi Organ Reproduksi Biawak Air Jantan
Keterangan: (A) Presentase kondisi epididymis dan (B) Presentase panjang dan lebar testis
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan anatomi *ductus epididymis* dan ukuran testis jumlah biawak air jantan pada usia pradewasa berjumlah 5 individu (15.15%) dan individu dewasa berjumlah 28 individu (84.15%). Sampel yang didominasi oleh individu dewasa dikarenakan adanya seleksi oleh pemburu. Pemburu lebih memilih individu dewasa (berukuran besar) dibandingkan pradewasa karena dianggap lebih menguntungkan. Biawak air jantan yang matang pada usia kecil juga merupakan penyebab sampel didominasi individu dewasa (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Individu betina mempunyai perbedaan anatomi organ reproduksi pada tiap tingkatan usia yang lebih mudah diamati. Perbedaan tersebut nampak dari gambaran ataupun ukuran anatomi organ reproduksi. Selain membuat biawak air betina lebih mudah dikelompokkan usianya, biawak air betina juga mempunyai kategori usia yang lebih luas. Kategori usia pada biawak air betina yaitu *juvenile* awal (*neonate*), *juvenile* akhir, *subadult* awal, *subadult* akhir, dewasa awal, dan dewasa maksimal (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016). Namun pada penelitian ini betina hanya dikategorikan usianya menjadi *juvenile*, *subadult*, dan dewasa.

Karakteristik organ reproduksi biawak air betina pada tiap tahapan usia dapat dilihat dari saluran oviduk dan folikel ovarii. Di kedua organ tersebut terjadi perkembangan fisiologis karena pengaruh perkembangan reproduksi sehingga dapat dijadikan penanda usia. Tahapan tersebut bertujuan untuk menunjang proses fertilisasi, transpor telur, pembentukan cangkang telur, saluran pengeluaran telur, transpor nutrisi, air, dan mineral (Blackburn, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Karakter pembeda pertama biawak air betina nampak pada kondisi oviduk yang berbeda-beda. Betina *juvenile* akan mempunyai oviduk jenis *smooth*. Sedangkan betina usia *subadult* akan mempunyai oviduk jenis *striated*. Betina dewasa akan mempunyai oviduk jenis *convoluted* baik dalam kondisi *grafid* ataupun *non grafid* (Fitzgerald *et al.*, 1993; Setyawatiningsih, 2016).



Gambar 4.11. Jenis-Jenis Oviduk pada Biawak Air
Keterangan: A. Oviduk *smooth*, B. Oviduk *striated*, C. Oviduk *convoluted non gravid*, dan D. Oviduk *convoluted gravid*., Skala bar = 2 cm.

Sumber: Dokumen Pribadi

Oviduk jenis *striated* mempunyai struktur yang lebih tebal dengan warna yang lebih gelap jika dibandingkan oviduk jenis *smooth*. Penebalan

tersebut digambarkan seperti adanya garis melintang pada permukaan oviduk dengan warna yang lebih gelap. Meskipun dikonfirmasi adanya perbedaan diantara kedua jenis oviduk, pengamatan di lapangan cukup sukar untuk membedakan kedua jenis oviduk. Perbedaan sukar diamati dikarenakan oviduk belum terdiferensiasi secara sempurna sehingga perlu perpaduan antara karakter oviduk dengan folikel ovary (Fitzgerald *et al.*, 1993; Setyawatiningsih, 2016). Kedua jenis oviduk dapat dilihat pada gambar 4.11A dan 4.11B.

Betina dewasa (oviduk jenis *convoluted*) mempunyai struktur oviduk yang paling mudah diamati. Oviduk lebih mudah diamati dikarenakan oviduk telah terdiferensiasi dan berkembang secara sempurna. Oviduk jenis *convoluted* nampak tebal dan berkelok-kelok pada betina nongravid (gambar 4.11C). Betina gravid oviduk nampak lebih lebar, pipih, dan transparan, hal tersebut dikarenakan adanya telur yang membuat oviduk nampak meregang, tipis, dan lurus (gambar 4.11D) (Fitzgerald *et al.*, 1993; Setyawatiningsih, 2016).

Oviduk jenis *convoluted* (berlekuk) pada betina nongravid terbentuk karena proses oviposisi pertama kali (Mayhew, 1966; Setyawatiningsih, 2016). Hal yang serupa juga diketahui terjadi pada kadal jenis lain *Uma scoparia*, di mana oviduk akan mengalami perubahan permanen saat dewasa. Perubahan pada oviduk juga terjadi pada ukuran SVL, di mana biawak air dengan ukuran SVL yang lebih besar mempunyai ukuran oviduk yang lebih besar (Blackburn, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Organ kedua yang diamati dalam perkembangan organ reproduksi yaitu organisasi folikel ovarium. Organisasi folikel ovarium nantinya akan membagi betina pada tiap tingkatan usia. Penelitian pada biawak air asal Jawa Timur berhasil mengkolleksi organisasi folikel ovarium kelas II hingga VI. Tidak diperolehnya gambaran pada folikel kelas I dikarenakan folikel tersebut dimiliki pada biawak air betina usia *juvenile* pada awal perkembangan (Setyawatiningsih, 2016).



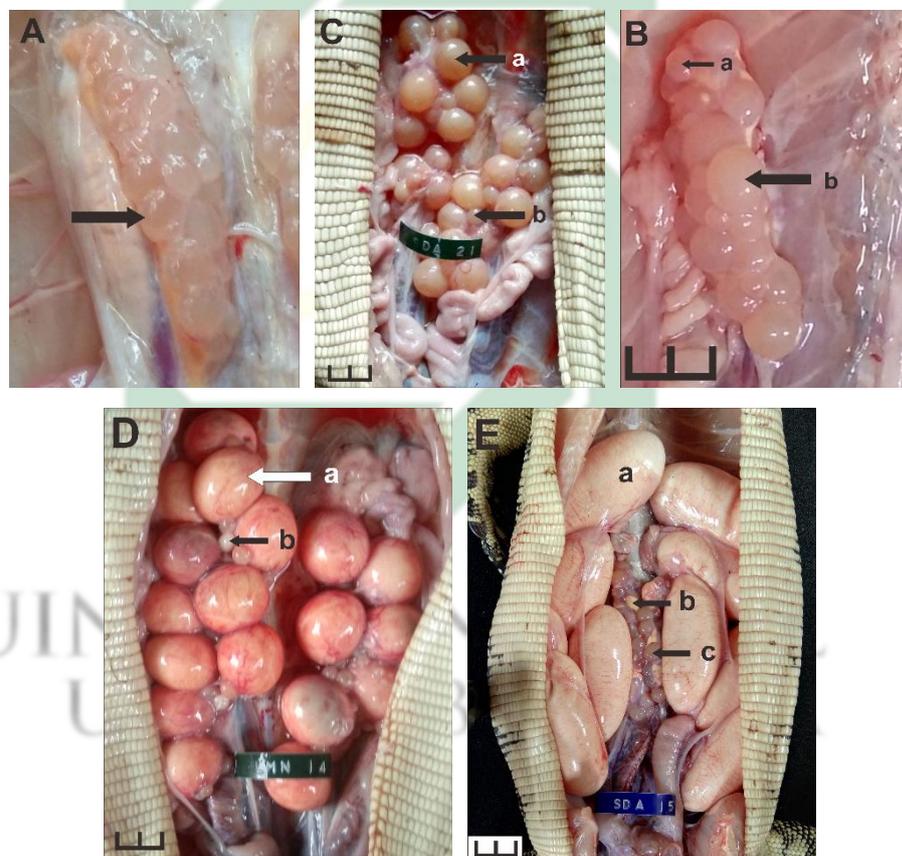
Gambar 4.12. Folikel Kelas I
Skala Bar = 2 cm
Sumber: Setyawatiningsih, 2016

Penelitian yang dilakukan Setyawatiningsih, 2016 menggambarkan folikel kelas I berwarna orange cerah, memanjang dengan tekstur bergranula. Folikel pada usia ini sulit diamati dengan mata telanjang dikarenakan folikel belum berkembang (ukurannya folikel $<1\text{mm}$). Folikel ini biasa dijumpai pada biawak air usia *juvenile* awal, di mana sistem reproduksi masih berada pada tahap awal perkembangan (gambar 4.12) (Setyawatiningsih, 2016).

Perkembangan selanjutnya folikel ovarium akan berkembang menjadi kelompok folikel kelas II. Kelompok folikel ini dijumpai pada individu *juvenile* tahap akhir. Secara struktur folikel ini dapat dicirikan dengan tekstur yang lebih bergranula, folikel satu dengan yang lain dapat dibedakan secara langsung, berwarna lebih transparan, dan ukuran folikel 1,1-3 mm. Tekstur yang lebih bergranula disebabkan oleh adanya kelompok folikel yang mulai berkembang namun ukurannya masih nampak seragam (Zug *et al.*, 1979; Setyawatiningsih, 2016).

Perkembangan selanjutnya akan dijumpai dua kelompok folikel yaitu kelompok folikel pravitelogenik dan kelompok folikel vitelogenik. Perkembangan folikel pada tingkat ini masuk ke dalam kelompok folikel kelas III. Kedua kelompok folikel dibedakan berdasarkan ukurannya, di mana kelompok folikel vitelogenik mempunyai ukuran yang lebih besar (Zug *et al.*, 1979; Setyawatiningsih, 2016).

Folikel kelas III dijumpai pada individu subadult ataupun pada individu dewasa. Secara struktur folikel kelas ini mempunyai karakter berupa dua kelompok folikel dapat dibedakan dengan mudah, aktivitas vaskularisasi lebih intens. Folikel pada kelas ini disebut sebagai folikel fitelogenik awal karena ukuran folikel kurang dari 8 mm (3,1-8 mm) dan folikel baru dipersiapkan untuk aktif bereproduksi. Kelompok folikel vitelogenik merupakan kelompok folikel yang aktif berkembang tahapan folikel kelas berikutnya hingga diovulasikan yang kemudian kedudukannya digantikan oleh kelompok folikel prafitelogenik (Zug *et al.*, 1979; Setyawatiningsih, 2016).

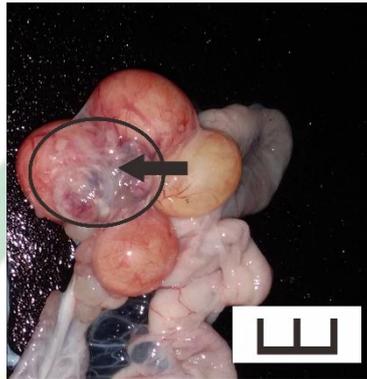


Gambar 4.13. Organisasi Folikel Ovari pada Tiap Kelas yang Teramati
Keterangan: A. Folikel kelas II, B. Folikel kelas III, C. Folikel kelas IV, D. Folikel kelas V, dan E. Folikel kelas VI., Ba. Folikel pravitelogenik, Bb. Folikel vitelogenik, Ca. Folikel pravitelogenik, Cb. Folikel vitelogenik, Da. Folikel pravitelogenik, Db. Folikel vitelogenik, Ea. Telur yang siap dikeluarkan, Eb, korpus albikan, dan Ec. Ovari regresi., Skala bar = 2 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Perkembangan folikel- folikel pada kedua kelompok folikel ini tidak selalu berlanjut pada tahapan selanjutnya dikarenakan tak jarang dijumpai

adanya folikel yang mengalami artesia (rusak atau gagal berkembang). Jumlah kelompok folikel kanan dan kiri pada penelitian ini mempunyai jumlah yang berbeda dan tiap individu mempunyai jumlah folikel berbeda. Folikel yang mengalami artesia biasa lebih sering dijumpai pada folikel pravitellogenik (Zug *et al.*, 1979; Setyawatiningsih, 2016). Folikel yang mengalami artesia dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Folikel yang Mengalami Atresia
Sumber: Dokumen Pribadi

Folikel vitelogenik selanjutnya secara berturut-turut akan berkembang menjadi kelompok folikel kelas IV dan V. Kelompok folikel ini merupakan perkembangan kelompok folikel vitellogenik yang aktif. Adanya perkembangan folikel vitelogenik menjadi folikel kelas IV menunjukkan biawak air sedang aktif bereproduksi (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Folikel kelas IV pada awal perkembangannya mempunyai struktur menyerupai kelas sebelumnya dengan warna kuning keruh dengan ukuran folikel yang lebih besar. Saat folikel memasuki kelas V folikel mengalami perubahan yang signifikan, di mana folikel berwarna lebih kuning pekat dengan adanya pembuluh darah menyerupai jaring yang mengelilingi tiap folikel. Kelompok folikel kelas IV dan V dibedakan berdasarkan ukurannya. Diakhir perkembangan kelompok folikel kelas V akan diovulasikan menuju oviduk (Zug *et al.*, 1979; Setyawatiningsih, 2016).

Kelompok folikel terakhir yaitu kelompok folikel kelas VI. Di mana folikel telah berada di dalam ovididuk untuk mulai mengalami tahapan pematangan. Folikel kelas VI mempunyai warna yang lebih kuning dengan

jaring pembuluh darah yang lebih jelas di awal perkembangannya. Di dalam oviduk cangkang telur mulai terbentuk sehingga folikel nampak berwarna putih susu. Perbandingan antara panjang dan lebar folikel juga mengalami perubahan. Di mana pada awalnya folikel yang berbentuk bola, panjangnya berubah dua kali lebar sehingga berbentuk lebih oval pada akhir masa perkembangannya. Saat cangkang mulai terbentuk tekstur telur juga menjadi lebih kenyal dan tidak mudah pecah (Zug *et al.*, 1979; Setyawatiningsih, 2016).

Betina dewasa pada folikel kelas VI pada penelitian ini mempunyai perbedaan pada ukuran folikel pravitelogenik dibandingkan wilayah lain. Ukuran folikel pravitelogenik pada penelitian ini berkisar lebih dari 8 mm dan kurang dari 9 mm. Sementara biawak betina asal pulau Sumatera mempunyai ukuran kelompok folikel pada kondisi gravid sebesar 8 mm (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016; Setyawatiningsih *et al.*, 2016).

Tabel 4.2 Ukuran Folikel pada Biawak Air Betina Dewasa Gravid

NO	No. Lapangan	Ukuran Telur (mm)	Ukuran Folikel (mm)
1	SDA 13	65,01* 34,89 ⁺	8,8
2	SDA 14	63,92* 32,62 ⁺	8,65
3	LMN 18	35,22	8,70
4	LMN 19	28,50	8,8
5	JBM 17	39,02	8,15

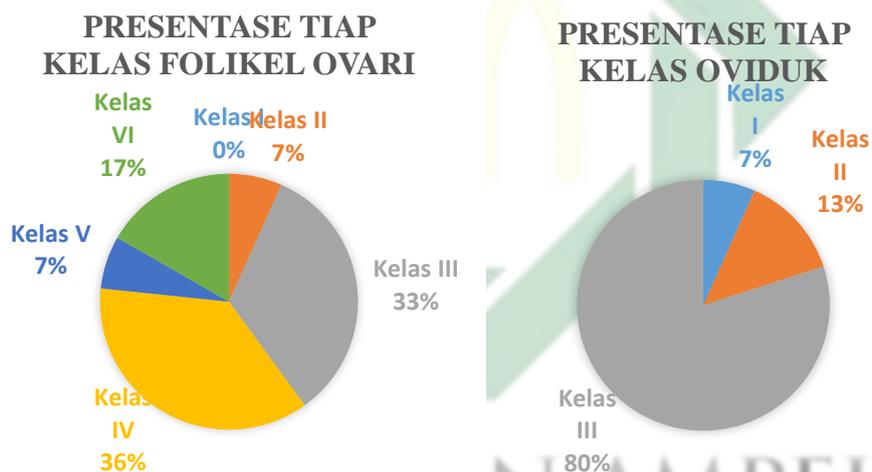
Keterangan: * Panjang dan + Lebar

Sumber: Data Pribadi

Ukuran folikel pravitelogenik dengan ukuran lebih dari 8 mm tak lumrah dijumpai pada biawak air dewasa gravid. Folikel pravitelogenik seharusnya berukuran kurang dari 8 mm karena folikel belum aktif berkembang. Dijumpainya folikel pravitelogenik dengan ukuran lebih besar

merupakan strategi reproduksi yang dikembangkan biawak air asal Jawa Timur.

Apabila folikel sudah berkembang saat telur masih berada dalam oviduk seharusnya biawak air dengan ukuran telur lebih besar juga mempunyai ukuran folikel lebih besar. Namun pada tabel 4.2 biawak air dengan ukuran telur lebih besar tidak dijumpai bersama ukuran folikel yang lebih besar. Sehingga ukuran folikel yang lebih besar pada biawak air gravid pada popuasi asal Jawa Timur lebih masuk akal dibandingkan folikel pravitelogenik yang berkembang sebelum telur dikeluarkan (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016; Styawatiningih *et al.*, 2016).



Gambar 4.15. Presentase Kondisi Organ Reproduksi Biawak Air Betina
Sumber: Dokumen Pribadi

Pengamatan struktur anatomi organ reproduksi pada biawak air betina menunjukkan bahwa setiap kelas oviduk ataupun folikel ovarium tidak merata. Kelas oviduk pada sampel yang dianalisa menunjukkan dominasi oviduk kelas III sebesar 80% (gambar 4.15). Kelas folikel ovarium didominasi oleh kelompok folikel kelas IV dan folikel kelas III secara berturut-turut sebesar 36,67% dan 33,33%. Adanya dominasi kondisi oviduk pada kelas III dan folikel ovarium kelas ke III dan IV dikarenakan sampel yang diamati adalah biawak hasil tangkapan dengan tujuan dimanfaatkan daging dan kulitnya. Pemburu cenderung mengambil biawak dewasa dibandingkan pradewasa (berukuran

besar), sehingga berpengaruh pada komposisi biawak tiap kelas oviduk dan folikel ovari (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Presentase kondisi organ reproduksi tiap individu betina secara rinci dapat dilihat pada lampiran 3-5.

4.3. Dimorfisme Morfologi saat Biawak Air mencapai Usia Dewasa

Biawak air merupakan kadal terbesar kedua dengan persebaran terluas di dunia. Ukuran maksimal biawak air dewasa dapat mencapai panjang 2,5 m dengan berat 20 kg (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Penelitian lain mengkonfirmasi biawak dapat mencapai ukuran 3 m dengan berat 50 kg (Waza, 2013 dalam Mahfud, 2014). Biawak air diketahui mempunyai dimorfisme morfologi antara jantan dan betina. Biawak air jantan mempunyai ekor yang lebih panjang ketimbang biawak betina. Dimorfisme lain berupa ukuran biawak air jantan yang lebih besar dari pada biawak air betina pada usia yang sama (Khan, 1969; Auffenberg, 1994; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1996).

Penelitian pada biawak air asal Jawa Timur menunjukkan adanya dimorfisme morfologi yang ada pada biawak air (*Varanus salvator*) jantan dengan betina saat mencapai usia dewasa. Perbedaan ukuran saat mencapai usia dewasa dari biawak air asal Jawa Timur juga berbeda jika dibandingkan biawak air asal Sumatera. (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Bennett, 1998 dalam Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Perbedaan ukuran saat mencapai kedewasaan antara biawak air jantan dan betina merupakan dimorfisme morfologi pertama yang nampak pada penelitian biawak air asal Jawa Timur. Biawak air jantan masuk usia dewasa pada ukuran tubuh lebih kecil ketimbang biawak air betina. Biawak air jantan masuk usia dewasa terkecil berukuran SVL 43 cm dengan panjang total 109 cm (LMN 17), sementara biawak air jantan pradewasa terbesar berukuran 44 cm dengan panjang total 109,5 cm (LMN 03). Sementara Biawak air betina dewasa terkecil pada penelitian ini berukuran SVL 43 cm dengan panjang total 110,5 cm (SDA 08), sementara biawak air betina pradewasa terbesar berukuran 51 cm dengan panjang total 129 cm (JBM 14). Dimorfisme ukuran saat mencapai dewasa antara biawak air jantan dan betina pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Dimorfisme Morfologi Biawak Air Asal Jawa Timur Saat Mencapai Dewasa

No	NO. Lapangan	Ukuran yang Analisa	Ukuran Morfometrik (cm)		
			SVL (cm)	TaL (cm)	TOT (cm)
Dimorfisme pada Biawak Air Jantan					
1	SDA 05	Ukuran jantan terkecil (Ukuran standar)	39,5	59	98,5
2	SDA 19	Ukuran jantan terbesar	81,5	104,5	186
3	LMN 17	Ukuran jantan dewasa terkecil	43	66	109
4	LMN 03	Ukuran jantan pradewasa terbesar	44	65,5	109,5
Dimorfisme pada Biawak Air Betina					
1	JBM 02	Ukuran betina terkecil	40	57	97
2	SDA 21	Ukuran betina terbesar	73	95	168
3	SDA 08	Ukuran betina dewasa terkecil	43	67,5	110,5
4	JBM 14	Ukuran betina pradewasa terbesar	51	78	129

Sumber: Data Pribadi

Dimorfisme ukuran saat mencapai ukuran dewasa pada jantan dan betina yang dijumpai pada biawak air asal Jawa Timur merupakan hal yang umum terjadi. Biawak air jantan akan dewasa pada ukuran yang lebih kecil dibandingkan biawak air betina. Hal tersebut terjadi karena reproduksi yang dilakukan secara internal membuat biawak air betina berusaha meningkatkan keberhasilan reproduksi atau biasa disebut strategi reproduksi. Strategi tersebut dilakukan dengan menunda kedewasaan, karena lingkungan yang tidak mendukung untuk melakukan reproduksi. Strategi reproduksi tersebut membuat betina baru aktif bereproduksi pada periode reproduksi selanjutnya sehingga membuat biawak air betina matang pada ukuran yang lebih besar (Shine, 1989; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi biawak air betina dalam mencapai usia dewasa. Faktor iklim, suhu, curah hujan, dan ketersediaan makanan diduga membuat biawak air betina menunda kedewasaan. Kompetisi dengan individu betina juga membuat biawak air dewasa dengan SVL lebih kecil menunda

kedewasaannya (Shine, 1989; James and Shine, 1985; Shine *et al.*, 1996, Shine *et al.*, 1998).

Tabel 4.4 Dimorfisme Morfologi Biawak Air saat Mencapai Usia Dewasa pada Penelitian Lain

NO	Sex		Lokasi Tangkapan	Ukuran		Spesies atau Subspesies	Peneliti
	♂	♀		SVL (cm)	TaL (cm)		
1	-	✓	Riau	50 [♀]	-	<i>V. s. macromaculatus</i>	Setyawatiningsih, 2016
2	✓	✓	Medan dan Palembang	40-44 [♂] 47-57 [♀]	100 [♂] 120 [♀]	<i>V. s. macromaculatus</i>	Shine <i>et al.</i> , 1996 Shine <i>et al.</i> , 1998
3	✓	✓	-	-	120 [♂] 130 [♀]	<i>Varanus salvator</i>	Bennet, 1998 dalam Mahfud, 2014

Keterangan: ♂ Jantan dan ♀ Betina

Sumber: Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Bannett, 1998 dalam Mahfud 2014; Setyawatiningsih 2016

Berdasarkan lokasi penelitian, biawak air jantan pada asal Jawa Timur masuk usia dewasa pada ukuran yang sama dengan biawak air asal Sumatera. Biawak air jantan memasuki usia dewasa pada ukuran 43-44 cm. Penelitian yang dilakukan Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998 memperkirakan biawak air jantan asal Sumatera masuk usia dewasa pada ukuran SVL sebesar 40-44 cm dengan panjang SVL 100 cm (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Sementara penelitian yang dilakukan Bannett 1998 biawak air jantan akan memasuki usia dewasa pada ukuran panjang total mencapai 120 cm (Bennet, 1998 dalam Mahfud, 2014). Ukuran biawak air jantan saat memasuki usia dewasa pada penelitian lain dapat dilihat pada tabel 4.4.

Terdapat dua individu jantan lain yang mempunyai testis di bawah ukuran individu standar. Hal tersebut didapat dari individu LMN 06 (SVL = 49,5 cm) dan JBM 05 (SVL = 46 cm). Kedua individu tersebut mempunyai ukuran panjang testis

di atas individu standar namun mempunyai lebar testis di bawah individu standar. Apabila kedua individu dikategorikan sebagai pradewasa maka rentangan ukuran biawak air jantan saat mencapai usia dewasa akan menjadi sangat besar dan tidak umum dijumpai pada biawak air jantan. Sehingga kedua individu dikategorikan sebagai unidentified sampel untuk usianya (Andrews, 1995; Bannett, 1995; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Biawak air jantan dengan label LMN 06 dan JBM 05 SVL dimana testis belum mencapai ukuran standar kemungkinan dipengaruhi waktu penyimpanan sampel. Biawak air jantan dewasa yang telah disimpan cukup lama tanpa pemberian makan. Pada organ hemipenis juga dijumpai sperma yang keluar dan kering. Faktor tersebut diperkirakan membuat ukuran testis pada biawak air jantan dewasa menurun.

Berbeda dengan biawak air jantan biawak air betina asal Jawa Timur justru masuk pada usia dewasa dengan ukuran tubuh yang lebih kecil. Biawak air betina diketahui masuk usia dewasa pada ukuran 43-51 cm. Hal ini diperkuat dengan dijumpainya biawak air betina turgid dengan panjang SVL 45 cm (SDA 14). Sedangkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Shine *et al.*, 1996 dan Shine *et al.*, 1998 diketahui biawak air betina asal Sumatera akan memasuki usia dewasa saat mencapai ukuran SVL 47-57 cm atau SVL 120 cm (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Sementara penelitian yang dilakukan Bannet, 1998 biawak air betina akan memasuki usia dewasa pada ukuran SVL 130 cm (Bannett, 1998 dalam Mahfud, 2014).

Dari tabel 4.3 juga diketahui biawak air jantan mempunyai ukuran lebih besar dibandingkan individu betina terbesar. Jantan memperbesar ukuran tubuh mereka untuk meningkatkan peluang mereka untuk kawin. Tubuh yang lebih besar membuat mereka akan lebih unggul saat bertarung untuk memperebutkan betina, makanan, atau wilayah (Frynta *et al.*, 2010).

Biawak jantan berukuran lebih besar dipengaruhi oleh kecepatan dan waktu mereka tumbuh. Biawak akan berukuran sama saat mereka baru menetas hingga usia pradewasa. Setelah pradewasa jantan mulai tumbuh lebih cepat pada beberapa

saat. Waktu tumbuh biawak air jantan juga lebih lama sehingga jantan mempunyai tubuh lebih besar ketimbang betina (Frynta *et al.*, 2010).

Adanya perbedaan ukuran saat mencapai usia dewasa antara jantan dengan betina ataupun tiap lokasi merupakan bagian dari strategi reproduksi yang dikembangkan biawak air. Mengingat biawak jenis ini tersebar luas, sehingga adanya adaptasi dengan ragam biotik dan klimatik lokal atau biasa disebut dengan variasi atau keragaman reproduksi (Zug *et al.*, 1979; Ramirez *et al.*, 2015; Setyawatiningsih, 2016). Faktor yang berpengaruh adalah faktor lingkungan seperti suhu dan ketersediaan makanan dan genetik seperti metode reproduksi. Di mana faktor lingkungan mempunyai pengaruh lebih besar ketimbang genetik (Cruz-Elizalde and Ramirez- Bautista, 2016; Setyawatiningsih *et al.*, 2016).

Adanya perbedaan ukuran saat mencapai kedewasaan membuat hal tersebut menarik untuk adanya kajian ulang dengan memperluas kemungkinan yang ada. Penambahan waktu penelitian dan adanya variabel lain yang diteliti seperti volume testis dan berat testis yang dikorelasikan dengan ukuran SVL, nantinya akan mengungkap sejauh mana perbedaan ukuran jantan saat mencapai dewasa (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Telaah ulang mengenai ukuran biawak air saat mencapai dewasa merupakan hal yang penting yang harus dilakukan. Ukuran biawak air saat mencapai dewasa menjadi informasi yang penting jika dibandingkan umur. Hal tersebut berguna untuk menentukan strategi reproduksi pada biawak air (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Tabel 4.3 mengkonfirmasi adanya perbedaan ukuran betina dewasa terkecil dan terbesar. Adanya perbedaan ukuran betina dewasa terkecil dan terbesar menunjukkan bahwa biawak mengembangkan strategi reproduksi berupa matang sebelum mencapai ukuran maksimal (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih *et al.*, 2016).

Proporsi ukuran SVL pada biawak air betina terkecil dan terbesar memberikan informasi mengenai waktu yang dibutuhkan betina saat mencapai kedewasaan. Proporsi yang kecil menunjukkan bahwa biawak air betina

membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai kedewasaan (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Biawak air betiana diketahui mengembangkan strategi reproduksi berupa mencapai usia dewasa pada ukuran tubuh relatif kecil. Misalnya pada populasi biawak air asal Riua sebesar 73% (Setyawatiningsih, 2016). Penelitian lain menunjukkan proporsi sebesar 42,74% dari biawak air asal Sumatera bagian utara dan selatan (Shine *et al.*, 1996; Meiri, 2008). Hal tersebut lumrah dijumpai pada kadal jenis lainnya namun tidak dijumpai pada biawak terbesar (*Varanus komodoensis*) (Shine and Charnov, 1992; Auffenberg, 1994; Setyawatiningsih *et al.*, 2016).

4.4. Keaktifan Organ Reproduksi Biawak Air

Biawak air dewasa akan mulai aktif bereproduksi saat memasuki musim penghujan dan menurun saat musim kemarau. Proses tersebut umum dijumpai di daerah tropis dengan perbedaan yang signifikan pada musim hujan dan kemarau (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016). Sementara pada wilayah persebaran yang tidak memiliki musim kemarau dan hujan reproduksi akan dilakukan sepanjang tahun (Waza, 2013 dalam Mahfud, 2014). Persebarannya yang luas membuat faktor seperti sebaran geografis, iklim lokal, suhu, dan ketersediaan makanan akan sangat berpengaruh (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Perbedaan waktu biawak air melakukan pemijahan telah beberap kali terdokumentasikan. Wilayah Benggala Barat (India) dan bagian timur dan selatan Thailand (bagian semenanjung) dengan curah hujan tahunan ≥ 25 mm reproduksi terjadi pada bulan April-Juli (Biswas and Acharjyo, 1977; Conta, 2011; Setyawatiningsih *et al.*, 2016). Wilayah Ledong dengan curah hujan kurang dari 60 mm reproduksi terjadi pada pertengahan Juni-pertengahan September (Yu *et al.*, 2014; Setyawatiningsih *et al.*, 2016). Sementara pada biawak air asal Sumatera reproduksi terjadi sepanjang tahun dan menurun saat musim kemarau Maret-Juni (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mahfud, 2015; Setyawatiningsih, 2016). Meskipun termasuk daerah tropis biawak asal pulau Sumatera dapat berpijah sepanjang tahun karena curah hujan minimal 60 mm dan adanya hutan hujan ekuatorial (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Biawak air jantan asal Jawa Timur dijumpai selalu aktif pada tiap bulan pengamatan (Desember-Februari). Biawak air Jantan diketahui aktif karena dijumpai testis yang membesar dengan warna putih kekuningan dan saluran *epididymis* yang mengembung karena adanya sperma yang matang (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Ciri tersebut dijumpai pada biawak air jantan dewasa pada ukuran terkecil ataupun jantan dewasa terbesar. Ukuran testis dan kondisi epididymis pada tiap jantan dewasa dapat dilihat pada lampiran 3-5.

Semua biawak air jantan dijumpai aktif bereproduksi dikarenakan biawak air jantan dewasa diketahui akan selalu mempunyai gonad aktif (testis besar dan warna putih kekuningan dengan adanya sperma di *ductus epididymis*) setelah memasuki usia dewasa (James and Shine., 1985; Shine *et al.*, 1996; Mahfud, 2014). Meskipun demikian testis berukuran terbesar dijumpai saat memasuki puncak musim kawin. Misalnya biawak air asal Sumatera testis dijumpai dengan ukuran terbesar pada bulan April dibandingkan Oktober (Shine *et al.*, 1996; Mahfud, 2014). Sedangkan pada pengamatan biawak air asal Jawa Timur tidak dilakukan pengamatan mengenai waktu saat testis mencapai ukuran terbesar.

Biawak air betina dewasa asal Jawa Timur diketahui juga aktif dalam ketiga bulan pengamatan. Hal tersebut diketahui dengan dijumpainya aktivitas organ reproduksi berupa hadirnya organisasi folikel vitelogenik. Pada tiap bulan dijumpai aktivitas reproduksi yang beragam. Aktivitas reproduksi terendah dijumpai pada bulan Desember di mana dari 5 biawak air betina dewasa hanya ada satu biawak air yang aktif melakukan reproduksi dengan ukuran folikel sebesar 8,8 mm. Aktivitas reproduksi pada biawak air betina kemudian meningkat seiring datangnya musim penghujan (tabel 4.4).

Biawak aktif bereproduksi setiap periode reproduksi disebabkan beberapa faktor. Biawak air akan mulai melakukan reproduksi saat memasuki musim hujan setelah kemarau panjang. Iklim pada kedua sisi ekuator juga mengakibatkan perbedaan waktu reproduksi pada biawak air (Biswas and Achjyo, 1977; Cota, 2011; Yu *et al.*, 2014; Setyawatiningsih, 2016). Wilayah persebaran yang luas berakibat adanya perbedaan awal musim penghujan ataupun intensitas curah hujan dan suhu (Waza, 2013 dalam Mahfud, 2014; Cruz-Elizalde and Ramirez- Bautista,

2016; Setyawatiningsih *et al.*, 2016). Belakangan juga dijumpai adanya fenomena pergeseran antara musim penghujan dan kemarau. Faktor tersebut diperkirakan yang mempengaruhi hasil yang berbeda pada penelitian ini (BMKG JATIM, 2020).

Berbeda dengan populasi pulau Sumatera di mana reproduksi dilakukan sepanjang tahun dan menurun saat musim kemarau (Oktober). Biawak asal Jawa Timur diperkirakan aktivitas reproduksi hanya terkonsentrasi pada musim hujan. Hal tersebut didukung oleh tidak adanya pola hujan ekuatorial dan curah hujan kurang dari 60 mm yang tidak dijumpai di Pulau Jawa dan adanya perbedaan yang mencolok antara musim hujan dan kemarau (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Tabel 4.5 Keaktifan Reproduksi Biawak Air Betina tiap Bulan Pengamatan

No	Bulan	Jumlah Betina Dewasa	Frekuensi Folikel	Jumlah Betina Dewasa Aktif Bereproduksi	Ukuran Folikel Teresar Terbesar
1	Desember	5	III = 4 IV = 1	1	SDA 06 (8,8 mm)
2	Januari	9	III = 2 IV = 5 VI = 2	7	SDA 13 dan SDA 14 Turgid
3	Februari	11	IV = 6 V = 1 VI = 3	11	JBM 17 39,02 mm (Turgid)

Sumber: Data pribadi

Aktivitas reproduksi yang cukup rendah pada bulan Desember diperkirakan adanya pengaruh iklim lokal. Awal musim hujan di Jawa Timur (khususnya wilayah tangkapan sampel) dimulai dari bulan November-Desember (Shine *et al.*: 1996; Shine *et al.*; 1998; BMKG JATIM, 2020). Rendahnya aktivitas reproduksi di bulan Desember juga dipengaruhi oleh sampel yang didominasi betina yang baru memasuki usia dewasa, akibatnya mereka cenderung berpijah diakhir periode (menunda aktivitas reproduksi). Pola tersebut juga didokumentasi tersebar luas pada reptil jenis lain. Pemijahan dilakukan pada waktu yang berbeda bertujuan untuk menghindari konflik dengan biawak betina dewasa dengan SVL lebih besar. Konflik tersebut berupa berebut sarang dan adanya pola kanibalisme (memakan

telur dari individu lain) (Jones *et al.*, 1987; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Yu *et al.*, 2014).

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pengamatan reproduksi biawak air (*Varanus salvator*) asal Jawa Timur, terdapat konsep pemanfaatan yang salah pada biawak air asal Jawa Timur. Dimana biawak air berusia remaja, biawak air yang sedang aktif bereproduksi, dan biawak air yang *turgid* (adanya telur dalam oviduk) juga ikut dimanfaatkan. Hal tersebut membuat perlu adanya konsep konservasi diterapkan dalam pola pemanfaatan biawak air.

Konservasi merupakan pola perlindungan dan pemanfaatan secara berkelanjutan tentang sumber daya alam baik itu tanaman, binatang, mineral, tanah, air, dan sumber daya alam lainnya. Konservasi biasa juga diartikan sebagai: (1) pelestarian sumber daya alam atau biasa disebut *preservasi*, (2) penggunaan sumber daya secara nalar atau dengan mempertimbangkan sebab akibat atau baik dan buruknya tindakan, serta (3) pemanfaatan secara bijak (Campbell *et al.*, 2004).

Penentuan upaya konservasi suatu hewan memerlukan banyak informasi untuk menentukan kebijakan apa yang harus diambil. Salah satu informasi dasar yang diperlukan untuk menentukan kebijakan konservasi adalah informasi mengenai reproduksi dasar. Di mana informasi mengenai reproduksi dasar adalah hal terpenting dalam menentukan kebijakan konservasi. Informasi mengenai aspek reproduksi dasar akan memberikan evaluasi mengenai kemampuan suatu spesies mempertahankan populasinya dari ancaman yang ada (Hayward *et al.*, 2014). Acaman terbesar suatu spesies mempertahankan populasinya adalah perburuan, deforestasi, dan pemanasan global (Koch *et al.*, 2013; Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Banyak pendapat menyatakan antara agama (Islam) dan lingkungan tidak dapat terpisahkan. Hal tersebut juga berkaitan dengan aspek sosial, moral, dan kearifan lokal. Dalam islam banyak sekali informasi ataupun aturan mengenai lingkungan dan tata kelolanya. Islam mengatur bagaimana cara pemanfaatan sumber daya alam dan kewajiban manusia sebagai khalifah. Hal tersebut dikarenakan islam sebagai agama yang sempurna yang mengatur semuanya secara

harmoni dan sistematis sebagai konsep *rahmatan lil 'alamin* (Cholili, 2016; Fua dan Weke, 2017).

Realitanya banyak terjadi bencana akibat pemanfaatan sumber daya alam yang berlebihan oleh manusia. Adanya kerusakan yang muncul menunjukkan adanya pola pemanfaatan yang salah. Pada hewan pola pemanfaatan yang salah dilakukan karena adanya pemanfaatan yang berlebihan (eksploitasi) dalam jangka waktu yang panjang tanpa adanya upaya pembaharuan (Cholili, 2016).

Kejadian tersebut tertuang dalam Al-Quran Surah Al-Araf: 56 dan Ar-Rum: 41.

Surah Al-Araf: 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

٥٦

56. Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.

Ayat tersebut ditafsirkan sebagai larangan Allah SWT kepada manusia untuk melampaui batas yang ditentukan dan perintah untuk melakukan kebaikan. Batas tersebut diartikan sebagai pengrusakan bumi baik secara sengaja maupun tidak. Pengerusakan tersebut merujuk pada sesuatu yang telah diperbaiki atau belum diperbaiki, dan pengerusakan pada sesuatu yang telah diperbaiki dianggap perbuatan yang lebih keji. Sedangkan perintah melakukan perbaikan ditunjukkan oleh kata “*muhsinin*”, karena kata tersebut berarti orang yang mengerjakan kebaikan melebihi kewajibannya (Sihab², 2002).

Surat Ar-Rum: 41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

٤١

41. Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Ayat tersebut ditafsirkan sebagai Allah SWT telah menampakkan hasil dari perbuatan manusia karena telah merusak lingkungan. Hal tersebut diketahui dari kata “*z'hahara*” yang berarti terjadi sesuatu di permukaan dan kata “*al-fasad*” yang berarti keluarnya sesuatu dari keseimbangan baik sedikit ataupun banyak. Sehingga para ulama berpendapat kerusakan yang disebabkan manusia merupakan kerusakan yang bersifat fisik. Dikarenakan kata tersebut diikuti oleh kata bumi dan laut. Dijelaskan lebih rinci kerusakan tersebut timbul karena adanya pemanfaatan yang berlebih sehingga merusak suatu keharmonian (Sihab³, 2002).

Adanya kerusakan menandakan manusia tidak menerapkan akhidah islam dalam memanfaatkan sumber daya alam (Cholili, 2016). Dijelaskan lebih lanjut sumber daya alam merupakan ciptaan Allah SWT, apabila manusia melakukan kerusakan dan mengabaikan kerusakan maka itu termasuk perbuatan yang menyimpang dari tauhid (Azis, 2014). Penjelasan lainnya berpendapat bahwa alam adalah ciptaan Allah SWT yang terpusat dan kembali kepadanya (Manungjaya, 2015).

Kedua ayat tersebut dapat disimpulkan bahwa Allah SWT memberikan kuasa kepada manusia untuk memanfaatkan segala sumber daya alam. Namun dalam pemanfaatannya yang perlu memperhatikan cara memanfaatkannya. Sehingga sumber daya alam tersebut dapat memberikan manfaat tanpa menimbulkan kerugian pada manusia ataupun makhluk yang lain dan lingkungan. Sehingga dapat disimpulkan dalam pola pemanfaatan sumber daya alam tak dapat lepas dari aspek agama (tauhid) (Fua dan Wekke, 2017).

Isi dari kedua ayat tersebut sama dengan apa yang terjadi pada pola pemanfaatan biawak air asal Jawa Timur yang salah dan berlebihan. Di mana biawak air merupakan reptil yang paling banyak dieksploitasi selama ratusan tahun di sepanjang tahun. Dijumpai juga biawak air yang seharusnya tidak diabil juga ikut terabil seperti biawak air berusia remaja khususnya betina ataupun biawak air betina dalam kondisi turgid (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Para peneliti telah lama berpendapat apabila pemanfaatan secara demikian dilanjutkan maka akan mengancam populasi spesies tersebut di alam (Uyeda, 2009). Meskipun di Jawa Timur belum ada laporan mengenai penurunan populasi

biawak air, namun upaya konservasi perlu dilakukan. Di mana pada biawak air belum ada upaya untuk melakukan konservasi baik secara *in situ* ataupun *ex situ* (Mahfud, 2014).

Penentuan ukuran populasi hewan di alam merupakan hal yang susah dilakukan dikarenakan membutuhkan waktu yang cukup lama ditambah biawak air memiliki persebaran yang sangat luas. Penurunan populasi pada biawak air telah dilaporkan pada populasi wilayah banten (Subasli, 2002). Eksploitasi pada suatu sepsies juga akan berakibat perubahan pada ukuran saat mencapai kedewasaan dan ukuran maksimal (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Meskipun penangkapan individu berukuran besar meningkatkan biawak air remaja untuk bertahan. Apabila masih terdapat biawak remaja dan dewasa gravid ditangkap ataupun penangkapan dalam jumlah besar potensi penurunan populasi tidak mustahil terjadi. Beberapa penelitian mengatakan apabila konsep pemanfaatan ini terus dilanjutkan maka penurunan polasi biawak air akan terjadi dan mengancam status konservasinya (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Karena hal tersebut mencegah penurunan populasi biawak air di alam adalah sebuah keharusan. Apabila dibiarkan penurunan populasi biawak air di alam akan mengganggu kesetabilan ekologi, karena biawak air merupakan predator puncak yang berperan mengontrol populasi hewan di bawahnya. Penurunan populasi dapat dicegah dengan pengurangan kuota hewan hasil tangkapan alam dan adanya aturan yang ketat mengenai konsep pemanfaatannya (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

4.5. Clutch Size, Ukuran Telur, dan Clutch Number

Jumlah individu betina yang digunakan dalam menentukan *clutch size* dan ukuran telur sebanyak 2 individu (SDA 13 SVL = 52.5 cm dan SDA 14 = 45 cm), di mana pada kedua individu tersebut dijumpai adanya telur yang telah matang. Terdapat tiga individu lain (LMN 18, LMN 19, dan JBM 17) yang sebenarnya ukuran folikelnya termasuk kelas VI, namun ukuran folikel belum mencapai ukuran maksimal. Folikel pada ketiga individu yang tidak sesuai standar terlihat dari

cangkang yang belum terbentuk serta perbandingan ukuran panjang dan lebar telurnya. Sementara *clutch size* ditentukan berdasarkan biawak air betina praovulasi.

Tabel 4.6 *Clutch Size, Clutch Number, dan Ukuran Telur pada V. salvator complex*

No	Dasar Perhitungan	Clutch Size	Clutch number	Ukuran Telur		Lokasi	Peneliti
				P mm	L mm		
1	-	15-30	-	70	40	Siam ¹	Smith, 1935
2	I dan II	9-14 ^I 10-12 ^{II}	-	64,00 73,20	29,0 35,0	Cluit ² , Negros ³ , Mindanau ⁴	Gaulke, 1992
3	III	5-20 n = 2	-	-	-	The Gladys Porter Zoo, Brownsville ¹	Hairston & Burchfield, 1992
4	II	5-22 n = 15	≥3	70-80	35-40	Sumatera Selatan ¹	Shine <i>et al.</i> , 1996
5	II	6-17 n = 27	≥3	-	-	Sumatera Utara ¹	Shine <i>et al.</i> , 1998
6	II	7 n = 1	≥2	66,66	30,4	Riau ¹	Setyawatiningsih, 2016

Keterangan: I Jumlah telur dalam sarang, II Jumlah telur dalam oviduk, dan III Jumlah telur dalam sarang penangkaran. 1 *V. s. macromaculatus*, 2 *V. marmoratus*, 3 *V. nuchalis*, dan 4 *V. cumingi*.

Sumber: Smith, 1935; Hairston & Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016

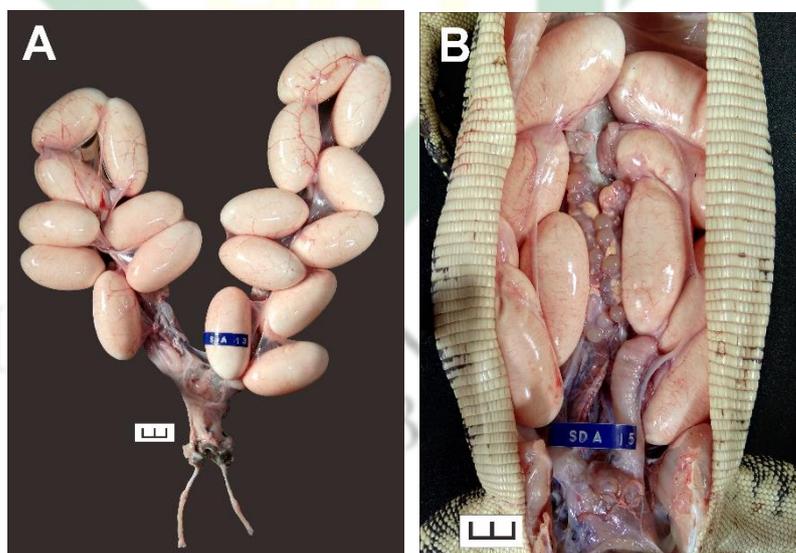
Beberapa penelitian mengenai *clutch size*, ukuran telur, dan *clutch number* biawak air baik pada telur dalam oviduk atau dalam sarang telah dilakukan (tabel 4.4) (Smith, 1935; Gaulke, 1992; Hairston and Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016). Data tersebut nantinya digunakan sebagai pembanding dengan hasil yang didapat guna mengetahui variasi strategi reproduksi biawak air betina berdasarkan variasi ukuran *clutch size*, *clutch number*, dan ukuran telur.

4.5.1. Clutch Size

Kedua individu yang dianalisa mempunyai *clutch size* dan jumlah telur yang berbeda antara sisi kanan dan kiri. Individu 1 (SDA 13 SVL = 52.5 cm) dijumpai 18 butir telur (kiri = 10 dan kanan = 8) individu kedua (SDA 14 SVL = 45 cm) dijumpai 10 butir telur (kiri = 5 dan kanan = 5) dalam kondisi baik. Meskipun dari kedua sampel menunjukkan bahwa penambahan SVL

berbanding lurus dengan *clutch size*. Namun tidak dilakukan analisa mengenai korelasi penambahan panjang SVL dengan jumlah telur dikarenakan jumlah sampel yang terbatas. Sementara untuk korpus luteum segar juga tidak dijumpai. *Clutch size* yang didapat pada penelitian ini berukuran sedang (rerata = 14) (gambar 4.16).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Shine *et al* tahun 1996 dan Shine *et al* 1998 pada jumlah sampel yang lebih besar menunjukkan adanya korelasi penambahan SVL dengan jumlah telur (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998). Adanya korelasi penambahan ukuran SVL dengan *clutch size* akan berpengaruh pada ukuran *clutch size* bukan mempengaruhi ukuran telur (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Thompson and Pianka, 2001; dan Setyawatiningsih, 2016). Dibandingkan dengan varanid jenis lain, biawak air mempunyai variasi yang tinggi pada jumlah telur dan berat *clutch size*. Di mana dengan jumlah telur yang lebih banyak membuat betina dengan ukuran besar mempunyai *clutch size* yang lebih berat (Thompson and Pianka, 2001).



Gambar 4.16. Ukuran *Clutch Size* Tiap Individu Turgid
Keterangan: A. Individu 1 (SDA 13 *Clutch size* = 18) dan B. A Individu 2 (SDA 14 *Clutch size* = 10)

Sumber: Data Pribadi

Dibandingkan *V. salvator complex* ukuran *clutch size* yang didapat pada biawak air asal Jawa Timur relatif sedikit lebih besar. Dibandingkan dengan *V. s. macromaculatus* dari populasi asal Sumatera dan The Gladys Porter Zoo (Brownsville) ukuran *clutch size* cenderung sama, namun populasi asal

wilayah Siam menunjukkan ukuran *clutch size* yang lebih besar. Perbandingan *clutch size* pada *V. salvator complex* dapat dilihat pada tabel 4.5 (Smith, 1935; Gaulke, 1992; Hairston and Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Perbedaan *clutch size* antara biawak air betina dipengaruhi oleh faktor ekologis. Faktor ekologis yang berpengaruh berupa wilayah ataupun ukuran saat biawak air betina ditangkap (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Thompson and Pianka, 2001; dan Setyawatiningsih, 2016).

Cluth size melalui pengamatan telur pada oviduk biasanya akan menghasilkan *clutch size* yang lebih besar ketimbang pengamatan telur dalam sarang. Hal tersebut dikarenakan adanya sifat kanibal pada biawak air yang tak jarang memakan telur dari individu lain. Biawak air terkadang tak melatakan telur dalam sekali bersarang sehingga menghasilkan jumlah *clutch size* yang cukup rendah, utamanya pengamatan di alam (Yu *et al.*, 2014).

4.5.2. Ukuran Telur

Pengukuran telur di dalam oviduk mempunyai ukuran hampir sama pada kedua individu betina. Meskipun *clutch size* dari kedua individu berbeda. Ukuran telur tiap individu dapat dilihat pada tabel 4.6.

Biawak air asal Jawa Timur diketahui mempunyai ukuran telur dengan panjang 63,92-65,01 mm (rerata = 64,67 mm) dan lebar 32,62 mm - 34,89 mm (rerata = 33,55 mm). Ukuran telur yang didapat dari biawak air asal Jawa Timur masuk kedalam range *V. salvator complex* (Smith, 1935; Gaulke, 1992; Hairston and Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Perbedaan kecil pada ukuran telur biawak air ditimbulkan oleh wilayah persebaran biawak air yang luas. Telur yang dioviposisikan akan mempunyai ukuran yang lebih besar jika dibandingkan telur dalam oviduk. Ukuran telur lebih besar setelah dioviposisikan nampak pada ukuran telur asal Orissa (bagian timur laut India), dimana ukurannya nampak lebih besar

dibandingkan subspecies yang sama yang diamati saat telur berada dalam oviduk (Smith, 1935; Gaulke, 1992; Hairston and Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Tabel 4.6 Ukuran Telur tiap Individu Beina

NO	NO. Lapangan	SVL (cm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)
1	SDA 13	52,5	65,01	34,89
2	SDA 14	45	63,92	32,62
Rerata			64,47	33,55

Sumber: Dokumen Pribadi

Perbedaan ukuran telur pada biawak air mempunyai variasi yang kecil baik antara individu asal Jawa Timur ataupun antara wilayah persebaran. Variasi lebih besar dijumpai dari ukuran *clutch size* (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Thompson and Pianka, 2001). Reptil dengan ukuran besar cenderung memilih menghasilkan lebih banyak telur ketimbang telur berukuran besar. Hal tersebut juga berkorelasi, di mana reptil dengan ukuran tubuh besar mempunyai proporsi ukuran telur dan SVL yang kecil. Hasil yang sama juga didapat dengan membandingkan anakan yang baru menetas (*neonate*) dengan induknya. Hal itu membuat peluang spesies kadal berukuran kecil mempunyai peluang untuk bertahan lebih besar (Thompson and Pianka, 2001). Variasi yang kecil pada ukuran telur dilihat dari panjang, lebar, dan berat telur (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Thompson and Pianka, 2001).

4.5.3. *Clutch Number*

Semua individu betina dewasa praovulasi menunjukkan adanya dua kelompok folikel yaitu kelompok folikel pravitelogenik dan kelompok folikel vitelogenik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa biawak air betina asal Jawa Timur menghasilkan *multiple clutch*. Organisasi kedua folikel tersebut dapat dilihat pada gambar 4.13C dan 4.13D.

Adanya dua kelompok folikel menunjukkan biawak air betina asal Jawa Timur berpijah minimal dua kali dalam setahun. Penambahan waktu penelitian memungkinkan akan menghasilkan *clutch number* yang lebih besar. (Smith, 1935; Gaulke, 1992; Hairston and Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Multiple clutch pada biawak air juga dijumpai pada Subspesies *V. s. macromaculatus*. Subspesies ini menghasilkan ukuran *clutch number* yang sama atau lebih. *V. s. macromaculatus* asal Palembang dan Medan mempunyai ukuran *clutch number* minimal 3 tiap tahunnya (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1996; Setyawatiningsih, 2016). Meskipun *multiple clutch* umum dijumpai pada biawak air namun hal tersebut jarang dijumpai pada reptil berukuran besar. Misalnya *Varanus komodoensis* dalam setahun hanya berpijah sekali (Erdlen, 1991; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Meskipun biawak air asal Jawa Timur diperkirakan berpijah dua kali dalam setahun, namun dirasa angka itu belum pasti. Dikarenakan penelitian hanya dilakukan pada musim penghujan dan pengaruh faktor hujan ekuatorial masih diragukan oleh beberapa peneliti. Hujan ekuatorial dianggap meragukan dalam mempengaruhi *clutch number* dikarenakan populasi biawak air asal pulau Sumatera yang tersebar di kedua sisi garis ekuator tidak semuanya wilayahnya mempunyai pola hujan ekuatorial. Meskipun demikian pada kedua wilayah penelitian tidak dijumpai perbedaan yang signifikan pada periode berpijah, bahkan pada ukuran telur atau jumlah telur (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998).

Waktu penelitian yang lebih panjang akan memberikan lebih banyak informasi. Informasi tersebut mengenai jumlah *clutch number* tiap periode berpijah, memperkirakan waktu biawak air berpijah, dan pengaruh iklim lokal. Bahkan perbandingan tersebut didapat dari individu hasil tangkapan di alam dan penangkaran di mana biawak air menunjukkan hasil yang serupa (Smith, 1935; Gaulke, 1992; Hairston and Burchfield, 1992; Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Setyawatiningsih, 2016).

Selain melalui konsep pemanfaatan yang baik pada biawak air hasil tangkapan alam, mengurangi eksploitasi biawak air di alam juga bisa dilakukan melalui penangkaran. Diketahui biawak air sangat berpotensi untuk ditangkarkan. Karena biawak air menghasilkan banyak telur dengan periode bertelur yang panjang. Biawak air juga masuk dewasa pada usia yang kecil. Ditambah biawak air mempunyai perawatan yang mudah karena tidak ada perbedaan perilaku biawak di penangkaran dan di alam dengan variasi makanan yang beragam (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mahfud, 2014; Setyawatiningsih, 2016).

Tugas untuk mencegah kerusakan lingkungan karena adanya pemanfaatan yang berlebihan merupakan tugas dari manusia. Karena manusia merupakan khalifah yang ditunjuk Allah SWT di muka bumi. Hal tersebut tertuang dalam surat Al-Baqarah: 30

Surat Al-Baqarah: 30

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ۝ ٣٠

30. Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui".

Ayat tersebut ditafsirkan sebagai tugas yang diberikan Allah SWT kepada manusia sebagai khalifah di bumi. Manusia diberikan kuasa untuk menjalankan urusan dunia (memberi keputusan atau mengadili) untuk mendapat manfaat atau menyelesaikan suatu urusan darinya. Namun dalam melaksanakan tugasnya manusia dilarang semena-mena, karena Allah telah memberikan petunjuk (Al-Quran dan As-Sunah). Hal tersebut berkaitan dengan ayat sebelumnya di mana apabila manusia lalai dalam tugasnya maka buka kebaikan yang akan ia dapat, melainkan kerugian baik di dunia ataupun di akhirat (Sihab¹, 2002).

Sebagai seorang khalifah yang diutus ke bumi maka manusia harus berlaku adil terhadap semua makhluk ataupun ciptaan Allah SWT yang lain. Adil disini

diartikan sebagai sebuah kewajiban yang diberikan Allah SWT kepada manusia. Manusia wajib berperilaku adil tidak hanya semua makhluk namun juga segala ciptaan Allah SWT di dunia. Karena itu manusia wajib untuk menjaga semuanya tetap sesuai porsi dan berupaya memperbaiki segala kerusakan yang mereka perbuat (Manungjaya, 2005).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

- a. Biawak air asal Jawa Timur memasuki usia dewasa pada ukuran panjang SVL = 43-44 cm untuk biawak air jantan dan panjang SVL = 43-51 cm untuk biawak air betina.
- b. Biawak air dewasa asal Jawa Timur aktif bereproduksi pada ketiga bulan penelitian berdasarkan kondisi organ reproduksinya. Semua biawak air jantan dewasa aktif bereproduksi pada ketiga bulan penelitian. Biawak air betina dewasa mempunyai aktivitas reproduksi yang cukup rendah pada bulan Desember, kemudian aktivitas reproduksi meningkat sejalan dengan masuknya musim penghujan (Januari-Februari).
- c. Biawak air betina dewasa asal Jawa Timur mempunyai ukuran telur antara 63,92-65,01 mm (rerata = 64,67 mm), jumlah telur dalam oviduk berkisar 10-18 butir (rerata 14 butir), dan menghasilkan *multiple clutch* tiap tahunnya.

5.2. Saran

- a. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai strategi reproduksi biawak air asal Jawa Timur, khususnya pada bulan-bulan kemarau dengan menambah parameter lain yang diperlukan. Hal tersebut akan mengungkap strategi reproduksi biawak air asal Jawa Timur secara lebih luas.
- b. Perlu adanya konsep pemanfaatan biawak air yang lebih konservatif sehingga mencegah penurunan populasi biawak air dan mencegah penurunan status konservasinya.
- c. Penangkaran biawak air sangat mungkin dilakukan untuk mengurangi pemanfaatan biawak air hasil tangkapan alam. Dikarenakan biawak air mempunyai kemampuan adaptasi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Auffenberg, W. 1994. *Reproduction," in The Bengal Monitor"*. University Press of Florida. Florida.
- Andrew, H.V. 1995. SEXUAL MATURATION IN VARANUS SALVATOR (Laurenti, 1976), WITH NOTES ON GROWTH AND REPRODUCTIVE EFFORT. *Herpetological Journal*. 5(1): 189-194.
- Arida, E.A. 2014. Jenis-Jenis Biawak Indonesia dan Studi Mengenai Keanekaragamannya. *Fauna Indonesia*. 13(1): 1-7.
- Arida, E.A. 2018. Kecenderungan Ekspor Kulit Biawak Air, *Varanus salvator* dari Indonesia. *Warta Herpetofauna*. 10(1): 16-18.
- Bacha, W.J., and L.M. Bacha. M. 2000. *Color Atlas of Veterinary Histology*, 2nd Edition. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia (US).
- BMKG JATIM. 2020. *(Perkiraan 6 Bulanan) Puncak Musim Hujan-Musim Hujan Tahun 2019/2020 Zona Musim di Provinsi Jawa Timur*. Diakses 25 Maret 2020. <https://karangploso.jatim.bmkg.go.id/index.php/profil/meteorologi/list-of-all-tags/buletin-prakiraan-musim-hujan-tahun-2019-2020-di-provinsi-jawa-timur>
- Bennett, D. 1995. *A little book of monitor lizards*. Aberdeen (GB), Viperpress.
- Bennett, D. 1998. *Monitor Lizard; Natural History, biology and Husbandry*, 2nd Edition. Frankfurt (DE): Edition Chimaira. Dalam Mahfud. 2014. Karakteristik Morfologi Organ Reproduksi Jantan Biawak Air Asia, *Varanus salvator bivittatus*, Kuhl 1820 (Reptil: Varanidae). Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Biswas, S., and L. Acharjyo. 1977. Notes on ecology and biology of some reptiles occurring in and around Nandankanan Biological Park, Orissa. *Records of the Zoological Survey of India*. 73: 95-109.
- Blackburn, D.G. 1998. Structure, function, and evolution of the oviducts of squamate reptiles, with special reference to viviparity and placentation. *J Exp Zool*. 282: 560-617.

- Böhme, W. 1995. Hemclitoris discovered: a fully differentiated erectile structure in female monitor lizards (*Varanus* spp.) (Reptilia: Varanidae). *J Zool Sys Evol Res.* 33: 129-132.
- Cabral, S.R.P., Santos, L.R.de Souza., Franco-Belussi L., Zieri, R., Zago., C.E.S., and C. De Oliveira. 2011. Anatomy of the male reproductive system of *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae). *Maringá.* 33(4): 487-492.
- Callard, I.P., Callard, G.V., Lance, V., Bolaffi, J.L., and J.S. Rosset. 1978. Testicular Regulation in Nonmammalian Vertebrates. *Biol Reprod.* (18):16-43.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., and L.G. Mitchell. 2004. *Biologi: Jilid 3.* Eirlangga, Jakarta.
- Cholili, M.S. 2016. Konservasi Sumber Daya Alam dalam Islam sebagai Wujud Pendidikan dan Akhlaq Manusia Terhadap Lingkungan. *Modeling: Jurnal Progran Stidi PGMI.* 3(1): 74-86.
- Conta, M. 2011. Mating and intraspecific behavior of *Varanus salvator macromaculatus* in an urban population. *Biawak.* 5: 17-23.
- Convention on International Trade in Endangered Spesies of Wild Fauna and Flora. 2019. Trade database of Indonesian *Varanus salvator*. *CITES.* 2019.
- Cruz-Elizalde., and A. Ramirez-Bautista. 2016. Reproductive cycles and reproductive strategies among population of the Rose-bellied Lizard *Sceloporus variabilis* (Squamata: phrynosomatidae) from central Mexico. *Ecology and Evolution.* 6(6): 1753-1768.
- David, L., and N. Maury. *Varanus salvator* (Laurenti, 1768). Diakses pada 18 Juli 2022. https://www.reptarium.cz/content/photo_rd_07/Varanus-salvator-03000036756_01.jpg
- Del Canto, R. 2007. Notes on the occurrence of *Varanus auffenbergi* on Roti Island. *Biawak.* 1(1): 24-25.
- Direktorat Jendral Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. 2015. *Kuota Pengambilan Tumbuhan dan Penangkapan Satwa Liar dari Habitat Alam Periode 2016.* Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.

- Direktorat Jendral Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. 2017. *Kuota Pengambilan Tumbuhan dan Penangkapan Satwa Liar dari Habitat Alam Periode 2018*. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Erdelen, W. 1991. Conservation and Population ecology of monitor lizard the water monitor *Varanus salvator* (Laurenti, 1768) in south Sumatra. *Mertensiella*. 2: 120-135
- Eroschenko, V.P. 2008. *Di Fiore's Atlas of Histology with Functional Correlations*, 11th Edition. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia (US).
- Fitzgerald, L.A., Cruz, F.B., and G. Perotti. 1993. The Reproductive Cycle and the Size at Maturity of *Tumpinabis rufescens* (Sauria; Teiidae) in the Dry Chaco of Argentina. *Journal of Herpetology*. 27(1): 70-78.
- Frynta, D., Frydlova, P., Hnizdo, J., Simkova, O., Cikanova, V., and P. Velensky. 2010. Ontogeny of Sexual Dimorphism in Monitor Lizard: Males Grow for a Longer Period, but not a Faster Rate. *Zoological Science*. 27(12): 917-923.
- Fua, J.L., dan I.S. Wekke. 2017. Islam dan Konservasi: Pendekatan Dakwah dalam Pelestarian Lingkungan. *Al- Tahrir*. 17(2): 411-432.
- Gaulke, M. 1992. Taxonomy and biology of Philippine water monitors (*Varanus salvator*). *Philipp. J. Sci*. 121(4): 345-381.
- Hairston, C., and P.M. Burchfield. 1992. The reproduction and husbandry of the water monitor *Varanus salvator* at the Gladys Porter Zoo, Brownsville. *Int Zoo Yearb*. 31: 124-130.
- Hayward, A., and J.F. Gillooly. 2011. The Cost of Sex: Quantifying Energetic Investment in Gamete Production by Males and. *Plos One*. 6(1): 1-4.
- Holt, W.V., Brown, J.L., and P. Comizzoli. 2014. *Reproductive Sciences in Animal Conservation- Progress and Prospect*. Springer, London.
- Inger, R.F., and B. Greenberg. 1966. Annual Reproductive Patterns of Lizards from a Bornean Rain Forest. *Ecological Society of America*. 47(6): 1007-1021.

- James, C., and R. Shine. 1985. The Seasonal Timing of Reproduction: A Tropical-Temperate Comparison in Australian Lizards. *Oecologia (Berlin)*. 67: 464-474.
- Jones, S.M., Ballinger, R.E., and W.P. Porter. 1987. Physiological and environmental sources of variation in reproduction: prairie lizards in a food rich environment. *Oikos*. 48: 325-335.
- Kardong, K.V. 2008. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*, 5th Edition. McGraw-Hill Primis, United States of America.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018. *Kuota Pengambilan Tumbuhan Alam dan Penangkaran Satwa Liar Periode Tahun 2018*. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Khan, M. 1969. A preliminary study of the water monitor, *Naranus salvator*. *Malay Nat. Journal*. 22(2): 64-68.
- Koch, A., Auliya, M., Schmitz, A., Kuch, U. & W. Böhme. 2007. Morphological studies on the systematics of Southeast Asian water monitors (*Varanus salvator* complex): nominotypic populations and taxonomic overview. *Mertensiella*. 16: 109-180.
- Koch, A., and W. Böhme. 2010. Heading East: a New Subspecies of *Varanus salvator* from Obi Island, Maluku Province, Indonesia, with a Discussion about the Easternmost Natural Occurrence of Southeast Asean Water Monitor Lizard. *Russ. J. Herpetol*. 17(4): 299-309.
- Koch, A., Ziegler, T., Böhme, W., Arida, E.A., and M. Auliya. 2013. Pressing Problems: Distribution, threats, and conservation status of the monitor lizards (*Varanidae: Varanus* spp.) of Southeast Asia and the Indo-Australian Archipelago. *Herpetol Conserv and Biol*. 8(3): 1-62.
- Mahfud. 2014. Karakteristik Morfologi Organ Reproduksi Jantan Biawak Air Asia, *Varanus salvator bivittatus*, Kuhl 1820 (Reptil: Varanidae). *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Mahfud., Nisa, C., and A. Winarto. 2014. Anatomy of Male Reproductive Organ of Water Lizard, *Varanus salvator bivittatus* (Reptil: Varanidae). *Proceeding of the 3 Joint International Meeting*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mahfud., Nisa, C., dan A. Winarto. 2015. Anatomi Organ Reproduksi Jantan Biawak Air Asia, *Varanus salvator* (Reptil: Varanidae). *ACTA VETERINARIA INDONESIA*. 3(1): 1-7.
- Mahfud., Nisa, C., dan A. Winarto. 2017. Morfologi Hemipenis Biawak Air (*Varanus salvator bivittatus*). *Jurnal Sains Veteriner*. 35(1): 111-117.
- Manungjaya, F.M. 2005. *Konservasi Alam dalam Islam*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Mardiastuti, A., Soehartono, T., dan T. Havey. 2003. Perdagangan Reptil Indonesia di Pasar Internasional. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mathew, W.W. 1996. Reproduction in the psammophilous lizard *Uma scoparia*. *Copeia*. 1996(1): 114-122.
- Meiri, S. 2008. Evolution and ecology of lizard body sizes." *Global Ecology and Biogeography*. 17: 724-734.
- Melville, J., Smith, K., Hobson, R., Hunjan, S., and L. Shoo. 2014. The Role of Integrative Taxonomy in the Conservation Management of Cryptic Species: The Taxonomic Status of Endangered Earless Dragons (Agamidae: *Tympanocryptis*) In the Grasslands of Queensland, Australia. *Plos One*. 9(7): 1-13.
- Nafisah, M. 2018. Alquran dan Konservasi Lingkungan (Suatu Pendekatan Maqasid al-Syariah). *Jurnal Studi Al-Quran dan Hadist*. 2(1): 1-28.
- Paré, J.A. 2006. An overview of pet reptile species and proper handling. *The North American Veterinary Conference*. 2006: 161-164.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 92 Tahun 2018. 2018. *Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi*. 1 Agustus 2018. Menteri Lingkung Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999. 1999. *Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa*. Kepala Biro Peraturan Perundang-undangan I, Jakarta.
- Porto, M., de Oliveira, M.A., Pissinatti, L., Rodrigues, R.L., J.A. Rojas-Moscoso. 2013. The evolutionary implications of hemipenial morphology of Rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Laurent, 1768) (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *PLoS ONE*. 8(6): 1-8.
- Prades, R.B., Lastica, E.A., and J.A. Acorda. 2013. Ultrasonography of the urogenitalorgans of male water monitor lizard (*Varanus marmoratus*, Weigmann, 1834). *Philipp J Vet Anim Sci*. 39(2): 247-258.
- Ramírez-Bautista, A., Luría-Manzano, R., Cruz-Elizalde, R., Pavón, N. P., and D. Wilson. 2015. Variation in reproduction and sexual dimorphism in the long tailed spiny lizard, *Sceloporus siniferus*, from the southern Pacific coast of Mexico. *Salamandra*. 51(2): 73-82.
- Rieppel, O. 2000. Turtles as diapsid reptiles. *Zoologica Scripta*. 29: 199-212.
- Setyawatiningsih, S.C. 2016. Karakteristik Biawak Air (*Varanus salvator*) asal Wilayah Sumatera: Tinjauan Morfologi, Molekuler, dan Potensi Reproduksi. *Tensis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Setyawatiningsih, S.C., Solihin, D.D., Manalu, W., Boediono A., and A. Winarto. 2016. Female Reproductive Strategy of Comon Water Monitor (*Varanus salvator*) from Riau Region. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. 28(1): 33-43.
- Sever, D.M. 2004. Ultrastructure of the reproductive system of the black swamp snake (*Seminatrix pygaea*). *J Morphol*. 262: 714-730.
- Shine, R. 1989. Ecological Causes for the Evolution of Sexual Dimorphism: A Review of the Evidence. *THE QUARTERLY REVIEW OF BIOLOGY*. 60(4): 419-461.
- 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.

- Shine, R., Harlow, P.S., & J.S. Keogh. 1996. Commercial harvesting of giant lizards: the biology of water monitors *Varanus salvator* in southern Sumatra. *Biological Conservation*. 77(2): 125-124.
- Shine R., and E. L. Charnov. 1992. Patterns of survival, growth, and maturation in snakes and lizards. *American Naturalist*. 139(6): 1257-1269.
- Sihab¹, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah Volume 1*. Lentera Hati, Jakarta.
- Sihab², M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah Volume 5*. Lentera Hati, Jakarta.
- Sihab³, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah Volume 11*. Lentera Hati, Jakarta.
- Smith, M.A. 1935. Lizards. Dalam Lieut CJ, and C. Stehpenon (editor). II London (GB): Taylor and Francis, Red Lion Court.
- Subasli, D.R. 2012. Jenis-jenis reptilia yang diperdagangkan di Banten. *Fauna Indonesia*. 11 (2): 4-9.
- The Reptile Database. 2019. *Varanus salvator* (Laurenti, 1768). Diakses pada 03 September 2019. <http://reptile-database.reptarium.cz/spesies?genus=Varanus&spesies=salvator&search_param=%28%28search%3D%27Varanus+salvator%27%29%29>.
- Thompson, G.G., and E.R. Pianka. 2001. Allometry of Clutch and Neonate Size in Monitor Lizards (Varanidae: *Varanus*). *Cepeia*. 2001(2): 443-458.
- Tim Kemenag. 2013. *Maqashid Al-Syari'ah: Memahami Tujuan Utama Syariah*. Lajnah Pentashihan al-Quran, Jakarta.
- Wahyuni, S., Agungpriyono, S., Agil, M., dan T.L. Yusuf. 2012. Histologi dan histomorfometri testis dan epididimis Muncak (*Muntiacus muntjak muntjak*) pada periode ranggah keras. *Jurnal Veteriner*. 13(3): 211-219.
- (WAZA) World Association of Zoos and Aquariums. 2013. Water Monitor (*Varanus salvator bivittatus*). United for Concervation. [http://www.waza.org/en/zoo/choose-a-species/reptils/lizards-and-tuatara/varanus-salvator bivittatus](http://www.waza.org/en/zoo/choose-a-species/reptils/lizards-and-tuatara/varanus-salvator-bivittatus). Dalam Mahfud. 2014. Karakteristik Morfologi Organ

Reproduksi Jantan Biawak Air Asia, *Varanus salvator bivittatus*, Kuhl 1820 (Reptil: Varanidae). Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Yu, D., Longhui, L., Yuntuo, L., Chixian, L., and J. Xiang Body size and reproductive tactics in varanid lizard. *Asian Herpetological Research*. 5(4): 263-270.

Zug, G.R., Hedges, S. B., and S. Sunkel. 1979. Variation in reproductive parameters of three neotropical snakes, *Coniophanes fissidens*, *Dipsas catesbyi*, and *Imantodes cenchoa*. *Smithson Contrib Zool*. 8: 1-20.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A