

**PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM
MENGANALISIS KESESUAIAN HABITAT GAJAH SUMATERA
(*Elephas maximus sumatranus*) DI LANSKAP TAMAN NASIONAL BUKIT
BARISAN SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

**Dika Haidar Al-ashabi
2114151015**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM MENGANALISIS KESESUAIAN HABITAT GAJAH SUMATERA (*Elephas maximus sumatranus*) DI LANSKAP TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN

Oleh

DIKA HAIDAR AL-ASHABI

Kesesuaian habitat merupakan faktor utama yang memengaruhi kelangsungan populasi gajah sumatera. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pola pergerakan gajah sumatera, mengetahui hubungan dan pengaruh faktor lingkungan terhadap pergerakan gajah sumatera, mengetahui kesesuaian habitat dan mitigasi konflik gajah manusia pada area berpotensi konflik di TNBBS. Metode pengambilan data dilakukan dengan *ground check* dan wawancara terbuka. Hasil penelitian menunjukkan Pada tahun 2020, luas wilayah jelajah (*home range*) kelompok Bunga berdasarkan *MCP* yaitu 55.553,33 Ha, 53.821,07 Ha pada tahun 2021 dan menjadi 21.226,23 Ha pada tahun 2024. Berdasarkan penggunaan ruang gajah sering berada pada pertanian campur, kelerengan agak curam sampai dengan curam (15-40%), terkonsentrasi pada jarak 0-400 meter dari sungai serta berada pada jarak sangat dekat (0–200 m) dan sangat jauh (>2000 m) dari jalan. Hasil uji *Chi-square* menunjukkan variabel tutupan lahan, jarak dari sungai dan jalan memiliki hubungan signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera pada siang dan malam hari. Uji Regresi Logistik menunjukkan terdapat pengaruh antara variabel tutupan lahan, kelerengan, jarak dari sungai dan jalan, serta areal terhambat terhadap titik keberadaan gajah sumatera pada tahun 2020, 2021 dan 2024. Kesesuaian habitat berdasarkan *MaxEnt* ialah cukup sesuai (21,89%), sesuai (21,64%), dan sangat sesuai (16%) (43,7% habitat yang mampu dihuni). Hasil uji regresi logistik, yaitu cukup sesuai 4,22%, sesuai 71,61%, dan sangat sesuai 23,60% (99,44% habitat yang dapat dihuni). Konflik antara gajah dan manusia sering terjadi di areal pertanian yang berdekatan dengan habitat gajah. Upaya mitigasi yang dilakukan melalui pembentukan Satuan Tugas Mitigasi Konflik dan pelatihan Masyarakat.

Kata kunci: Gajah Sumatera, Kesesuaian Habitat, Area Jelajah, GPS Collar

ABSTRACT

UTILIZATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN ANALYSING THE HABITAT SUITABILITY OF SUMATRAN ELEPHANTS (*Elephas maximus sumatranus*) IN THE LANDSCAPE OF BUKIT BARISAN SELATAN NATIONAL PARK

By

DIKA HAIDAR AL-ASHABI

Habitat suitability is a major factor affecting the survival of the Sumatran elephant population. The study aims to determine the movement patterns of Sumatran elephants, identify the relationship and influence of environmental factors on the movement of Sumatran elephants, determine habitat suitability and mitigate human-elephant conflict in potential conflict areas in TNBBS. Data collection methods included ground checks and open-ended interviews. The study results showed that in 2020, the home range of the Bunga group based on MCP was 55,553.33 hectares, 53,821.07 hectares in 2021, and 21,226.23 hectares in 2024. Based on spatial use, elephants frequently occupied mixed-use agricultural areas, slopes ranging from moderately steep to steep (15–40%), concentrated within 0–400 meters of rivers, and located at very close (0–200 m) and very distant (>2,000 m) distances from roads. The Chi-square test results indicate that land cover, distance from rivers, and distance from roads are significantly associated with elephant presence points during daytime and nighttime. The Logistic Regression test shows that there is an influence between land cover, slope, distance from rivers and roads, and restricted areas on elephant presence points in 2020, 2021, and 2024. Habitat suitability based on MaxEnt is moderately suitable (21.89%), suitable (21.64%), and highly suitable (16%) (43.7% of the habitat is habitable). The results of the logistic regression test were moderately suitable 4.22%, suitable 71.61%, and highly suitable 23.60% (99.44% of the habitat is habitable). Conflicts between elephants and humans often occur in agricultural areas adjacent to elephant habitats. Mitigation efforts are carried out through the formation of a Conflict Mitigation Task Force and community training.

Keywords: *Sumatran Elephant, Habitat Suitability, Home Range, GPS Collar*

**PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM
MENGANALISIS KESESUAIAN HABITAT GAJAH SUMATERA
(*Elephas maximus sumatranus*) DI LANSKAP TAMAN NASIONAL BUKIT
BARISAN SELATAN**

Oleh

DIKA HAIDAR AL-ASHABI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM MENGANALISIS KESESUAIAN HABITAT GAJAH SUMATERA (*Elephas maximus sumatranus*) DI LANSKAP TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN**

Nama : **Dika Haidar Al-ashabi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2114151015**

Jurusan : **Kehutanan**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua

Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.
NIP. 197907012008011009

Dr. Ir. Gunardi Djoko Winarno, M.Si.
NIP. 196912172005011003

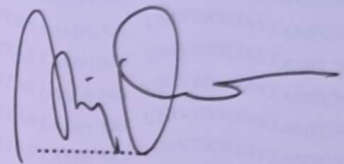
2. Ketua Jurusan Kehutanan

Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM.
NIP. 197310121999032001

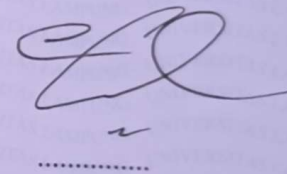
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

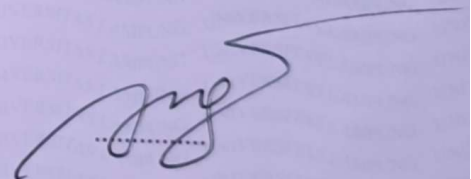
Ketua : **Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.**



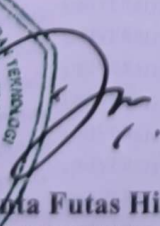
Sekretaris : **Dr. Ir. Gunardi Djoko Winarno, M.Si.**



Anggota : **Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian

The seal of Universitas Lampung is a circular emblem. It features a central torch with a red flame, set against a background of stylized green and yellow flames. The words "UNIVERSITAS LAMPUNG" are written in a semi-circle above the torch, and "FAKULTAS PERTANIAN" is written in a semi-circle below it.

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 21 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dika Haidar Al-ashabi

NPM : 2114151015

Jurusan : Kehutanan

Alamat Rumah : Desa Labuhan Ratu Satu, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten
Lampung Timur, Provinsi Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sungguh-sungguh, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM MENGANALISIS KESESUAIAN HABITAT GAJAH SUMATERA (*Elephas maximus sumatranus*) DI LANSKAP TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN”

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 01 September 2025

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '5000', 'METERAI TEMPEL', and a serial number '0824AMX291875750'.

Dika Haidar Al-ashabi
NPM. 2114151015

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Dika Haidar Al-ashabi, yang lahir di Way Jepara, 06 Juni 2003, merupakan anak dari Ibu Sugiarti Artiyah dan Bapak Daliyon. Riwayat pendidikan penulis yaitu Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Labuhan Ratu I pada tahun 2009-2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Way Jepara 2015-2018, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Way Jepara pada tahun 2018-2021. Pada tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Sarjana Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung, penulis aktif mengikuti organisasi, kepanitiaan, dan kegiatan sosial lainnya (*volunteer*). Penulis aktif mengikuti organisasi tingkat jurusan, yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (HIMASYLVA) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan Organisasi 2023-2024, serta organisasi tingkat universitas, yaitu Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Koperasi Mahasiswa Universitas Lampung (Kopma Unila) 2022-2023, Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Bukit Batu, Kecamatan Kasui, Kabupaten Way Kanan selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2024. Penulis juga melaksanakan Praktik Umum Pengelolaan Hutan Lestari (PU-PHL) di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Getas di Blora, Jawa Tengah dan KHDTK Wanagama I di Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang dikelola oleh Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada pada tahun 2024.

Penulis mengikuti magang tematik jurusan Kehutanan selama 20 hari di Stasiun Riset Way Rilau, KPHL Batu Tegi, Tanggamus pada 2022. Penulis juga mengikuti kegiatan ekspedisi SHOREA (Studi Hutan Observasi dan Eksplorasi) Himasyilva di Taman Nasional Way Kambas pada tahun 2023. Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Manajemen Hidupan Liar pada tahun 2024, Ekologi Lanskap dan Penginderaan Jauh pada tahun 2025. Penulis juga pernah mengikuti kegiatan pelatihan “*In-Country Training On Gis-Based Agroforestry Land Capability Assessment And Mapping Schemes (ALCAMS) And InVEST Modelling*” pada tahun 2025. Selain itu, penulis mempublikasikan Jurnal ilmiah dengan judul “Pola Jelajah dan Pergerakan Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan” yang diterbitkan pada Jurnal Sylva Scienteae”

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

**Dengan segala penuh rasa syukur dan bangga, karya tulis ini
kupersembahkan kepada ibuku tercinta.**

**Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar
Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha**

(-Bacharuddin Jusuf Habibie)

**The world is a dangerous place to live
Not because of the people who are evil
But, because of the people who don't do anything about it
The true sign of intelligence is not knowledge but imagination**

(-Albert Einstein)

**Hiduplah bertahun tahun, lupakan tentang dirimu
Hiduplah dengan bebas**

**Kepadamu, 2000 tahun mulai dari sekarang
Darimu, 2000 tahun yang lalu**

(-Eren Yeager)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya selama proses penulis menyusun skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Menganalisis Kesesuaian Habitat Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan”. Skripsi ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama masa pendidikan, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan, petunjuk, serta dukungan baik moral maupun materi yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM., selaku Ketua Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah mengarahkan kegiatan kuliah dari awal sampai akhir.
4. Bapak Dr. Arief Darmawan S.Hut., M.Sc., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan banyak arahan, bimbingan, pengalaman, nasihat, motivasi, dan segala bantuannya kepada penulis selama penulis menjalani proses skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Gunardi Djoko Winarno, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi.

6. Bapak Prof. Dr. Ir, Sugeng P. Harianto, M.S., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak arahan, motivasi, dan nasihat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Kepada seluruh bapak dan ibu dosen Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan wawasan dan ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan, serta staff administrasi Jurusan Kehutanan yang membantu penulis.
8. Bapak Hifzon Zawahuru, S.E., M.M., selaku Kepala Balai Taman Nasional Bukit Barisan Selatan yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian ini
9. Seluruh staf Balai Taman Nasional Bukit Barisan Selatan yang telah banyak membantu selama pengambilan data penelitian
10. Ayah Dwi Yuli Hari Subagyo dan Ibu Sugiarti Artiyah yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, kasih sayang, dukungan baik moral maupun materi serta tak hentinya mendoakan penulis
11. Vhico Cheysar Hermawan, Shafril Khairi Akbar, dan Arfa Duta Darmawan selaku saudara penulis yang selalu mendukung, memberikan doa dan canda tawa kepada penulis
12. Wianda Pipit Nur Azizah wanita yang baik, perhatian, penyayang, dan teramat lucu yang menjadi sumber semangat dan kebahagiaan penulis
13. Rahmad Kurniawan, sahabat mas-mas jawa yang telah menemani dan membantu penulis dalam proses ambyar ora karuan
14. Sahabat Ambis; Fauzan, Aji, Aldo, Danang, Dwi, Affifah, Danti, Kirun, Kheynad, Iqoh, Novita, dan Diva, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis, serta menjadi tempat berkeluh kesah dan memberikan banyak afirmasi positif sehingga penulis dapat lebih bersemangat
15. Seperbimbingan Mr. Arief Darmawan; Tegar, Pahlevi, Naek, Okta, Latifah, Fadil, Ojan, dan Dinda, yang berproses bersama penulis dalam menyelesaikan skripsi, serta memberikan banyak bantuan dan motivasi kepada penulis.

16. Saudara seperjuangan Angkatan 2021 (LABORIOSA) yang selalu memberikan dukungan, kebersamaan, dan rasa kekeluargaan tiada henti kepada penulis dari awal perkuliahan, saat ini, dan sampai seterusnya.
17. Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (HIMASYLVA) Universitas Lampung, yang memberikan pembelajaran kepada penulis selama menjalani organisasi di perkuliahan.
18. Serta seluruh pihak yang terlibat dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan ketidaksempurnaan. Namun, penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi para pembaca, serta menjadi landasan untuk pengembangan penelitian yang lebih berkualitas di masa mendatang.

Bandar Lampung, 01 September 2025
Penulis

Dika Haidar Al-ashabi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	5
2.2 Gajah Sumatera.....	6
2.2.1 Klasifikasi Gajah Sumatera	6
2.2.2 Morfologi.....	7
2.2.3 Populasi dan Persebaran Gajah Sumatera.....	8
2.2.4 Habitat Gajah Sumatera	9
2.2.5 Perilaku Gajah Sumatera	10
2.2.6 Wilayah Jelajah (<i>Home Range</i>).....	13
2.3 Kesesuaian Habitat	13
2.4 Mitigasi Konflik Gajah-Manusia.....	15
2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	15
2.6 <i>ArcGIS</i>	16
2.7 <i>MaxEnt</i>	17
2.8 <i>GPS Collar</i>	18
2.9 Penelitian Terdahulu	19

	Halaman
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Jenis Data.....	22
3.4 Metode.....	22
3.4.1 Pengumpulan data.....	23
3.5 Pengolahan Data.....	23
3.5.1 <i>Tagging GPS Collar</i>	23
3.6 Analisis Data.....	24
3.6.1 Area Jelajah dan Penggunaan Ruang.....	24
3.6.2 Pemodelan Probabilitas (<i>MaxEnt</i>)	25
3.6.3 Uji Validasi (<i>AUC-ROC</i>).....	26
3.6.4 Uji <i>Chi-square</i>	26
3.6.5 Uji Regresi Logistik.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Pola Pergerakan Gajah Sumatera.....	29
4.1.1 Keberadaan Gajah Sumatera berdasarkan Waktu	33
4.2. Penggunaan Ruang	38
4.2.1 Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Tutupan Lahan.....	38
4.2.2 Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Kelerengan	41
4.2.3 Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Jarak dari Sungai	44
4.2.4 Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Jarak dari Jalan	46
4.3 Hubungan Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera pada siang dan malam hari	47
4.4 Pengaruh Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera	51
4.5 <i>MaxEnt</i>	57
4.5.1 <i>AUC-ROC (Area under curve)</i>	57
4.5.2 <i>Jackknife</i>	63
4.5.3 Pengaruh Variabel Lingkungan <i>MaxEnt</i>	64
4.6 Mitigasi Konflik Gajah-Manusia di Lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	66

	<u>Halaman</u>
4.6.1_Pra-Konflik.....	68
4.6.2_Saat Konflik.....	69
4.6.3_Pasca-Konflik.....	71
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Simpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran Penelitian.....	4
2. Peta Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	5
3. Peta Penelitian Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	21
4. Peta Daerah Jelajah Gajah Sumatera Kelompok Bunga Tahun 2020	30
5. Peta Daerah Jelajah Gajah Sumatera Kelompok Bunga Tahun 2021	31
6. Peta Daerah Jelajah Gajah Sumatera Kelompok Bunga Tahun 2024	31
7. Persentase Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Waktu pada Kelerengan.....	33
8. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Waktu Pada Tutupan Lahan	34
9. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Waktu Pada Jarak Dari Sungai	35
10. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Waktu Pada Jarak Dari Jalan	36
11. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Waktu Pada Areal Terhambat	37
12. Peta Rute Pergerakan Gajah berdasarkan Tutupan Lahan	39
13. Persentase Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Kelas Tutupan Lahan	41
14. Peta Rute Pergerakan Gajah berdasarkan Kelerengan	42
15. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Kelas Kelerengan	43
16. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Jarak Dari Sungai	45
17. Persentase Keberadaan Gajah berdasarkan Jarak Dari Jalan	46
18. Peta Kelas Kesesuaian Habitat berdasarkan Analisis Regresi Logistik.....	54
19. Peta Titik Keberadaan berdasarkan Kesesuaian Habitat Regresi Logistik.....	56
20. Kurva <i>AUC-ROC</i>	58
21. Peta Kesesuaian Habitat berdasarkan <i>Maxent</i>	59
22. Peta Titik Keberadaan berdasarkan Kesesuaian Habitat <i>Maxent</i>	61
23. Hasil Pemodelan <i>Maxent</i>	63

Gambar	Halaman
24. Kurva Pengaruh Variabel Lingkungan (Jarak Dari Jalan dan Sungai)	64
25. Diagram Pengaruh Variabel Lingkungan (Kelerengan, Tutupan Lahan, dan Areal Terhambat).....	65
26. Dampak Kerusakan Akibat Konflik (Pekon Gunung Ratu).....	67
27. Peta Potensi Area Konflik Gajah-Manusia	67
28. Area Penghalauan Gajah Oleh Satgas (Pekon Sukamarga dan Ringin Sari).....	69
29. Area Pemantauan dan Penggiringan Gajah oleh Satgas (Pekon Gunung Ratu)	70
30. Areal Pertanian Masyarakat yang pernah Dilalui Gajah (Pekon Suka Marga).....	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Gajah Sumatera.....	7
2. Syarat Habitat Gajah Sumatera	22
3. Jenis dan Sumber Data Penelitian	23
4. Interpretasi Nilai Model	26
5. Luas Daerah Jelajah <i>MCP</i> dan <i>KDE</i> Kelompok Bunga.....	31
6. Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Tutupan Lahan	39
7. Titik Keberadaan Gajah berdasarkan Kelerengan.....	42
8. Hubungan Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera Pada Siang dan Malam Hari	48
9. <i>Crosstabulation</i> Waktu Keberadaan dengan Kelerengan.....	48
10. <i>Crosstabulation</i> Waktu Keberadaan dengan Areal Terhambat.....	48
11. <i>Crosstabulation</i> Waktu Keberadaan dengan Areal Terhambat.....	49
12. <i>Crosstabulation</i> Waktu Keberadaan dengan Jarak Sungai.....	50
13. <i>Crosstabulation</i> Waktu Keberadaan dengan Jarak Sungai.....	50
14. Pengaruh Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera Tahun 2020	51
15. Pengaruh Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera Tahun 2021	52
16. Pengaruh Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera Tahun 2024	52
17. Pengaruh Variabel Lingkungan terhadap Keberadaan Gajah Sumatera Tahun 2020, 2021 Dan 2024.....	53
18. Titik Keberadaan berdasarkan Kesesuaian Habitat Regresi Logistik	55
19. Titik Keberadaan berdasarkan Kesesuaian Habitat <i>Maxent</i>	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) merupakan spesies mamalia besar dari keluarga Elephantidae yang ditemukan di daratan Pulau Sumatera. Berdasarkan penilaian *International Union for Conservation of Nature (IUCN)*, gajah sumatera dikategorikan dalam status *Critically Endangered* (kritis) dan tercatat dalam daftar *Red List of Threatened Species*. Menurut Putri *et al.* (2022), Populasi gajah sumatera mengalami penurunan drastis, dari berkisar 2.400-2.800 ekor pada tahun 2007 menjadi 924-1.359 ekor pada tahun 2021 (Arifin *et al.*, 2023). Penurunan populasi ini disebabkan disebabkan oleh faktor lingkungan dan antropogenik sehingga habitat gajah sumatera terdegradasi (Pratiwi *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan perlunya upaya konservasi habitat gajah sumatera untuk menunjang kelangsungan hidup gajah sumatera yang berdasar pada data ilmiah.

Kesesuaian habitat merupakan faktor utama yang memengaruhi kelangsungan populasi gajah sumatera (Nofiandi *et al.*, 2023). Habitat yang sesuai menyediakan sumber daya yang diperlukan untuk kelangsungan hidup gajah sumatera, sedangkan habitat yang tidak sesuai dapat mengancam populasi, bahkan berpotensi mempercepat kepunahan gajah sumatera (Abdullah *et al.*, 2022). Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) menjadi salah satu rumah bagi gajah sumatera, dengan jumlah populasi gajah sumatera yang ditampung sebesar kurang lebih 25% (Malik *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa TNBBS sangat berperan penting dalam menunjang habitat gajah sumatera yang sesuai sehingga dapat dijadikan sebagai area konservasi bagi satwa tersebut.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat bantu (sistem komputasi) yang efektif dalam memetakan dan menganalisis kesesuaian habitat bagi spesies yang terancam punah seperti gajah sumatera (Munthe *et al.*, 2021). SIG

memungkinkan pengumpulan dan analisis data spasial secara komprehensif yang meliputi beberapa faktor lingkungan (Burhanudin *et al.*, 2022). Penggunaan SIG dalam konservasi akan memberikan kerangka kerja yang lebih sistematis untuk mengidentifikasi area-area yang masih layak sebagai habitat, sekaligus menunjukkan wilayah yang mungkin berpotensi mengalami konflik satwa-manusia. Dengan demikian, SIG berperan sebagai teknologi kunci dalam merencanakan pengelolaan habitat berbasis data ilmiah spasial (Sabar *et al.*, 2022).

Penelitian kesesuaian habitat gajah sumatera menggunakan SIG memberikan manfaat bagi pemerintah dan pengelola dengan menyediakan landasan ilmiah untuk merancang kebijakan pengelolaan habitat yang lebih efisien dan efektif (Setyabudi *et al.*, 2024). Hasil penelitian ini memungkinkan pemusatan upaya pemulihan pada area habitat yang paling kritis. Selain itu, masyarakat lokal memperoleh keuntungan dari pemahaman pola pergerakan dan kebutuhan habitat gajah, yang dapat berkontribusi pada upaya mitigasi konflik gajah-manusia pada area yang berpotensi mengalami konflik (Ermawati *et al.*, 2022). Penelitian serupa telah dilaksanakan di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) dan Taman Nasional Way Kambas (TNWK), dengan hasil yang menunjukkan bahwa habitat gajah sumatera pada kedua lokasi tersebut hampir keseluruhannya merupakan habitat yang sesuai. Dengan adanya penelitian ini akan mendukung upaya pelestarian gajah sumatera dan mitigasi konflik gajah-manusia dengan pendekatan ilmiah yang lebih holistik dan terintegrasi.

1.2 Rumusan Masalah

Ditinjau dari segi konservasi, ekosistem gajah sumatera di TNBBS memiliki peran yang sangat penting bagi keberlangsungan populasi gajah sumatera maupun satwa liar lain yang ada di sekitar. Dalam kesempatan kali ini penulis akan melakukan penelitian dalam memetakan kesesuaian habitat gajah sumatera di lanskap TNBBS dengan memanfaatkan SIG. Penilaian kesesuaian habitat sangat penting untuk memahami bagaimana habitat yang masih ada dapat mendukung kelangsungan populasi gajah sumatera. Perolehan produk dari penelitian ini diharapkan mampu membantu berbagai pihak (pemerintah, pengelola, dan masyarakat lokal) di kawasan TNBBS dan sekitarnya dalam menentukan

perencanaan serta pengambilan kebijakan dalam pengelolaan satwa liar gajah sumatera di masa yang akan datang. Berikut rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana pola pergerakan gajah sumatera dalam menggunakan ruang di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan?
2. Bagaimana faktor lingkungan berhubungan dan berpengaruh terhadap pergerakan gajah sumatera di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan?
3. Bagaimana kesesuaian habitat gajah sumatera berdasarkan data *tagging GPS Collar* gajah sumatera di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan?
4. Bagaimana mitigasi konflik gajah-manusia pada area yang berpotensi konflik di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah yang telah dituangkan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

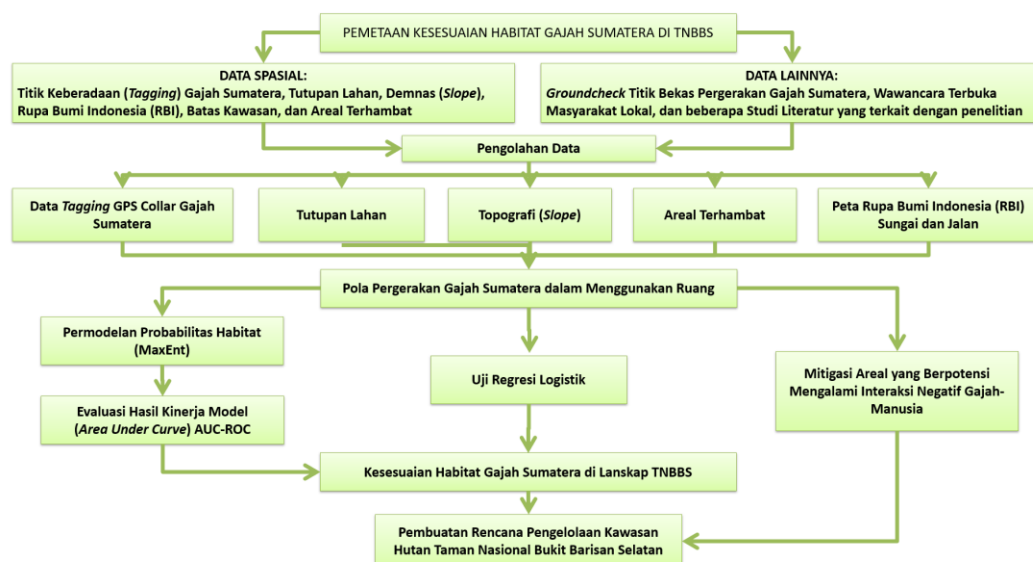
1. Menganalisis pola pergerakan gajah sumatera dalam menggunakan ruang di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan
2. Menganalisis faktor-faktor lingkungan yang berhubungan dan berpengaruh terhadap pergerakan gajah sumatera di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan
3. Menganalisis kesesuaian habitat gajah sumatera berdasarkan data *tagging GPS Collar* gajah sumatera di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan
4. Menganalisis mitigasi konflik gajah-manusia pada area yang berpotensi konflik di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan

1.4 Kerangka Pemikiran

Kesesuaian habitat gajah sumatera akan memengaruhi keberadaan dari individu/kelompok gajah sumatera itu sendiri. Pada umumnya, untuk mengetahui pergerakan gajah sumatera dapat dilakukan survei lapangan, apabila ditemukan bekas tapak kaki gajah sumatera akan memberitahukan bahwa satwa tersebut telah melalui daerah tersebut sebagai habitatnya. Tak hanya itu, dengan data *GPS Collar* pun kita juga dapat mengetahui pergerakan dari gajah sumatera. Ketersediaan makanan, air dan faktor pembatas (topografi) yang berfungsi menentukan

aksesibilitas sumber daya dan preferensi habitat yang menghasilkan ketentuan dari kesesuaian habitat gajah sumatera di Lanskap TNBBS

Berbagai pola penggunaan ruang dan beberapa faktor yang memengaruhi pergerakan gajah sumatera akan dilakukan analisis. Dengan begitu akan didapatkannya parameter-parameter kesesuaian habitat gajah sumatera yang meliputi pola pergerakan gajah, tutupan lahan, titik bekas kebakaran dan areal terhambat, sungai atau sumber air lainnya, serta topografi (kelereng). Kesesuaian habitat gajah sumatera di TNBBS akan memerlukan beberapa data spasial dan data *GPS Collar* yang nantinya akan diolah dengan *ArcGIS* dan dimodelkan dalam *software MaxEnt* untuk mengetahui probabilitas kesesuaian habitat. Pada perolehan hasil data akan dilakukan uji korelasi untuk mengetahui hubungan serta dilakukan uji regresi untuk mengetahui pengaruh antar variabel. Sekiranya dengan hasil penelitian yang dilakukan akan membantu para pengelola kawasan dalam menentukan perencanaan serta pengambilan kebijakan dalam pengelolaan satwa liar gajah sumatera di TNBBS. Adapun kerangka pemikiran dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran Penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taman Nasional Bukit Barisan Selatan

Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) terletak pada posisi 04°33'-05°57' LS dan 103°23'-104°43' BT dengan luas area sekitar 356.800 hektar (Windadri, 2010), yang hamparannya mencakup beberapa wilayah Provinsi Lampung yakni Kabupaten Tanggamus, Pesisir Barat, dan Lampung Barat, serta Provinsi Bengkulu yakni Kabupaten Kaur. Pada tanggal 29 Juni 1999, Menteri Kehutanan meresmikan TNBBS melalui Kepmenhut No. 489/Kpts-II/1999, menandai suatu langkah monumental dalam pelestarian alam. Dikenal akan keberagaman hayati yang melimpah, keberadaannya memperoleh pengakuan dari UNESCO sebagai *cluster mountainous tropical rainforest heritage site of Sumatera* (situs warisan gugusan pegunungan hutan hujan tropis Sumatera) (Malik *et al.*, 2020). Berikut merupakan peta situasi wilayah TNBBS, ditunjukkan pada Gambar 2.



Sumber: TNBBS

Gambar 2. Peta Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.

TNBBS memiliki potensi konservasi jangka panjang terbesar dan paling beragam di Pulau Sumatera, mencakup berbagai habitat (Santi, 2023). TNBBS menjaga habitat bagi tiga spesies langka yang terancam punah meliputi badak sumatera, harimau sumatera, dan gajah sumatera. Kawasan ini menampung berkisar setengah populasi badak dan seperempat populasi gajah sumatera, yang memperkuat peran TNBBS dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Mumtaazah, 2023). Dengan kawasannya yang begitu luas, TNBBS menjadi garda terdepan dalam menjalankan misi konservasi satwa dan tumbuhan serta menjaga fungsi hidrologis dan sosio-ekonomi wilayah sekitarnya (Santi, 2023).

TNBBS juga merupakan tempat di mana pendidikan, penelitian, dan kegiatan budidaya berakar, memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi masyarakat setempat dan wisatawan yang datang (Rahayu dan Dewi, 2023). Terdapat 124 Desa di sekitarnya, termasuk beberapa *enclave*, yang menunjukkan hubungan kompleks antara manusia dan alam yang perlu dijaga (Malik *et al.*, 2020). Pengelolaan TNBBS sangat menantang karena masyarakat sangat bergantung pada hutan, yang dapat mengancam kelestarian lingkungan. Deforestasi untuk pemukiman dan pertanian menjadi masalah utama yang perlu diatasi (Anggraini, 2023). Sebagai pengelola hutan, Balai Besar TNBBS telah menjalankan program kemitraan konservasi sejak 2017, termasuk izin untuk HHBK dan praktik budidaya tradisional di Zona Tradisional serta rehabilitasi di Zona Rehabilitasi. Evaluasi program penting untuk menilai hasilnya dan dampaknya pada kesejahteraan sosial serta kelestarian hutan (Bakri *et al.*, 2023).

2.2 Gajah Sumatera

2.2.1 Klasifikasi Gajah Sumatera

Gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) merupakan salah satu bagian dari subspecies gajah asia (*Elephas maximus sp.*) yang menghuni daratan Pulau Sumatera. Secara genetik dan anatominya, gajah sumatera berbeda dari gajah asia lainnya (Fleischer *et al.*, 2001). Berdasarkan analisis DNA, gajah sumatera membentuk kelompok monofiletik yang dapat dianggap sebagai *Evolutionary Significant Unit (ESU)*, yang menunjukkan pentingnya perlindungan populasi liar yang tersisa di Indonesia (Hedges *et al.*, 2005). Gajah sumatera merupakan salah

satu aset langka dari keanekaragaman hayati Indonesia, yang diakui sebagai fauna yang langka dan dilindungi secara hukum berdasarkan Undang-Undang No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Ekosistem Sumber Daya Alam Hayati.

Terdapat empat subspecies gajah di Asia (*Elephas maximus sp.*) (Fleischer *et al.*, 2001). Subspecies *Elephas maximus indicus* tumbuh di daratan Asia Tenggara dan Selatan, termasuk Malaysia, Thailand, Kamboja, Vietnam, Laos, Myanmar, China, Bhutan, India dan Bangladesh. *Elephas maximus maximus* terdapat di pulau Sri Lanka, *Elephas maximus sumatranus* di Pulau Sumatera, Indonesia, dan *Elephas maximus borneensis* di pulau Borneo (Kalimantan) (Fernando *et al.*, 2003). Di Indonesia terdapat dua subspecies gajah asia, yaitu gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dan gajah kalimantan (*Elephas maximus borneensis*). Pada bulan November 2011, gajah sumatera terdaftar sebagai spesies “*Critically Endangered*” oleh *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Klasifikasi gajah sumatera dapat dilihat pada Tabel 1 (Williams *et al.*, 2020):

Tabel 1. Klasifikasi Gajah Sumatera.

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Mammalia
Ordo	: Proboscidea
Family	: Elephantidae
Genus	: Elephas
Spesies	: <i>Elephas maximus</i>
Subspecies	: <i>Elephas maximus sumatranus</i>

2.2.2 Morfologi

Morfologi gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) menampilkan sejumlah ciri unik yang membedakannya dari subspecies gajah asia lainnya. Secara morfologi, gajah sumatera mempunyai ukuran tubuh yang relatif lebih kecil, telinga yang lebih besar, dan gading yang lebih panjang (Shoshani dan Eisenberg, 1982). Gajah sumatera dianggap sebagai subspecies paling primitif dengan 20 pasang

tulang rusuk, sedangkan subspecies lainnya hanya memiliki 19 pasang tulang rusuk (Shoshani dan Eisenberg, 1982).

Gajah sumatera memiliki ukuran tubuh dengan tinggi bahu berkisar antara 2,5-3 meter dan berat tubuh sekitar 2.700-4.000 kg (Sukumar, 2004). Selain ukuran tubuh, gajah sumatera memiliki telinga yang lebih kecil dan berbentuk bulat, ciri yang berbeda dengan gajah asia lainnya yang memiliki telinga lebih besar dan sedikit lebih memanjang. Gading mereka pun relatif pendek, dan pada beberapa betina bahkan tidak berkembang sama sekali. Ciri-ciri khusus ini tidak hanya berkaitan dengan adaptasi terhadap lingkungan tropis Sumatera, tetapi juga berdampak pada struktur sosial dan perilaku mereka, di mana gajah sumatera lebih beradaptasi dengan hutan padat dan lingkungan yang lebih tertutup dibandingkan subspecies lain (Leimgruber *et al.*, 2003).

2.2.3 Populasi dan Persebaran Gajah Sumatera

Pada tahun 1980, total populasi gajah sumatera diperkirakan mencapai 2.800-4.800 individu dalam 44 populasi terpisah (Jackson dan Santiapillai, 1990). Di Sumatera bagian selatan (Provinsi Lampung) melaporkan bahwa sembilan dari 12 populasi gajah yang tercatat di Provinsi ini pada tahun 1980 telah punah pada tahun 2000. Dua dari populasi gajah yang tersisa ini berada di Taman Nasional dengan perkiraan 498 gajah di TNBBS dan 180 gajah di TNWK (Hedges *et al.*, 2005). Sedangkan tidak ada perkiraan kelimpahan gajah yang tersedia untuk wilayah ketiga hutan lindung, Bukit Rindingan. Total seluruh populasi gajah sumatera di Pulau Sumatera saat ini diperkirakan mencapai 924 - 1.359 ekor (Arifin *et al.*, 2023)

Persebaran gajah sumatera di Pulau Sumatera mencakup areal hutan yang tersisa, terutama di Provinsi Aceh, Riau, Jambi, Bengkulu, dan Lampung. Kawasan di Aceh dan Riau menyediakan habitat penting bagi sebagian besar populasi gajah di utara Sumatera, terutama di Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) (Kuswanda dan Barus, 2018). Gajah sumatera juga ditemukan di Taman Nasional Bukit Tigapuluh di Jambi dan Taman Nasional Kerinci Seblat, yang berada di perbatasan Jambi dan Bengkulu (Syarifuddin, 2008). Di Lampung, TNBBS dan TNWK penting sebagai habitat gajah yang terpantau dengan baik. Upaya konservasi gajah dilakukan melalui program rehabilitasi dan penangkaran untuk mempertahankan

populasinya. Selain itu, koridor ekologis juga diperlukan untuk menghubungkan kantong habitat gajah sumatera yang sudah terfragmentasi (Abdullah *et al.*, 2022).

2.2.4 Habitat Gajah Sumatera

Habitat adalah lingkungan fisik dan biologis di mana spesies tertentu hidup dan berkembang. Habitat mencakup semua elemen yang mendukung kehidupan, termasuk makanan, tempat berlindung, dan kondisi iklim yang sesuai (Nagelkerken *et al.*, 2008). Habitat sangat penting bagi kelangsungan hidup spesies, karena memengaruhi pola perilaku, reproduksi, dan interaksi ekologis. Habitat gajah tidak hanya menyediakan makanan, seperti daun, buah-buahan, dan kulit pohon, tetapi juga ruang untuk berinteraksi sosial dan berkembang biak (Leimgruber *et al.*, 2003). Dalam memilih habitat, gajah sumatera mempertimbangkan berbagai faktor, seperti ketersediaan area untuk mencari makanan, penutupan tajuk sebagai tempat berlindung, serta akses terhadap sumber air mineral dan garam, seperti tanah garam. Selain itu, satwa ini juga memperhatikan waktu yang tepat untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

Secara umum gajah dapat hidup dan beradaptasi di banyak tipe habitat (Sukmantoro *et al.*, 2019). Di Afrika, wilayah jelajah gajah didominasi terutama di hutan semak, hutan, dan padang rumput (Moses *et al.*, 2015). Beberapa tipe habitat non-hutan juga dimanfaatkan oleh gajah seperti di lahan terbuka dan lahan pertanian dan ada pula yang tinggal di lokasi dengan populasi kepadatan manusia (Kumar *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2008). Rawa juga merupakan habitat gajah dimana banyak lokasinya terdapat genangan air yang berguna untuk kebutuhan gajah (Kumar *et al.*, 2010; Puyravaud *et al.*, 2017). Menurut Abdullah *et al.* (2009), dalam Mustafa *et al.* (2019), habitat gajah meliputi seluruh hutan di Pulau Sumatera, dari Provinsi Lampung sampai ke Provinsi Aceh, dimulai dari hutan basah berlembah dan hutan payau, dari dekat pantai sampai hutan pegunungan pada ketinggian lebih dari 2000 MDPL. Gajah biasanya hidup di hutan hujan primer tropis dengan tajuk yang rapat (Lim dan Campos-Arceiz, 2022), yang menyediakan makanan dan tempat tinggal (Rahman, 2019), dan khususnya di daerah hutan dataran rendah dengan ketersediaan air yang cukup (Husain *et al.*, 2022). Di Sumatera bagian

selatan, populasi gajah terbesar terdapat di kawasan hutan rawa gambut alami, sedangkan yang lainnya terdapat di hutan dipterokarpa dataran rendah.

Gajah sumatera adalah hewan adaptif yang bertahan hidup di berbagai habitat alami dan yang diubah oleh manusia (Sukumar, 2004), dan meskipun mereka paling sering ditemukan di ekosistem hutan, mereka juga dapat memanfaatkan padang rumput secara intensif (English, 2015), dataran banjir rumput tinggi (Steinheim *et al.*, 2005) dan area terbuka atau bahkan tanpa pohon lainnya (Sitompul *et al.*, 2013), dan diketahui memanfaatkan tanaman pangan dan perkebunan di seluruh wilayah jelajah mereka. Kemampuan beradaptasi umum ini tercermin dari pengamatan kami di Bukit Tigapuluh, di mana semua jenis tutupan lahan dan kelas lereng yang tersedia digunakan oleh gajah setidaknya sampai pada batas tertentu (MobBrucker *et al.*, 2023).

2.2.5 Perilaku Gajah Sumatera

Perilaku merupakan tindakan yang dilakukan oleh makhluk hidup sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungannya. Apabila terjadi perubahan dalam aktivitas atau pembangunan yang mengganggu di habitatnya, maka kehidupan satwa akan terancam (Winarno dan Harianto, 2017). Gajah memperlihatkan beragam perilaku dalam setiap aktivitasnya, perilaku tersebut terbagi menjadi dua berupa perilaku individu dan perilaku sosial. Perilaku individu meliputi makan, minum, berkubang, beristirahat, bergerak, menggaram, buang air besar atau kecil, bersuara, bersandar, dan bermain dengan objek. Sedangkan, perilaku sosial mencakup perilaku *feeding behavior*, *playing*, berinteraksi dengan belalai, mendorong gajah lain, dan mengejar gajah lain (Firmanza *et al.*, 2023).

A. Perilaku Sosial

Sejak lahir, gajah memiliki otak berukuran besar dan struktur yang kompleks, sehingga memungkinkan gajah untuk membentuk asosiasi dan memecahkan berbagai masalah. Gajah merupakan hewan yang sangat sensitif terhadap suara. Gajah dapat mendengar suara pada rentang frekuensi 1-20.000 Hz dengan jarak pendengaran 10 km (Abdullah *et al.*, 2020).

Gajah sumatera memiliki struktur sosial yang rumit dan biasanya hidup dalam kelompok. Kelompok ini umumnya terdiri dari betina dan anak-anaknya, sementara pejantan dewasa lebih memilih hidup sendirian atau dalam kelompok kecil (Firmanza dan Sjahfirdi, 2023). Ikatan sosial antar anggota kelompok, terutama antara ibu dan anak, sangat kuat. Ibu berperan penting dalam pengasuhan dan mengajarkan anak-anak mereka keterampilan bertahan hidup. Anggota kelompok lainnya juga turut serta dalam merawat dan melindungi anak gajah, menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangan mereka.

Interaksi sosial dalam kelompok gajah juga sangat penting. Berdasarkan penelitian (Anita *et al.*, 2018), gajah sumatera sering bekerja sama dalam mencari makanan, menjaga anak, dan mengawasi satu sama lain dari bahaya. Kehadiran anggota yang lebih tua memberikan bimbingan dan pengalaman bagi generasi muda. Penelitian menunjukkan bahwa perilaku sosial ini tidak hanya memperkuat hubungan antar individu, tetapi juga meningkatkan peluang kelangsungan hidup kelompok secara keseluruhan, terutama di lingkungan yang penuh tantangan. Komunikasi sangat penting dalam interaksi sosial gajah sumatera. Mereka menggunakan berbagai cara untuk berkomunikasi, seperti suara, gerakan tubuh, dan getaran infrasonik. Menurut Larisha *et al.* (2017), suara seperti teriakan, dengungan, dan suara rendah digunakan untuk memberikan peringatan, mengatur gerakan kelompok, atau mengekspresikan perasaan.

B. Perilaku Makan dan Minum (*Feeding Behaviour*)

Gajah sumatera adalah hewan herbivora yang memiliki pola makan bervariasi dan memerlukan banyak makanan untuk mendapatkan energi. Menurut Sukmara dan Dewi (2020), gajah bisa menghabiskan waktu hingga 16-18 jam setiap hari untuk mencari dan makan, yang mencakup daun, ranting, dan buah-buahan. Mereka lebih suka jenis vegetasi tertentu dan mampu menemukan sumber makanan yang bergizi, menunjukkan bahwa mereka bisa beradaptasi dengan lingkungan mereka.

Minum juga sangat penting bagi gajah sumatera, yang biasanya dilakukan di siang hari saat suhu meningkat. Mereka akan mencari sumber air seperti sungai atau danau untuk memenuhi kebutuhan cairan mereka. Gajah juga dapat mengingat tempat-tempat sumber air, sehingga bisa kembali ke lokasi tersebut secara teratur.

Ketersediaan air sangat penting untuk kelangsungan hidup mereka dan dapat memengaruhi pola migrasi dan pergerakan mereka di daerah yang kering.

C. Berkubang

Berkubang adalah perilaku penting bagi gajah sumatera, yang dilakukan untuk mendinginkan tubuh dan melindungi diri dari serangga. Gajah sering berendam di genangan air atau lumpur, yang membantu menurunkan suhu tubuh dan melindungi kulit mereka dari sinar matahari dan serangga. Selain itu, berkubang juga menjaga kesehatan kulit dan mencegah iritasi. Menggaram juga perilaku penting lainnya bagi gajah sumatera, di mana mereka mencari tanah garam untuk dimakan. Tanah garam mengandung mineral yang diperlukan untuk kesehatan gajah, dan mereka akan kembali ke lokasi tertentu yang kaya mineral secara teratur. Penelitian (Hamdani *et al.*, 2021), menunjukkan bahwa perilaku ini menunjukkan kecerdasan gajah dalam memanfaatkan sumber daya di lingkungan mereka. Selain itu, perilaku menggaram memberikan informasi tentang pola pergerakan gajah dan bagaimana mereka beradaptasi dengan perubahan habitat.

D. Menggaram (*Salt Lick*)

Gajah sumatera memerlukan mineral garam sebagai elemen penting dalam proses metabolisme tubuh serta untuk mendukung kelancaran sistem pencernaannya, tidak hanya itu garam mineral merupakan salah satu persyaratan hidup gajah sumatera yang mutlak harus tersedia (Lēkhakun dan McNeely, 1977). Garam mineral berfungsi dalam penguatan struktur tulang, gigi, dan gading gajah sumatera, sekaligus meningkatkan daya tahan tubuhnya. Oleh karena itu, ketersediaan lokasi menggaram (*saltlicks*) di dalam wilayah jelajah gajah sumatera menjadi faktor krusial bagi kesejahteraan satwa ini. Informasi mengenai kandungan garam dalam tanah di habitatnya sangat diperlukan untuk memastikan pemenuhan kebutuhan mineral tersebut (Riba'i *et al.*, 2012).

Perilaku minum dan berkubang merupakan salah satu metode yang digunakan gajah untuk memperoleh sumber mineral garam (Hamdani *et al.*, 2021). Gajah sering kali menjilati batang pohon dan mengonsumsi tanah serta lumpur menggunakan belalainya. Proses minum pada gajah dilakukan dengan cara

menghisap atau menyedot air melalui belalai, yang kemudian dimasukkan ke dalam mulut. Kandungan mineral dari tanah dan lumpur, seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Kalium (K), berfungsi sebagai nutrisi tambahan bagi tubuh gajah yang dapat mendukung kelancaran proses pencernaan makanan (Hamdani *et al.*, 2021; Yudarini *et al.*, 2013).

2.2.6 Wilayah Jelajah (*Home range*)

Wilayah jelajah gajah sumatera termasuk kecil jika dibandingkan dengan gajah india dan afrika, hal tersebut dipengaruhi oleh stabilitas kondisi lingkungan. Di daerah kering, seperti sabana dan habitat gajah hutan gugur di India dan Afrika, gajah cenderung meningkatkan ukuran wilayah jelajahnya secara musiman untuk mencari makanan dan air. Sebaliknya, curah hujan tahunan stabil dan relatif tinggi (>3000 mm/tahun) di Sumatera, sehingga menyediakan ketersediaan air yang lebih konsisten, serta kepadatan dan kualitas tanaman yang lebih disukai gajah (Sitompul, 2011). Dengan demikian, gajah di Sumatera tidak perlu meningkatkan ukuran wilayah jelajahnya untuk mencari air atau makanan. Jadi, tidak adanya hubungan antara ukuran wilayah jelajah gajah dan curah hujan di Sumatera (Sitompul *et al.*, 2013). Pergerakan gajah dan tempat tinggalnya dapat dipengaruhi oleh hal-hal seperti sumber air dan makanan, jenis hutan dan cara penggunaannya, ukuran kawanan, dan campur tangan manusia (Mohd Taher *et al.*, 2021). Gajah biasanya memiliki wilayah jelajah yang luas, namun terkadang wilayah yang terfragmentasi memengaruhi pergerakan dan distribusi mereka (Rendana *et al.*, 2023).

2.3 Kesesuaian Habitat

Gajah memerlukan lingkungan yang mencakup persediaan makanan yang cukup, tutupan vegetasi yang memadai, dan akses terhadap sumber air, yang disebut sebagai habitat. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Prayoga *et al.*, 2022). Proses pemanfaatan habitat oleh gajah merupakan domain ekologi yang masih belum terselesaikan, distribusi mereka tidaklah acak, melainkan terkait erat dengan proses seleksi alam yang telah menghasilkan mekanisme sensori untuk mengenali habitat yang paling sesuai bagi mereka. Menurut Kamal (2022), karakteristik habitat yang sesuai dicirikan oleh ketersediaan makanan yang disukai

dan kondisi lingkungan yang mendukung. Habitat yang kurang ideal, hewan mungkin mengalami hambatan akses dan keterbatasan sumber daya, yang memengaruhi kemampuan mereka untuk bertahan hidup. Gajah menggunakan habitat dengan membentuk area jelajah yang luas, yang dipengaruhi oleh keragaman topografi dan ketersediaan sumber daya di lingkungan tersebut. Secara alami, gajah sumatera cenderung menghuni wilayah berhutan rapat serta daerah terbuka dengan vegetasi rerumputan atau semak (Aryasatya *et al.*, 2022). Estimasi produksi pakan menjadi faktor penentu dalam menentukan jumlah gajah yang dapat bertahan hidup di suatu habitat.

Kondisi habitat yang memadai merujuk pada lingkungan yang dipilih oleh hewan untuk menjalankan berbagai aktivitas harian mereka, serta mampu mendukung ukuran populasi yang dapat bertahan hidup karena menyediakan sumber daya yang diperlukan dan ruang yang dapat diakses dengan mudah (Mustafa *et al.*, 2019). Distribusi dan jumlah populasi hewan dipengaruhi oleh konfigurasi spasial dari habitat yang cocok dalam skala lanskap. Faktor-faktor yang menentukan kecocokan habitat untuk unit habitat yang digunakan oleh gajah, seperti daerah jelajah, meliputi perbedaan pola spasial (Purwanuriski *et al.*, 2022). Kesesuaian habitat dapat menurun dalam habitat yang terfragmentasi, yang ditandai dengan hilangnya habitat yang utuh. Hal ini dapat mengurangi konektivitas antara populasi, sehingga semakin besar jarak antara "bantalan" habitat yang cocok, semakin berkurang kemungkinan rekolonisasi antara populasi yang bertahan hidup. Kelayakan habitat bagi gajah sumatera menunjukkan kondisi habitat yang memenuhi kebutuhan hidup mereka, termasuk ketersediaan sumber makanan dan ruang yang memadai (Abdullah *et al.*, 2022). Kesesuaian habitat dapat diestimasi dengan memadukan dan memetakan berbagai variabel habitat yang relevan, seperti ketersediaan makanan, air, dan faktor pembatas yang memengaruhi aksesibilitas sumber daya dan preferensi habitat. Nilai indeks kualitas habitat dapat memberikan gambaran tentang kualitas habitat, dengan unit habitat yang memiliki nilai tertinggi cenderung memiliki peluang yang lebih tinggi untuk mendukung populasi hewan. Kualitas habitat umumnya lebih baik di daerah yang berkelanjutan daripada di daerah yang terfragmentasi atau terpisah. Berbagai variabel habitat yang disusun bersama dapat menghasilkan indeks kesesuaian habitat (*habitat suitability indeks*),

yang digunakan untuk menjelaskan kualitas habitat secara lebih rinci (Akbar *et al.*, 2023).

2.4 Mitigasi Konflik Gajah-Manusia

Mitigasi konflik antara manusia dan gajah merupakan isu yang semakin mendesak seiring dengan meningkatnya interaksi antara populasi manusia dan habitat gajah. Pendekatan berbasis komunitas digunakan untuk mengurangi konflik, di mana memberdayakan masyarakat lokal dapat meningkatkan sikap positif terhadap gajah dan mendukung strategi konservasi jangka panjang (Wilson *et al.*, 2015). Evaluasi terhadap berbagai metode mitigasi menunjukkan bahwa solusi yang berkelanjutan harus mempertimbangkan kebutuhan kedua belah pihak, baik manusia maupun gajah. Persepsi masyarakat terhadap konflik gajah-manusia sangat dipengaruhi oleh pengalaman langsung dan pengetahuan mereka tentang gajah (Ferdian *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengedukasi masyarakat dan melibatkan mereka dalam upaya mitigasi, serta mempertimbangkan nilai-nilai budaya dan sosial yang ada

2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografi (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu infrastruktur informasi yang didasarkan pada teknologi komputer, yang dirancang untuk memanipulasi data yang memiliki dimensi spasial atau terkait dengan posisi geografis. Perangkat ini memanfaatkan berbagai proses, termasuk pengumpulan, pemeriksaan, integrasi, manipulasi, analisis, dan visualisasi data yang berkaitan dengan kondisi geografis bumi (Muchlis *et al.*, 2023). Teknologi SIG menggabungkan fungsi-fungsi dasar dari sistem basis data, seperti pencarian dan analisis statistik, dengan kapabilitas visualisasi dan analisis spasial yang unik yang khas dari pemetaan. Itulah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya, menjadikannya alat yang berharga bagi berbagai sektor dalam menggambarkan fenomena geografis, merencanakan strategi, dan memproyeksikan perkembangan yang mungkin terjadi (Fitriani *et al.*, 2023).

Kerangka kompleks SIG terdiri dari tiga elemen inti, yakni sistem, informasi, dan geografis. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek pentingnya, SIG secara

khusus menyoroti dimensi "Informasi Geografis". Menurut Umar (2021), SIG merupakan suatu bentuk perangkat lunak yang mampu melakukan serangkaian fungsi, mulai dari akuisisi data, penyimpanan, manipulasi, visualisasi, hingga penarikan keluar informasi geografis beserta atributnya. Teknologi SIG telah berkembang pesat (Rahmanto *et al.*, 2020). SIG dibuat dengan menggunakan informasi yang berasal dari pengolahan sejumlah data, yaitu data geografis atau data yang berkaitan dengan posisi objek di permukaan bumi (Ahdan dan Setiawansyah, 2020). Teknologi SIG mengintegrasikan operasi pengolahan data berbasis database yang bisa digunakan saat ini, seperti pengambilan visualisasi yang khas melalui gambar yang tertera di peta (Ahdan dan Setiawansyah, 2021). SIG dapat disajikan dalam bentuk aplikasi desktop maupun aplikasi berbasis web. SIG juga dapat memberikan penjelasan tentang suatu kondisi permukaan bumi di hutan.

2.6 *ArcGIS*

ArcGIS merupakan salah satu sistem informasi geografis (SIG) terkemuka yang sering digunakan untuk analisis spasial serta pemodelan data geospasial. Menurut Mardalius dan Dristyan (2023), *ArcGIS* memungkinkan penggunaanya untuk mengintegrasikan, mengelola, dan menganalisis data dari berbagai sumber, baik itu data raster maupun vektor. Menurut Chang (2008), *ArcGIS* telah menjadi standar industri dalam pemetaan dan analisis geospasial, menawarkan fitur-fitur seperti analisis raster, pemodelan 3D, dan pembuatan peta interaktif yang dapat digunakan oleh berbagai disiplin ilmu, termasuk lingkungan, perencanaan kota, dan manajemen sumber daya alam. Kemudahan penggunaan dan antarmuka yang intuitif membuatnya menjadi alat yang sangat berguna untuk peneliti dan praktisi. Selain itu, *ArcGIS* juga menawarkan kemampuan untuk melaksanakan pemodelan analisis spasial yang kompleks, termasuk analisis jaringan, analisis overlay, dan pemodelan prospektif.

ArcGIS memungkinkan analisis spasial yang kompleks dalam penelitian lingkungan, termasuk evaluasi dampak lingkungan dan perencanaan konservasi. Penelitian dari Abbas Awad dan Ali Abed (2023), menunjukkan bahwa perangkat lunak ini dapat membantu mengidentifikasi potensi habitat baru untuk spesies yang

terancam punah melalui analisis *overlay* dan pemodelan spasial. Kemampuannya dalam menangani data besar dan kompleks serta menyediakan visualisasi yang jelas menjadikannya alat penting dalam penelitian geospasial modern.

2.7 *MaxEnt*

Pemodelan Probabilitas menggunakan pendekatan *Maximum Entropy* (*MaxEnt*), telah menjadi alat analisis yang penting dalam kesesuaian habitat, termasuk untuk spesies terancam seperti gajah sumatera. *MaxEnt* bekerja dengan memanfaatkan data keberadaan spesies dan variabel lingkungan untuk memprediksi distribusi habitat yang sesuai. Metode ini hanya memerlukan kehadiran data, yang membuatnya sangat berguna dalam situasi di mana ketidakhadiran data sulit diperoleh (Merow *et al.*, 2013).

MaxEnt merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk memprediksi distribusi potensi spesies dengan menggunakan data presensi serta variabel lingkungan yang relevan. Dengan menerapkan prinsip entropi maksimum, *MaxEnt* mampu mengestimasi distribusi probabilitas spesies tanpa memerlukan data tentang lokasi di mana spesies tersebut tidak hadir. Irawan *et al.* (2020), menyatakan bahwa *MaxEnt* sangat efektif dalam menganalisis distribusi spesies, terutama ketika data presensi yang tersedia terbatas. Alat ini telah banyak digunakan dalam penelitian biogeografi dan konservasi untuk memodelkan potensi distribusi spesies di berbagai jenis habitat. Selain itu, *MaxEnt* juga memiliki aplikasi penting dalam perencanaan konservasi dan pemulihan habitat. Model *MaxEnt* dapat digunakan untuk memprediksi dampak perubahan iklim terhadap distribusi spesies. Dengan memanfaatkan data lingkungan serta informasi mengenai distribusi saat ini, *MaxEnt* dapat mengidentifikasi daerah-daerah yang mungkin cocok sebagai habitat (Nurandi *et al.*, 2024).

Penelitian yang ada pada umumnya menunjukkan bahwa model *MaxEnt* dapat memberikan akurasi tinggi dalam memprediksi distribusi habitat, dengan nilai *Area Under the Curve* (*AUC*) yang sering kali melebihi 0.8, menunjukkan kemampuan diskriminasi yang baik antara area yang sesuai dan tidak sesuai (Hou *et al.*, 2023; Su *et al.*, 2021). Namun, penting untuk dicatat bahwa meskipun *MaxEnt* memiliki banyak keunggulan, ada juga batasan yang perlu diperhatikan.

Salah satunya adalah bahwa model ini tidak mempertimbangkan interaksi biotik yang dapat memengaruhi preferensi spesies habitat (Nazeri *et al.*, 2012). Selain itu, penggunaan data kehadiran saja dapat menyebabkan kesalahan dalam prediksi, terutama jika data tersebut tidak representatif dari distribusi spesies nyata di lapangan (Lahoz-Monfort *et al.*, 2014). Maka dari itu, akan perlu dilakukan uji normalitas untuk melihat apakah data distribusi spesies terdistribusi secara normal dan merepresentasikan data tersebut secara keseluruhan atau tidak.

Oleh karena itu, untuk meningkatkan kejelasan hasil, penelitian ini menggabungkan model *MaxEnt* dengan metode lain yang mempertimbangkan data kehadiran spesies dan interaksi antar faktor lingkungan (Law *et al.*, 2017). Secara keseluruhan, penerapan *MaxEnt* dalam analisis kesesuaian habitat gajah sumatera dapat memberikan wawasan berharga untuk upaya konservasi. Dengan pemetaan wilayah yang berpotensi sesuai dan mengidentifikasi variabel lingkungan kunci, model ini dapat membantu dalam perencanaan pengelolaan habitat dan perlindungan spesies yang terancam punah (Khattak *et al.*, 2022).

2.8 GPS Collar

GPS Collar merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui posisi gajah berada. Collar dapat dipasang pada leher gajah terutama gajah betina dominan yang dipercaya sebagai pemimpin rombongan dalam kelompok gajah (Nugraha *et al.*, 2014). *GPS* akan memancarkan gelombang ke satelit dan menunjukkan posisi keberadaan gajah, kemudian disampaikan ke komputer server. Data diunduh dari komputer server menggunakan *software SkyQ* kemudian dianalisis dengan *software Google Earth* dan *ArcGIS* (Afrizal *et al.*, 2018) *GPS Collar* merupakan salah satu teknik dalam melihat atau memantau tentang pergerakan gajah dan perilaku dari populasi gajah tersebut di habitatnya terkini. Manfaat dari penggunaan *GPS Collar* adalah sebagai berikut;

1. Sebagai bagian dalam memantau populasi gajah sumatera di alam dan melihat pola pergerakan dan perilaku hariannya, sehingga informasi ini berguna dalam mengembangkan upaya pengelolaan populasi dan habitat gajah sumatera di alam dan pemetaan dari wilayah pergerakan gajah dan menentukan kantong gajah.

2. Sebagai upaya memetakan periode pergerakan gajah dan lokasi-lokasi pergerakan gajah terutama di lahan-lahan masyarakat. Pemetaan ini berguna untuk mengembangkan pengelolaan konflik gajah-manusia dan menentukan strategi mitigasi konfliknya.
3. Sebagai bagian dalam menentukan cakupan ekosistem gajah sumatera di alam untuk strategi pembangunan Kabupaten dan Provinsi dalam RTRWK dan RTRWP (Sukmantoro *et al.*, 2009)

2.9 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian mengenai habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) telah banyak dilakukan, terutama di Provinsi Lampung. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh (Akbar *et al.*, 2023) di Taman Nasional Way Kambas menggunakan pendekatan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* untuk memodelkan kesesuaian habitat gajah sumatera. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa parameter jarak dari sungai dan tutupan lahan memiliki pengaruh terbesar. Berdasarkan analisis, habitat gajah sumatera di TNWK terbagi menjadi tiga kelas kesesuaian: sangat sesuai seluas 87.245 ha (65,3%), sesuai seluas 40.469,1 ha (33,2%), dan tidak sesuai seluas 557,9 ha (1,5%). Validasi penelitian menggunakan data *GPS Collar* secara keseluruhan menunjukkan bahwa 97,2% area termasuk dalam kriteria sesuai-sangat sesuai, sehingga dapat disimpulkan bahwa TNWK menjadi habitat yang layak bagi gajah sumatera dan upaya konservasi dapat dikembangkan lebih lanjut di wilayah tersebut.

Di bagian utara Sumatera, penelitian mengenai estimasi kesesuaian habitat bagi gajah sumatera pernah dilakukan di Taman Nasional Tesso Nilo, Riau. Analisis kesesuaian lahan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan seperti produktivitas pakan, ketersediaan air, dan kemiringan lahan dilakukan dalam penelitian ini. Hasil yang diperoleh (Abdullah *et al.*, 2009) menunjukkan bahwa 122.478,07 ha (79,35%) dari wilayah ini merupakan habitat yang sesuai bagi gajah sumatera, terdiri dari hutan primer (59.458,45 ha) dan hutan sekunder (63.019,62 ha), sementara 31.884,00 ha (20,65%) merupakan habitat marginal yang didominasi oleh hutan sekunder (28.411,13 ha). Proporsi luas habitat yang sesuai di hutan primer tidak jauh berbeda dengan hutan sekunder, mengindikasikan bahwa gajah

sumatera membutuhkan habitat yang terdiri dari hutan primer sebagai tempat berlindung dan hutan sekunder sebagai area pencarian makan sesuai dengan pola penggunaannya. Meskipun sebagian besar Hutan Tesso Nilo sesuai sebagai habitat gajah sumatera karena ketersediaan pakan dan air yang memadai, terdapat bagian hutan marjinal di sebelah timur dan barat akibat kurangnya sumber air pada bulan-bulan kering.

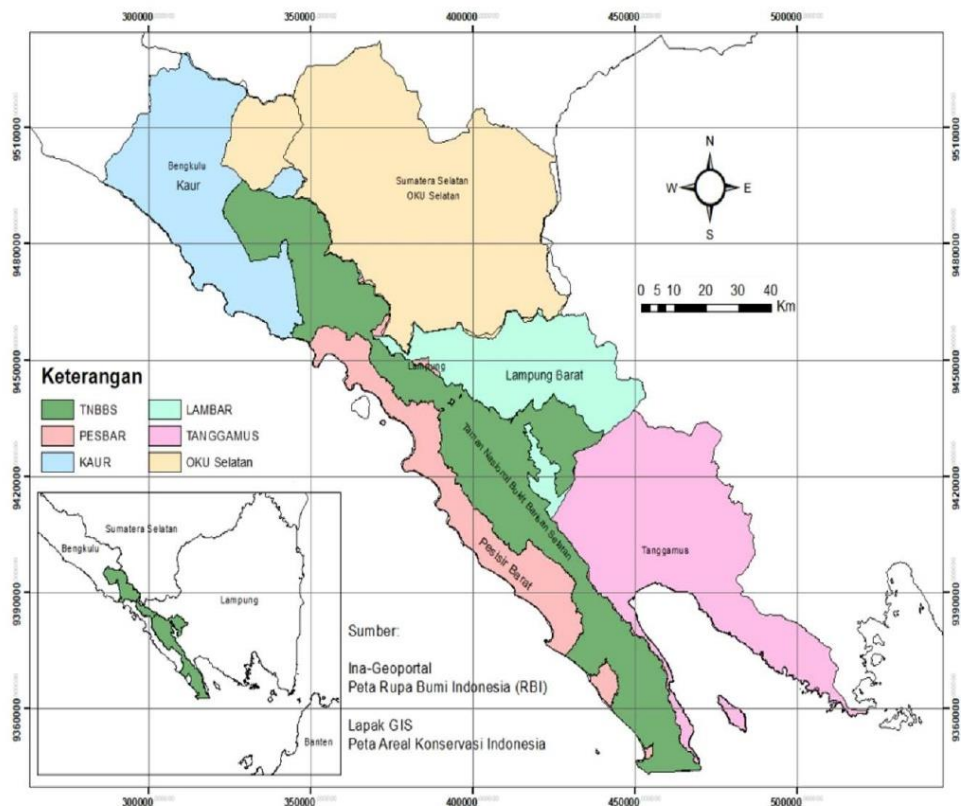
Pergerakan gajah sumatera dalam menjelajah hutan untuk mencari makanan membutuhkan asupan nutrisi dan mineral yang cukup. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka gajah akan mengunjungi *saltlicks* (tempat menggaram) untuk mencari garam mineral. Penelitian di TNBBS pernah dilakukan mengenai perilaku menggaram gajah sumatera. Hasilnya menunjukkan bahwa 0,08% perilaku menggaram dilakukan oleh kelompok gajah sumatera di Resort Pemerihan, dari total waktu perilaku harian. Sumber garam berupa kulit dan akar pohon, beserta lumpur dan tanah dari padang rumput, hutan sekunder dan primer, tebing, serta pinggiran sungai. Semua kebutuhan garam mineral gajah sumatera di sekitar lokasi tersebut terpenuhi, menunjukkan bahwa habitat gajah sumatera di TNBBS merupakan habitat yang sesuai bagi mereka. Tingkat kandungan garam mineral lebih banyak terkandung dalam lumpur (Resphaty *et al.*, 2015).

Pendekatan *Maximum Entropy (MaxEnt)* telah digunakan dalam penelitian untuk memodelkan kesesuaian habitat satwa liar. Dalam studi yang dilakukan di Cagar Alam Teluk Adang, Nuryani *et al.* (2024) mencoba menerapkan metode *MaxEnt* untuk memodelkan kesesuaian habitat bagi Bekantan (*Nasalis larvatus*). Hasil penelitian ini menunjukkan signifikansi dalam memahami faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi distribusi spesies. Model *MaxEnt* yang dihasilkan memiliki nilai *Area Under the Curve (AUC)* sebesar 0,92, mengindikasikan bahwa model tersebut sangat baik dalam memprediksi keberadaan Bekantan. Analisis kontribusi variabel mengungkapkan bahwa keberadaan mangrove memiliki pengaruh terbesar, yakni 42,2%, diikuti oleh jarak dari sungai (26,6%), jarak dari garis pantai (8,7%), dan *Leaf Area Index (LAI)* (5,8%). Hasil ini menunjukkan bahwa Bekantan memiliki preferensi yang kuat terhadap hutan dengan tutupan kanopi yang tinggi, yang kemungkinan terkait dengan ketersediaan sumber pakan dan perlindungan dari predator.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2025. Pengambilan data berlokasi di Lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Provinsi Lampung. Berikut adalah peta Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dan wilayah sekitarnya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Penelitian Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software ArcGIS*, *software MaxEnt*, *software IBM SPSS*, *GPS Collar*, laptop atau *personal computer*, kamera,

dan *software* pendukung lainnya seperti *Microsoft Office*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta batas Kawasan TNBBS, Rupa Bumi Indonesia (RBI), topografi (*slope*), tutupan lahan tahun 2024, data titik bekas kebakaran dan areal terhambat, dan data titik gajah sumatera dengan *GPS Collar* di TNBBS.

3.3 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari pihak TNBBS berupa titik gajah sumatera *GPS Collar*. Data sekunder yang dikumpulkan merupakan data spasial berupa peta batas kawasan TNBBS, peta tutupan lahan tahun 2024, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta topografi kelerengan, titik bekas kebakaran dan areal terhambat TNBBS, serta data pendukung dari referensi lainnya. Akan dilakukan juga *ground check* untuk mengobservasi beberapa daerah pergerakan gajah sumatera di TNBBS. Beberapa data tersebut dibutuhkan berdasarkan kebutuhan gajah dalam habitatnya, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Habitat Gajah Sumatera.

Syarat Habitat	Jenis Data yang Dibutuhkan
Makan	Tutupan Lahan Titik Kebakaran / Areal Terhambat
Air	Sungai / Sumber Air
Naungan	Tutupan Lahan
Garam/Mineral	Tutupan Lahan Sungai / Sumber Air
Ruang Jelajah	Tutupan Lahan Sungai / Sumber Air
Keamanan dan Kenyamanan	Topografi Tutupan Lahan Titik Kebakaran / Areal Terhambat Topografi

3.4 Metode

Penelitian ini dalam prosesnya meliputi beberapa tahap yang secara umum diklasifikasikan menjadi tiga tahapan (proses). Tahap pertama ialah proses pengumpulan data, proses ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang

dibutuhkan dalam penelitian ini. Tahap selanjutnya ialah melakukan pengolahan data yang sudah dikumpulkan. Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, maka akan dilakukan analisis lebih mendalam mengenai hubungan dan pengaruh titik keberadaan gajah dengan variabel lingkungan yang ada.

3.4.1 Pengumpulan data

Data parameter distribusi spesies menggunakan titik keberadaan gajah sumatera (*tagging*) di lanskap TNBBS yang diperoleh dari pihak TNBBS. Titik kebakaran dan areal terhambat dibutuhkan untuk mengetahui titik-titik yang mengalami gangguan yang diperoleh dari pihak TNBBS. Peta batas kawasan TNBBS diperuntukkan sebagai batas wilayah taman nasional yang diperoleh dari pihak TNBBS. Data tutupan lahan digunakan untuk membuat peta tutupan lahan yang dapat diperoleh dari TNBBS/KLHK. Data peta rupa bumi Indonesia yang digunakan ialah garis sungai sebagai sumber air yang dapat diperoleh dari Ina-Geoportal. Serta data kelerengan digunakan sebagai parameter lingkungan berupa topografi yang diperoleh dari data Demnas Ina-Geoportal. Terkait jenis dan sumber perolehan data diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis dan Sumber Data Penelitian.

Jenis Data	Sumber
<i>Tagging GPS Collar</i>	Pihak TNBBS
Titik Kebakaran (<i>Hotspot area</i>) dan areal terhambat	Pihak TNBBS
Peta Batas Kawasan TNBBS	Pihak TNBBS
Tutupan Lahan	TNBBS/KLHK
Peta Rupa Bumi Indonesia	Ina-Geoportal
Topografi (DEM Nasional)	Ina-Geoportal

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 *Tagging GPS Collar*

Distribusi spasial gajah Sumatera di TNBBS diolah dengan data berupa koordinat titik-titik yang dikirimkan melalui satelit (*GPS Collar*) yang terekam. Selanjutnya, distribusi spasial tersebut dipetakan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* versi 10.8 yang akan menghasilkan data berupa *Shapefile* (*Shp*) yang dapat dijadikan sebagai dugaan pola pergerakan gajah sumatera. Data yang sudah

dihasilkan akan dilakukan konversi ke bentuk *CSV (Comma-Separated Values)* yang nantinya akan digunakan untuk menginput data ke dalam *software MaxEnt*. Setengah data yang dihasilkan akan melalui tahap uji *MaxEnt*, dan setengahnya lagi akan digunakan untuk uji validasi akurasi (50:50).

Penentuan luas wilayah jelajah dan pola pergerakan gajah sumatera dilakukan dengan metode *Minimum Convex Polygon (MCP)* dan *Kernel Density Estimation (KDE)*. *MCP* ialah metode pendugaan luas wilayah jelajah (*home range*) dengan menggabungkan titik-titik terluar dari data *tagging GPS* gajah sumatera. Sedangkan *KDE* merupakan metode untuk melihat tingkat kerapatan titik keberadaan gajah sumatera di suatu lokasi, dengan dugaan semakin tinggi tingkat kerapatannya maka semakin sering gajah berada di lokasi tersebut.

3.5.1 *ArcGIS*

Data titik keberadaan gajah diperoleh dari pihak TNBBS. Informasi data *GPS Collar* yang berupa titik-titik koordinat dimasukkan ke dalam *software Microsoft Excel* agar dapat diolah, kemudian dimasukkan ke dalam *software ArcGIS* untuk diketahui pola pergerakan, daerah jelajah, dan habitat alami gajah sumatera liar. Selain itu berbagai data lain seperti titik kebakaran, tutupan lahan, sungai/ sumber air, dan topografi akan diolah menggunakan *software ArcGIS* untuk menghasilkan peta kesesuaian habitat.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Area Jelajah dan Penggunaan Ruang

Perangkat lunak *ArcGIS* digunakan untuk memperoleh hasil area jelajah dan penggunaan ruang gajah sumatera. Pengolahan dan analisis data menggunakan metode *Minimum Convex Polygon (MCP)* dan *Kernel Density Estimation (KDE)*. Metode *MCP* akan menghasilkan bentuk poligon berdasarkan titik-titik yang berada pada batas terluar atau terjauh dari titik keberadaan gajah secara keseluruhan. Hasil yang diperoleh akan dijadikan sebagai area jelajah gajah terluas. Sementara itu, metode *KDE* akan digunakan untuk memodelkan kepadatan ruang jelajah gajah dengan menampilkan estimasi tingkat intensitas ruang yang digunakan oleh gajah sumatera. Pengolahan pada *KDE* dibagi menjadi *KDE 50%* dan *95%* (Rako-Gospic

et al., 2017), yang akan memberikan gambaran tingkat intensitas yang dihasilkan, yaitu area jelajah inti (*core range*) dan area jelajah normal (*home range*).

Euclidean Distance digunakan sebagai metode untuk menghitung jarak setiap titik keberadaan gajah terhadap sungai dan jalan. Metode ini memperkirakan jarak dari suatu titik terhadap suatu fitur. Hal ini juga akan memberikan gambaran preferensi interaksi gajah terhadap sungai dan jalan (Suwanto *et al.*, 2016). Sementara itu, untuk mengetahui titik berada pada suatu area (tumpang tindih) dapat dilakukan analisis menggunakan metode *Intersect*. Hal ini akan membantu mengidentifikasi karakteristik keberadaan gajah sumatera terhadap variabel lingkungan seperti tutupan lahan, kelereng, dan areal yang terhambat.

3.6.2 Pemodelan Probabilitas (*MaxEnt*)

Perangkat lunak *MaxEnt* versi 3.4.4 digunakan untuk menghasilkan model prediksi fungsional sebaran gajah di wilayah penelitian (Husain *et al.*, 2022). Salah satu keluaran utama dari model *MaxEnt* adalah peta prediksi yang menunjukkan distribusi habitat yang berpotensi sesuai, dengan probabilitas yang diukur dari 0 (rendah) hingga 1 (tinggi) (Nursamsi *et al.*, 2018). Algoritma *MaxEnt* merupakan salah satu jenis algoritma untuk melakukan perhitungan kemungkinan atau probabilitas bersyarat. Oleh karena itu, persamaan model algoritma *MaxEnt* ini mengikuti aturan dari teorema Bayes yang dapat diuraikan dengan persamaan berikut (Phillips dan Dudík, 2008).

$$P(Y = 1|X) = \frac{P(x|y = 1)P(y = 1)}{P(x)}$$

Keterangan:

X	: Vektor input berupa lokasi x
Y	: Kelas spesifik berupa keberadaan spesies
$P(Y = 1 X)$	: Kemungkinan dimana spesies berada pada situs x (<i>posterior probability</i>)
$P(Y = 1 X) = \pi(x)$	: Kehadiran spesies observasi atau realisasi distribusi spesies pada area di situs x (<i>likelihood</i>)
$P(y = 1)$	: Kemungkinan kehadiran (<i>class prior probability</i>)
$P(x) = 1/ x $	: Kemungkinan keseluruhan area dari situs x (<i>predictor prior probability</i>)

3.6.3 Uji Validasi (*AUC-ROC*)

Uji *AUC-ROC* (*Area Under Curve – Receiver Operating Characteristic*) digunakan untuk mengukur kemampuan prediksi model untuk membedakan antara kehadiran dan ketidakhadiran yang diamati untuk set data uji (misalnya, data yang disisihkan dalam pemisahan validasi silang 10 kali lipat atau data uji independen), terlepas dari nilai absolut. *MaxEnt* akan menghitung *AUC-ROC* untuk mengevaluasi kinerja model. Metrik *AUC-ROC* menentukan apakah model berkinerja baik. Nilai *AUC* berkisar antara 0 (terendah) dan 1 (tertinggi), dimana interpretasi nilai model dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi nilai model.

Nilai	Interpretasi
0 – 0,5	: tidak lebih baik dari sekedar acak
< 0,7	: rendah
0,7 - 0,9	: baik
< 0,9	: Diskriminasi tinggi/model jauh lebih baik daripada prediksi acak

Sumber : Araújo *et al.*, 2005

Luas *AUC-ROC* dihitung berdasarkan luasan yang dibentuk oleh kedua sumbu yang tegak lurus, dimana sumbu horizontal (x) merupakan nilai dari 1-*specificity* dan sumbu vertikal (y) merupakan nilai dari *sensitivity*. Dengan demikian, nilai dari *sensitivity* dan nilai dari *specificity* akan berbanding lurus dengan nilai luasan *AUC-ROC*. Apabila nilai *sensitivity* dan nilai *specificity* semakin tinggi, maka akan menghasilkan nilai *AUC-ROC* yang tinggi pula.

3.6.4 Uji *Chi-square*

Analisis hubungan antara waktu keberadaan gajah sumatera (siang dan malam) dengan variabel lingkungan dilakukan menggunakan metode *Chi-square*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang signifikan secara statistik antara dua kategori variabel yang diuji, yaitu waktu keberadaan (siang dan malam) dengan variabel lingkungan yang meliputi kelerengan, tutupan lahan, jarak sungai dan jalan, serta areal terhambat. Metode ini digunakan berdasar pada karakteristik data yang bersifat nominal dan ordinal, sehingga uji regresi ini paling tepat untuk digunakan (Afrianda *et al.*, 2024). Datanya berupa waktu

keberadaan (siang dan malam), kelerengan (5 interval kelerengan), tutupan lahan (13 kategori tutupan lahan), jarak dari sungai dan jalan (11 interval jarak), dan areal terhambat (terhambat dan tidak terhambat).

Hipotesis merupakan dugaan sementara atas rumusan masalah penelitian yang kebenarannya masih perlu diuji. Hipotesis penelitian merupakan pernyataan sementara yang bersifat menduga, tetapi didasarkan pada teori atau temuan sebelumnya (Zaki dan Saiman, 2021). Hipotesis dari Penelitian ini adalah sebagai Berikut:

H_0 = tidak ada hubungan signifikan antara waktu keberadaan gajah sumatera (siang dan malam) dengan variabel lingkungan

H_1 = terdapat hubungan signifikan antara waktu keberadaan gajah sumatera (siang dan malam) dengan variabel lingkungan

Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Fo + Fe)^2}{Fe}$$

Keterangan:

F_o : frekuensi titik keberadaan gajah sumatera

F_e : Frekuensi harapan

3.6.5 Uji Regresi Logistik

Analisis pembuatan model distribusi habitat gajah sumatera menggunakan analisis regresi logistik biner yang diolah pada *software SPSS*. Rumus yang digunakan yaitu (Mustofa *et al.*, 2020):

$$P_i = \frac{1}{1 + \text{Exp}[-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)]}$$

Keterangan:

P_i : Peluang kesesuaian habitat gajah sumatera

e : Exponent bilangan natural (=2.718281828)

X_n : Variabel pendukung ke-n

β_0 : Intersep atau konstanta persamaan

β_n : Koefisien dari variabel penduga ke-n

Hasil yang diperoleh akan dimasukkan ke dalam perangkat lunak *ArcGIS* menggunakan fitur *Raster Calculator*. Selanjutnya, akan menunjukkan nilai raster berkisar 0-1. Dari hasil tersebut, nilai peluang kesesuaian habitat gajah sumatera akan dikategorikan menjadi 5 kategori (Olaniyi *et al.*, 2022). Maka akan diperoleh peta kesesuaian habitat gajah sumatera berdasarkan hasil uji regresi logistik.

Terdapat 6 variabel yang diuji yaitu variabel yaitu variabel bebas (X), terdiri dari X1 (kelas tutupan lahan), X2 (kelas lereng), X3 (jarak dari sungai), X4 (jarak dari jalan), X5 (areal terhambat) dan variabel terikat Y (titik Keberadaan gajah tahun 2020, 2021 dan 2024). Kriteria pengujian Hipotesis analisis *Logistic Regression* pada variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y), adalah sebagai berikut.

H_0 = variabel bebas yang diamati tidak berpengaruh signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera pada tahun 2020, 2021 dan 2024

H_1 = diduga kelas tutupan lahan berpengaruh signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera

H_2 = diduga kelas lereng berpengaruh signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera

H_3 = diduga jarak dari sungai berpengaruh signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera

H_4 = diduga Jarak dari jalan berpengaruh signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera

H_5 = diduga areal hambatan berpengaruh signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penjelasan dan penjabaran dari hasil penelitian telah dituliskan, maka diperoleh simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada tahun 2020, luas wilayah jelajah (*home range*) kelompok Bunga berdasarkan *MCP* yaitu 55.553,33 ha, 53.821,07 ha pada tahun 2021 dan menjadi 21.226,23 ha pada tahun 2024. Berdasarkan tutupan lahan, gajah sering berada pada pertanian campur semak, tercatat terbanyak 865 titik pada tahun 2021. Berdasarkan kelas kelerengan paling sering ditemukan pada kelerengan agak curam sampai dengan curam (15-40%). mayoritas gajah terkonsentrasi pada jarak 0-400 meter dari sungai di. keberadaan gajah berdasarkan jarak dari jalan pada tahun 2020, 2021, dan 2024, berada pada jarak sangat dekat (0–200 m) dan sangat jauh (>2000 m) dari jalan.
2. Hasil uji *Chi-square* menunjukkan bahwa variabel kelerengan dan areal terhambat tidak memiliki hubungan signifikan sedangkan variabel tutupan lahan, jarak dari sungai dan jalan memiliki hubungan signifikan terhadap titik keberadaan gajah sumatera pada siang dan malam hari. Uji Regresi Logistik menunjukkan terdapat satu variabel tidak berpengaruh yaitu variabel X1 (tutupan lahan 2020). Sedangkan variabel lainnya terdapat pengaruh antara variabel tutupan lahan, kelerengan, jarak dari sungai dan jalan, serta areal terhambat terhadap titik keberadaan gajah sumatera pada tahun 2020, 2021 dan 2024
3. Kesesuaian habitat gajah sumatera di lanskap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan berdasarkan model probabilitas habitat (*MaxEnt*) ialah cukup sesuai 21,89%, sesuai 21,64%, dan sangat sesuai 16% (43,7% habitat yang mampu

dihuni). Sedangkan berdasarkan hasil analisis uji regresi logistik, diperoleh pendugaan kesesuaian habitat yaitu cukup sesuai 4,22%, sesuai 71,61%, dan sangat sesuai 23,60% (99,44% habitat yang dapat dihuni)

4. Konflik antara gajah dan manusia sering terjadi di areal pertanian yang berdekatan dengan habitat gajah. Upaya mitigasi yang dilakukan mulai dari pembentukan Satuan Tugas Mitigasi Konflik hingga sosialisasi dan evaluasi berorientasi meminimalisir kerugian ekonomi dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi gajah. Tahapan dalam mitigasi konflik dibagi dalam tiga yaitu pra konflik, saat terjadi konflik, dan pasca konflik.

5.2 Saran

Berbagai permasalahan yang ada telah dikaitkan dengan teori dan pembahasan yang lebih lanjut pada tiap poinnya, untuk mengatasi permasalahan yang ada maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Pemantauan secara berkala terhadap pola pergerakan gajah sumatera, karena perubahan ruang jelajah mereka menunjukkan kondisi ketersediaan sumber daya yang ada di dalam kawasan. Upaya perlindungan perlu difokuskan pada area yang terkonsentrasi dijelajahi oleh gajah sumatera serta menjaga konektivitas antar habitat apabila habitat terfragmentasi. Pemerintah diharapkan mendukung upaya ini dengan menyusun kebijakan tata ruang yang menitikberatkan pada konservasi satwa liar. Dengan adanya lembaga swadaya masyarakat (LSM) dapat menunjang pengembangan riset dan informasi secara menyeluruh, sementara masyarakat dapat didorong untuk berperan aktif dalam menjaga kelestarian pada area pesisir kawasan melalui kegiatan konservasi partisipatif seperti penanaman pohon pada area kritis.
2. Dalam pengurangan konflik gajah manusia, diperlukan penguatan koordinasi dengan petugas Satgas konflik dan memperluas jangkauan program sosialisasi pada area masyarakat yang rentan terkena konflik. Dorongan dari pemerintah berupa penyediaan anggaran tetap kegiatan dan skema insentif bagi masyarakat yang turut melestarikan dan menjaga kawasan yang rawan konflik. LSM dapat menunjang pelatihan mitigasi berbasis komunitas bersama masyarakat serta pengembangan pengetahuan aktual guna

menangani permasalahan konflik yang bersifat dinamis. Tentunya dengan peran masyarakat juga dalam kegiatan-kegiatan mitigasi konflik sangat penting, dengan sumber daya manusia yang memadai diharapkan konflik gajah manusia dapat diminimalisir.

3. Pada area dengan tingkat kesesuaian habitat yang tinggi dan sangat tinggi dapat menjadi prioritas utama dalam perlindungan habitat gajah. Pihak pengelola dapat melakukan penanaman vegetasi pakan alami gajah pada area yang diduga memiliki tingkat kesesuaian habitat yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas Awad, A., Ali Abed, S. 2023. Identifying habitat selection via fauna of Hor Al-Dalmaj and its surrounding terrestrial areas, Iraq by using ArcGIS. *Materials Today: Proceedings.* 80: 3638–3645. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.344>
- Abdullah, Iskandar, D. T., Sjarmidi, A., Choesin, D. N. 2022. *Gajah Sumatera: Strategi Penggunaan Habitat dan Sumber Daya Mamalia Besar*. Surabaya: Pustaka Aksara.
- Abdullah, Iskandar, J. T., Choesin, D. N., Sjarmidi, A. 2009. Estimasi daya dukung habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus temminck*) berdasarkan aktivitas harian dengan menggunakan sistem informasi geografis (GIS) sebagai solusi konflik dengan lahan pertanian. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus.* 29–36.
- Abdullah, Iskandar, J. T., Choesin, D. N., Sjarmidi, A. 2009. Penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dalam mengestimasi daya dukung habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus temminck*) sebagai salah satu alternatif solusi konflik dengan lahan pertanian. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus.* 3b(134): 29–36.
- Abdullah, N. I., Rahim, M. R. A., Darbis, N. D. A., Norazlimi, N. A., Nor, S. M. 2022. Impak penyerpihan habitat terhadap kepelbagaian spesies mamalia di koridor ekologi central forest spine (CFS) kompleks hutan banjaran titiwangsa, Semenanjung Malaysia. *Journal Sains Malaysiana.* 5(11): 3509-3522. <https://doi.org/10.17576/jsm-2022-5111-01>
- Abdullah, Shabrina, A., Khairil, Saputri, M., Syafrianti, D., Ala, N. 2020. The effect of anthropogenic noise on sumatran elephant's anti-predator behavior in the Elephant Conservation Center. *Journal of Physics: Conference Series.* 1460(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012067>
- Afrianda, V., Rijaya, C., Sihombing, F., Mardhotillah, B. 2024. Penerapan Uji *Chi-square* untuk Menganalisis Pengaruh Gender pada Pilihan Program Studi Tahun 2024 Application of the *Chi-square* Test to Analyze the Influence of Gender on Study Program Choices in 2024. *Jurnal Statistika Universitas Jambi.* 3(1): 53–60. Retrieved from <https://online->

journal.unja.ac.id/multiproximity53<https://doi.org/10.22437/multiproximity.v3i1.40645>

- Afrizal, D., Rustiati, E. L., Syahri, B. F. 2018. Teknik pengamatan pola pergerakan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dengan teknologi *GPS Collar* di hutan lindung register 39 KPH IX Kota Agung Utara observation. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian*. 142-150.
- Ahdan, S., Setiawansyah, S. 2020. Pengembangan sistem informasi geografis untuk pendonor darah dengan algoritma dijkstra berbasis android. *Jurnal Sains Dan Informatika*. 6(2): 67–77. <https://doi.org/10.22216/jsi.v6i2.5573>
- Ahdan, S., Setiawansyah, S. 2021. Android-based geolocation technology on a blood donation system (BDS) using the dijkstra algorithm. *IJAIT (International Journal of Applied Information Technology)*. 5(01): 1-15. <https://doi.org/10.25124/ijait.v5i01.3317>
- Akbar, F., Darmawan, A., Fitriana, Y. R., Febryano, I. G., Kuswandono, K., Nazaruddin, N., Krisnamurniati, E. D. 2023. Pemodelan kesesuaian habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dengan analytical hierarchy process (AHP) di Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Hutan Tropis*. 11(4): 548-557. <https://doi.org/10.20527/jht.v11i4.18205>
- Alfred, R., Ahmad, A. H., Payne, J., Williams, C., Ambu, L. N., How, P. M., Goossens, B. 2012. Home range and ranging behaviour of bornean elephant (*Elephas maximus borneensis*) females. *PLoS One*. 7(2): 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031400>
- Anggraini, K. 2023. Analisis spasial deforestasi di taman Nasional Kerinci Seblat SPTN wilayah 1 Kerinci. *Skripsi*.
- Anita, R. R., Elfidasari, D., Gunaryadi, D. 2018. Perilaku makan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Taman Margasatwa Ragunan. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 4(4): 203–207. <https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/311>
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., Erhard, M. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*. 11(9): 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x>
- Arifin, Z. M., Pratama, M., Farhan, Mutmainnah, U. K., Ramadhan, M. S., Rasyid, M. 2023. Revitalisasi konservasi gajah sumatera di Way Kambas dan perlindungan gajah yang diambang kepunahan. *Jurnal Thengkyang*. 5(1): 30-47. <https://doi.org/10.36312/jcm.v5i1.2590>
- Aryasatya, M. F., Prasetyo, Y., Wahyuddin, Y. 2022. Analisis dampak kebakaran hutan terhadap perubahan tutupan lahan dan habitat kawasan lindung di Taman Nasional Way Kambas menggunakan metode polarimetrik. *Jurnal*

Geodesi Undip. 11(2): 1–11. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2022.34400>

- Bakri, S., Wulandari, C., Kurniasari, N., Safei, R., Ramdani, D., Anshory. 2023. Effects of characteristics and perceptions of collectors of non-timber forest products to be members of the partnership program: a case study at Bukit Barisan Selatan National Park, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 29(2): 109–118. <https://doi.org/10.7226/jtfm.29.2.109>
- Benitez, L., Kilian, J. W., Wittemyer, G., Hughey, L. F., Fleming, C. H., Leimgruber, P., ... Stabach, J. A. 2022. Precipitation, vegetation productivity, and human impacts control home range size of elephants in dryland systems in Northern Namibia. *Ecology and Evolution*. 12(9). 1–14. <https://doi.org/10.1002/ece3.9288>
- Berliani, K., Alikodra, H. S., Masy'ud, B., Kusriani, M. D. 2016. Susceptibility of cultivated plants to sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*) in the human elephants conflict area in Aceh Province. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 22(1): 65–74. <https://doi.org/10.7226/jtfm.22.1.65>
- Beyer, H. L., Gurarie, E., Börger, L., Panzacchi, M., Basille, M., Herfindal, I., Matthiopoulos, J. 2016. “You shall not pass!”: quantifying barrier permeability and proximity avoidance by animals. *Journal of Animal Ecology*. 85(1): 43–53. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12275>
- Brewer, C., Pickle, L. 2010. Evaluation of methods for classifying epidemiological data on choropleth maps in series. *Annals of the Association of American Geographers*. 92(4): 662–681. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.00310>
- Burhanudin, I., Handayani, Y. L., Trimaijon. 2022. Nilai persentase penutupan vegetasi sub das Rokan Kiri Awlr Lubuk Bendahara tahun 2021. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*. 1(2): 10–17.
- Chang, K. 2008. *Introduction to Geographic Information Systems*. Boston, MA: McGraw-Hill. Vol. 4.
- Chibeya, D., Wood, H., Cousins, S., Carter, K., Nyirenda, M. A., Maseka, H. 2021. How do african elephants utilize the landscape during wet season? A habitat connectivity analysis for sioma ngwezi landscape in Zambia. *Ecology and Evolution*. 11(21): 14916–14931. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.8177>
- Douglas-Hamilton, I., Krink, T., Vollrath, F. 2005. Movements and corridors of African elephants in relation to protected areas. *Naturwissenschaften*. 92 (4): 158–163. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0606-9>
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., Yates, C. J. 2011. a statistical explanation of maxent for ecologists. *Diversity and Distributions*. 17(1): 43–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1472->

4642.2010.00725.x

- English, M. 2015. Resource-use and recursion by a mega-herbivore *elephas maximus borneensis*. *Thesis*. Victoria University of Wellington.
- Ermawati, M., Sugianto, S., Rusdi, M. 2022. Distribusi sebaran konflik gajah di Kawasan Hutan Lesten. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 7(1): 862–865. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i1.18842>
- Fahmeyzan, D., Soraya, S., Etmy, D. 2018. Uji normalitas data omzet bulanan pelaku ekonomi mikro Desa Senggigi dengan menggunakan skewness dan kurtosi. *Jurnal Varian*. 2(1): 31–36. <https://doi.org/10.30812/varian.v2i1.331>
- Ferdian, N. R., Rahma, F., Hanif, A., Bhaltazar, M. G., Azizah, C. N., Ulfa, M., Wahid, I. 2023. People's perceptions of human elephant conflict (hec) and the existence of sumatran elephants at CRU Sampoiniet Aceh Jaya, Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 9(3): 1465–1469. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2425>
- Fernando, P., Vidya, T. N. C., Payne, J., Stuewe, M., Davison, G., Alfred, R. J., Melnick, D. J. 2003. DNA analysis indicates that asian elephants are native to Borneo and are therefore a high priority for conservation. *PLoS Biology*. 1(1): 110–115. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0000006>
- Fernando, P., Wikramanayake, E. D., Janaka, H. K., Jayasinghe, L. K. A., Gunawardena, M., Kotagama, S. W., Pastorini, J. 2008. Ranging behavior of the Asian elephant in Sri Lanka. *Mammalian Biology*. 73(1): 2–13.
- Firmanza, N. A., Sjahfirdi, L. 2023. Perilaku gajah sumatra (*Elephas maximus sumatranus*) betina pada kandang dalam di Taman Margasatwa Ragunan, Jakarta. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*. 8(1): 58–66. <https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/1671>
- Fitriani, N., Andika, F. A. N., Wahyuseptiono, M., Syaban, A. S. N., Wibowo, N. A. 2023. Analisis spasial kinerja jalan dan simpang di Kabupaten Kudus. *Jurnal Transportasi*. 23(3): 208–217. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/journaltransportasi/article/view/7554%0A>
- Fleischer, R. C., Perry, E. A., Muralidharan, K., Stevens, E. E., Wemmer, C. M. 2001. Phylogeography of the asian elephant (*Elephas maximus*) based on mitochondrial DNA. *Evolution*. 55(9): 1882–1892. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2001.tb00837.x>
- Garsetiasih, R., Rianti, A., Takandjandji, M. (2018). Potensi vegetasi dan daya dukung untuk dan, habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di areal perkebunan sawit hutan produksi Kecamatan Sungai Menang, Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Berita Biologi*. 17(1): 49–64.

<https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v17i1.2997>

- Goswami, V. R., Vasudev, D. 2017. Triage of conservation needs: The juxtaposition of conflict mitigation and connectivity considerations in heterogeneous, human-dominated landscapes. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 4: 1–7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00144>
- Guisan, A., Thuiller, W., Zimmermann, NE. 2017. *Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139028271>
- Hadinata, M. L., Santosa, Y., Masy'ud, B. 2023. Habitat factors that determine the movement of sumatran elephants at Bukit Barisan Selatan National Park. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 9(6): 4738–4746. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3633>
- Hamdani, R., Winarno, G. D., Darmawan, A., Harianto, S. P. 2021. Studi perilaku makan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) pada induk dan anak gajah di Elephant Respon Unit (ERU) Tegal Yoso Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Hutan Tropis*. 9(1): 203-210. <https://doi.org/10.20527/jht.v9i1.10495>
- Hedges, S., Tyson, M. J., Sitompul, A. F., Kinnaird, M. F., Gunaryadi, D., Aslan. 2005. Distribution, status, and conservation needs of asian elephants (*Elephas maximus*) in Lampung Province, Sumatra, Indonesia. *Biological Conservation*. 124(1): 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.004>
- Hou, J., Xiang, J., Li, D., Liu, X. 2023. Prediction of potential suitable distribution areas of *Quasipaa spinosa* in China based on maxent optimization model. *Biology*. 12(3): 1-14. <https://doi.org/10.3390/biology12030366>
- Husain, H., Khairuddin, I., Amir, A., Abas, M. A., Abidin, K. Z., Hambali, K. 2022. Ranging behaviour, habitat use and predicting the potential distribution of asian elephant (*Elephas maximus*) in Gua Musang, Kelantan, Malaysia. *Malayan Nature Journal*. 74(3): 365–380.
- Ikhsani, H., Suwarno, E., Sadjati, E., Ikhwan, M., Witanto, T. (2024). Analisis spasial pergerakan gajah sumatra (*elephas maximus sumatranus*) di kantong gajah Giam Siak Kecil (GSK) Riau. *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 5(1), 43–50. <https://doi.org/10.32502/jgsa.v5i1.388>
- Irawan, N., Pudiyatmoko, S., Yuwono, P. S. H., Tafrichan, M., Giordano, A. J., Imron, M. A. 2020. Pentingnya kawasan non-lindung sebagai habitat kucing hutan (*Prionailurus bengalensis javanensis Desmarest, 1816*) di Jawa, Indonesia. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 12(14): 61–73.
- Irmayanti, I., Muliana, I. W., Maulana, D. M., Wahid, F. A. 2024. Sosialisasi penanganan konflik antara gajah dengan manusia. *Jurnal Mitra Warga*. 1(1):

11–17. <https://doi.org/10.23960/jmw.v3i1.45>

- Jackson, P., Santiapillai, C. 1990. *The Asian elephant: an action plan for its conservation*. Association of Zoos and Aquariums, US, Bristol Zoo Gardens, UK, Dickerson Park Zoo, US, IUCN Species Survival Commission (SSC), Asian Elephant Specialist Group, Oman, Sir Peter Scott IUCN/SSC Action Plan Fund, UNEP, WWF, Zurich Zoo, CH: International Union for Conservation of Nature PP - <https://policycommons.net/artifacts/1374045/the-asian-elephant/>
- Kamal, K. 2022. Perilaku harian gajah sumatera (*Elephas maximus sumateranus*) di Conservation Responense Unit (CRU) Sampoinient Kabupaten Aceh Jaya sebagai referensi mata kuliah ethologi. *Skripsi*.
- Khattak, R. H., Teng, L., Ahmad, S., Bari, F., Rehman, E. U., Shah, A. A., Liu, Z. 2022. In pursuit of new spaces for threatened mammals: assessing habitat suitability for kashmir markhor (*Capra falconeri cashmeriensis*) in the Hindukush Range. *Sustainability (Switzerland)*. 14(3): 1-15. <https://doi.org/10.3390/su14031544>
- Kumar, M. A., Mudappa, D., Raman, T. R. S. 2010. Asian elephant (*Elephas maximus*) habitat use and ranging in fragmented rainforest and plantations in the Anamalai Hills, India. *Tropical Conservation Science*. 3(2): 143–158. <https://doi.org/10.1177/194008291000300203>
- Kuria, L. W., Kimuyu, D. M., Kinyanjui, M. J., Wittemyer, G., Ihwagi, F. W. 2024. Seasonal variation in the ranging behavior of elephants in the Laikipia-Samburu ecosystem. *Ecology and Evolution*. 14(8): 1-10. <https://doi.org/10.1002/ece3.70198>
- Kuswanda, W., Barus, S. P. 2018. Keanekaragaman dan penetapan ‘umbrella species’ satwaliar di Taman Nasional Gunung Leuser. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 6(2): 113–123.
- Lahoz-Monfort, J. J., Guillera-Arroita, G., Wintle, B. A. 2014. Imperfect detection impacts the performance of species distribution models. *Global Ecology and Biogeography*. 23(4): 504–515. <https://doi.org/10.1111/geb.12138>
- Laksmitha, N., Santosa, Y., Rahman, D. A. 2023. Factors affecting movement pattern of sumatran elephant in Air Rami Production Forest, Bengkulu, Indonesia. *Journal of Biological Diversity*. 24(10): 5539–5547. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241035>
- Larisha, C., Herdiana, I., Gunaryadi, D., Elfidasari, D. 2017. Perilaku dan pola asuh induk (*parental care*) terhadap anak gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Taman Margasatwa Ragunan. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 3(4): 196-203. <https://doi.org/10.36722/sst.v3i4.234>

- Law, B., Caccamo, G., Roe, P., Truskinger, A., Brassil, T., Gonsalves, L., Stanton, M. 2017. Development and field validation of a regional, management-scale habitat model: a koala *Phascolarctos cinereus* case study. *Ecology and Evolution*. 7(18): 7475–7489. <https://doi.org/10.1002/ece3.3300>
- Leimgruber, P., Gagnon, J. B., Wemmer, C., Kelly, D. S., Songer, M. A., Selig, E. R. 2003. Fragmentation of asia's remaining wildlands: implications for asian elephant conservation. *Animal Conservation*. 6(4): 347–359. <https://doi.org/10.1017/S1367943003003421>
- Lēkhakun, B., McNeely, J. A. 1977. *Mammals of Thailand*. Bangkok: Association for the Conservation of Wildlife.
- Lim, T., Campos-Arceiz, A. (2022). A review of human-elephant ecological relations in the Malay Peninsula: adaptations for coexistence. *Diversity*. 14(1): 1-23. <https://doi.org/10.3390/d14010036>
- Lin, L., Feng, L., Pan, W., Guo, X., Zhao, J., Luo, A., Zhang, L. 2008. Habitat selection and the change in distribution of Asian elephants in Mengyang Protected Area, Yunnan, China. *Acta Theriologica*. 53(4): 365–374. <https://doi.org/10.1007/bf03195197>
- Makmur, A., Rahmi, E., Sari, S. I., Ridhana, F. 2022. Evaluasi preferensi pakan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Pusat Latihan Gajah Holiday Resort Aek Raso Sumatera Utara. *Jurnal Biosense*. 5(2): 1-13.
- Malik, A. A., Prayudha S, J., Anggreany, R., Sari, M. W., Walid, A. 2020. Keanekaragaman hayati flora dan fauna di Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) Resort Merpas Bintuhan Kabupaten Kaur. *Diksains : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*. 1(1): 35–42. <https://doi.org/10.33369/diksains.v1i1.14702>
- Mardalius, M., Dristyan, F. 2023. Pemanfaatan library leaflet Pada GIS sekolah Di Dinas Pendidikan Kabupaten Asahan Menggunakan framework codeigniter 4. *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD)*. 6(1): 157-163. <https://doi.org/10.53513/jsk.v6i1.7411>
- Merow, C., Smith, M. J., Silander, J. A. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*. 36(10): 1-12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- MobBrucker, A. M., Fleming, C. H., Imron, M. A., Pudyatmoko, S., Sumardi. 2023. AKDEC home range size and habitat selection of sumatran elephants. *Wildlife Research*. 43(7): 566–575. <https://doi.org/10.1071/WR16069>
- Mohd Taher, T., Lihan, T., Tajul Arifin, N. A., Khodri, N. F., Ahmad Mustapha, M., Abdul Patah, P., ... Mohd Nor, S. 2021. Characteristic of habitat

- suitability for the asian elephant in the fragmented Ulu Jelai Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Tropical Ecology*. 62(3): 347–358. <https://doi.org/10.1007/s42965-021-00154-5>
- Moses, M. O., Stephen, J. N., John, W. K., James, I. 2015. Habitat use and preference by the african elephant outside of the protected area, and management implications in the Amboseli LANDSCAPE, Kenya. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 7(3): 211–226. <https://doi.org/10.5897/ijbc2014.0795>
- Muchlis, I. R., Rumanti, A. A., Soesanto, R. P. 2023. Perancangan sistem informasi geografis untuk pemetaan wisata kuliner Kabupaten Rembang berbasis crowdsourcing menggunakan metode scrum. *E-Proceeding of Engineering*. 10(3): 2707-2721.
- Mumtaazah, N. F. 2023. Pengaruh model project based learning terhadap responsibility peserta didik akan keberadaan heritage TNBBS di SMA Negeri 1 Bengkuntat. *Skripsi*.
- Munthe, I. R., Wardana, E. W., Yanris, G. J. 2021. Rancang bangun sistem informasi geografis pemetaan hutan pada Kabupaten Labuhan-Batu. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*. 6(2): 77–82. <https://doi.org/10.36341/rabit.v6i2.1717>
- Mustafa, T., Abdullah, A., Khairil, K. 2019. Analisis habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) berdasarkan *software* smart Di Kecamatan Peunaron Kabupaten Aceh Timur. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*. 6(1): 1-10. <https://doi.org/10.22373/biotik.v6i1.4041>
- Mustofa, Syartinilia, Arifin, H. S. 2020. Model spasial distribusi habitat orangutan kalimantan (*Pongo pygmaeus wurmbii*) menggunakan logistik regresi di DAS Katingan. *Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam Dan Lingkungan*. 10(4): 627–638. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.4.627-638>
- Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Somerfield, P. J. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic Botany*. 89(2): 155–185. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>
- Nazeri, M., Jusoff, K., Madani, N., Mahmud, A. R., Bahman, A. R., Kumar, L. 2012. Predictive modeling and mapping of malayan sun bear (*Helarctos malayanus*) distribution using maximum entropy. *PLoS ONE*. 7(10): 1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048104>
- Ningrum, I. K., Santosa, Y., Setiawan, Y. 2023. Variation of weekly home range characteristics of sumatran elephants (*Elephas maximus sumatranus*) in Bentang Seblat, Bengkulu Province, Indonesia. *Journal of Biological Diversity*. 24(11): 5854–5862. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d24i1103>

- Nofiandi, R., Hutwan, S., Hamzah. 2023. Faktor – faktor pendorong keberlanjutan habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Bentang Alam Bukit Tiga Puluh Provinsi Jambi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*. 3(1): 54–63.
- Nugraha, D. A., Gunawan, H., Khairijon, K. 2014. Pola pergerakan dan wilayah jelajah gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus temminck, 1874*) dengan menggunakan *GPS radio collar* di Kawasan Tesso Nilo, Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*. 1(2):607-612.
- Nurandi, R. Y., Hermawan, E., Hudjimartsu, A. S., Farhan, R. M. (2024). Implementasi model maxent untuk analisis distribusi kebakaran hutan di Kabupaten Bengkayang menggunakan r studio. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. 8(4): 7809–7815. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10456>
- Nursamsi, I., Partasasmita, R., Cundaningsih, N., Ramadhani, H. S. 2018. Modeling the predicted suitable habitat distribution of javan hawk eagle *nisaetus bartelsi* in the Java Island, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(4): 1539–1551. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190447>
- Nuryani, A., Suhardiman, A., Boer, C., Suba, R. B., Sulistioadi, Y. B., Rayadin, Y. 2024. Studi penggunaan maximum entropy untuk pemodelan kesesuaian habitat bekantan (*Naslaia larvatus wurmb , 1787*) di Kawasan Cagar Alam Teluk Adang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 22(5): 1174–1183. <https://doi.org/10.14710/jil.22.5.1174-1183>
- Nyhus, P. 2016. Human–wildlife conflict and coexistence. *Annual Review of Environment and Resources*. 41: 143-171. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085634>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190(3): 231–259. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phillips, S. J., Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. 31(2): 161–175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Pratiwi, P., Rahayu, P. S., Rizaldi, A., Iswandaru, D., Winarno, G. D. 2020. Community perception on the conflict between human and sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus temminck 1847*) in Way Kambas National Park. *Jurnal Sylva Lestari*. 8(1): 98-108. <https://doi.org/10.23960/jsl1898-108>
- Prayoga, P. A., Setiawan, A., Charles, Y., Darmawan, A. 2022. Analisis ketersediaan jenis-jenanalisis ketersediaan jenis-jenis tumbuhan pakan gajah

- sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) pada daerah jelajah gajah di KPHL Kotaagung Utara. *Jurnal Hutan Tropika*. 6(1): 55–67.
- Purwanuriski, L., Darmawan, A., Winarno, G. D., Febryano, I. G., Ismanto, I., Sugiharti, T. 2022. Analisis mitigasi konflik gajah sumatra (*Elephas maximus sumatranus*, Temmick 1874) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Belantara*. 5(2): 178–190. <https://doi.org/10.29303/jbl.v5i1.865>
- Putri, A. R., Murtina Lubis, T., Sayuti, A. 2022. Jumlah leukosit dan diferensial leukosit gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) jantan berdasarkan tingkatan umur di Pusat Latihan Gajah (PLG) Minas Riau. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (JIMVET)*. 6(2): 57–65.
- Puyravaud, J. P., Cushman, S. A., Davidar, P., Madappa, D. 2017. Predicting landscape connectivity for the asian elephant in its largest remaining subpopulation. *Animal Conservation*. 20(3): 225–234. <https://doi.org/10.1111/acv.12314>
- Rahayu, N. S., Dewi, B. S. (2023). Pengembangan potensi wisata alam TNBBS (study kasus Resort Balik Bukit). *JOPFE Journal*. 2(1): 1–15.
- Rahman, M. H. (2019). Rohingya refugee crisis and human vs. elephant (*Elephas maximus*) conflicts in Cox's Bazar district of Bangladesh. *Journal of Wildlife and Biodiversity*. 3(3): 10–21. <https://doi.org/10.22120/jwb.2019.104762.1057>
- Rahmi, T., Berliani, K., Suwarno, S. 2023. The movement pattern and home range of sumatran elephants (*Elephas maximus sumatranus*) in the landscape of Mila-Tangse in Pidie Regency, Aceh. *Jurnal Belantara*. 6(1): 80–89. <https://doi.org/10.29303/jbl.v6i1.922>
- Rendana, M., Idris, R. W. M., Rahim, S. A., Abdo, H. A., Almohamad, H., Dughairi, A. 2023. Habitat suitability analysis in a natural peat swamp forest on sumatran elephants using remote sensing and GIS. *Forest Science and Technology*. 19(3): 221–231. <https://doi.org/10.1080/21580103.2023.2234463>
- Resphaty, D. A., Harianto, S. P., Dewi, B. S. 2015. Salting behavior of sumatran elephants (*Elephas maximus sumatranus*) and mineral salt content on saltlicks In Pemerihan Resort Bukit Barisan Selatan National Park. *Jurnal Sylva Lestari*. 3(2): 123–130.
- Riba'i, R., Setiawan, A. A., Arief, D. 2012. Perilaku menggaram gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Pusat Konservasi Gajah Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Tengkwang*. 2(1): 1–9. <https://doi.org/10.26418/jt.v2i1.1632>
- Rini, D. S., Faisal, F. 2015. perbandingan power of test dari uji normalitas metode

- bayesian, uji shapiro-wilk, uji cramer-von mises, dan uji anderson-darling. *Jurnal Gradien*. 11(2): 1-5.
- Sabar, A., Dassir, M., Ita, S. E. N. 2022. Modal sosial masyarakat pengelolaan hutan kemasyarakatan (HKM) Buhung Lali Kecamatan Gantarang Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Kehutanan Papuasiasia*. 8(1): 94–101.
- Sabri, E. T. B., Gunawan, H., Khairijon, K. 2014. Pola Pergerakan dan Wilayah Jelajah Gajah Sumatra (*Elephas Maximus Sumatranus*) dengan Menggunakan *GPS Radio Collar* di Sebelah Utara Taman Nasional Tesso Nilo, Riau. *Doctoral dissertation*. Riau University.
- Sanare, J. E., Valli, D., Leweri, C., Glatzer, G., Fishlock, V., Treydte, A. C. 2022. A socio-ecological approach to understanding how land use challenges human-elephant coexistence in Northern Tanzania. *Journal Biological Diversity*. 14(7): 1–19. <https://doi.org/10.3390/d14070513>
- Santi, A. 2023. Pengaruh model pembelajaran discovery learning terhadap responsibility heritage Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dan hasil belajar kognitif peserta didik. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Setyabudi, I., Pratama, W. A., Kurniawan, H. 2024. Pengembangan zonasi sempadan sungai brantas di Dermaga Joyoboyo sebagai kawasan wisata berbasis sistem informasi geografi. *JIMAD: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 1(3): 174–186.
- Shoshani, J., Eisenberg, J. F. 1982. *Elephas maximus*, mammalian species. *The American Society of Mammalogists Elephas*. 192: 1-8.
- Sitompul, a. F., Griffin, C. R., Fuller, T. K. 2013. Sumatran elephant ranging behavior in a fragmented rainforest landscape. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 5(2): 66–72. <https://doi.org/10.5897/IJBC12.040>
- Sitompul, A. 2011. Ecology and conservation of Sumatran elephants (*Elephas maximus sumatranus*) in Sumatra, Indonesia. *Dissertation*. University of Massachusetss. <http://search.proquest.com/docview/860140465?accountid=13771>
- Steinheim, G., Wegge, P., Fjellstad, J. I., Jnawali, S. R., Weladji, R. B. 2005. Dry season diets and habitat use of sympatric asian elephants (*Elephas maximus*) and greater one-horned rhinoceros (*Rhinocerus unicornis*) in Nepal. *Journal of Zoology*. 265(4): 377–385. <https://doi.org/10.1017/S0952836905006448>
- Su, H., Bista, M., Li, M. 2021. Mapping habitat suitability for asiatic black bear and red panda in Makalu Barun National Park of Nepal from maxent and GARP models. *Scientific Reports*. 11(1): 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93540-x>

- Suhada, N., Yoza, D., Arlita, T. 2016. habitat optimal gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus temminck*) di Pusat Latihan Gajah (PLG) Minas. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*. 3(1): 1–9.
- Sukmantoro, W. S., Sudibyo, A., Fadli, N. 2009. *Instalasi dan studi GPS Collar untuk gajah sumatera (Elephas maximus sumatranus) di Taman Nasional Tesso Nilo, Provinsi Riau tahun 2007 dan 2009*. Kementerian Kehutanan WWF. Riau.
- Sukmantoro, Y. W., Alikodra, H. S., Kartono, A. P., Efransjah. 2019. Distribution and habitat preferences of sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*) in Riau, Indonesia. *Biodiversitas*. 20(1): 226–235. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200126>
- Sukmara, D. P., Dewi, B. S. 2012. Mitigasi konflik manusia dan gajah sumatera (*Elephas maximus Sumatranus Temminck, 1847*) menggunakan gajah patroli di Resort Pemerihan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Sains MIPA*. 18(3): 91-100. <http://journal.uinsgd.ac.id/index.php/jispo/article/view/1752>
- Sukumar, R. 2003. *The Living Elephants: Evolutionary Ecology, Behavior and Conservation*. Oxford University Press. New York
- Sukumar, R. 2004. The Living Elephants: Evolutionary Ecology, Behavior, and Conservation. *Journal of Mammalogy*. 85(3): 581-584. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2004\)085<0582:br>2.0.co;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2004)085<0582:br>2.0.co;2)
- Syarifuddin, H. 2008. Preferensi hijauan pakan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*): studi kasus di Kawasan Seblat. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 11(4): 83–92. <https://doi.org/10.22437/jiip.v11i4.737>
- Thode, H. C. 2002. *Testing For Normality* (1st editio). Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203910894>
- Torre, J. A. D. L., Wong, E. P., Lechner, A. M., Zulaikha, N., Zawawi, A., Abdul-Patah, P., Campos-Arceiz, A. 2021. There will be conflict – agricultural landscapes are prime, rather than marginal, habitats for asian elephants. *Animal Conservation*. 24(5): 720–732. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/acv.12668>
- Umar, T. L. 2021. Perancangan sistem informasi geografi tempat bersalin berbasis mobile. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*. 2(2): 221–229. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- Wadey, J., Beyer, H. L., Saaban, S., Othman, N., Leimgruber, P., Campos-Arceiz, A. 2018. Why did the elephant cross the road? the complex response of wild elephants to a major road in Peninsular Malaysia. *Biological Conservation*.

218: 91–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.11.036>

- Williams, C., Tiwari, S. K., Goswami, V. R., De Silva, S., Kumar, A., Baskaran, N., Menon, V. . 2020. *Elephas maximus*. The IUCN Red List of Threatened Species. 1–31. <https://www.iucnredlist.org/species/7140/45818198>
- Wilson, S., Davies, T. E., Hazarika, N., Zimmermann, A. 2015. Understanding spatial and temporal patterns of human-elephant conflict in Assam, India. *Oryx*. 49(1): 140–149. <https://doi.org/10.1017/S0030605313000513>
- Winarno, G. D., Harianto, S. P. 2017. *Perilaku Satwa Liar (Ethology)*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Windadri, F. I. 2010. Keanekaragaman lumut Di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Provinsi Lampung, Sumatera. *Berita Biologi*. 10(2): 159–165.
- Yudarini, N., Widyastuti, S., Soma, I. 2013. Tingkah laku harian gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Bali Safari and Marine Park, Gianyar. *Indonesia Medicus Veterinus*. 2(4): 461–468.
- Zaki, M., Saiman, S. 2021. Kajian tentang perumusan hipotesis statistik dalam pengujian hipotesis penelitian. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. 4(2): 115–118. <https://doi.org/10.54371/jiip.v4i2.216>