JURNAL JEUMPA
JURNAL PENDIDIKAN SAINS & BIOLOGI

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

# Penerapan *Principal Component Analysis* (PCA) dalam Identifikasi Kesesuaian Habitat Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Kawasan Gunung Sala, Aceh Utara

# The Application of Principal Component Analysis (PCA) in Identifying of Habitat Suitability for Sumatran Elephants (*Elephas maximus sumatranus*) in the Gunung Sala Area, Aceh Utara

**Suryadi[1], Zulfikar[1], Abdullah[2,3], Zulfikar[3], Samsul Muarrif[3]**

[1]Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Almuslim, Jl. Almuslim, Matang Glumpang Dua, Bireuen, Aceh, 24261, Indonesia
[2]Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Syiah Kuala
Jl. Hasan Krueng Kalee, Darussalam - Banda Aceh, Aceh, 23111, Indonesia
[3]Pusat Riset Konservasi Gajah dan Hutan Keanekaragaman Hayati, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf, Darussalam - Banda Aceh, Aceh, 23111, Indonesia

**corresponding author: dipa.foresta@gmail.com*

## ABSTRAK

Konflik manusia–gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) meningkat seiring berkurangnya luasan dan kualitas habitat akibat alih fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik lingkungan serta menganalisis tingkat kesesuaian habitat gajah sumatera di kawasan Gunung Sala, Kabupaten Aceh Utara, menggunakan pendekatan spasial dan *principal component analysis* (PCA). Data dikumpulkan dari sepuluh titik pengamatan yang merepresentasikan variasi kondisi ekologis, meliputi tutupan vegetasi, jarak ke sumber air, elevasi, kemiringan lereng, dan tingkat gangguan antropogenik. Hasil pemetaan menunjukkan dua titik tergolong "Sangat Sesuai", tujuh titik "Sesuai", dan satu titik "Kurang Sesuai". Habitat dengan kesesuaian tinggi umumnya berada di dekat sungai, bertopografi landai, dan memiliki vegetasi rapat, sedangkan kesesuaian rendah ditemukan pada elevasi tinggi dan jauh dari sumber air. Analisis PCA mengidentifikasi dua komponen utama yang menjelaskan variasi spasial kesesuaian habitat, dengan jarak ke air, tutupan vegetasi, dan gangguan manusia sebagai variabel dominan. Hasil penelitian ini menyediakan dasar ilmiah bagi pengembangan zonasi konservasi, pemulihan habitat, dan mitigasi konflik manusia–gajah secara berkelanjutan.
**Kata Kunci:** Gajah sumatra; Gunung Sala; habitat; PCA; restorasi; zona riparian.

## ABSTRACT

Human–elephant conflict involving the Sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*) has intensified due to habitat loss and degradation caused by land-use change. This study aims to identify environmental characteristics and assess habitat suitability for sumatran elephants in the Gunung Sala area, Aceh Utara Regency, using spatial analysis and principal component analysis (PCA). Data were collected from ten observation points representing diverse ecological conditions, including vegetation cover, distance to water sources, elevation, slope, and levels of anthropogenic disturbance. Habitat suitability mapping classified two locations as "Highly Suitable," seven as "Suitable," and one as "Less Suitable." Highly suitable habitats were generally located near rivers, characterized by gentle slopes and dense vegetation, whereas less suitable areas occurred at higher elevations with steep terrain and limited access to water. PCA results revealed two principal components explaining most spatial variation in habitat suitability, with distance to water, vegetation cover, and human disturbance as the dominant variables. This research results provide a scientific basis for the development of conservation zoning, habitat restoration, and sustainable mitigation of human–elephant conflict.
**Keywords:** Habitat; Mount Sala; habitat; PCA; restoration; riparian zone; sumatran elephant.

*Manuskrip disubmisi pada 24-07-2025;*
*disetujui pada 06-02-2026.*

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

## PENDAHULUAN

Pulau Sumatera merupakan salah satu kawasan dengan keanekaragaman hayati yang tinggi di Indonesia, termasuk keberadaan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dengan penyebaran di wilayah Aceh, Sumatera Utara, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu dan Lampung (Kuswanda et al., 2022; Tarmizi, 2008). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, terjadi tekanan habitat akibat aktivitas manusia seperti alih fungsi hutan menjadi kawasan perkebunan, pertanian, permukiman, serta pembangunan infrastruktur. Perubahan penggunaan lahan tersebut berdampak langsung terhadap penyempitan dan fragmentasi habitat, yang selanjutnya memengaruhi pola jelajah, ketersediaan pakan, dan sumber air bagi gajah, serta meningkatkan intensitas konflik manusia–gajah (Abdullah, 2009).

Gajah sumatera telah ditetapkan sebagai satwa yang dilindungi berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya serta Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa. Meskipun demikian, kondisi populasi gajah sumatera terus menunjukkan tren penurunan yang mengkhawatirkan. Soehartono et al. (2007) memperkirakan populasi gajah sumatera pada akhir tahun 2007 hanya berkisar antara 2.400–2.800 individu. Angka ini menunjukkan penurunan lebih dari 30% dibandingkan estimasi populasi pada periode sebelumnya yang mencapai 2.800–4.800 individu (Blouch & Simbolon, 1985). Penurunan populasi ini mencerminkan menurunnya daya dukung habitat serta meningkatnya tekanan antropogenik di lanskap jelajah gajah.

Upaya konservasi gajah sumatera menghadapi tantangan besar, terutama terkait keterbatasan informasi spasial kualitas dan kesesuaian habitat yang masih tersedia (Abdullah et al., 2025) Kesesuaian habitat gajah dipengaruhi berbagai faktor ekologis, seperti tutupan vegetasi, ketersediaan sumber air, elevasi, kelerengan, serta tingkat gangguan manusia (Sukumar, 2006). Kompleksitas hubungan antarvariabel tersebut menuntut penggunaan analisis yang mampu menyederhanakan data tanpa menghilangkan informasi penting.

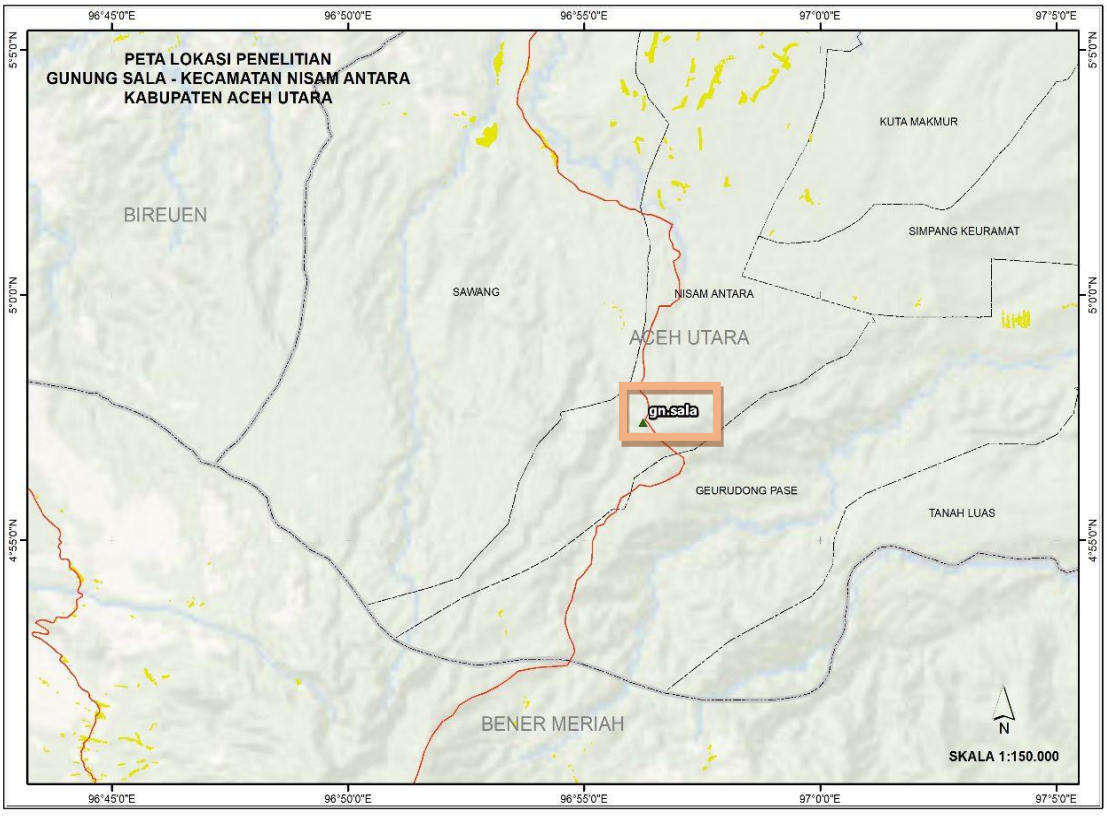
Pendekatan *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan salah satu metode statistik multivariat yang efektif untuk mengidentifikasi variabel dominan penentu kesesuaian habitat melalui reduksi dimensi data lingkungan (Sinovas et al., 2025). Penelitian ini dilakukan di Kawasan Gunung Sala, Kabupaten Aceh Utara, yang diketahui sebagai bagian dari lanskap jelajah gajah sumatera. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik habitat serta menganalisis tingkat kesesuaian habitat gajah sumatera sebagai dasar penyusunan strategi pengelolaan dan konservasi berbasis lanskap yang berkelanjutan.

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

# METODE PENELITIAN

## Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitiaan dilaksanakan di kawasan gunung Sala kecamatan Nisam Antara kabupaten Aceh Utara. Gunung Sala memiliki topografi mulai dari perbukitan yang telah berubah menjadi areal permukiman dan pengembangan lokasi wisata sampai dengan bukit yang mempunyai ketinggian bervariasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024. Sebelum dilakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan survei pendahuluan untuk mendapatkan informasi tentang keberadaan jalur *(track*) gajah dan lokasi pengambilan data yang sesuai dengan rencana penelitian di hutan primer maupun hutan sekunder dan mempersiapkan peralatan yang diperlukan di lokasi. Lokasi penelitian dilaksanakan ke arah selatan sejauh 2 km dengan jarak antar titik 100 – 200 m.




Gambar 1. Peta lokasi penelitian

## Metode pengambilan data

Teknik pengumpulan data penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer. Data primer diperoleh melalui kegiatan survey langsung lapangan sesuai dengan lokasi prakiraan jelajah gajah sumatera. Data sekunder diperoleh melalui proses wawancara dan juga literatur pustaka. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi melalui

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

*purposive sampling* yaitu dengan menjelajah lokasi-lokasi yang menjadi *home range* gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*).

Data yang diobervasi adalah jenis-jenis habitat yang digunakan gajah serta faktor-faktor biologis, fisik dan vegetasinya. Penentuan habitat yang digunakan oleh gajah berdasarkan kotoran (*feses*) yang ditinggalkan. Unit-unit habitat yang di observasi kemudian direkam dengan menggunakan GPS untuk pemetaan lokasi habitat yang digunakan oleh Gajah Sumatera di Kawasan Gunung Sala Kecamatan Nisam Antara Kabupaten Aceh Utara.

**Analisis data**

Teknik analisis data penelitian ini menggunakan aplikasi Sistim Informasi Geografis (GIS) dan analisis statistik dengan variabel tutupan lahan atau hutan, kelerengan dan luasan vegetasi yang sesuai dengan karakterisitik habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*)

Tabel 1. Skoring penilaian kesesuaian

| Faktor | Kondisi | Skor |
|---|---|---|
| Tutupan Tajuk | > 60% | 3 |
| | 31% - 60% | 2 |
| | ≤ 30% | 1 |
| Jarak ke Sumber Air | < 200 m | 3 |
| | 200 – 299 m | 2 |
| | ≥ 300 m | 1 |
| Ketersediaan Pakan | > 70 % | 3 |
| | 51% - 70% | 2 |
| | ≤ 50% | 1 |
| Pohon Gesek Badan | Ada (≥ 1 pohon) | 3 |
| | Tidak ada | 1 |
| Elevasi | 100 – 700 mdpl | 3 |
| | < 100 mdpl atau > 700 m | 1 |
| Kelerengan/Slope | < 20° | 3 |
| | 20° - 34° | 2 |
| | ≥ 35° | 1 |

Tabel 1 menyajikan sistem penilaian kesesuaian habitat berdasarkan enam faktor ekologis utama yang memengaruhi preferensi dan kelayakan ruang hidup bagi satwa liar, khususnya spesies besar seperti gajah. Setiap faktor diberi skor 1 hingga 3, dengan skor tertinggi menunjukkan kondisi paling ideal. Faktor pertama adalah tutupan tajuk, di mana area dengan penutupan >60% dianggap paling sesuai karena menyediakan perlindungan, naungan, dan stabilitas mikroklimat, sedangkan area terbuka (<30%) dianggap tidak ideal. Jarak ke sumber air menjadi faktor krusial lainnya lokasi yang berada dalam radius <200 meter dari air mendapat skor tertinggi karena mendukung hidrasi dan aktivitas termoregulasi harian.

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

Ketersediaan pakan juga sangat menentukan area yang memiliki >70% vegetasi yang dapat dimakan memberi jaminan pasokan energi dan mendapat nilai optimal (Cholidin , 2024). Keberadaan pohon gesek badan, yang digunakan oleh satwa seperti gajah untuk membersihkan kulit atau mengurangi stres, dianggap penting lokasi dengan setidaknya satu pohon mendapat nilai tinggi, sementara yang tidak memiliki sama sekali dianggap miskin secara struktural. Faktor elevasi juga diperhitungkan, dengan zona 100–700 mdpl dianggap sebagai rentang optimal karena menawarkan iklim dan vegetasi yang seimbang; wilayah di luar kisaran ini cenderung terlalu ekstrem (Pirmansyah, 2024).

Kelerengan lahan dinilai berdasarkan aksesibilitas dan kenyamanan satwa dalam bergerak lahan dengan kemiringan <20° dinilai paling sesuai, sementara lereng curam ≥35° membatasi gerakan dan meningkatkan risiko cedera. Sistem skoring ini secara keseluruhan memberikan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi kualitas habitat dan mendukung pengambilan keputusan dalam upaya konservasi berbasis spasial (Ikhsani, 2024).

### *Principal Component Analysis* (PCA)

Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis* atau PCA) merupakan teknik reduksi dimensi linear yang sangat penting dalam analisis data modern. Teknik ini bertujuan menyederhanakan struktur data berdimensi tinggi ke dalam bentuk yang lebih ringkas, tanpa kehilangan informasi penting sebanyak mungkin. PCA bekerja dengan mentransformasikan data asli ke dalam sistem koordinat baru, di mana setiap sumbu atau arah dalam sistem baru tersebut disebut sebagai komponen utama (principal component). Komponen ini disusun sedemikian rupa sehingga komponen pertama (PC1) menangkap variasi terbesar dalam data, komponen kedua (PC2) menangkap variasi terbesar berikutnya dengan syarat tegak lurus (ortogonal) terhadap PC1, dan seterusnya untuk komponen-komponen berikutnya (Sinovas, 2025).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

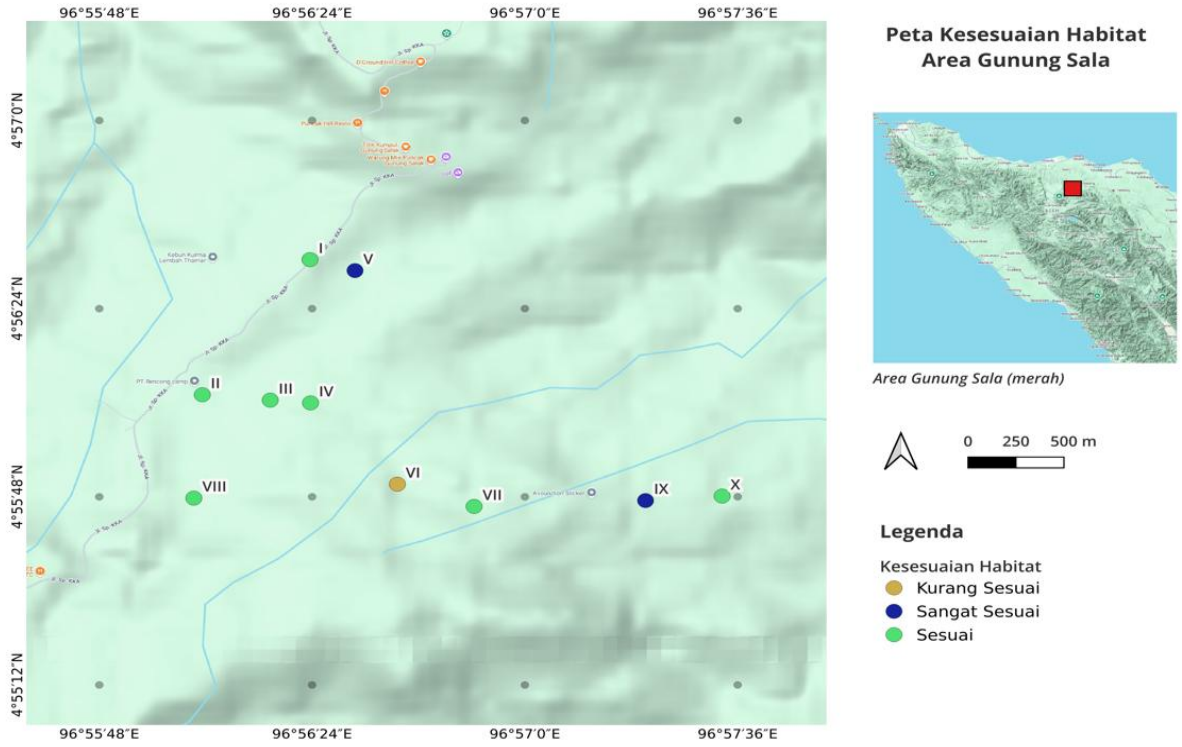
### Hasil Penelitian

Distribusi sepuluh titik pengamatan pada peta kesesuaian habitat gajah sumatera di Kawasan Gunung Sala menunjukkan variasi tingkat kesesuaian yang cukup jelas (Gambar 2). Hasil pemetaan mengklasifikasikan dua titik pengamatan ke dalam kategori “Sangat Sesuai”, tujuh titik dalam kategori “Sesuai”, dan satu titik dalam kategori “Kurang Sesuai”. Titik dengan kategori “Sangat Sesuai” (V dan IX) umumnya berada di sekitar aliran sungai utama, pada wilayah dengan kontur lahan relatif landai serta tutupan vegetasi yang lebat. Kondisi ini

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

menunjukkan ketersediaan sumber air yang stabil, kelembapan tanah yang baik, dan potensi ketersediaan pakan yang tinggi bagi gajah sumatera.

Sebaliknya, titik pengamatan yang tergolong "Kurang Sesuai" (VI) berada pada elevasi yang lebih tinggi, memiliki kelerengan curam, serta berjarak lebih dari 300 meter dari sumber air. Meskipun secara visual vegetasi tampak cukup rapat, kondisi topografi dan keterbatasan akses air menjadikan lokasi ini kurang optimal untuk mendukung aktivitas jelajah dan kebutuhan ekologis gajah (Mukomberanwa, 2024). Titik-titik dengan kategori "Sesuai" umumnya berada pada jarak 100–300 meter dari aliran sungai, dengan kondisi vegetasi sedang hingga rapat dan tingkat gangguan antropogenik yang relatif moderat.



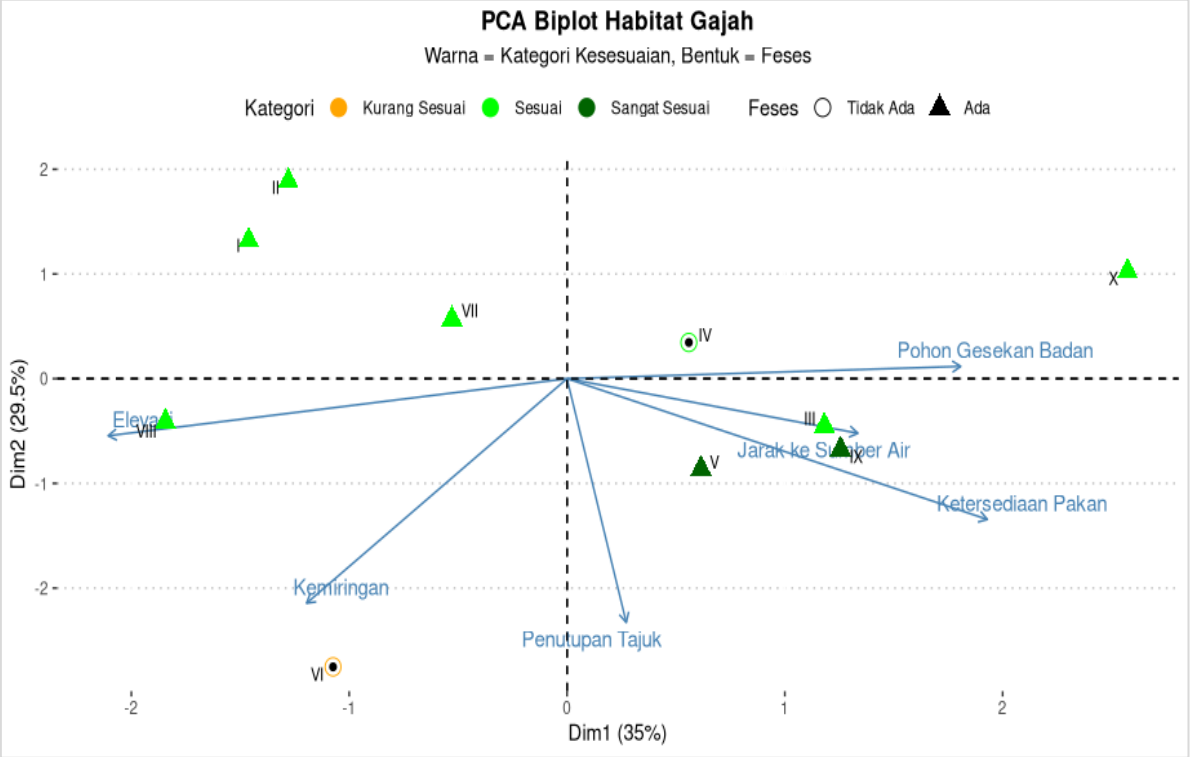

Gambar 2. Peta kesesuaian habitat gajah sumatera

Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*/PCA) terhadap variabel lingkungan menghasilkan dua komponen utama yang menjelaskan sebagian besar variasi spasial kesesuaian habitat (Gambar 3). Komponen utama pertama (Dim1) menunjukkan kontribusi terbesar, dengan variabel dominan berupa jarak ke sumber air, tutupan vegetasi, dan tingkat gangguan manusia (Ananda, 2024). Komponen kedua (Dim2) merepresentasikan variasi mikrohabitat dan heterogenitas lanskap lokal yang dipengaruhi oleh interaksi antarvariabel lingkungan (Magdalena, 2024).

Pengelompokan titik-titik pengamatan pada grafik PCA memperlihatkan pola yang konsisten dengan hasil pemetaan kesesuaian habitat. Titik-titik dengan kategori "Sangat

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

Sesuai" terkonsentrasi pada kuadran dengan nilai negatif Dim1 dan positif Dim2, sedangkan titik "Kurang Sesuai" berada pada arah positif Dim1, yang mencerminkan kombinasi jarak sumber air yang jauh, vegetasi kurang optimal, serta gangguan antropogenik yang lebih tinggi (Kurniawan, 2024).




Gambar 3. Analisis komponen utama (PCA)

**Pembahasan**

Hasil penelitian ini mempertegas bahwa ketersediaan sumber air, tutupan vegetasi, dan tingkat gangguan manusia merupakan faktor penentu utama kesesuaian habitat gajah sumatera di Kawasan Gunung Sala. Temuan bahwa lokasi dengan kategori "Sangat Sesuai" terkonsentrasi di sekitar zona riparian sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa gajah Asia sangat bergantung pada kawasan sempadan sungai untuk memenuhi kebutuhan hidrasi, pakan, dan aktivitas termoregulasi, terutama pada musim kering (Joshi & Singh, 2008; Vasudev et al., 2021).

Kondisi habitat dengan elevasi tinggi dan kelerengan curam yang dikategorikan "Kurang Sesuai" menunjukkan bahwa faktor topografi menjadi pembatas penting dalam pemanfaatan ruang oleh gajah. Hal ini konsisten dengan Sukumar (2006) dan Palei et al. (2024), yang menyatakan bahwa gajah cenderung menghindari lereng terjal karena memerlukan energi lebih besar untuk bergerak serta meningkatkan risiko cedera. Dengan demikian, meskipun vegetasi tampak padat, keterbatasan aksesibilitas dan air menjadikan habitat tersebut kurang layak.

**ISSN: 2356-069X**
**E-ISSN: 2715-4343**
https://doi.org/10.33059/jj.v12i2.12747

Keberadaan zona dengan kategori “Sesuai” pada jarak menengah dari sungai memiliki implikasi penting dalam konteks konservasi lanskap. Zona ini berpotensi berfungsi sebagai koridor ekologis yang menghubungkan habitat inti, sebagaimana disarankan oleh Kumar et al. (2010) dan Rizwar (2024). Penguatan zona transisi melalui restorasi vegetasi pakan dan penyediaan titik air buatan dapat meningkatkan konektivitas habitat dan mendukung pergerakan alami gajah di lanskap yang terfragmentasi (Ikhsan, 2025).

Analisis PCA memberikan dasar kuantitatif yang memperkuat temuan spasial dengan menunjukkan bahwa jarak ke sumber air dan tingkat gangguan antropogenik memiliki loading tertinggi pada Dim1. Temuan ini selaras dengan penelitian Vasudev et al. (2021) dan Palei et al. (2024), yang menekankan bahwa degradasi habitat akibat aktivitas manusia merupakan faktor utama penurunan kualitas habitat gajah. WWF (2012) juga mencatat bahwa hilangnya lebih dari 70% habitat historis gajah sumatera menjadikan pengelolaan koridor dan zona riparian sebagai strategi konservasi yang sangat krusial.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa konservasi gajah sumatera di Kawasan Gunung Sala tidak dapat hanya berfokus pada perlindungan habitat inti, tetapi harus mencakup pendekatan konservasi berbasis lanskap yang melibatkan pengelolaan zona riparian, rehabilitasi habitat penyangga, serta pengendalian tekanan antropogenik. Integrasi analisis spasial dan PCA memberikan landasan ilmiah yang kuat bagi perumusan zonasi konservasi, restorasi habitat, dan mitigasi konflik manusia–gajah secara berkelanjutan (Situmorang, 2024; Rusnanto, 2025).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemetaan dan analisis kesesuaian habitat di Kawasan Gunung Sala, Kabupaten Aceh Utara, diketahui bahwa habitat gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) menunjukkan variasi tingkat kelayakan yang dipengaruhi oleh kondisi ekologis utama. Dua dari sepuluh titik pengamatan tergolong sangat sesuai, tujuh sesuai, dan satu kurang sesuai. Habitat dengan kesesuaian tinggi dicirikan oleh kedekatan dengan sumber air, tutupan vegetasi rapat, topografi relatif landai, serta gangguan manusia yang rendah. Analisis PCA menegaskan bahwa jarak ke sumber air, tutupan vegetasi, dan tingkat gangguan antropogenik merupakan variabel dominan. Zona dengan kesesuaian sedang berpotensi sebagai koridor ekologis yang perlu dikelola melalui pendekatan konservasi berbasis lanskap untuk mendukung keberlanjutan populasi gajah dan mitigasi konflik manusia–gajah.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat di sekitar lokasi penelitian serta staf akademik Universitas Almuslim (UMUSLIM) atas bantuan, dukungan, dan fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

**REFERENSI**

Abdullah. (2009). Penggunaan habitat dan sumber daya oleh Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus* Temminck, 1847) di hutan Provinsi NAD menggunakan teknik GIS. *Berita Penelitian Hayati*, *Edisi Khusus*, 3B, 47–54.

Abdullah, A., Rusdi, M., Zulfikar, Z., & Gagarin, Y. (2025). Analyzing the behavioral adaptations of Sumatran elephants in response to environmental changes within the habitat areas of Aceh Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1477*(1), 012019. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1477/1/012019

Ananda, I., Dahlan, D., & Dharma, W. (2024). Analisis uji multikolinearitas variabel lingkungan hutan Bakongan–Bengkung, kawasan ekosistem Leuser: Implikasi terhadap habitat spesies kunci. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, *12*(2), 2456–2467. https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.12797

Blouch, R. A., & Simbolon, K. (1985). *Elephants in Northern Sumatra* (Unpublished report). IUCN/WWF Project 3033.

Cholidin, M. S., Dorly, D., & Ariyanti, N. S. (2024). Anatomi tumbuhan pakan Gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus* Temminck) di Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *29*(2), 187–195. https://doi.org/10.18343/jipi.29.2.187

Ikhsan, Z., Sepsamli, L., Yulianti, R., Rosida, N., Ibrahim, E., Laeshita, P., & Lathifah, N. (2025). *Pengendalian hayati dan pengelolaan habitat*. PT Penerbit Qriset Indonesia.

Ikhsani, H., Suwarno, E., Sadjati, E., Ikhwan, M., & Witanto, T. (2024). Spatial analysis of Sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*) movement in Giam Siak Kecil (GSK) Elephant Enclave, Riau. *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 43–50. https://doi.org/10.32502/jgsa.v5i1.388

Joshi, R., & Singh, R. (2008). Asian elephant (*Elephas maximus*) and riparian wildlife corridor: A case study from Lesser Himalayan Zone of Uttarakhand. *Journal of American Science*, *4*(1), 63–75.

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*(4), 143–158. https://doi.org/10.1177/194008291000300203

Kurniawan, W. I., Syaputra, M., & Ichsan, A. C. (2024). Manajemen pemeliharaan Gajah Sumatera secara eksitu di Lombok Wildlife Park untuk meningkatkan kesejahteraan satwa. *Jurnal Agrimansion*, *25*(3), 663–675.

Kuswanda, W., Garsetiasih, R., Gunawan, H., Situmorang, R. O. P., Hutapea, F. J., Kwatrina, R. T., & Gunaryadi, D. (2022). Can humans and elephants coexist? A review of the conflict on Sumatra Island, Indonesia. *Diversity*, *14*(6), 420. https://doi.org/10.3390/d14060420

Magdalena, E. S. M. (2024). Analysis of elephant–human conflict and community perceptions around conservation areas on the island of Sumatra: A literature review. *Biologi Tropis*, *24*(3), 1024–1034.

Mukomberanwa, N. T., Taru, P., Utete, B., & Madamombe, H. K. (2024). Predicting the dry season habitat occupancy of African savannah elephant using vegetation indices and modelling landscape variability in a mesic protected area. *African Journal of Ecology*, *62*(3), e13318.

Palei, H. S., Jangid, A. K., Hanumant, D. D., Palei, N. C., & Mishra, A. K. (2024). On the elephant trails: Habitat suitability and connectivity for Asian elephants in eastern Indian landscape. *PeerJ, 12*, e16746. https://doi.org/10.7717/peerj.16746

Pirmansyah, R., Arifin, Z., Pratama, M. F., Mutmainnah, U. K., Ramadhan, M. S., & Rasyid, M. (2024). Revitalisasi konservasi Gajah Sumatera di Way Kambas dan perlindungan gajah yang diambang kepunahan. *Jurnal Cahaya Mandalika, 5*(1), 237–245.

Rizwar, H. (2024). *Ekologi restorasi*. Gemini Publishing.

Rusnanto, D. E. (2025). *Distribusi kelimpahan mamalia pada tiga kontur habitat di lanskap Bukit Tiga Puluh Provinsi Jambi* (Disertasi doktoral). Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.

Sinovas, P., Smith, C., Keath, S., Chantha, N., Kaden, J., Ith, S., & Ball, A. (2025). Giants in the landscape: Status, genetic diversity, habitat suitability and conservation implications for a fragmented Asian elephant (*Elephas maximus*) population in Cambodia. *PeerJ*, *13*, e18932.

Situmorang, M. T. N. (2024). Mitigasi satwa liar di koridor ekologi Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, *4*(3), 271–278. https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i3.3114

Soehartono, T., Susilo, H. D., Andayani, N., & Gunaryadi, D. (2007). *Strategi dan rencana aksi konservasi gajah Sumatera (Elephas maximus sumatranus) 2007–2017*. Departemen Kehutanan RI, Direktorat Jenderal PHKA, WWF Indonesia, & WCS-IP.

Sukumar, R. (2006). A brief review of the status, distribution and biology of wild Asian elephants *Elephas maximus*. *International Zoo Yearbook*, *40*(1), 1–8. https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.2006.00001.x

Tarmizi. (2008). *Konservasi Gajah Sumatera di Taman Nasional Way Kambas*. Universitas Lampung.

Vasudev, D., Goswami, V., Srinivas, N., Syiem, B. L. N., et al. (2021). Identifying important connectivity areas for the wide-ranging Asian elephant across conservation landscapes of Northeast India. *Diversity and Distributions*, *27*, 2510–2526. https://doi.org/10.1111/ddi.13397

World Wildlife Fund. (2012). *Habitat loss drives Sumatran elephants step closer to extinction*. WWF Singapore. https://wwf.panda.org/wwf_news/?203227/Habitat-loss-drives-Sumatran-elephants-step-closer-to-extinction