

VARIASI MORFOMETRIK ANTAR SUBSPESIES BURUNG

RANGKONG BADAQ (*Buceros rhinoceros*)

SKRIPSI

Disusun oleh:

Dinda Rahma Dinta

061119019



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PAKUAN

BOGOR

2024

VARIASI MORFOMETRIK ANTAR SUBSPESIES BURUNG

RANGKONG BADAK (*Buceros rhinoceros*)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan

Disusun oleh:

Dinda Rahma Dinta (061119019)



PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Variasi Morfometrik Antar Subspesies Burung Rangkong Badak
(*Buceros rhinoceros*)
Nama : Dinda Rahma Dinta
NPM : 061119019

Skripsi ini telah diperiksa, dan disetujui pada:
Bogor, Juli 2024

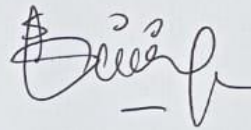
Menyetujui,

Pembimbing Pendamping,



Yohanna, S.Hut., M.Si.
NIP. 199011232018012001

Pembimbing Utama,



Dr. Wahyu Prihatini, M.Si.
NIP. 196311071988032003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi
FMIPA Universitas Pakuan



Dra. Triastinurmiatjingsih, M.Si.
NIK. 10894029207

Dekan FMIPA
Universitas Pakuan



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.
NIK. 10997004090

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI
SERTA PELIMPAHAN KEKAYAAN INTELEKTUAL
DI UNIVERSITAS PAKUAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dinda Rahma Dinta

NPM : 061119019

Judul Skripsi : Variasi Morfometrik Antar Subspesies Burung Rangkong Badak
(*Buceros rhinoceros*)

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul tersebut di atas benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau kutipan dari karya yang diterbitkan maupun yang tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan, Bogor.

Bogor, 2 Juli 2024



Dinda Rahma Dinta

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT dengan kerendahan dan ketulusan hati, atas segala nikmat, rezeki dan hidayah yang telah diberikan, sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik. Sebuah karya sederhana yang penuh perjuangan, saya persembahkan kepada:

Diri sendiri, Terima kasih telah berjuang dan bertahan untuk menyelesaikan skripsi ini sampai akhir, walaupun banyak halangan dan rintangan didepannya. Semangat untuk menjalani tahap berikutnya!

Kedua orang tua saya, Terima kasih kepada Bapak dan Ibu yang telah memberikan dukungan yang tidak terhingga sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dan menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1).

Dosen pembimbing, ibu Dr. Wahyu Prihatini, M.Si. dan ibu Yohanna, S.Hut., M.Si. yang telah membimbing dalam penelitian dan pembuatan skripsi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Seluruh dosen dan laboran Prodi Biologi, staf akademik, dekanat, staf tata usaha FMIPA Universitas Pakuan. Terima kasih atas ilmu, pelajaran dan motivasi berharga yang saya peroleh selama masa studi.

Teman-teman kost pink 40: Terima kasih Anindita, Nenden, Rosi, Asti, Wati, Damayana, Safrina, Selvia dan Zahra atas dukungannya dalam berbagai hal. Terima kasih pula teman Biologi 2019, yang telah kebersamai selama empat tahun dengan penuh suka, duka, dan kenangan yang dijalani.

Terima kasih Abil dan Kina yang selalu mendukung, mendengarkan keluh kesah selama melakukan penelitian dan menyusun skripsi. Terima kasih pula teman-teman 2k parkir, telah kebersamai selama tiga tahun, memberi dukungan hingga akhirnya saya menyelesaikan skripsi.

Terima kasih kepada Stray kids dan NCT Dream atas lagu-lagu yang membuat saya lebih semangat mengerjakan skripsi.

**Terima kasih atas 4 tahun pengalaman berharga di Universitas Pakuan,
Biologi HMB-Helianthus**

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

RIWAYAT HIDUP



Dinda Rahma Dinta lahir di desa Muara Delang pada tanggal 22 Maret 2000. Anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan bapak Heru Pratomo dan ibu Dwi Sri Sukamti.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 274/VI Muara Delang II pada tahun 2012, pendidikan menengah pertama di SMPN 23 Merangin tahun 2015, dan pendidikan pertama di SMK Kesehatan Fania Salsabila Kota Jambi Jurusan Farmasi tahun 2018.

Pada tahun 2019 Penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif Himpunan Mahasiswa Biologi *Helianthus* pada tahun 2021 sebagai anggota divisi Media dan Informasi, kemudian menjadi Koordinator divisi media dan informasi pada tahun 2022. Penulis juga berkegiatan di Ikatan Himpunan Biologi Indonesia (IKAHIMBI) Jawa 1 Wilayah Kerja 3 sebagai anggota Divisi Infokom pada tahun 2020.

Pada tahun 2021 penulis mendapatkan penghargaan Juara Terbaik I Desain Beranda Website pada kegiatan Pelatihan Media Nasional, yang dilaksanakan oleh Badan Pengurus Pusat Ikatan Himpunan Biologi Indonesia (BPP IKAHIMBI) Periode 2019-2021.

Pada tahun 2023 penulis melaksanakan penelitian tugas akhir di Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi BRIN Cibinong dibawah bimbingan Ibu Dr. Wahyu Prihatini, M.Si dan Ibu Yonanna, S.Hut., M.Si., dengan judul skripsi “Variasi Morfometrik Antar Subspesies Rangkong Badak *Buceros rhinoceros*” dan menyelesaikan studi strata satu (S1) pada tahun 2024.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang diberikan, juga shalawat dan salam disampaikan kepada nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi, yang berjudul “Variasi Morfometrik Antar Subspesies Burung Rangkong Badak *Buceros rhinoceros*”. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. Wahyu Prihatini, M.Si. selaku Pembimbing Utama, atas bimbingan, selama perencanaan, dan pelaksanaan penelitian, serta penulisan skripsi;
2. Yohanna, S.Hut., M.Si. selaku Pembimbing Anggota dari Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, BRIN, atas arahan, dan bimbingannya selama pelaksanaan penelitian;
3. Pimpinan Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, BRIN Cibinong yang telah mengizinkan penggunaan laboratorium untuk penelitian;
4. Rouland Ibnu Darda, M.Si dan Prof. Dr. S.Y. Srie Rahayu, M.Si, selaku Penguji Sidang Skripsi;
5. Staf dan teknisi Laboratorium Burung Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, BRIN, yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian;
6. Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan;
7. Dra. Triastinurmiatiningsih, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan;
8. kedua orang tua, keluarga, dan rekan-rekan mahasiswa, atas dukungannya

Penulis berharap skripsi ini dapat melengkapi informasi ilmiah burung rangkong di Indonesia, sebagai kekayaan hayati yang perlu dijaga kelestariannya.

Bogor, Juli 2023

Penulis

RINGKASAN

Dinda Rahma Dinta. NPM: 061119019. Judul: Variasi Morfometrik Antar Subspesies Burung Rangkong Badak *Buceros rhinoceros*. Dibimbing oleh Dr. Wahyu Prihatini, M.Si. dan Yohanna, S.Hut., M.Si.

Burung rangkong badak *Buceros rhinoceros* merupakan anggota famili Bucerotidae yang dilindungi berdasarkan UU No.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.106 / MENLHK / SETHEN/ KUM.1 /12/2018.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi morfometrik antar tiga subspesies *Buceros rhinoceros* di Indonesia, menggunakan spesiemen awetan koleksi Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, BRIN Cibinong. Analisis data dilakukan dengan *Principal Component Analysis* (PCA) untuk menentukan pengelompokan subspesies, dilanjutkan dengan *Discriminan Function Analysis* (DFA) untuk mendapatkan karakter morfometrik pembeda antar tiga subspesies *Buceros rhinoceros*. Analisis PCA dan DFA dilakukan dengan menggunakan perangkat SPSS version 20.

Hasil analisis PCA mendapatkan komponen utama PC1 dan PC2, mampu memisahkan ketiga subspesies *Buceros rhinoceros*, dan hasil analisis DFA memperoleh karakter tinggi paruh atas 1 (TPA1), tinggi paruh keseluruhan 2 (TPK2), dan tinggi *casque* paruh bawah 2 (TCPB2) sebagai pembeda morfometrik antar ketiga subspesies *Buceros rhinoceros*.

SUMMARY

Dinda Rahma Dinta. NPM: 061119019. Title: Morphometric Variation Among Subspecies of The Rhinoceros Hornbill *Buceros rhinoceros*. Supervised by Dr. Wahyu Prihatini, M.Si. dan Yohanna, S.Hut., M.Si.

The rhinoceros hornbill *Buceros rhinoceros* is protected by the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number: P.106/MENLHK/SETHEN/KUM.1/12/2018. This study aimed to analyze the morphological variation among three subspecies of *Buceros rhinoceros*, Biosystematics and Evolution BRIN Cibinong.

Data analysis was conducted using the Principal Component Analysis (PCA) to determine the subspecies, grouping, then followed by the Discriminant Function Analysis (DFA) to identify the morphometrical characters that distinguish three subspecies of *Buceros rhinoceros*. The analysis of PCA and DFA were performed using the SPSS version 20.

The results of PCA analysis obtained the main components PC1 and PC2, were able to separate the three subspecies of *Buceros rhinoceros*. The DFA analysis found that the characters of beak height 1 (TPA1), overall beak height 2 (TPK2), and lower beak casque height 2 (TCPB2), could be used as the morphometrical distinguish between three subspecies of *Buceros rhinoceros*.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
PRAKATA	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Biologi <i>Buceros rhinoceros</i>	3
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	3
2.1.2 Habitat.....	5
2.1.3 Ancaman kelestarian.....	5
2.2 Pendekatan Morfometrika dalam Sistematika Hewan	6
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Metode kerja	9
3.3.1 Pengukuran spesimen	9
3.3.2 Analisis data	10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Karakter morfometrik subspecies rangkong badak	12

4.2 Variasi morfotrik berdasarkan hasil analisis PCA dan DFA	15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR GAMBAR

No.	Gambar	Halaman
1.	Burung rangkong badak.....	4
2.	Subspesies rangkong badak.....	5
3.	Paruh dan <i>casque</i> rangkong badak sitaan	6
4.	Pengukuran morfometrik burung.....	7
5.	Pengukuran paruh dan <i>casque</i> rangkong	10
6.	Hasil <i>scatter plot</i> PCA morfometrik rangkong badak	16
7.	Hasil <i>scatter plot</i> DFA morfometrik rangkong badak	18

DAFTAR TABEL

No.	Tabel	Halaman
1.	Spesimen rangkong badak sampel penelitian.....	8
2.	Karakter morfologi rangkong badak yang diukur	9
3.	Rata-rata ukuran morfometrik tiga subspecies rangkong badak	12
4.	Hasil sidik ragam karakter morfometrik rangkong badak.....	14
5.	Hasil uji Duncan morfometrik rangkong badak	14
6.	Total nilai eigen kumulatif	15
7.	Pengekompokkan karakter pada komponen utama	16
8.	Hasil DFA karakter morfometrik rangkong badak.....	17
9.	Nilai eigen DFA karakter morfometrik rangkong badak	17

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Halaman
1. Data log 10 karakter morfometrik rangkong badak.....	23
2. Hasil uji normalitas seluruh variabel	23
3. Hasil uji KMO dan <i>Bartlett's</i> test	24
4. Stepwise tiga karakter pembeda	24
5. Eigenvalue DFA rangkong badak.....	24
6. Dokumntasi kegiatan penelitian	25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Burung rangkong badak (*Buceros rhinoceros*) merupakan spesies burung yang dilindungi, dengan status rentan (*vulnerable*) di IUCN, dan dicantumkan dalam *Appendix II* CITES sebagai spesies yang diatur sangat ketat perdagangannya secara global karena populasinya di alam terus berkurang (CITES, 2023; IUCN, 2023; Rangkong Indonesia, 2018). Secara nasional rangkong badak dilindungi berdasarkan UU No.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.106/MENLHK/SETHEN/KUM.1/12/2018 (KLHK, 2018).

Mengacu pada Peters checklist (1945), *Buceros rhinoceros* memiliki empat subspecies, yaitu *B. r. rhinoceros* yang di Malaysia, *B. r. sumatranus* di Sumatra, *B. r. silvestris* di Jawa, dan *B. r. borneoensis* di Kalimantan. Namun terdapat revisi taksonomi dari checklist lain, yaitu Bird of Life, Clement, dan *International Ornithological Committee* (IOC), menyatakan bahwa spesies ini hanya memiliki tiga subspecies, yaitu *B. r. rhinoceros* di Thailand, Malaysia, dan Sumatra, *B. r. silvestris* di Jawa, dan *B. r. borneoensis* di Kalimantan (Kemp & Boesman, 2020).

Ketiga subspecies rangkong badak memiliki kemiripan morfologi, yang menyulitkan proses identifikasinya. Kajian molekuler telah dilakukan pada tiga subspecies rangkong badak (Jarulis, dkk., 2020), serta kajian morfometrik famili Bucerotidae (Jarulis, 2019), namun belum ada kajian morfometrik antar tiga subspecies rangkong badak. Hal ini perlu dilakukan untuk mempermudah identifikasi subspecies rangkong badak, terutama jika sulit melakukan analisis molekuler karena keterbatasan biaya dan fasilitas laboratorium (Widiyana, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai variasi morfometrik antar tiga subspecies rangkong badak *Buceros rhinoceros*, untuk menentukan karakter morfometrik pembeda subspecies rangkong badak.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi morfometrik antar tiga subspecies rangkong badak *Buceros rhinoceros*, dengan menggunakan spesimen awetan koleksi Museum Zoologicum Bogoriense, BRIN Cibinong.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah karakter kunci yang dihasilkan dapat digunakan untuk membedakan ketiga subspecies rangkong badak sehingga dapat mempermudah identifikasi spesimen rangkong badak terutama spesimen hasil sitaan yang membutuhkan identifikasi cepat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Buceros rhinoceros*

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Burung rangkong badak *Buceros rhinoceros* (*rhinoceros hornbill*) memiliki klasifikasi sebagai berikut (ITIS, 2023):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Aves
Ordo	: Bucerotiformes
Famili	: Bucerotidae
Genus	: Buceros
Spesies	: <i>Buceros rhinoceros</i> Linnaeus, 1758
Sub Spesies	: <i>B. r. rhinoceros</i> ; <i>B. r. borneoensis</i> Schlegel & Muller, 1845; <i>B. r. silvestris</i> Vieillot, 1816.

Rangkong badak memiliki ciri umum yaitu bertubuh besar, terdapat struktur tambahan yang menyerupai cula (disebut *casque*) di kepala, paruh panjang kokoh, dan melengkung (disebut *hornbill*) berwarna merah atau kuning. Tubuh rangkong dewasa berwarna hitam dengan, garis melintang di ekor (Rahman, 2019; Ramianty, 2021).

Ukuran tubuh dan *casque* rangkong jantan dewasa lebih besar dibandingkan betina. Rangkong jantan pada umumnya memiliki bobot tubuh 2,46-2,96 kg, sementara betina 2,04-2,33 kg, dan panjang tubuh berkisar 80-90 cm. Rangkong jantan dewasa memiliki mata berwarna merah berbingkai hitam, sedangkan rangkong betina bermata putih berbingkai merah. Rangkong remaja belum memiliki *casque*, paruh kecil, dan mata biru keabu-abuan (Gambar 1) (Kemp & Boesman, 2020).



a.



b.



c.

Gambar 1 Burung rangkong badak *Buceros rhinoceros*: a. dewasa jantan; b. dewasa betina; c. remaja (Sumber: Kemp & Boesman, 2020).

Burung rangkong badak *Buceros rhinoceros* memiliki tiga subspecies, yaitu *B. r. rhinoceros*, *B. r. borneoensis*, *B. r. silvestris*. Subspecies *B. r. rhinoceros* memiliki ciri paruh dan *casque* berwarna orange hingga merah, melengkung diujung. Subspecies *B. r. borneoensis* bertubuh kecil, *casque* lebih pendek, lebar, dan melengkung tajam diujung. Subspecies *B. r. silvestris* memiliki pita ekor lebih lebar, dan *casque* tidak tergulung ke belakang (Kemp & Boesman, 2020).



a.

b.

c.

Gambar 2 Subspesies rangkong badak, a. *B.r. rhinoceros*, b. *B.r. borneoensis*, c. *B.r. silvestris* (Sumber: dokumentasi penulis, 2023)

2.1.2 Habitat

Burung rangkong badak beraktivitas di pepohonan besar, dan tinggi di dalam hutan primer (Apriliasari, 2021; Rangkong Indonesia, 2018). Kebanyakan spesies rangkong di Indonesia hidup di hutan primer dan sekunder, yang menyediakan sumber pakan, tempat istirahat, bermain, bertengger, maupun berlindung dari predator (Setiawan, 2022).

Rangkong badak mendiami pohon-pohon besar di hutan, dan tetap tinggal hingga pohon itu mati, atau tumbang (Nur R.F., *dkk.* 2013). Rangkong badak *Buceros rhinoceros* dan rangkong gading *Rhinoplax vigil* menyukai habitat jauh dari aktivitas manusia, yang dapat mengancam kelangsungan hidupnya (Apriliani, 2021). Persebaran rangkong badak di Indonesia meliputi Pulau Sumatera, Kalimantan, khusus subspesies *B. r. silvestris* banyak ditemui di Jawa Timur terutama di Meru Betiri (Rangkong Indonesia, 2018).

2.1.3 Ancaman kelestarian

Perdagangan ilegal burung rangkong di Indonesia sejak Januari 2017 sampai Agustus 2021 tercatat sebanyak 51 kasus (Supardi, 2021). Sebanyak 33% dari komoditas tersebut adalah *casque* dan paruh yang

telah lama menjadi incaran perburuan liar, untuk diperdagangkan secara ilegal (Hadiprakarsa, 2021).

Perdagangan liar paruh dan *casque* rangkong (Gambar 3) sebagai perhiasan, atau suvenir, telah mengakibatkan penurunan populasinya di alam, bahkan ancaman kepunahan. Hiasan *casque* rangkong telah dijumpai sejak abad ke-14, karena bentuknya unik, dan lebih lunak dibandingkan gading gajah (KLHK, 2018).



Gambar 3 Hasil sitaan paruh dan *casque* rangkong badak
(Sumber: Phassaraudomsak *et. al.* 2019)

Proses identifikasi spesies rangkong sulit dilakukan jika hanya berdasarkan *casque* dan paruh yang disita. Oleh karena itu diperlukan acuan morfometrik untuk identifikasi, karena morfologi suatu organisme merupakan hasil ekspresi gen yang dipengaruhi faktor lingkungan (Roslinawati, 2016).

2.2 Pendekatan Morfometrika dalam Sistematika Hewan

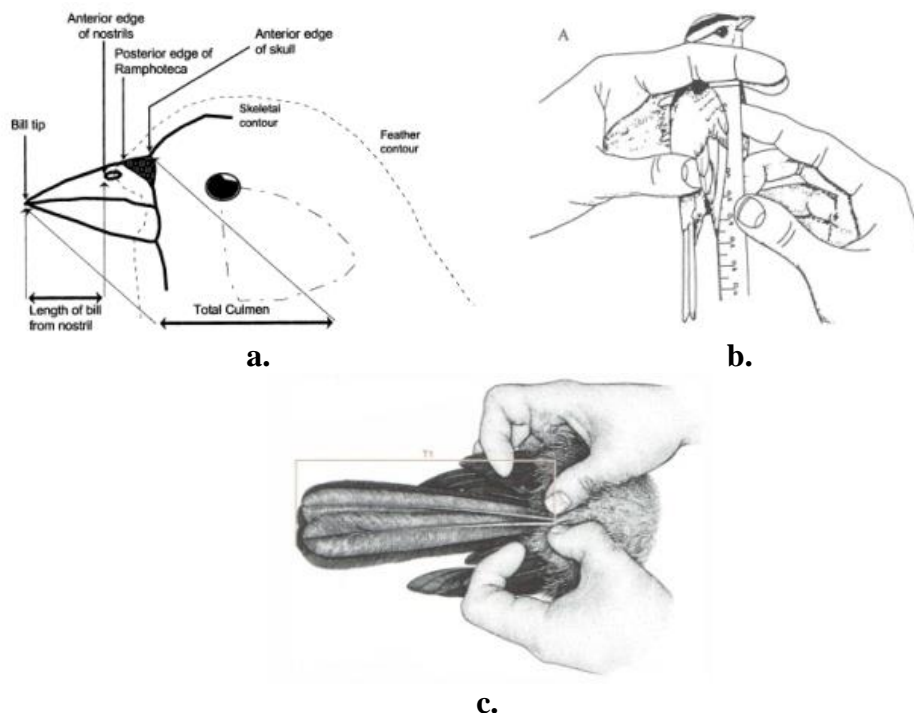
Istilah “morfometrika” pertama kali diperkenalkan oleh Robert E. Blackith dari Universitas College di Dublin University sekitar tahun 1960. Morfometrika merupakan metode pengukuran morfologi secara umum, yang dapat mengidentifikasi keanekaragaman hewan (Reyment, 2010; Rosalinawati, dkk., 2016).

Pendekatan morfometrik dilakukan melalui pengukuran panjang, dan bobot tubuh, maupun skala kondisi fisik sesuai standar morfologi tubuh.

Pendekatan morfometrik umum dipakai dalam kajian morfologi akibat perbedaan geografi (Baur & Leuenberger, 2011; Fadhil, dkk., 2016).

Karakter morfometrik burung mempunyai variasi tersendiri, baik dalam satu spesies, maupun antar spesies di habitat yang sama (Nurmala & Dirhamsyah, 2017). Salah satu kajian morfometrik pada burung adalah variasi antar spesies burung bondol genus *Lonchura*, yang mendapati empat karakter utama pembeda antar spesies, yaitu panjang paruh, panjang kepala, panjang total tubuh, dan panjang sayap (Roslinawati, dkk., 2017).

Selain pendekatan morfometrik, perubahan morfologi selama masa perkembangan burung, dapat digunakan untuk pendugaan umur. Sebagai contoh, warna bulu dikepala, dan pertumbuhan bulu sayap, dapat terlihat jelas perubahannya selama masa pertumbuhan burung (Gambar 4) (Lambey dkk., 2013).



Gambar 4 a. Pengukuran morfometrik burung a. paruh, b. sayap, c. ekor (Sumber: Clark, A. B., 1995, Siegfried, E., 2012).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni-September 2023, di Ruang koleksi burung, Museum Zoologicum Bogoriense, Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi, BRIN, yang berlokasi di Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46., Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, 16911.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi *caliper* manual dengan ketelitian 0.1 mm, jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm, penggaris, meteran pita, benang, pensil, pulpen, notebook, sarung tangan, masker, jas laboratorium, software SPSS version 20.

Bahan-bahan penelitian meliputi 22 spesimen awetan rangkong badak subspecies *Buceros rhinoceros rhinoceros*, *Buceros rhinoceros borneoensis*, dan *Buceros rhinoceros silvestris* koleksi Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). Setiap spesimen memiliki label identitas berisi informasi nomor spesimen, jenis kelamin, nama ilmiah, tanggal dan lokasi penemuan spesimen, sertanama kolektor (Tabel 1).

Tabel 1 Spesimen rangkong badak sampel penelitian

No.	Spesimen	No koleksi	Jenis Kelamin	Asal spsiemen
1.	<i>B. r. rhinoceros</i>	11721	Jantan	Aceh
2.	<i>B. r. rhinoceros</i>	12824	Jantan	Lampung
3.	<i>B. r. rhinoceros</i>	12826	Jantan	Palembang
4.	<i>B. r. rhinoceros</i>	12829	Jantan	Bengkulu
5.	<i>B. r. rhinoceros</i>	11720	Betina	Aceh
6.	<i>B. r. rhinoceros</i>	12827	Betina	Palembang
7.	<i>B. r. rhinoceros</i>	12825	Betina	Palembang
8.	<i>B. r. rhinoceros</i>	12828	Betina	Palembang
9.	<i>B. r. borneoensis</i>	12833	Jantan	Ned. Borneo
10.	<i>B. r. borneoensis</i>	12832	Jantan	Ned. Borneo

No.	Spesimen	No koleksi	Jenis kelamin	Asal spesimen
11.	<i>B. r borneoensis</i>	12830	Jantan	Ned. Borneo
12.	<i>B. r borneoensis</i>	12831	Jantan	Ned. Borneo
13.	<i>B. r borneoensis</i>	27712	Jantan	Borneo
14.	<i>B. r borneoensis</i>	12837	Betina	Ned. Borneo
15.	<i>B. r borneoensis</i>	12834	Betina	Ned. Borneo
16.	<i>B. r borneoensis</i>	12839	Betina	New. Borneo
17.	<i>B. r borneoensis</i>	12838	Betina	Ned. Borneo
18.	<i>B. r borneoensis</i>	12835	Betina	Ned. Borneo
19.	<i>B. r silvestris</i>	23445	Jantan	Ujung kulon
20.	<i>B. r silvestris</i>	14452	Betina	Brebes
21.	<i>B. r silvestris</i>	23447	Betina	Ujung kulon
22.	<i>B. r silvestris</i>	12823	?	West j ava

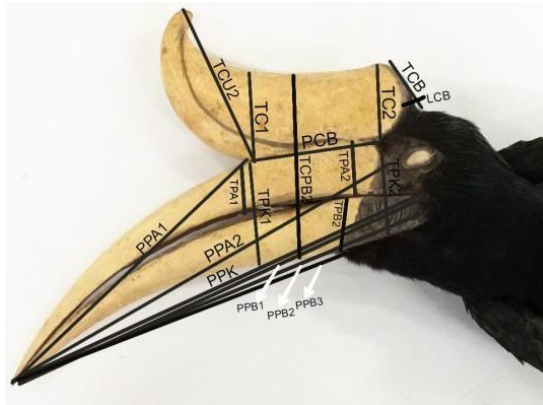
3.3 Metode kerja

3.3.1 Pengukuran spesimen

Pengukuran dilakukan terhadap 18 karakter (Tabel 2), mengacu pada Clark (1995) yang dimodifikasi.

Tabel 2 Karakter morfologi rangkong badak yang diukur

No.	Karakter yang diukur
1	panjang <i>casque</i> bawah (PCB)
2	tinggi <i>casque</i> 1 (TC1)
3	tinggi <i>casque</i> 2 (TC2)
4	tinggi ujung <i>casque</i> 2 (TUC2)
5	lebar <i>casque</i> belakang (LCB)
6	tinggi <i>casque</i> belakang (TCB)
7	Panjang paruh keseluruhan (PPK)
8	tinggi paruh keseluruhan 1 (TPK1)
9	tinggi paruh keseluruhan 2 (TPK2)
10	panjang paruh atas 1 (PPA1)
11	panjang paruh atas 2 (PPA2)
12	tinggi paruh atas 1 (TPA1)
13	tinggi paruh atas 2 (TPA2)
14	panjang paruh bawah 1 (PPB1)
15	panjang paruh bawah 2 (PPB2)
16	panjang paruh bawah 3 (PPB3)
17	tinggi paruh bawah 2 (TPB2)
18	tinggi <i>casque</i> hingga paruh bawah 2 (TCPB2)



Gambar 5 Pengukuran paruh dan *casque* rangkong
(Sumber: dokumentasi pribadi, 2023)

3.3.2 Analisis data

Data hasil pengukuran morfometrik dianalisis secara bertahap, menggunakan analisis sidik ragam (Anova), *Principal Component Analysis* (PCA) dan DFA (*Discriminant Function Analysis*) dengan perangkat SPSS 2020. Analisis sidik ragam bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan karakter-karakter yang diukur. Apabila terdapat perbedaan karakter morfometrik pada ketiga subspecies (nilai $<0,005$), dilakukan uji Duncan untuk menentukan karakter yang berbeda secara signifikan (Lestari, *dkk.*, 2023).

Sebelum melakukan analisis PCA, terlebih dulu dilakukan uji normalitas untuk menilai apakah sebaran data terdistribusi normal. Jika data terdistribusi normal dengan nilai signifikan $p > 0,05$ kemudian dilakukan uji *Keiser-Meyers-Oklin* (KMO) dan *Barlette's Test* untuk validitas faktor-faktor penelitian. Apabila diperoleh nilai KMO $> 0,05$ dan nilai *Barlette's Test* $< 0,05$, data dapat digunakan untuk analisis berikutnya yaitu PCA (Gozali, 2009).

Prosedur PCA mampu mereduksi variabel-variabel yang diamati, dengan cara menghilangkan kolerasi antar variabel bebas melalui tranformasi, sehingga didapat variabel baru yang disebut komponen utama (Soemertini, 2008). Variabel baru yang lebih kecil ini tidak

menghilangkan informasi sebelumnya, variasi data tetap dipertahankan minimal 70-80%. Analisis PCA bertujuan untuk mengelompokkan individu-individu sampel *Buceros rhinoceros* berdasarkan karakter morfometrik yang diamati (Johnson & Wichern, 1992; Fitriyaningsih & Sugiyarto, 2018).

Analisis DFA dilakukan untuk mengidentifikasi karakter morfometrik yang mampu membedakan subspecies *Buceros rhinoceros*, berdasarkan prioritas pembeda terbaik. Hasil *scatter plot* analisis DFA memvisualisasikan pengelompokan berdasarkan karakter morfometrik pembeda ketiga subspecies *Buceros rhinoceros* (Johnson & Wichern, 2007; Wiantoro & Maryanto, 2016).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakter morfometrik subspecies rangkong badak

Hasil pengukuran karakter morfometrik ketiga subspecies rangkong badak *Buceros rhinoceros* jantan dan betina, sangat bervariasi (Tabel 3). Secara umum terlihat bahwa ukuran panjang paruh dan *casque* individu rangkong jantan lebih besar dibandingkan betina. Rata-rata ukuran panjang paruh *B. r. rhinoceros* jantan 178,91-253,00 mm, betina 147,76-218,05 mm. Rata-rata panjang paruh *B. r. borneoensis* jantan 153,35-226,00 mm, betina 208,21-210,40 mm. Rata-rata panjang paruh *B. r. silvestris* jantan berkisar 139,68-204,78 mm, betina 147,75-208,00 mm.

Terlihat pula fenomena unik pada subspecies *B. r. silvestris*, yaitu memiliki *casque* paling besar, namun ukuran paruhnya lebih kecil, jika dibandingkan dengan kedua subspecies lain. Ukuran *casque* subspecies *B. r. rhinoceros* lebih besar dibandingkan dengan *B. r. borneoensis*. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Jarulis (2019), yang menyebutkan ukuran *casque* subspecies *B. r. rhinoceros* lebih besar, dan bewarna lebih terang dibandingkan *B. r. borneoensis*.

Hasil sidik ragam seluruh karakter morfometrik yang diukur menunjukkan, terdapat perbedaan signifikan karakter panjang *casque* bawah (PCB) dengan nilai sig. 0,021, dan karakter tinggi paruh atas 1 (TPA1) dengan nilai sig. 0,010 (Tabel 4).

Tabel 3 Rataan ukuran morfometrik subspecies rangkong badak

Variabel	Sex	Subspecies		
		<i>B.r. rhinoceros</i>	<i>B. r. borneoensis</i>	<i>B.r. silvestris</i>
	♂	84,95±4,97	76,20±9,16	83,78±12,27
PCB	♀	78,43±2,45	67,30±5,89	80,93±2,51
	♂	54,25±17,24	53,83±14,92	53,53±23,51
TC1	♀	52,70±11,61	46,90±9,30	57,15±0,92

	♂	64,86±10,33	63,06±10,30	66,25±19,16
TC2	♀	60,04±5,65	52,54±6,96	70,53±0,95
	♂	84,53±36,89	75,83±31,37	83,68±85,67
TUC2	♀	76,80±26,47	67,90±19,39	112,68±17,93
	♂	57,23±6,32	48,97±7,48	44,93±10,71
LCB	♀	52,53±3,49	44,86±7,80	51,15±0,00
	♂	39,94±11,54	37,37±10,03	37,40±12,52
TCB	♀	33,69±6,90	32,01±5,72	42,50±4,53
	♂	253,00±26,78	226,00±29,35	204,78±52,08
PPK	♀	218,05±7,02	210,40±18,34	208,00±2,47
	♂	60,48±4,98	55,68±6,61	60,15±1068
TPK1	♀	54,59±4,06	51,43±3,81	58,90±2,90
	♂	65,10±5,12	60,77±6,80	57,75±14,78
TPK2	♀	60,83±1,79	52,70±3,81	58,05±0,07
	♂	178,91±30,15	153,35±25,22	139,68±52,50
PPA1	♀	147,76±11,37	146,15±18,62	150,78±5,55
	♂	243,23±28,02	212,03±30,91	198,08±52,57
PPA2	♀	206,88±7,96	197,25±18,86	199,85±1,84
	♂	26,23±2,82	25,18±2,13	28,40±4,67
TPA1	♀	24,10±1,16	23,70±1,54	29,63±0,32
	♂	34,60±2,31	31,82±3,82	29,50±5,37
TPA2	♀	31,29±1,80	29,34±3,49	30,65±1,63
	♂	247,05±24,67	223,52±30,37	202,40±53,53
PPB1	♀	214,83±5,73	208,21±17,28	202,05±3,46
	♂	248,93±25,10	223,60±29,42	203,25±52,54
PPB2	♀	216,14±7,19	209,11±16,81	202,93±3,15
	♂	187,59±25,96	162,01±31,00	144,58±48,68
PPB3	♀	158,74±10,09	150,96±16,66	147,75±2,69
	♂	32,48±29,54	29,52±3,75	26,98±2,90
TPB2	♀	29,54±1,50	26,82±2,21	31,73±6,47
	♂	119,01±16,23	116,12±15,95	121,50±27,72
TCPB2	♀	111,10±7,18	102,24±8,39	125,68±1,80

Keterangan: Nama lengkap variabel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 4 Hasil sidik ragam karakter morfometrik rangkong badak

Karakter	F	Sig.
PCB	4,733	0,021
TC1	0,378	0,690
TC2	1,906	0,175
TUC2	1,034	0,374
LCB	2,416	0,115
TCB	0,624	0,546
PPK	2,036	0,157
TPK1	2,466	0,110
TPK2	2,423	0,114
PPA1	1,060	0,365
PPA2	1,879	0,179
TPA1	5,903	0,010
TPA2	1,314	0,291
PPB1	1,928	0,172
PPB2	2,108	0,148
PPB3	1,960	0,167
TPB1	1,913	0,174
TCPB2	1,699	0,208

Keterangan: nilai sig. <0,05 artinya berbeda nyata

Mengacu pada Tabel 4, terdapat dua karakter yang berbeda nyata pada spesimen yang diuji, yaitu ukuran panjang *casque* belakang (PCB) dengan nilai sig. 0,021, dan tinggi paruh atas 1 (TPA1) dengan nilai sig. 0,010. Hasil sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan, dan menunjukkan bahwa ukuran panjang *casque* belakang (PCB) *B. r. rhinoceros* berbeda nyata dari dua subspecies lainnya, sementara tinggi paruh atas 1 (TPA1) *B. r. silvestris* berbeda nyata dari dua subspecies lainnya (Tabel 5).

Tabel 5 Hasil uji Duncan rangkong badak morfometrik rangkong badak

Subspecies	Karakter PCB			Karakter TPA1		
	N	1	2	N	1	2
<i>B. r. rhinoceros</i>	11	72,51		24,65		
<i>B. r. borneoensis</i>	8		81,71	25,16		
<i>B. r. silvestris</i>	4		82,35			29,01
Sig.		1,000	0,879		0,683	1,000

Perbedaan morfologi antar individu dalam suatu spesies, dapat dipengaruhi oleh faktor internal (genetik), maupun eksternal seperti tipe habitat, kondisi lingkungan, dan pakan (Skoglound, 2015; Maizul, 2019). Hasil analisis pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan, terdapat pengaruh dimorfisme seksual pada ketiga subspecies *Buceros rhinoceros* yang diuji. Temuan pada penelitian ini sejalan dengan pendapat Ramadhan (2015), yang menyebutkan ukuran *casque* sebagai salah satu penciri jenis kelamin burung rangkong. Ukuran *casque* rangkong jantan umumnya lebih besar daripada individu betina.

4.2 Variasi morfotrik berdasarkan hasil analisis PCA dan DFA

Hasil uji normalitas menghasilkan nilai KMO = 0,863 dengan sig. 0,000. Perolehan ini menunjukkan bahwa seluruh variabel telah terdistribusi normal, dan dapat digunakan untuk analisis PCA. Hasil analisis menunjukkan komponen utama pertama (PC1) memiliki nilai eigen kumulatif 77,64%, sementara komponen utama kedua (PC2) sebesar 89,08% (Tabel 6), hasil ini mengindikasikan data memenuhi syarat untuk tahap analisis PCA berikutnya.

Tabel 6 Total nilai eigen kumulatif

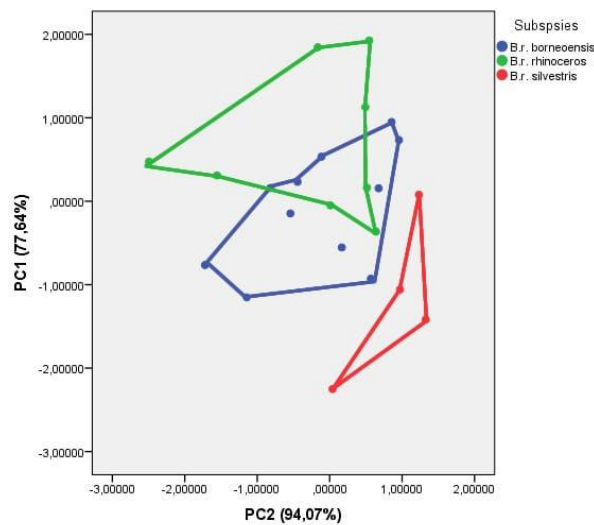
Nilai Eigen			
Komponen Utama	Nilai Eigen	Varian %	Eigen Kumulatif %
PC1	10,094	77,644	77,64 %
PC2	1,488	11,445	89,08 %

Hasil analisis PCA menggunakan PC1 dan PC2 terlihat mampu mengelompokkan karakter morfotrik tiga subspecies rangkong badak (Tabel 7). Pada PC1 mengelompokkan karakter panjang paruh atas 2 (PPA2), panjang paruh atas 1 (PPA1), dan panjang paruh bawah 3 (PPB3). Pada PC2 tampak mengelompokkan karakter tinggi paruh atas 1 (TPA1), tinggi *casque* 2 (TC2) dan tinggi *casque* sampai patuh bawah 2 (TCPB2).

Tabel 7 Pengekompokkan karakter pada komponen utama

Karakter	PC1	PC2
PPA2 (Panjang paruh atas 2)	0,962	-0,243
PPA1 (Panjang paruh atas 1)	0,952	-0,175
PPB3 (Panjang paruh bawah 3)	0,952	-0,289
TPA1 (Tinggi paruh atas 1)	0,423	0,743
TC2 (Tinggi <i>casque</i> 2)	0,865	0,352
TCPB2 (Tinggi <i>casque</i> sampai paruh bawah 2)	0,899	0,348

Hasil *scatter plot* analisis PCA menggunakan PC1 dan PC2, mendapati subspecies *B. r. silvestris* terpisah dari dua subspecies lain. Terlihat bahwa *B. r. silvestris* mengelompok tersendiri, namun masih berdekatan dengan dua subspecies lainnya (Gambar 6).



Gambar 6 Hasil *Scatter plot* analisis PCA morfometrik rangkong badak

Hasil analisis selanjutnya dengan analisis DFA, berhasil mengidentifikasi karakter morfometrik pembeda tiga subspecies rangkong badak dengan nilai terbesar. Hasil analisis DFA mendapati bahwa karakter tinggi paruh atas 1 (TPA1), tinggi paruh keseluruhan 2 (TPK2), dan tinggi *casque* hingga paruh bawah 2 (TCPB2), berpengaruh besar memisahkan tiga subspecies *Buceros rhinoceros* (Tabel 8).

Tabel 8 Hasil DFA karakter morfometrik rangkong badak

Karakter	Nilai DFA
TPA1 (Tinggi paruh atas 1)	0,629
TPK2 (Tinggi paruh keseluruhan 2)	0,383
TCPB2 (Tinggi <i>casque</i> paruh bawah 2)	0,278

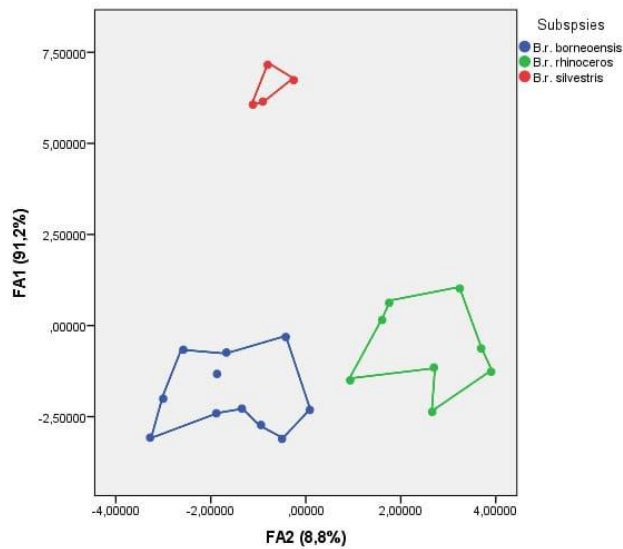
Hasil analisis DFA menunjukkan bahwa komponen Fungsi 1 (FA1) dan Fungsi 2 (FA2) mampu menjelaskan seluruh variasi karakter morfometrik tiga subspecies rangkong badak. Komponen FA1 memiliki proporsi sebesar 91,2%, adapun FA2 memiliki proporsi 8,8% dari keseluruhan variasi karakter yang diuji (Tabel 9).

Tabel 9 Nilai Eigen analisis DFA karakter morfometrik rangkong badak

Fungsi analisis	Eigenvalue	Varian %	Eigen kumulatif %
FA1	2,010 ^a	91,2%	91,2%
FA2	0,195 ^a	8,8%	100%

Berdasarkan hasil pada Tabel 8 dan Tabel 9, dapat dipastikan ada tiga karakter morfometrik yang mampu memisahkan ketiga subspecies rangkong badak yaitu, tinggi paruh atas 1 (TPA1), tinggi paruh keseluruhan 2 (TPK2), dan tinggi *casque* hingga paruh bawah 2 (TCPB2).

Hasil *scatter plot* analisis DFA menggunakan FA1 dan FA2 memperkuat hasil PCA sebelumnya. Ketiga subspecies *Buceros rhinoceros* mengelompok terpisah satu sama lain, dan subspecies *B. r. silvestris* terpisah lebih jauh dari subspecies *B. r. rhinoceros* dan *B. r. borneoensis* (Gambar 7).



Gambar 7 Scatter plot analisis DFA menggunakan FA1 dan FA2

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa ukuran tinggi paruh berpengaruh paling besar sebagai pembeda morfometrik antar subspecies *Buceros rhinoceros*. Hasil ini sejalan dengan Jarulis (2019), yang menyebutkan bahwa ukuran paruh dapat menjadi pembeda antar spesies pada genus *Buceros*. Salah satu karakter morfologi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi burung adalah ukuran panjang paruhnya (Jarulis, 2019; Novarion *et al.* 2008; Lua dan Nakkuntod, 1998; Pettingil, 1984).

Variasi ukuran paruh pada ketiga subspecies *Buceros rhinoceros* dapat dipengaruhi, antara lain oleh perilaku makan, dan preferensi pakan. Secara umum burung rangkong adalah pemakan buah *Ficus* dan serangga kecil (Rahman, 2019). Namun demikian mereka juga menyukai beberapa jenis buah selain *Ficus*. Burung rangkong badak tidak menunjukkan preferensi tertentu terhadap ukuran buah pakan, baik bobot, panjang, maupun lebarnya (Afandi & Winarni, 2017; Setiawan, 2022).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pendekatan morfometrik menggunakan analisis PCA dan DFA dapat digunakan untuk mengidentifikasi, dan membedakan subspecies rangkong badak, yaitu *Buceros rhinoceros rhinoceros*, *Buceros rhinoceros borneoensis*, dan *Buceros rhinoceros silvestris*.

Terdapat tiga karakter morfometrik yang berpengaruh kuat memisahkan tiga subspecies rangkong badak, yaitu tinggi paruh atas 1 (TPA1), tinggi paruh keseluruhan 2 (TPK2), dan tinggi *casque* hingga paruh bawah 2 (TCPB2).

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebaiknya penelitian dilanjutkan dengan menambahkan jumlah karakter dan spesimen yang lebih banyak agar dapat menyediakan referensi yang lebih komprehensif, dan dapat memudahkan proses identifikasi subspecies *Buceros rhinoceros* di lapangan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat diperkuat dengan analisis genetika molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliasari, M. (2021). Perilaku Makan Rangkong (Suku Bucerotidae) pada Saat Bersarang di Stasiun Penelitian Way Canguk, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). Skripsi. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Hal. 2.
- Baur, H., C. Leuenberger. (2011). Analysis of Ratios in Multivariate Morphometric. *Systematic Biology*, 60(6): 813-825.
- CITES. (2023). *Buceros rhinoceros*. Checklist of CITES Species. <https://checklist.cites.org/#/en>. Diakses pada 03 Juni 2023, Pukul 14.55 WIB.
- Clark, A.B. (1995) Gapes of sexually dimorphic blackbird nestlings do not show sexually dimorphic growth, *The Auk*, 112, 364-374.
- Delsen, M.S., Wattimena, A.Z., Saputri, S.D. (2017). Penggunaan Metode Analisis Komponen Utama Untuk Mereduksi Faktor-Faktor Inflasi di Kota Ambon. *Jurnal Matematika Terapan*. 11(2): 109-118.
- Fadhil, R., Muchlisin, Z. A, Sari, W. (2016). Hubungan Panjang-Berat dan Morfometrik Ikan Julung-Julung (*Zenarchopterus dispar*) dari Perairan Pantai Utara Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(1): 146-159.
- Gaspersz, V. (1995). Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan. Jilid 2. Tarsito. Bandung. 165-170.
- Gill, F., Donsker, D., Rasmussen, P. (2023). IOC World Bird List (v13.1). DOI 10.14344/IOC.ML.13.1. <http://www.worldbirdnames.org/>. Diakses pada 20 September 2023, Pukul 09.45 WIB.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2023). <https://www.gbif.org/dataset/9ca92552-f23a-41a8-a140-01abaa31c931>. Diakses pada tanggal 05 Juni 2023 pukul 20.32 WIB.
- IUCN. (2020). *Buceros rhinoceros*. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/22682450/184960407>. Diakses pada 03 Juni 2023, Pukul 13.26 WIB.
- Jarulis. (2019). Karakter Morfologi dan Genetik Burung Rangkong (Aves: Bucerotidae) Serta Penyebarannya di Indonesia. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 10-20.
- Kemp A. C., and Boesman P. F. D. (2020). Rhinoceros Hornbill (*Buceros rhinoceros*) version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A., Elliott, J., Sargatal, D.A., Christie, E., de Juana, Editor). <https://birdsoftheworld.org/bow/species/rhior1/1.0/introduction>. Diakses pada 3 Juni 2023 pukul 13.36 WIB.

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). Strategi dan Rencana Aksi Konservasi Rangkong Gading (*Rhinoplax vigil*) Indonesia 2018-2028. Jakarta, Indonesia: KLHK. 17.
- Lambey, L. J., Noor, R. R., Manalu, W., Duryadi, D. (2013). Karakteristik Morfologi, Perbedaan Jenis Kelamin dan Penduga Umur Burung Weris (*Gallirallus philippensis*) di Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Veteriner*. 14(2): 228-238.
- Lestari, T. A., Fitrilia, T., Rohmayanti, T., Hastuti, A. (2023) Analisis Kadar Kalsium dan Serat Pangan Bubur Instan Lansia Berbasis Kacang-Kacangan. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*. 5(1):3-4.
- Nur, R.F., Novarino, W., Nurdin, J. (2013). Kelimpahan dan Distribusi Burung Rangkong (Famili Bucerotidae) di Kawasan PT. Kencana Sawit Indonesia (KSI), Solok Selatan, Sumatera Barat. Prosiding Semirata. Universitas Lampung. 232.
- Nurmala, E., dan Dirhamsyah. (2017). Morfologi Burung Diurnal di Kawasan Hutan Lindung Desa Sekendal Kecamatan Air Besar Kabupaten Landak Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*. 5(2): 259-263.
- Peters, J.L. (1945). Check-List of the Birds of the World. Cambridge: Harvard University Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.14581>.
- Phassaraudomsak, M., Krishnasamy, K. and Chng, S.C.L. (2019). *Trading Faces: Online trade of Helmeted and other hornbill species on Facebook in Thailand*. TRAFFIC, Southeast Asia Regional Office, Petaling Jaya, Malaysia. Hal. 24.
- Rahman, A. (2019). Preferensi Makan Burung Rangkong Badak (*Buceros rhinoceros*) di Tahura Pocut Meurah Intan Provinsi Aceh. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. 3-4.
- Ramadhan, S. (2015). Keanekaragaman Burung Rangkong (Bucerotidae) Yang Terdapat di Pegunungan Gugop Sebagai Referensi Dalam Pembelajaran Mata Kuliah Ornithologi. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. 9-10.
- Ramianty, R. (2021). Pendugaan Populasi Burung Rangkong (Bucerotidae) di Kawasan Resort Benu Hulu SPTN III Taman Nasional Berbak Sembilang. Skripsi. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Jambi. 1-2.
- Rangkong, Indonesia. (2018). <https://rangkong.org/enggang-di-indonesia/enggang-cula> Diakses pada tanggal 05 Juni 2023, Pukul 14.45 WIB.
- Roslinawati, E., Prihatini, W., Haryoko, T. (2017). Variasi Ciri Morfometrik Burung Bondol Genus *Lonchura* di Indonesia. *Zoo Indonesia* 26(2): 116-129.

- Reyment, R.A. (2010). *Morphometrics : An Historical Essay. in Morphometrics for Non Morphometrics*. Elewa, A.M.T (Ed). Springer. London. 9-10.
- Setiawan, A. 2022. Analisis Vegetasi Habitat Burung Rangkong. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. <https://forpress.unhas.ac.id/index.php/press/catalog/book/12>. Diakses pada 25 November 2023, Pukul 14.55 WIB. 12.
- Siegfried E., Dresden S.N.S. (2012). Measuring Birds - Vögel vermessen. Ostrich. *Journal of African Ornithology*. 86.
- Soemartini. (2008). Principal Component Analysis (PCA) Sebagai Salah Satu Metode Untuk Mengatasi Masalah Multikolinearitas. Jurusan Statistika. FMIPA. Universitas Padjajaran. Bandung. 1-19
- Supardi, A. (2021). Mewaspadaai Perdagangan Ilegal Burung Rangkong di Media Sosial. <https://www.mongabay.co.id/2021/11/10/mewaspadaai-perdagangan-ilegal-burung-rangkong-di-media-sosial/>. Diakses pada 16 oktober 2023, Pukul 13.55 WIB.
- Wiantoro, S., Maryanto, I. (2016). Morphological and Genetic Studies of The Masked Flaying Fox, *Pteropus personatus*: With a Nw Subspecies Description from Gag Island, Indonesia. *Treubia*. 43: 32-46.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data log 10 karakter morfometrik rangkong badak

Subspesies	Sex	P.CB	TC1	TC2	TUC2	LCB	TCB	PPK	TPK 1	TPK 2	PPA 2	PPA 3	TPA 2	PPB 1	PPB 2	PPB 3	TPB 2	TCPB 2
<i>B.r. rhinoceros</i>	Jantan	1,90	1,47	1,71	1,47	1,68	1,40	2,33	1,74	1,78	2,31	2,32	1,52	2,33	2,33	2,18	1,42	1,98
<i>B.r. rhinoceros</i>	Jantan	1,93	1,84	1,87	1,99	1,79	1,72	2,44	1,83	1,86	2,43	2,44	1,57	2,43	2,43	2,32	1,53	2,13
<i>B.r. rhinoceros</i>	Jantan	1,93	1,80	1,81	2,04	1,79	1,63	2,43	1,77	1,81	2,41	2,42	1,51	2,41	2,42	2,30	1,53	2,08
<i>B.r. rhinoceros</i>	Jantan	1,96	1,75	1,84	2,00	1,76	1,60	2,40	1,79	1,80	2,38	2,39	1,56	2,39	2,40	2,27	1,55	2,10
<i>B.r. rhinoceros</i>	Betina	1,90	1,55	1,71	1,57	1,69	1,37	2,33	1,71	1,78	2,30	1,39	1,53	2,33	2,33	2,16	1,44	2,00
<i>B.r. rhinoceros</i>	Betina	1,88	1,77	1,80	1,95	1,71	1,57	2,33	1,74	1,78	2,31	2,32	1,47	2,32	2,32	2,20	1,49	2,06
<i>B.r. rhinoceros</i>	Betina	1,91	1,78	1,81	1,98	1,76	1,58	2,36	1,72	1,78	2,34	2,35	1,50	2,35	2,35	2,23	1,47	2,06
<i>B.r. rhinoceros</i>	Betina	1,90	1,75	1,79	1,93	1,72	1,55	2,34	1,78	1,80	2,32	2,33	1,49	2,33	2,34	2,21	1,49	2,06
<i>B.r. borneensis</i>	Jantan	1,92	1,84	1,86	1,99	1,76	1,56	2,39	1,78	1,81	2,37	2,38	1,52	2,39	2,39	2,27	1,53	2,11
<i>B.r. borneensis</i>	Jantan	1,94	1,83	1,86	2,01	1,69	1,71	2,42	1,78	1,81	2,39	2,40	1,54	2,41	2,41	2,28	1,52	2,12
<i>B.r. borneensis</i>	Jantan	1,83	1,73	1,78	1,94	1,71	1,60	2,36	1,78	1,81	2,33	2,35	1,55	2,36	2,36	2,22	1,45	2,06
<i>B.r. borneensis</i>	Jantan	1,84	1,53	1,68	1,41	1,57	1,36	2,27	1,67	1,69	2,23	2,25	1,44	2,26	2,26	2,06	1,39	1,96
<i>B.r. borneensis</i>	Jantan	1,86	1,66	1,80	1,82	1,69	1,56	2,32	1,71	1,77	2,29	2,31	1,44	2,31	2,31	2,17	1,45	2,06
<i>B.r. borneensis</i>	Betina	1,85	1,62	1,72	1,83	1,61	1,50	2,33	1,67	1,75	2,31	2,32	1,52	2,33	2,33	2,18	1,43	2,00
<i>B.r. borneensis</i>	Betina	1,76	1,52	1,62	1,55	1,53	1,36	2,26	1,72	1,73	2,23	2,25	1,49	2,26	2,27	2,10	1,37	1,95
<i>B.r. borneensis</i>	Betina	1,86	1,74	1,78	1,91	1,73	1,56	2,36	1,72	1,70	2,33	2,35	1,40	2,36	2,36	2,22	1,43	2,04
<i>B.r. borneensis</i>	Betina	1,84	1,73	1,72	1,93	1,70	1,57	2,35	1,75	1,76	2,32	2,34	1,50	2,34	2,34	2,22	1,47	2,03
<i>B.r. borneensis</i>	Betina	1,82	1,71	1,75	1,85	1,67	1,49	2,31	1,69	1,67	2,28	2,30	1,41	2,30	2,30	2,16	1,44	2,02
<i>B.r. silvestris</i>	Jantan	1,97	1,85	1,90	2,16	1,72	1,67	2,38	1,83	1,83	2,37	2,37	1,52	2,38	2,38	2,25	1,45	2,15
<i>B.r. silvestris</i>	Betina	1,90	1,76	1,84	2,00	1,71	1,59	2,32	1,75	1,76	2,30	2,32	1,47	2,31	2,31	2,18	1,56	2,09
<i>B.r. silvestris</i>	Betina	1,92	1,75	1,85	2,10	1,71	1,66	2,31	1,78	1,76	2,30	2,30	1,50	2,30	2,30	2,16	1,43	2,10
<i>B.r. silvestris</i>	?	1,88	1,57	1,72	1,36	1,57	1,46	2,23	1,72	1,67	2,21	2,22	1,41	2,22	2,22	2,04	1,38	2,01

Lampiran 2 Hasil uji normalitas seluruh variabel

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Panjang Casque Atas	.281	23	.000	.753	23	.000
Panjang Casque Bawah	.123	23	.200*	.985	23	.969
Tinggi Casque 1	.149	23	.200*	.938	23	.163
Tinggi Casque 2	.114	23	.200*	.977	23	.859
Tinggi Ujung Casque 1	.184	23	.042	.904	23	.031
Tinggi Ujung Casque 2	.136	23	.200*	.945	23	.229
Lebar Casque Belakang	.159	23	.137	.932	23	.120
Tinggi Casque Belakang	.132	23	.200*	.960	23	.462
Panjang Paruh Keseluruhan	.144	23	.200*	.966	23	.589
Tinggi Paruh Keseluruhan 1	.122	23	.200*	.964	23	.547
Tinggi Paruh Keseluruhan 2	.146	23	.200*	.961	23	.493
Panjang Paruh Atas 1	.089	23	.200*	.988	23	.991
Panjang Paruh Atas 2	.140	23	.200*	.959	23	.448
Panjang Paruh Atas 3	.243	23	.001	.744	23	.000
Tinggi Paruh Atas 1	.159	23	.136	.921	23	.072
Tinggi Paruh Atas 2	.127	23	.200*	.959	23	.452
Panjang Paruh Bawah 1	.122	23	.200*	.974	23	.784
Panjang Paruh Bawah 2	.108	23	.200*	.978	23	.863
Panjang Paruh Bawah 3	.150	23	.198	.974	23	.772
Tinggi Paruh Bawah 1	.462	23	.000	.276	23	.000
Tinggi Paruh Bawah 2	.132	23	.200*	.967	23	.606
Tinggi Casque Paruh Bawah 1	.164	23	.113	.869	23	.006
Tinggi Casque Paruh Bawah 2	.102	23	.200*	.983	23	.950
Tinggi Casque Ujung Hingga Paruh Bawah	.185	23	.041	.907	23	.036
Panjang Ekor	.279	23	.000	.713	23	.000
Panjang Sayap	.218	23	.006	.878	23	.009

^a. This is a lower bound of the true significance.

Lampiran 3 Hasil uji KMO dan *Bartlett's* test

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,863
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	613,070
	df	78
	Sig.	,000

Lampiran 4 Stepwise tiga karakter pembeda

Variables Entered/Removed^{a,b,c,d}

Step	Entered	Statistic	df1	Wilks' Lambda			Exact F		Sig.
				df2	df3	Statistic	df1	df2	
1	TPA1	,629	1	2	20,000	5,903	2	20,000	,010
2	TPK2	,383	2	2	20,000	5,847	4	38,000	,001
3	TCPB2	,278	3	2	20,000	5,379	6	36,000	,000

At each step, the variable that minimizes the overall Wilks' Lambda is entered.

- a. Maximum number of steps is 6.
- b. Maximum significance of F to enter is 1.00.
- c. Minimum significance of F to remove is 1.00.
- d. F level, tolerance, or VIN insufficient for further computation.

Lampiran 5 Eigenvalue DFA rangkong badak

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	2,010 ^a	91,2	91,2	,817
2	,195 ^a	8,8	100,0	,404

- a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Lampiran 6 Dokumentasi kegiatan penelitian



Mengukur panjang sayap



Mengukur panjang ekor



Mengukur paruh dan *casque*



Spesimen rangkong badak