

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PEMANTAUAN BERBIAK KANGKARENG HITAM MELALUI PENGEMBANGAN *PASSIVE ACOUSTICS* MONITORING (PAM) DAN *COMMUNITY-BASED* MONITORING (CBM)

FIRMAN HERU KURNIAWAN



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pemantauan Berbiak Kangkareng Hitam melalui Pengembangan *Passive Acoustics Monitoring* (PAM) dan *Community-Based Monitoring* (CBM)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Firman Heru Kurniawan
P0502231050

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

FIRMAN HERU KURNIAWAN. Pemantauan Berbiak Kangkareng Hitam melalui Pengembangan *Passive Acoustics Monitoring* (PAM) dan *Community-Based Monitoring* (CBM). Dibimbing oleh ANI MARDIASTUTI dan YENI ARYATI MULYANI.

Kangkareng hitam (*Anthracoceros malayanus*), seperti rangkong lainnya, memiliki peran penting secara ekologi, sosial-budaya, dan ekonomi. Namun, populasinya terancam oleh perburuan dan hilangnya habitat. Upaya konservasi terhambat oleh minimnya data ekologi berbiak dan lambatnya inovasi pemantauan. Informasi ekologi berbiak umumnya diperoleh melalui *Scientific-Based Monitoring* (SBM) dengan pendekatan konvensional seperti pengamatan langsung, yang berpotensi mengganggu satwa. Teknik ini berpeluang lebih optimal jika dikombinasikan dengan *Passive Acoustic Monitoring* (PAM), metode non-invasif berbasis rekaman suara. Sementara itu, pendekatan *Community-Based Monitoring* (CBM) yang melibatkan masyarakat lokal dinilai mampu meningkatkan efektivitas pendataan sekaligus membangun kesadaran konservasi. Desa Batu Lintang, yang telah menerapkan CBM, mencatat keberadaan sarang kangkareng hitam, menjadi lokasi ideal untuk penelitian ini meskipun saat ini sarang belum diketahui kondisinya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: 1) kondisi sarang kangkareng hitam di Desa Batu Lintang; 2) perilaku dan komposisi pakan kangkareng hitam selama bersarang; 3) tipe-tipe suara kangkareng hitam selama bersarang; dan 4) integrasi PAM dan pengamatan langsung (SBM) dengan CBM untuk pengembangan pemantauan berkelanjutan.

Penelitian dilakukan di Dusun Sungai Utik dan Pulan, Desa Batu Lintang, Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, pada Agustus–Desember 2024. Pengamatan mencakup evaluasi kondisi dan status 14 sarang, observasi perilaku berbiak, serta uji coba PAM di satu sarang aktif. Lokasi sarang dipetakan menggunakan QGIS melalui overlay titik koordinat pada peta kontur. Perbedaan kondisi sarang (layak atau rusak) dianalisis berdasarkan enam parameter dimensi pohon dan lubang menggunakan statistik deskriptif dan uji *Mann–Whitney U*. Analisis konteks perilaku dan tipe vokalisasi dilakukan dengan *Behavioral Contextual Analysis* (BCA) terhadap hasil rekaman PAM. Karakter vokal (jantan, betina, anakan) dan non-vokal (kepakakan sayap) dianalisis secara deskriptif, lalu diuji menggunakan uji-t dua-sampel dan *non-metric multidimensional scaling* (NMDS) di R. Implementasi CBM dianalisis melalui studi kasus dan telaah dokumen Rangkong Indonesia, dilengkapi wawancara mendalam, dan divisualisasikan dalam diagram alir. Integrasi SBM dan CBM dievaluasi melalui matriks ketersediaan data untuk menilai efektivitas masing-masing pendekatan dalam memahami ekologi berbiak kangkareng hitam.

Berdasarkan 14 sarang kangkareng hitam yang teridentifikasi, mayoritas (71%) berada di hutan peralihan rawa-kerangas dan sisanya di hutan sekunder bekas ladang. Tujuh sarang dikategorikan layak (lima diantaranya aktif) dan tujuh mengalami kerusakan. Sarang layak memiliki diameter batang, diameter horizontal lubang, dan ketinggian sarang yang lebih kecil. Sarang S014 di Pulan menjadi yang pertama aktif pada 17 Oktober 2024. Di sarang ini, tercatat 679 perilaku, didominasi kunjungan jantan (rata-rata 8.1 kali/hari) untuk pemberian pakan (83%) dan material sarang (17%). Indikasi kompetisi antar individu dan spesies juga tercatat pada sarang tersebut. Jantan memberikan 1083 item pakan (rata-rata 6.91 pakan/jam), dengan komposisi 22% ara, 51% buah non-ara, dan 27% hewan kecil. Perekaman suara 24 jam menghasilkan 140 file berdurasi total 1680 jam, mengidentifikasi 11 tipe vokalisasi dan membedakan karakter suara jantan, betina, dan anakan secara statistik. Kolaborasi SBM dan CBM memperkuat validitas data dan menghasilkan informasi menyeluruh tentang perilaku, vokalisasi, pakan, dan dinamika bersarang kangkareng hitam.

Kata kunci: *Anthracoceros malayanus*, bioakustik, ekologi berbiak, ekologi makan, konservasi berbasis masyarakat.



SUMMARY

FIRMAN HERU KURNIAWAN. Observation on the Breeding of Black Hornbill through the Development of Passive Acoustics Monitoring (PAM) and Community-Based Monitoring (CBM). Supervised by ANI MARDIASTUTI and YENI ARYATI MULYANI.

The black hornbill (*Anthracoceros malayanus*), like other hornbill species, plays an important ecological, socio-cultural, and economic role. However, its population is threatened by hunting and habitat loss. Conservation efforts are hindered by the limited availability of breeding ecology data and the slow adoption of monitoring innovations. Breeding ecology information is generally obtained through Scientific-Based Monitoring (SBM), using conventional methods such as direct observation, which may disturb the species. This method can be optimized by integrating it with Passive Acoustics Monitoring (PAM), a non-invasive approach based on sound recordings. Meanwhile, Community-Based Monitoring (CBM), which involves local communities, is considered effective in improving data collection and enhancing conservation awareness. Batu Lintang Village, which has implemented CBM and recorded the presence of black hornbill nests, serves as an ideal site for this study, although the current condition of the nests remains unknown. This study aims to analyze: (1) the condition and suitability of black hornbill nests in Batu Lintang Village; (2) the species' nesting behavior and diet composition; (3) the types of vocalizations produced during the nesting period; and (4) the integration of PAM and direct observation (as part of SBM) with CBM for sustainable monitoring development.

This study was conducted in Sungai Utik and Pulan hamlets, Batu Lintang Village, Kapuas Hulu District, West Kalimantan, from August to December 2024. Observations included the evaluation of condition and activity status of 14 nests, direct observations of nesting behavior, and a PAM trial on one active nest. Nest locations were mapped using QGIS by overlaying coordinate points onto topographic contour maps. Differences in nest condition (suitable or damaged) were analyzed based on six parameters of tree and cavity dimensions using descriptive statistics and the Mann-Whitney U-test. Behavioral context and vocalization types were analyzed using Behavioral Contextual Analysis (BCA) of the PAM recordings. Vocal characteristics (male, female, chick) and non-vocal sounds (wingbeats) were analyzed descriptively and tested using two-sample t-tests and non-metric multidimensional scaling (NMDS) in R. CBM implementation was assessed through a case study and document analysis of Rangkong Indonesia, the NGO initiating CBM in Batu Lintang, complemented by in-depth interviews and visualized in a flow diagram. The integration of SBM and CBM was evaluated through a data availability matrix to assess the effectiveness of each approach in understanding black hornbill breeding ecology.

Based on 14 black hornbill nests identified, the majority (71%) located in transitional swamp-kerangas forests and the remainder in secondary fallow forests. Seven nests were deemed suitable (five of which were active), while the others were damaged. Suitable nests had smaller tree diameter, horizontal cavity diameter, and cavity height. Nest S014 in Pulan was the first to become active, on 17 October 2024. At this nest, 679 behaviors were recorded, dominated by male visits (average 8.1 times/day) for food delivery (83%) and nesting materials (17%). Evidence of inter-individual and interspecific competition was also documented. The male delivered 1083 food items (average 6.91 items/hour), consisting of 22% figs, 51% non-fig fruits, and 27% small animals. A 24-hour acoustic recording yielded 140 files totaling 1680 hours, identifying 11 vocalization types and statistically distinguishing male, female, and chick calls. The integration of SBM and CBM strengthened data validity and provided comprehensive insights into the behavior, vocalizations, diet, and nesting dynamics of the black hornbill.

Keywords: *Anthracoceros malayanus*, bioacoustics, breeding ecology, community-led conservation, feeding ecology.

@HakCipta IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PEMANTAUAN BERBIAK KANGKARENG HITAM
MELALUI PENGEMBANGAN *PASSIVE ACOUSTICS*
MONITORING (PAM) DAN *COMMUNITY-BASED*
MONITORING (CBM)**

FIRMAN HERU KURNIAWAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan
Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Prof. Dr. Margareta Rahayuningsih, M.Si.**
- 2 Prof. Dr. Efi Yuliati Yovi, S.Hut., M.Life.Env.Sc.**



Judul Tesis : Pemantauan Berbiak Kangkareng Hitam melalui Pengembangan
Passive Acoustics Monitoring (PAM) dan *Community-Based Monitoring (CBM)*

Nama : Firman Heru Kurniawan
NIM : P0502231050

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Ani Mardiasuti, M.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Yeni Aryati Mulyani, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S.
NIP. 195911061985011001



Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Dodik Rido Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.
NIP. 197003291996081001



Tanggal Ujian: 14 Juli 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan Januari 2025 ini ialah pengembangan pemantauan keanekaragaman hayati berbasis masyarakat dan teknologi, dengan judul “Pemantauan Berbiak Kangkareng Hitam melalui Pengembangan *Passive Acoustics Monitoring* (PAM) dan *Community-Based Monitoring* (CBM)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof Dr. Ir. Ani Mardiasuti, M.Sc. dan Dr. Ir. Yeni Aryati Mulyani, M.Sc., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan Prof. Dr. Margareta Rahayuningsih, M.Si. selaku penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Indonesia, yang telah mendanai keseluruhan kegiatan belajar penulis selama menempuh jenjang magister. Selanjutnya, penulis menyampaikan terimakasih kepada Cornell Lab University – Yang Center for Conservation Bioacoustics atas bantuan alat dan akses aplikasi analisis suara, serta pelatihan yang diberikan, terutama Benjamin Gottesmann, Larissa Sayuri Sugai, Dena J. Clink, Wendi M. Erb, dan Laurel B. Symes.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Sujoko dan Suharyati, Bapak dan Ibu penulis, serta Yuni Kartika, selaku istri tercinta, atas doa, kasih sayang, dan dukungannya. Yokyok (Yoki) Hadiprakarsa, Riki Rahmansyah, Aryf Rahman, Mikael Repormanto, dan Tian Ariyanto dari Rangkong Indonesia, yang telah memberi izin, diskusi, serta masukan sepanjang jalanya penelitian. Masyarakat Desa Batu Lintang, terutama keluarga Mariana Nantai dan Tuan Kebab yang telah menyediakan akomodasi serta Raymundus Remang selaku Kepala Desa yang memberikan akses untuk melakukan penelitian. Warga Batu Lintang terutama Antonius Paeng, Isidorus Jefri, Markus Aji, dan Amansius Jiram yang telah membantu selama pengumpulan data lapang. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada segenap keluarga PS-PSL 2023, terutama Suriya Jhony, Riz Kyo, Zam hur, Uda Oki dan Abdul Muluk.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Firman Heru Kurniawan



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Kerangka Pemikiran	4
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bioekologi Burung Rangkong	6
2.2 Biologi dan Konservasi Kangkareng Hitam	7
2.3 Pemantauan Keanekaragaman Hayati	10
2.4 Bioakustik dan <i>Passive Acoustics Monitoring</i> (PAM)	11
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Sarang Kangkareng Hitam yang Diamati	14
3.3 Prosedur Kerja	15
3.4 Analisa Data	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil	27
4.2 Pembahasan	43
V SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	65
RIWAYAT HIDUP	75

DAFTAR TABEL

1	Jenis-jenis rangkong di Indonesia dan kriteria (status) keterancamannya berdasarkan daftar merah IUCN	6
2	Sarang kangkareng hitam yang ditemukan Rahmansyah <i>et al.</i> (2024) berdasarkan lokasinya di Kabupaten Kapuas Hulu. Pengamatan dilakukan untuk 14 sarang yang ada di Dusun Sungai Utik dan Pulan.	14
3	Pendekatan pengecekan sarang yang dilakukan dalam penelitian ini.	16
4	Kode dan justifikasi tiap data yang diambil selama pengamatan perilaku kangkareng hitam saat bersarang di Desa Batu Lintang.	18
5	Perbedaan sarang layak dan rusak berdasarkan lima aspek yang diamati dalam penelitian ini.	21
6	Data pengukuran yang digunakan dalam evaluasi karakteristik dan ada atau tidaknya perbedaan sarang layak dan sarang rusak.	21
7	Empat tingkatan signifikansi dua variabel yang diperbandingkan berdasarkan kategorisasi Field (2013).	22
8	Indikator sarang aktif berdasarkan masing-masing pendekatan yang digunakan.	22
9	Kondisi dan status sarang yang diamati dalam penelitian ini.	28
10	Perbandingan karakter sarang kangkareng hitam yang layak dan rusak di Desa Batu Lintang.	30
11	Perbedaan karakter morfologi jantan pengguna sarang S014 dari dua periode.	31
12	Perbandingan jumlah pakan ara, non-ara, dan hewan yang diberikan jantan pada tiap jam harian.	34
13	Deskripsi suara kangkareng hitam berdasarkan 100 seleksi, menunjukkan karakter suara anakan, betina, dan jantan, dengan tambahan suara non-vokal kepak sayap kangkareng hitam di sekitar sarang.	37
14	Matriks kelengkapan data dalam pemantauan rangkong bersarang berdasarkan tiga pendekatan meliputi <i>passive acoustics monitoring</i> (PAM), <i>direct observation</i> , dan <i>community-based monitoring</i> (CBM).	43

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran dalam penelitian ini, menunjukkan acuan utama terkait permasalahan yang dihadapi kangkareng hitam (kotak putus-putus) dan cakupan penelitian (kotak titik-titik).	5
2	Karakter morfologi burung rangkong secara umum (atas) dan kangkareng hitam (bawah). Sumber: Digitasi gambar Hadiprakarsa <i>et al.</i> (2020).	8
3	Dimorfisme yang ditunjukkan kangkareng hitam. Sumber: digitasi gambar Eaton <i>et al.</i> (2021).	9
4	Lokasi penelitian di Desa Batu Lintang (garis putus-putus), Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat.	13

Diagram alir penentuan sarang kangkareng hitam yang masih layak atau rusak di Desa Batu Lintang. Bentuk kotak bermakna proses, sedangkan jarar genjang adalah *output* data dari tiap proses. 15

Bagian luar *blind* pengamatan, berjarak 15 m dari sarang kangkareng hitam yang ditargetkan: a. *Blind* tampak depan yang menunjukkan celah (lingkaran merah) untuk pengamatan; b. Penampakan celah dari dalam *blind*, menunjukkan penampakan sarang yang ditargetkan (kotak warna merah). 17

Posisi perekam suara SwiftOne terhadap sarang S014. 19

Karakter morfologi kangkareng hitam jantan yang menggunakan sarang S014 pada tahun 2023, menunjukkan struktur *casque* agak bengkok ke sisi kanan, tidak ada corak pada paruh, dan bulu putih tipis warna putih pada area *supercilium*. Sumber: Rangkong Indonesia/Riki/2023. 23

Tampilan jendela aplikasi Raven Pro 1.6.5, menunjukkan posisi tabel seleksi (a), dan menu pengukuran (b), untuk tiap suara terseleksi. 25

Peta lokasi sarang kangkareng hitam (●) di Desa Batu Lintang. 27

Sarang yang ditemukan di Desa Batu Lintang: a. sarang-sarang yang masih layak, dan b. sarang-sarang yang rusak. Simbol lingkaran (●) menunjukkan sarang yang teridentifikasi aktif selama periode penelitian, simbol persegi (■) menunjukkan sarang rusak yang telah diperbaiki dan ditempati Kembali. Simbol segitiga (▲) menunjukkan sarang yang digunakan untuk pemantauan perilaku. Simbol bintang (★) menunjukkan sarang yang baru ditemukan. 29

Whisker plot yang menunjukkan karakteristik sarang rusak (merah) dan sarang layak (biru). Tepi bawah dan atas setiap kotak mewakili kuartil pertama dan ketiga, nilai median ditunjukkan garis hitam tebal di dalam kotak, nilai rerata ditunjukkan tanda lingkaran hitam (●). Residual dikeluarkan untuk meningkatkan kejelasan visual. W: diameter horizontal lubang sarang; L: diameter vertikal lubang sarang; Nh: tinggi sarang; Th: Tinggi pohon; Fbh: Tinggi bebas cabang; Dbh: diameter pohon. 30

Perbedaan jantan kangkareng hitam memberi pakan di sarang S014 pada periode bersarang tahun 2023 (kiri, sumber: Rangkong Indonesia/Riki/2023) dan 2024 (kanan) 32

Grafik hubungan jumlah visitasi harian pengguna (*user visitation*) sarang dengan non-pengguna sarang (*non-user visitation*), menunjukkan koefisien korelasi spearman (ρ), selang kepercayaan (95% CI), dan *P-value* (*P*). 33

Jumlah catatan jantan pengguna sarang yang bertengger di sarang berdasarkan sesi dan tanggal pengamatan. 33

Laju pemberian pakan kangkareng hitam berdasarkan jam harian. 34

Material sarang yang dibawa jantan ke sarang: a. serat bekas *chain-saw*, b. serat kayu, c. daun kering, d. kulit kayu, e. ranting kayu kering, f. lumpur. 35

Non-pengguna sarang yang teramati bertengger dan berusaha masuk ke sarang: a. Enggang klihingan, dan b. pasangan kangkareng hitam lain. 35

Karakteristik suara kangkareng hitam menggambarkan vokal anakan (merah), betina (hijau), dan jantan (biru), serta suara kepakan sayap

- (ungu). Tepi bawah dan atas setiap kotak mewakili kuartil pertama dan ketiga, nilai median ditunjukkan garis hitam di dalam kotak, nilai mean ditunjukkan tanda asterisk (*). Residual dikeluarkan untuk meningkatkan kejelasan visual. Angka di atas garis putus-putus menunjukkan nilai P dari uji t dua-sampel yang tidak berbeda signifikan. 38
- 20 Pola pengelompokan suara vokal dari anakan (notasi C, warna merah), betina (notasi F, warna hijau), jantan (notasi M, warna biru), dan suara non-vokal kepakkan sayap (notasi W, warna ungu) kangkareng hitam di sekitar sarang. 38
- 21 Diagram alur pelaksanaan CBM di Batu Lintang. 39
- 22 Perkiraan urutan tahap bersarang kangkareng hitam di sarang S014, menunjukkan posisi sesi pengamatan (■), periode perekaman suara (■), dan durasi bersarang keseluruhan (■). 46
- 23 Betina kangkareng hitam (lingkaran merah) keluar sebelum anakan dan membantu mengantarkan pakan untuk anakan di dalam sarang. Sumber: Dokumentasi Rangkong Indonesia/Heru/2022. 47

DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Perbandingan durasi aktivitas antara pengguna, non-pengguna, keduanya (pengguna dan non-pengguna), dan individu tidak diketahui. 66
- 2 Jenis non-rangkong yang mengunjungi sarang S014 saat pengamatan: a. bajing kelapa (*Sundasciurus notatus*); b. pelatuk raffles (*Geniculus rafflesii*) 67
- 3 Bekas pemanenan kayu menggunakan *chainsaw* di dekat sarang 68
- 4 Ara *Ficus sundaica* yang menjadi salah satu pakan kangkareng hitam, berbuah di sekitar sarang: a. *Inflorescence*, b. daun seranting, c. buah muda, d. potongan membujur buah muda, e. daun kering, f. daun segar, dan g. stipula 69
- 5 Tipe-tipe suara kangkareng hitam dan deskripsi konteks berdasarkan pengamatan langsung dan rekaman SwiftOne. Suara divisualisasikan dalam bentuk spektogram menggunakan aplikasi Raven Pro 1.6.5 dengan pengaturan skema warna “Copper”, kecerahan 55%, dan kontras 75%. 70
- 6 Rangkaian tipe suara untuk aktivitas pemberian pakan kangkareng hitam saat bersarang: a. rangkaian utuh aktivitas pemberian pakan; b. penggalan suara kepakkan kedatangan sayap jantan (kotak seleksi 1) dan *begging call* betina (kotak seleksi 2); c. *acceptance call* betina, terdiri dari *syllable* seperti *begging call* (kotak seleksi 1-3) dan suara “kek” pendek 2-4 frasa (kotak seleksi 4-6); d. dan akhir pemberian pakan serta kepergian jantan dari sarang yang ditandai dengan kepakkan sayap berpindah dari sarang (kotak seleksi 1) dan kepakkan sayap menjauh (kotak seleksi) 73
- 7 Dokumentasi penelitian 74