

Dinamika Keanekaragaman Dan Pola Aktivitas Mamalia Terrestrial Berdasarkan Monitoring Kamera Jebak Jangka Panjang Di Taman Nasional Way Kambas, Sumatra

Agus Subagyo^{1,2*}, Jani Master^{1,2}, Muhammad Yunus², Santoso²

¹Fakultas MIPA, Jurusan Biologi, Program Studi Magister Biologi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

²Yayasan Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera (YPKHS), Labuhan Ratu, Lampung Timur, Lampung, Indonesia

Email: ^{1*}agus.subagyo@fmipa.unila.ac.id, ²j.janter@gmail.com, ³yunus_pkhs@yahoo.co.id,

⁴yayasan_pkhs@yahoo.co.id

(*: coresponding author)

Abstrak - Taman Nasional Way Kambas (TNWK) di Provinsi Lampung merupakan salah satu kawasan konservasi dataran rendah Sumatera yang penting bagi pelestarian satwa mamalia kunci, termasuk harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*), gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*), dan badak sumatera (*Dicerorhinus sumatranus*). Penelitian ini bertujuan menganalisis keanekaragaman jenis, kelimpahan relatif, dan pola aktivitas harian mamalia di TNWK menggunakan data sekunder kamera jebak yang dikumpulkan dari 197 stasiun selama periode tahun 2007–2016. Data dibersihkan dari rekaman non-satwa liar (manusia, staf, dan rekaman tidak teridentifikasi), kemudian dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, kelimpahan relatif berbasis frekuensi rekaman, serta klasifikasi pola aktivitas (diurnal, nokturnal, krepuskular, katemeral) berdasarkan jam perekaman. Hasil analisis terhadap 29.711 rekaman independen menunjukkan 37 jenis mamalia teridentifikasi dengan indeks keanekaragaman tergolong sedang ($H' = 2,00$), didominasi oleh babi hutan (*Sus scrofa*, 37,6%) dan kijang (*Muntiacus muntjak*, 24,6%), namun tetap mencakup jenis-jenis berstatus terancam punah seperti harimau sumatera, badak sumatera, tapir (*Tapirus indicus*), macan dahan (*Neofelis diardi*), dan trenggiling (*Manis javanicus*). Pola aktivitas terbagi menjadi empat kategori: jenis diurnal (babi hutan, kijang, primata, tupai), krepuskular (kancil/napu, kucing batu), katemeral (harimau sumatera, gajah, rusa sambar (*Cervus unicolor*), beruang madu (*Helarctos malayanus*), macan dahan), dan nokturnal (tapir, badak sumatera, tenggalung, musang-musangan, landak). Temuan pola katemeral harimau sumatera (53,6% siang; 46,4% malam) konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya di lokasi yang sama. Penelitian ini menegaskan pentingnya TNWK sebagai habitat mamalia beragam dan bernilai konservasi tinggi, serta merekomendasikan standarisasi upaya pemantauan kamera jebak ke depan untuk meningkatkan akurasi pendugaan kelimpahan.

Kata kunci: Kamera Jebak; Keanekaragaman Mamalia; Pola Aktivitas; Taman Nasional Way Kambas; Konservasi Satwa Liar

Abstract - Way Kambas National Park (WKNP) in Lampung Province is one of Sumatra's key lowland conservation areas, providing habitat for flagship mammal species including the sumatran tiger (*Panthera tigris sumatrae*), sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*), and sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus sumatranus*). This study aimed to analyze species diversity, relative abundance, and daily activity patterns of mammals in WKNP using secondary camera-trap data collected from 197 stations between 2007 and 2016. Records were screened to remove non-wildlife captures (humans, park staff, and unidentified images), then analyzed using the Shannon-Wiener diversity index, record-frequency-based relative abundance, and an activity-pattern classification (diurnal, nocturnal, crepuscular, cathemeral) based on capture time. Analysis of 29,711 independent mammal records identified 37 species with a moderate diversity index ($H' = 2.00$), dominated by wild boar (*Sus scrofa*, 37.6%) and barking deer (*Muntiacus muntjak*, 24.6%), while still encompassing threatened species such as the sumatran tiger, sumatran rhinoceros, malayan tapir, sunda clouded leopard, and sunda pangolin. Activity patterns fell into four categories: diurnal species (wild boar, barking deer, primates, treeshrews), crepuscular species (mouse/spotted mouse-deer, marbled cat), cathemeral species (sumatran tiger, elephant, sambar deer, sun bear, clouded leopard), and nocturnal species (tapir, sumatran rhinoceros, malay civet, and other small carnivores). The cathemeral activity pattern of the sumatran tiger found in this study (53.6% diurnal; 46.4% nocturnal records) is consistent with earlier findings at the same site. These results confirm the importance of WKNP as a diverse, high-conservation-value mammal habitat, and recommend standardizing future camera-trap monitoring effort to improve the accuracy of abundance estimates.

Keywords: Camera Trap; Mammal Diversity; Activity Pattern; Way Kambas National Park; Wildlife Conservation

1. PENDAHULUAN

Taman Nasional Way Kambas (TNWK) merupakan kawasan hutan hujan dataran rendah seluas sekitar 125.000 hektare di Provinsi Lampung yang berfungsi sebagai habitat in-situ bagi sejumlah satwa kunci Sumatera. Kawasan ini diketahui menjadi habitat bagi empat dari enam jenis kucing liar Sumatera, termasuk harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) (Subagyo et al., 2020), dan merupakan salah satu dari sedikit kawasan yang masih menjadi tempat hidup badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) di alam liar. Selain ancaman umum berupa fragmentasi dan tekanan antropogenik, TNWK juga menghadapi ancaman spesifik seperti invasi tumbuhan *Melastoma malabathricum* yang dilaporkan menutup sebagian besar area rawa Kalibiru dan menggeser habitat pakan satwa mangsa harimau (Master et al., 2020), sehingga pemantauan kondisi populasi mamalia secara berkelanjutan menjadi krusial bagi pengelolaan kawasan.

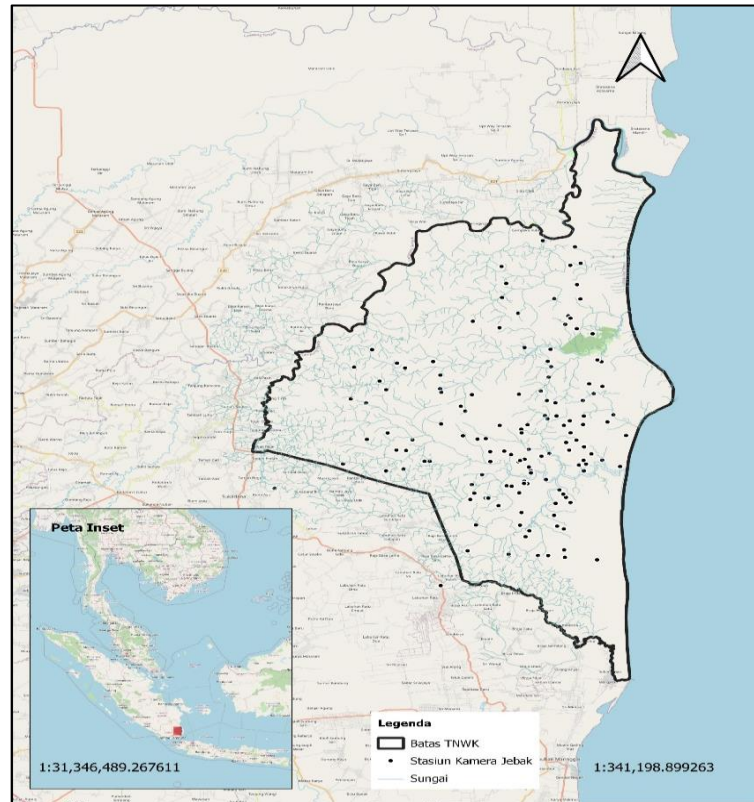
Pengamatan langsung terhadap mamalia di hutan tropis sangat sulit dilakukan karena sebagian besar jenis bersifat elusif, kriptik, dan banyak yang aktif pada malam hari, sehingga rentan terhadap bias deteksi bila menggunakan metode observasi konvensional (Zwerts et al., 2021). Kamera jebak (*camera trap*) telah menjadi metode non-invasif yang paling banyak digunakan untuk mendokumentasikan keberadaan, kelimpahan relatif, dan perilaku temporal satwa liar tanpa memerlukan kontak langsung dengan objek pengamatan, sekaligus menyediakan data berstempel waktu yang dapat dianalisis lebih lanjut untuk mengungkap pola aktivitas harian maupun respons satwa terhadap gangguan manusia (Zwerts et al., 2021). Di TNWK sendiri, penerapan kamera jebak telah digunakan dalam beberapa kajian, antara lain untuk mendokumentasikan keanekaragaman dan pola aktivitas kucing liar (Subagyo et al., 2020), menduga kelimpahan jenis mangsa harimau sumatera (Cita et al., 2022), serta mengevaluasi dampak pengendalian gulma invasif terhadap ketersediaan satwa mangsa (Master et al., 2021). Namun, kajian-kajian tersebut umumnya berfokus pada kelompok takson tertentu (misalnya Felidae atau jenis mangsa harimau) dan periode pengamatan yang relatif singkat, sehingga gambaran komprehensif mengenai keanekaragaman seluruh kelompok mamalia beserta pola aktivitasnya secara multi-tahun di TNWK masih terbatas.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi keanekaragaman jenis mamalia di TNWK menggunakan data kamera jebak yang terkumpul sepanjang tahun 2007–2016; (2) menganalisis kelimpahan relatif setiap jenis serta tren temporalnya; dan (3) mengkaji pola aktivitas harian (diurnal, nokturnal, krepuskular, atau katemeral) bagi jenis-jenis dengan jumlah rekaman memadai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi basis data pendukung bagi pengelola TNWK dalam menyusun strategi pemantauan dan konservasi satwa liar yang lebih terarah, khususnya bagi jenis-jenis dengan status konservasi tinggi seperti harimau sumatera, gajah sumatera, badak sumatera, tapir, macan dahan, dan trenggiling.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder hasil pemantauan kamera jebak di kawasan Taman Nasional Way Kambas (Gambar 1), Provinsi Lampung, yang dikumpulkan selama periode 2007–2016. Data terdiri atas 52.789 rekaman foto/video yang berasal dari 197 stasiun kamera jebak yang tersebar di berbagai blok pengelolaan dan jalur patroli, antara lain Rawa Rotan, Camp D1, Tarzan, Sentral Wako, Mata Air Kehidupan, Rumah Pohon, serta sejumlah stasiun dengan kode baku (misalnya CT-45-ST-01-LMPK dan CT-17-ST-01-MGRS). Setiap rekaman memiliki informasi stasiun, jenis satwa, tanggal, dan waktu (jam, menit, detik) perekaman, sejalan dengan praktik umum pemasangan kamera jebak pada jalur satwa atau titik strategis lain di hutan tropis untuk memaksimalkan peluang deteksi (Zwerts et al., 2021).



Gambar 1. Peta Taman Nasional Way Kambas, Lampung dan Titik Lokasi Pemasangan Kamera Jebak Periode 2007 - 2016

2.2 Pembersihan dan Pengelompokan Data

Data mentah terlebih dahulu dipisahkan menjadi rekaman mamalia liar dan rekaman non-target, yang meliputi rekaman manusia (staf taman nasional, petugas patroli, pengunjung, dan masyarakat lokal), rekaman kelompok takson lain (burung, reptil, serangga), serta rekaman yang tidak dapat diidentifikasi atau mengalami kegagalan teknis. Setelah penyaringan, diperoleh 29.711 rekaman independen dari 37 jenis mamalia yang menjadi dasar seluruh analisis berikutnya. Pendekatan pembersihan data semacam ini lazim digunakan pada studi kamera jebak mamalia di Sumatera sebelum penghitungan indeks keanekaragaman maupun kelimpahan relatif dilakukan (Putri et al., 2017, Putri et al., 2021).

2.3 Analisis Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis mamalia dihitung menggunakan indeks Shannon-Wiener ($H' = -\sum p_i \ln p_i$, dengan p_i adalah proporsi jumlah rekaman jenis ke- i terhadap total rekaman mamalia), indeks dominansi Simpson ($D = 1 - \sum p_i^2$), dan indeks kemerataan (evenness, $E = H' / \ln S$, dengan S adalah jumlah jenis). Ketiga indeks ini umum diterapkan pada data hasil kamera jebak untuk menggambarkan struktur komunitas mamalia suatu kawasan konservasi (Putri et al., 2017; Rambe et al., 2021).

2.4 Kelimpahan Relatif Jenis

Kelimpahan relatif setiap jenis dihitung sebagai persentase jumlah rekaman independen jenis tersebut terhadap total rekaman mamalia, mengikuti pendekatan yang digunakan pada kajian kamera jebak Felidae di Bukit Barisan Selatan (Putri et al., 2017) dan kajian mamalia di lanskap Bujang Raba, Jambi (Putri et al., 2021). Perlu dicatat bahwa basis data yang digunakan tidak menyertakan informasi lengkap mengenai upaya pemasangan kamera (jumlah hari aktif/trap-night) pada setiap stasiun di setiap tahun, sehingga nilai kelimpahan relatif dalam penelitian ini merepresentasikan

frekuensi kemunculan relatif berbasis jumlah rekaman, bukan indeks kelimpahan relatif (Relative Abundance Index) baku per 100 hari-perangkap sebagaimana umumnya dihitung pada studi dengan data effort yang lengkap.

2.5 Klasifikasi Pola Aktivitas Harian

Pola aktivitas harian dianalisis untuk jenis dengan jumlah rekaman ≥ 20 guna memastikan keterwakilan data. Setiap rekaman dikelompokkan ke dalam periode siang (pukul 06.00–17.59) dan malam (pukul 18.00–05.59), serta diperiksa konsentrasi rekaman pada jam-jam senja/dini hari (05.00–07.00 dan 17.00–19.00) untuk mengidentifikasi pola krepuskular. Jenis kemudian dikategorikan sebagai diurnal ($\geq 70\%$ rekaman pada siang hari), nokturnal ($\geq 70\%$ rekaman pada malam hari), krepuskular ($\geq 40\%$ rekaman terkonsentrasi pada jam senja/dini hari tanpa dominasi siang atau malam yang jelas), atau katemeral (aktif relatif merata pada siang dan malam). Kerangka klasifikasi empat kategori ini mengacu pada pendekatan yang digunakan dalam studi pola aktivitas mamalia berbasis kamera jebak (Davis et al., 2023; Ikeda et al., 2016; Subagyo et al., 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Keanekaragaman Jenis Mamalia

Berdasarkan 29.711 rekaman independen yang dikumpulkan dari 197 stasiun kamera jebak selama 2007–2016, teridentifikasi 37 jenis mamalia di TNWK (Tabel 1). Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener sebesar 2,00 dan indeks kemerataan 0,55 menunjukkan tingkat keanekaragaman yang tergolong sedang, dengan komunitas yang didominasi oleh beberapa jenis generalis namun tetap mempertahankan kekayaan jenis yang relatif tinggi untuk kawasan hutan dataran rendah. Tingkat keanekaragaman ini berada pada kisaran yang sebanding dengan hasil kajian serupa di kawasan hutan Sumatera lainnya, misalnya di lanskap Bujang Raba, Jambi, yang melaporkan 25 jenis mamalia dengan indeks keanekaragaman sedang sebesar 2,72 (Putri et al., 2017; Putri et al., 2021), maupun di Taman Nasional Batang Gadis yang turut mendokumentasikan dominasi tinggi babi hutan dan primata Macaca (Rambe et al., 2021).

Tabel 1. Ringkasan parameter keanekaragaman mamalia di TNWK, 2007–2016.

Parameter	Nilai
Jumlah rekaman mamalia independen	29.711
Jumlah jenis mamalia teridentifikasi (S)	37
Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H')	2,00
Indeks dominansi Simpson (D)	0,78
Indeks kemerataan (evenness, $E = H'/\ln S$)	0,55
Jumlah stasiun kamera jebak	197
Periode data	2007–2016

Komunitas mamalia yang terekam mencakup sejumlah jenis berstatus konservasi tinggi, yaitu harimau sumatera (306 rekaman), badak sumatera (41 rekaman dari 12 stasiun berbeda), tapir (276 rekaman), macan dahan (28 rekaman), dan trenggiling (14 rekaman). Keberadaan harimau sumatera dan kucing liar lainnya di TNWK sejalan dengan temuan sebelumnya yang mencatat empat dari enam jenis kucing liar Sumatera yaitu harimau sumatera, macan dahan, kucing hutan, dan kucing batu yang berhasil terdeteksi kamera jebak di kawasan ini (Subagyo et al., 2020). Rekaman

badak sumatera tercatat pada tahun 2008, 2010, 2013, 2014, 2015, dan 2016, dengan jumlah rekaman tahunan yang relatif kecil dan tidak meningkat menjelang akhir periode pengamatan, pola yang konsisten dengan status badak sumatera sebagai salah satu mamalia paling terancam punah di dunia.

3.1.2. Kelimpahan Relatif dan Tren Temporal

Babi hutan (*Sus scrofa*) dan kijang (*Muntiacus muntjak*) merupakan dua jenis dengan kelimpahan relatif tertinggi, masing-masing menyumbang 37,6% dan 24,6% dari seluruh rekaman mamalia, sehingga keduanya bersama-sama mencakup lebih dari 60% total rekaman. Pola dominasi oleh jenis ungulata generalis seperti babi hutan ini konsisten dengan temuan di Taman Nasional Batang Gadis, di mana babi hutan tercatat sebagai jenis dengan kelimpahan tertinggi (42,48%) (Rambe et al., 2021), maupun di hutan Desa Senamat Ulu, Jambi, yang juga mencatat dominasi tinggi *Sus scrofa* (Putri et al., 2021). Tabel 2 merangkum 15 jenis dengan jumlah rekaman tertinggi.

Tabel 2. Tiga puluh tujuh spesies mamalia yang terekam kamera jebak di TNWK periode tahun 2007–2016

No	Nama lokal	Nama ilmiah	Jumlah rekaman	Persentase (%)
1	Babi hutan	<i>Sus scrofa</i>	11182	37.64
2	Kijang	<i>Muntiacus muntjak</i>	7323	24.65
3	Monyet ekor panjang	<i>Macaca fascicularis</i>	2102	7.07
4	Beruk	<i>Macaca nemestrina</i>	1933	6.51
5	Kancil/Napu	<i>Tragulus spp.</i>	1857	6.25
6	Rusa sambar	<i>Rusa unicolor</i>	1450	4.88
7	Gajah sumatera	<i>Elephas maximus sumatranus</i>	943	3.17
8	Tenggalung	<i>Viverra zangalla</i>	512	1.72
9	Kucing hutan	<i>Prionailurus bengalensis</i>	375	1.26
10	Beruang madu	<i>Helarctos malayanus</i>	308	1.04
11	Harimau sumatera	<i>Panthera tigris sumatrae</i>	306	1.03
12	Tapir	<i>Tapirus indicus</i>	276	0.93
13	Landak	<i>Hystrix brachyura</i>	196	0.66
14	Musang merah	–	147	0.49
15	Musang belang	<i>Hemigalus derbyanus</i>	145	0.49
16	Tikus hutan	–	101	0.34
17	Garangan pendek	ekor –	90	0.30
18	Luwak	<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	62	0.21

No	Nama lokal	Nama ilmiah	Jumlah rekaman	Persentase (%)
19	Musang biasa	–	51	0.17
20	Tupai	<i>Tupaia spp.</i>	45	0.15
21	Berang-berang	<i>Lutrinae sp.</i>	41	0.14
22	Badak sumatera	<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>	41	0.14
23	Musang leher kuning (martin)	–	35	0.12
24	Macan dahan	<i>Neofelis diardi</i>	28	0.09
25	Musang air	–	27	0.09
26	Musang (tidak teridentifikasi jenis)	–	24	0.08
27	Garangan ekor panjang	–	23	0.08
28	Kucing batu/marbled cat	<i>Pardofelis marmorata</i>	21	0.07
29	Trenggiling	<i>Manis javanica</i>	14	0.05
30	Bajing	–	14	0.05
31	Binturong	<i>Arctictis binturong</i>	11	0.04
32	Siamang	<i>Symphalangus syndactylus</i>	8	0.03
33	Kelelawar	–	7	0.02
34	Kucing pesek	<i>Prionailurus planiceps</i>	5	0.02
35	Simpai	<i>Presbytis melalophos</i>	4	0.01
36	Lutung	<i>Trachypithecus spp.</i>	3	0.01
37	Linsang	–	1	0.00

Jumlah rekaman mamalia menunjukkan tren yang sangat fluktuatif antartahun, dari 257 rekaman pada 2007 menjadi 15.034 rekaman pada 2015 sebelum menurun menjadi 3.896 rekaman pada 2016 (Tabel 3). Jumlah jenis yang terdeteksi per tahun juga meningkat dari 14 jenis (2007) menjadi 36 jenis (2015). Lonjakan jumlah rekaman dan jenis pada 2013 – 2016 kemungkinan besar mencerminkan peningkatan jumlah dan distribusi stasiun kamera jebak yang dipasang, sejalan dengan tren peningkatan penerapan teknologi kamera jebak di kawasan konservasi Sumatera selama dekade terakhir (Cita et al., 2022; Subagyo et al., 2020), dan bukan semata-mata indikasi perubahan kelimpahan populasi aktual.

Tabel 3. Jumlah rekaman dan jumlah jenis mamalia per tahun, 2007–2016.

Tahun	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Jumlah rekaman	257	375	166	1.151	153	1.500	3.899	3.280	15.034	3.896
Jumlah jenis	14	12	10	20	14	21	29	30	36	29

3.1.3. Pola Aktivitas Harian

Analisis pola aktivitas dilakukan terhadap 28 jenis dengan jumlah rekaman ≥ 20 (Tabel 4). Hasil analisis menunjukkan empat kelompok pola aktivitas: (1) diurnal: babi hutan, kijang, monyet ekor panjang, beruk, tupai, berang-berang, musang leher kuning, dan garangan ekor panjang/pendek; (2) krepuskular: kancil/napu dan kucing batu (*marbled cat*); (3) katemeral: rusa sambar, gajah sumatera, beruang madu, harimau sumatera, dan macan dahan; serta (4) nokturnal: tenggalung, kucing hutan, tapir, landak, badak sumatera, dan kelompok musang/luwak lainnya.

Tabel 4. Persentase aktivitas siang/malam dan kategori pola aktivitas 28 jenis mamalia dengan jumlah rekaman ≥ 20 di TNWK.

Jenis	n	% Siang	% Malam	Kategori pola aktivitas
Babi hutan	11182	84.9	15.1	Diurnal
Kijang	7323	73.8	26.2	Diurnal
Monyet ekor panjang	2102	92.9	7.1	Diurnal
Beruk	1933	97.0	3.0	Diurnal
Kancil/Napu	1857	62.5	37.5	Krepuskular
Rusa sambar	1450	51.1	48.9	Katemeral
Gajah sumatera	943	64.5	35.5	Katemeral
Tenggalung	512	8.4	91.6	Nokturnal
Kucing hutan	375	16.0	84.0	Nokturnal
Beruang madu	308	59.4	40.6	Katemeral
Harimau sumatera	306	53.6	46.4	Katemeral
Tapir	276	22.1	77.9	Nokturnal
Landak	196	8.2	91.8	Nokturnal
Musang merah	147	9.5	90.5	Nokturnal
Musang belang	145	5.5	94.5	Nokturnal

Jenis	n	% Siang	% Malam	Kategori pola aktivitas
Tikus hutan	101	9.9	90.1	Nokturnal
Garangan ekor pendek	90	77.8	22.2	Diurnal
Luwak/musang biasa	62	4.8	95.2	Nokturnal
Musang biasa	51	9.8	90.2	Nokturnal
Tupai	45	93.3	6.7	Diurnal
Berang-berang	41	90.2	9.8	Diurnal
Badak sumatera	41	19.5	80.5	Nokturnal
Musang leher kuning	35	82.9	17.1	Diurnal
Macan dahan	28	32.1	67.9	Katemeral
Musang air	27	7.4	92.6	Nokturnal
Musang (sp.)	24	4.2	95.8	Nokturnal
Garangan ekor panjang	23	87.0	13.0	Diurnal
Kucing batu (marbled cat)	21	42.9	57.1	Krepuskular

Harimau sumatera menunjukkan pola katemeral dengan 53,6% rekaman terjadi pada siang hari dan 46,4% pada malam hari. Temuan ini sangat konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya di TNWK yang melaporkan harimau sumatera aktif pada siang (51,6%) dan malam (48,4%) dengan pola katemeral yang serupa (Subagyo et al., 2020), memperkuat indikasi bahwa pola temporal harimau di kawasan ini relatif stabil antarperiode pengamatan.

3.2. Pembahasan

Tingkat keanekaragaman sedang ($H' = 2,00$) yang ditemukan di TNWK mengindikasikan komunitas mamalia yang didominasi sejumlah jenis generalis, namun tetap menaungi banyak jenis spesialis dan langka. Pola serupa yakni keanekaragaman sedang dengan dominasi tinggi oleh ungulata seperti babi hutan juga dilaporkan secara konsisten pada beberapa kawasan konservasi Sumatera lain, termasuk Batang Gadis (Rambe et al., 2021) dan lanskap Bujang Raba (Putri et al., 2021), maupun pada kawasan dengan tekanan manusia rendah seperti Bukit Barisan Selatan yang berhasil mendokumentasikan 39 jenis mamalia dalam delapan tahun pemantauan (Allen et al., 2020). Kesamaan pola ini menunjukkan bahwa dominasi babi hutan dan kijang/rusa kemungkinan merupakan ciri umum komunitas mamalia hutan dataran rendah Sumatera, terlepas dari variasi lokasi maupun intensitas pemantauan.

Pola katemeral harimau sumatera yang ditemukan dalam penelitian ini hampir identik dengan hasil kajian sebelumnya di lokasi yang sama (Allen et al., 2020), yang memperkuat keandalan data kamera jebak jangka panjang untuk menangkap karakteristik temporal suatu jenis secara konsisten. Pola aktivitas macan dahan yang juga cenderung katemeral (32,1% siang; 67,9% malam, dengan sebagian rekaman pada siang hari) turut sejalan dengan temuan bahwa macan dahan Sumatera tidak bersifat ketat nokturnal dan kerap menghindari jam aktif puncak harimau sebagai strategi mengurangi risiko interaksi negatif dengan predator yang lebih besar (Allen et al., 2020).

Sebaliknya, pola katemeral gajah sumatera (64,5% rekaman siang) di TNWK berbeda dari sejumlah kajian gajah di kawasan dengan tekanan manusia tinggi yang justru menunjukkan peningkatan aktivitas nokturnal sebagai respons penghindaran terhadap manusia, misalnya gajah Afrika di Kasungu National Park, Malawi, yang menunjukkan 83% rekaman pada jalur dengan aktivitas manusia tinggi terjadi pada malam hari (Davis et al., 2023). Perbedaan ini mengindikasikan bahwa gajah di lokasi-lokasi pemasangan kamera pada penelitian ini kemungkinan menempati area dengan tingkat gangguan manusia yang relatif lebih rendah dibandingkan jalur patroli atau perbatasan kawasan, sehingga belum menunjukkan pergeseran nyata ke arah nokturnal. Hal ini menjadi salah satu arah penelitian lanjutan yang relevan, yaitu menguji hubungan antara jarak stasiun kamera terhadap permukiman/jalan dengan derajat tumpang tindih aktivitas gajah dan manusia di TNWK.

Pola nokturnal yang konsisten ditemukan pada tapir, badak sumatera, serta kelompok Viverridae (tenggalung, musang, dan luwak) sejalan dengan kerangka klasifikasi aktivitas empat kategori (diurnal, nokturnal, krepuskular, katemeral) yang umum digunakan pada kajian kamera jebak mamalia simpatrik (Ikeda et al., 2016), serta mencerminkan strategi menghindari predator besar yang relatif lebih aktif siang hingga senja. Sementara itu, pola krepuskular pada kancil/napu dan kucing batu mengindikasikan adanya celah waktu aktif pada jam transisi siang-malam yang berpotensi mengurangi tumpang tindih langsung dengan jenis nokturnal maupun diurnal lain, sebuah bentuk pemisahan relung waktu (temporal niche partitioning) yang juga banyak dilaporkan pada komunitas mamalia tropis lainnya (Ikeda et al., 2016).

Rendahnya jumlah rekaman jenis-jenis kunci seperti badak sumatera, trenggiling, dan macan dahan merupakan hal yang umum terjadi pada studi kamera jebak terhadap spesies kriptik dan berkepadatan rendah (Zwerts et al., 2021), namun tetap menjadi sinyal penting bagi pengelola kawasan mengingat status konservasi jenis-jenis tersebut yang sangat terancam punah secara global. Tidak adanya rekaman badak sumatera setelah 2016 dalam basis data ini, meskipun perlu diverifikasi terhadap kemungkinan perubahan cakupan atau intensitas pemantauan pascaperiode tersebut, selaras dengan kekhawatiran umum mengenai tren penurunan populasi badak sumatera di berbagai habitatnya.

Beberapa keterbatasan penelitian ini perlu dicatat. Pertama, lonjakan tajam jumlah rekaman pada tahun 2013–2016 mengindikasikan heterogenitas upaya pemantauan antartahun yang tidak dapat dikoreksi sepenuhnya tanpa data jumlah hari aktif kamera (*trap-night*) per stasiun, sehingga nilai kelimpahan relatif yang dilaporkan bersifat deskriptif dan belum setara dengan indeks kelimpahan terkoreksi-upaya. Kedua, klasifikasi pola aktivitas pada penelitian ini menggunakan ambang persentase sederhana (siang/malam) dan belum menerapkan analisis kepadatan kernel (kernel density) atau uji tumpang tindih (*coefficient of overlap*) yang lebih ketat secara statistik, sebagaimana telah diterapkan pada kajian-kajian pola aktivitas mamalia tropis lainnya (Davis et al., 2023; Subagyo et al., 2020). Standardisasi protokol pemasangan kamera, pencatatan upaya pemantauan secara konsisten, dan penerapan metode statistik tumpang tindih aktivitas pada penelitian mendatang sebagaimana direkomendasikan dalam tinjauan metode pemantauan satwa liar di hutan tropis (Zwerts et al., 2021) akan meningkatkan ketelitian estimasi kelimpahan dan pola aktivitas mamalia di TNWK pada studi selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi 37 jenis mamalia di Taman Nasional Way Kambas berdasarkan 29.711 rekaman kamera jebak independen sepanjang 2007–2016, dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener tergolong sedang ($H' = 2,00$). Komunitas mamalia didominasi oleh babi hutan dan kijang, namun tetap menaungi sejumlah jenis kunci berstatus konservasi tinggi, termasuk harimau sumatera, gajah sumatera, badak sumatera, tapir, macan dahan, dan trenggiling. Analisis pola aktivitas mengelompokkan jenis-jenis tersebut ke dalam empat kategori utama: diurnal (didominasi primata dan sebagian ungulata), krepuskular (kancil/napu, kucing batu), katemeral (harimau sumatera, gajah sumatera, rusa sambar, beruang madu, macan dahan), dan nokturnal (tapir, badak sumatera, tenggalung, dan kelompok musang/luwak).

Untuk penelitian dan pengelolaan ke depan, disarankan: (1) menstandarisasi protokol pemasangan kamera jebak beserta pencatatan upaya pemantauan (*trap-night*) secara konsisten antarstasiun dan antartahun; (2) memperkuat pemantauan khusus bagi jenis-jenis langka dan kritis seperti badak sumatera, trenggiling, dan macan dahan; (3) menerapkan analisis statistik tumpang tindih aktivitas (*coefficient of overlap*) dan kepadatan kernel pada data jam perekaman untuk memperdalam kajian interaksi predator-mangsa dan kompetisi antarjenis; serta (4) mengkaji pengaruh jarak terhadap permukiman dan jalur manusia terhadap pola aktivitas gajah sumatera dan jenis besar lainnya di TNWK.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pengelola Taman Nasional Way Kambas (TNWK) atas izin penelitian dan dukungan logistik. Kami juga mengucapkan kasih kepada Yayasan Konservasi Harimau Sumatera (PKHS) sebagai pelaksana utama proyek pemantauan di TNWK, dan telah memberikan akses ke kumpulan data jebakan kamera sekunder (tangkapan sampingan) yang mendasari analisis ini. Proyek pemantauan ini didukung oleh pendanaan dari Bioparc de Doué-la-Fontaine (Prancis) dan Aksi Konservasi Hutan Tropis untuk Sumatera (TFCA-Sumatera). Kami juga berterima kasih kepada seluruh personel lapangan, staf PKHS, dan masyarakat lokal di sekitar taman atas kerja sama dan dedikasinya

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M. L., Sibarani, M. C., Utoyo, L., & Krofel, M. (2020). Terrestrial mammal community richness and temporal overlap between tigers and other carnivores in Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatra. *Animal Biodiversity and Conservation*, 97–107. <https://doi.org/10.32800/abc.2020.43.0097>
- Cita, K. D., Adila, R. A., Hardianto, R. I., Adib, M. F., & Setyaningsih, L. (2022). Wildlife Camera Trapping: Estimating the Abundance of Sumatran Tiger's Prey in Way Kambas National Park. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 959(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/959/1/012020>
- Davis, R. S., Gentle, L. K., Mgoola, W. O., Stone, E. L., Uzal, A., & Yarnell, R. W. (2023). Using camera trap bycatch data to assess habitat use and the influence of human activity on African elephants (*Loxodonta africana*) in Kasungu National Park, Malawi. *Mammalian Biology*, 103(1), 121–132. <https://doi.org/10.1007/s42991-022-00330-7>
- Ikeda, T., Uchida, K., Matsuura, Y., Takahashi, H., Yoshida, T., Kaji, K., & Koizumi, I. (2016). Seasonal and Diel Activity Patterns of Eight Sympatric Mammals in Northern Japan Revealed by an Intensive Camera-Trap Survey. *PLOS ONE*, 11(10), e0163602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163602>
- Master, J., Ibnu Qayim, Dede Setiadi, & Nyoto Santoso. (2020). Autecology of *Melastoma malabathricum*, an invasive species in the Way Kambas National Park, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(5). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210562>
- Master, J., Qayim, I., Setiadi, D., & Santoso, N. (2021). The Increase of Sumatran Tiger's Prey Following Eradication of *Melastoma malabathricum* in Way Kambas National Park, Indonesia. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 6(2), 63972. <https://doi.org/10.22146/jtbb.63972>
- Putri, R. A. A., Mustari, A. H., & Ardiantiono, A. (2017). Keanekaragaman Jenis Felidae Menggunakan Camera Trap di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 14(1), 21–34. <https://doi.org/10.20886/jphka.2017.14.1.21-34>
- Putri, Z. A., Nindy, L. F., Septiansyah, E., & Premono, B. (2021). Pendugaan Keanekaragaman Mamalia Menggunakan Camera Trap di Hutan Desa Senamat Ulu, Lanskap Bujang Raba, Jambi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.1-12>
- Rambe, I. F., Rambey, R., & Siregar, S. (2021). Species diversity, abundance, and wildlife conservation status in Batang Gadis National Park, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(11). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221157>
- Subagyo, A., Supriatna, J., Andayani, N., Mardiasuti, A., & Sunarto. (2020). Diversity and activity pattern of wild cats in Way Kambas National Park, Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 481(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/481/1/012005>
- Zwerts, J. A., Stephenson, P. J., Maisels, F., Rowcliffe, M., Astaras, C., Jansen, P. A., Van Der Waarde, J., Sterck, L. E. H. M., Verweij, P. A., Bruce, T., Brittain, S., & Van Kuijk, M. (2021). Methods for wildlife monitoring in tropical forests: Comparing human observations, camera traps, and passive acoustic sensors. *Conservation Science and Practice*, 3(12), e568. <https://doi.org/10.1111/csp2.568>