

Full Length Research Article

Spatial Modeling of Javan Hawk-Eagle (*Nisaetus bartelsi*) Habitat Suitability in Bromo Tengger Semeru National Park

Pemodelan Spasial Kesesuaian Habitat Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru

Nirmala Ayu Aryanti¹, Tander Scila Serata Dwi Susilo^{1,*}, Ari Nadya Ningtyas¹, Mahmuddin Rahmadana²

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang. Jl. Raya Tlogomas 246 Lowokwaru, Kota Malang, 65144, Malang, Indonesia

² Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Jl. Raden Intan 6 Blimbing, Kota Malang, 65125, Malang, Indonesia

* Corresponding author. E-mail address: tandersusilo@gmail.com

ARTICLE HISTORY:

Received: 11 September 2020

Peer review completed: 2 October 2020

Received in revised form: 1 November 2020

Accepted: 27 January 2021

KEYWORDS:

Endemic

Habitat

Javan hawk-eagle

Maximum entropy

Spatial modeling

© 2021 The Author(s). Published by Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung in collaboration with Indonesia Network for Agroforestry Education (INAFAE). This is an open access article under the CC BY-NC license: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

ABSTRACT

Bromo Tengger Semeru National Park (TNBTS) is a conservation area as the habitat of endemic species in Java Island, such as the Javan hawk-eagle (*Nisaetus bartelsi*). One of the spatial models of habitat is the Ecological Niche Modeling (ENM) approach. This study aimed to determine habitat suitability for the Javan hawk-eagle in TNBTS. The research was conducted from September 2019 to January 2020. The habitat suitability model used the present coordinate point data and the Javan hawk-eagle habitat environment variables. The data were then analyzed to build a Javan hawk-eagle habitat suitability model using the Maximum Entropy (MaxEnt) algorithm. The results showed three models of habitat suitability categories, i.e.: high of 15,131.18 ha (30%), medium 11,216.61 ha (22%), and low 23,298.41 ha (48%). The evaluation of the Javan hawk-eagle habitat suitability model in TNBTS has an excellent model accuracy with an AUC value of 0.97 and a standard deviation of 0.93.

1. Pendahuluan

Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) merupakan jenis burung raptor dan endemik di Pulau Jawa. Distribusi raptor ini sangat sempit sehingga fungsi indikator ekosistem hanya dalam skala lokal (Cahyanaet al. 2016). Elang Jawa berperan dalam mengendalikan populasi satwa yang menjadi mangsanya dan peka terhadap perubahan lingkungan. Populasi elang Jawa semakin berkurang dan menjadi ancaman besar terhadap kelangsungan kelestariannya (Azmi et al. 2016). Pada tahun 2002, populasi elang Jawa yang tersisa di seluruh Pulau Jawa diprediksi hanya sekitar 325 pasang (Nurfatimah et al. 2016). Penyebab turunnya populasi elang Jawa adalah tingginya kerusakan hutan di Pulau Jawa sehingga dapat mengganggu habitat satwa yang ada di dalamnya (Nursamsi et al. 2018). Selain itu faktor biologis juga sangat berpengaruh terhadap populasi elang Jawa, karena mereka hanya kawin setiap dua tahun sekali untuk menghasilkan satu butir telur saja (Azmi et al. 2016). Elang Jawa tercatat sebagai satwa daftar merah *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) dengan kategori genting (Aji et al. 2019). Selain itu, pemerintah Indonesia telah

menetapkan elang Jawa sebagai salah satu dari 25 satwa prioritas yang harus ditingkatkan populasinya (Direktoral Jenderal KSDAE 2016).

Guna mengetahui habitat potensial elang Jawa dapat dilakukan dengan melakukan pemodelan spasial terhadap satwa tersebut. Pemodelan spasial kesesuaian habitat salah satunya melalui pendekatan *Ecological Niche Modelling* (ENM). Pendekatan ENM secara umum dapat mengkarakterisasi ekologi dari keanekaragaman hayati yang luas. Pendekatan ENM dispesifikan pada setiap jenis yang data populasinya sedikit serta sampelnya terdistribusi dengan baik sehubungan dengan variasi lingkungan (Prasetyo 2017). Pendekatan ini dapat memberikan gambaran rinci tentang potensi distribusi ekologi pemodelan kesesuaian habitat pada jenis tertentu. Salah satu pendekatan ENM yang paling berkembang adalah melalui penggunaan Algoritma *Maximum Entropy* (*MaxEnt*) (Morales et al. 2017). *MaxEnt* merupakan metode algoritma distribusi jenis yang hanya menggunakan data kehadiran suatu jenis (Widyastuti et al. 2020). Model ini terbukti kuat dan akurat dalam memodelkan jenis dengan data kehadiran yang relatif sedikit (Morales et al. 2017).

Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) merupakan salah satu kawasan konservasi yang menjadi habitat bagi elang Jawa. Pada akhir tahun 2019, TNBTS telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem (KSDAE) sebagai salah satu lokasi monitoring peningkatan populasi elang Jawa dengan target peningkatan populasi sebesar 2% (Rahmadana 2018). Oleh karena itu, data kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS sangat dibutuhkan untuk menyediakan data terkini mengenai habitat satwa tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian habitat dan mengidentifikasi variabel lingkungan yang berkontribusi terhadap prediksi keberadaan elang Jawa di kawasan TNBTS.

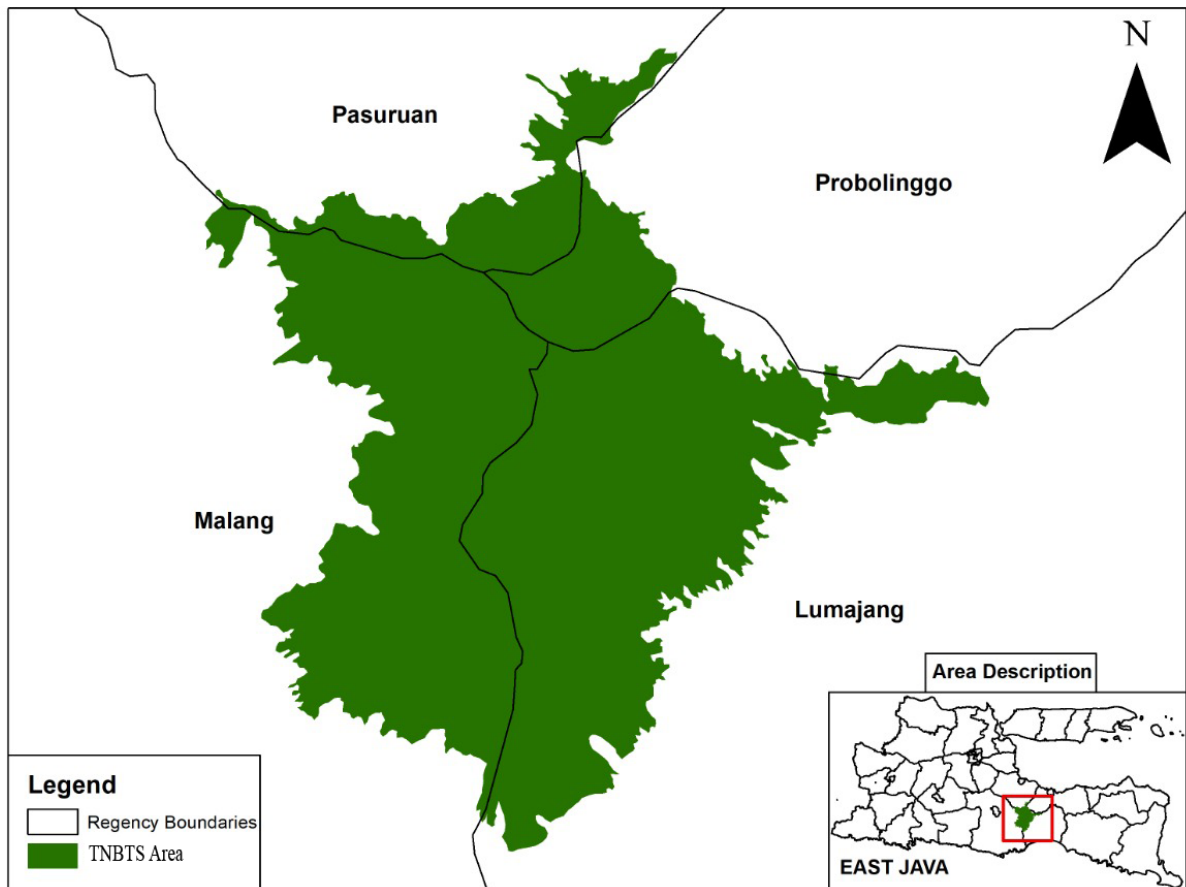
2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2019 – Januari 2020 di Kawasan TNBTS. Areal pengambilan data berada di bagian Barat (Kabupaten Malang), Utara (Kabupaten Pasuruan) dan Selatan (Kabupaten Lumajang) (**Gambar 1**). Pemilihan lokasi ini berdasarkan pada peluang perjumpaan elang Jawa yang relatif tinggi yang diperoleh dari hasil survey pendahuluan serta informasi keberadaan elang Jawa yang diperoleh dari petugas lapangan TNBTS dan masyarakat sekitar kawasan hutan TNBTS.

2.2. Bahan dan Alat

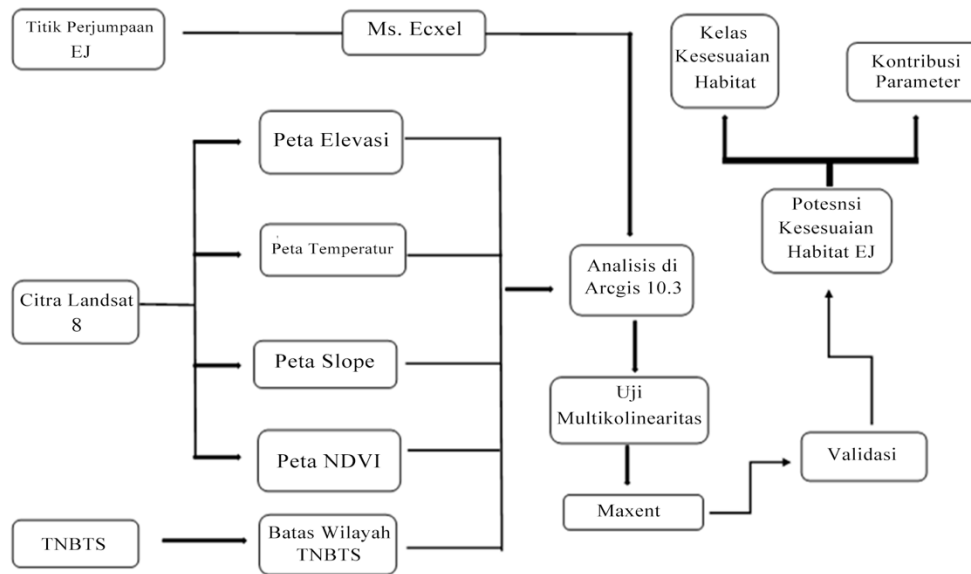
Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah titik perjumpaan elang Jawa sebagai data kehadiran (*presence data*) untuk pembentukan model kesesuaian habitat (Cahyana et al. 2016). Variabel habitat yang akan dijadikan parameter untuk membangun model kesesuaian habitat elang Jawa yaitu *Normalized Difference Vegetation Index*/NDVI, elevasi, kemiringan lahan, dan temperatur. Variabel tersebut dipilih dengan mempertimbangkan pendekatan karakter habitat elang Jawa yang dapat terukur secara spasial di TNBTS. Penelitian ini menggunakan data variabel yang diperoleh dari data penginderaan jauh di USGS (*United States Geological Survey*), USGS (*United States Geological Survey*). Variabel elevasi dan kemiringan lahan diperoleh dari data topografi menggunakan DEMNAS 32 bit yang memiliki resolusi 5-8 m, sedangkan variabel NDVI dan temperatur diperoleh dari data Citra Landsat-8 TM (Widyastuti et al. 2020).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan data kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS.

2.3. Pengumpulan Data

Diagram alur pengambilan data kesesuaian habitat elang Jawa TNBTS disajikan pada **Gambar 2**. Pengambilan data elang Jawa diawali dengan melakukan kegiatan orientasi lapang untuk mengetahui sebaran jenis tersebut secara langsung di area penelitian. Informasi kehadiran elang Jawa juga diperoleh berdasarkan literatur maupun informasi masyarakat sekitar TNBTS dan petugas TNBTS. Elang Jawa yang ditemukan secara langsung dicatat titik koordinatnya dengan bantuan GPS. Pengolahan data titik koordinat dan data variabel diawali dengan mengekstrak data ke Arc.Gis 10.3 untuk mengetahui nilai setiap variabel. Selanjutnya dilakukan *overlay* pada data titik koordinat dan variabel di Arc.Gis 10.3. Ekstrak ini digunakan untuk mengetahui nilai variabel setiap titik koordinat (Phillips dan Dudik 2008) yang digunakan untuk melakukan uji multikolinieritas pada software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Uji multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui hubungan antar variabel yang digunakan (Phillips dan Dudik 2008). Jika terdapat hubungan linier antar variabel, maka salah satu variabel harus dihilangkan (Morales et al. 2017). Setelah mendapatkan nilai uji multikolinieritas, data titik koordinat diekstrak kembali ke Ms Excel dalam format CSV (*Comma Separated Values*), sedangkan data variabel diekpor dalam format ASCII. Data koordinat dan data variabel kemudian digunakan untuk analisis *MaxEnt* (Phillips dan Dudik 2008).



Gambar 2. Diagram alur pengambilan data kesesuaian habitat elang Jawa TNBTS.

2.4. Analisis Data

Analisis untuk membangun model habitat menggunakan algoritma *MaxEnt* berdasarkan kehadiran dan variabel lingkungan (NDVI, elevasi, kemiringan, dan temperatur) yang diduga berpengaruh terhadap keberadaan elang Jawa (Hudjimartsu et al. 2017). Analisis *MaxEnt* menggunakan formulasi matematis sederhana berupa analisis regresi logistik sehingga dapat menduga model distribusi jenis secara geografis dengan akurasi tinggi. Perhitungan *MaxEnt* menghasilkan kesesuaian habitat yang ditunjukkan dengan rentang nilai antara 0 (tidak sesuai) sampai dengan 1 (sesuai atau optimal) (Hudjimartsu et al. 2017). Selain itu *MaxEnt* juga menghitung kontribusi relatif variabel terhadap model dan bagaimana variabel ini mempengaruhi prediksi kesesuaian habitat elang Jawa (Phillips dan Dudik 2008). Nilai kesesuaian habitat diklasifikasikan menjadi 3 kelas, yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Pembagian kelas mengacu pada standar klasifikasi yang digunakan ArcGis, salah satunya adalah *Equal Interval Standard*. Standar ini menekankan pada jumlah relatif nilai atribut terhadap nilai lain, jika nilai atribut memiliki rentang 0 – 300 maka diasumsikan terbentuk 3 kelas kategori kesesuaian habitat (Khan 2016).

Tabel 1. Nilai kesesuaian habitat elang Jawa (Nursamsi et al. 2018)

Nilai Kesesuaian	Kategori
0–0,180	Rendah
0,181–0,545	Sedang
0,546–0,998	Tinggi

Hasil perhitungan akurasi yang sudah termasuk dalam program *MaxEnt* direpresentasikan dengan nilai AUC (*Area Under the Receiver Operating Characteristics*). Nilai AUC digunakan untuk menguji akurasi model yang dibuat oleh *MaxEnt* (Nursamsi et al. 2018). Apabila nilai AUC lebih tinggi dari nilai standar deviasi maka model tersebut memiliki akurasi yang sangat tinggi. Namun, jika nilai standar deviasi lebih tinggi dari nilai AUC, maka akurasi model yang dibuat oleh *MaxEnt* sangat rendah (Khan 2016). Nilai standar deviasi digunakan untuk mengukur bagaimana sebaran nilai model di kawasan TNBTS.

Tabel 2. Akurasi kinerja model berdasarkan nilai AUC (Phillips dan Dudik 2008)

Nilai AUC	Kinerja Model
0,6 – ≤ 0,7	Kurang baik
> 0,7 – ≤ 0,8	Sedang
> 0,8 – 0,9	Baik

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan 73 kehadiran elang Jawa di kawasan TNBTS. Semakin banyak data kehadiran elang Jawa di lapangan maka semakin baik akurasi model kesesuaian habitat satwa tersebut (Latifiana 2019). Pembentukan model kesesuaian habitat elang Jawa juga dilakukan dengan mengkonversi data variabel lingkungan yang digunakan. Berdasarkan variabel NDVI, kelas kesesuaian habitat dapat dibagi menjadi 3 (Tabel 3). Pada kelas -0,07–0,21, jumlah titik temuan sebanyak 5. Hal ini disebabkan oleh kondisi kawasan pada kelas tersebut merupakan gunung berapi, semak belukar dan padang savana. Pada kelas NDVI 0,22–0,36, jumlah titik temuan sebanyak 18 dengan kondisi kawasan berupa semak belukar dan hutan lahan kering. Kelas yang paling sesuai adalah kelas dengan nilai NDVI 0,37–0,60 dengan jumlah temuan sebanyak 50. Kondisi kawasan ini merupakan hutan lahan kering dengan vegetasi yang sangat rapat.

Tabel 3. Kelas NDVI kesesuaian habitat elang Jawa TNBTS

Kelas NDVI	Jumlah Titik Temuan	Presentase Temuan (%)
-0,07–0,21	5	7
0,22–0,36	18	23
0,37–0,60	50	70

Data variabel elevasi dapat menghasilkan 3 kelas kesesuaian habitat elang Jawa dengan kisaran nilai elevasi 47–1.640 mdpl (meter di atas permukaan laut) (Tabel 4). Distribusi elang Jawa di TNBTS tersebar pada semua tipe hutan dari dataran rendah sampai pegunungan, dengan penyebaran terbanyak terdapat di daerah hutan pegunungan dan hutan perbukitan dibandingkan dengan tipe hutan lainnya (Cahyana et al. 2016). Elang Jawa yang tersebar di Pulau Jawa dapat ditemukan pada daerah pesisir dengan elevasi 26–66 mdpl, dan pegunungan dengan elevasi 500–2000 mdpl (Ardiansyah et al. 2019; Azmi et al. 2016).

Tabel 4. Kelas ketinggian/elevasi kesesuaian habitat elang Jawa TNBTS

Ketinggian (mdpl)	Jumlah Temuan	Persentase Temuan (%)
47–828	1	2
829–1.642	65	89
1.643–3.676	7	9

Pada elevasi 829–1.642 mdpl yang merupakan kelas zona sub montana (ketinggian 1.050–1.400 mdpl), ditemukan kehadiran titik perjumpaan elang Jawa terbanyak dan terendah berkisar 700 mdpl. Zona ini merupakan formasi hutan primer dan merupakan zona inti TNBTS. Tegakan hutan lokasi perjumpaan elang Jawa terdiri dari pohon-pohon besar dan tinggi yang membentuk lapisan tajuk. Menurut Rahmadana (2018), pada zona tersebut lapisan tajuk terbentuk oleh dominasi oleh jenis-jenis dari famili Fagaceae, Moraceae, dan Anacardiaceae, Sterculiaceae, dan Rubiaceae (Rahmadana 2018). Pada kelas elevasi 1.643–3.676 mdpl juga dijumpai kehadiran

elang Jawa, elevasi tersebut merupakan kombinasi antara zona montana (1.500–2.400 mdpl) dan zona sub-alpin (2.400 mdpl ke atas). Kondisi vegetasi kawasan TNBTS pada kawasan tersebut jumlahnya sangat sedikit, sehingga pada kawasan ini keanekaragaman jenisnya sudah mulai berkurang. Dominasi jenis yang terdapat pada zona montana merupakan tumbuhan pionir yang tidak dapat hidup di bawah tajuk yang tertutup, sedangkan zona sub-alpin hanya ditumbuhi pohon-pohon yang kerdil pertumbuhannya dan miskin jenis. Mengingat kondisi kawasan pada elevasi 2.400 mdpl yang merupakan hamparan abu, pasir, dan batuan tanpa vegetasi sama sekali sehingga elang Jawa sangat susah ditemukan pada elevasi tersebut (Rahmadana 2018).

Berdasarkan kelas kemiringan lahan (*slope*), diperoleh 3 kelas berdasarkan titik perjumpaan elang Jawa yaitu mulai dari kelas 0–70° (Tabel 5). Kemiringan tinggi didominasi pada daerah utara dan selatan TNBTS, sedangkan kawasan dengan kemiringan rendah terletak pada kawasan barat dan timur TNBTS. Kelas kemiringan 0–10° diperoleh 18 kehadiran, kelas 11–23° diperoleh 46 kehadiran, dan kelas 24–70° diperoleh 9 kehadiran elang Jawa. Pohon yang digunakan elang Jawa untuk bersarang berada pada kemiringan yang tinggi dengan nilai kisaran 54–86° (Syartinilia et al. 2009). Namun, hal ini berbanding terbalik di kawasan TNBTS, kehadiran elang Jawa yang melimpah ditemukan pada kemiringan 11–23°. Pada kemiringan yang tinggi di TNBTS tidak mendukung habitat elang Jawa karena tidak ditemukan tegakan tanaman berkayu yaitu kawasan gunung berapi, semak, tanah terbuka dan savanna.

Tabel 5. Kelas kemiringan (*slope*) kesesuaian habitat elang Jawa TNBTS

Kelas Kemiringan Lahan (°)	Jumlah Temuan	Persentase Temuan (%)
0–10	18	38
11–23	46	49
24–70	9	13

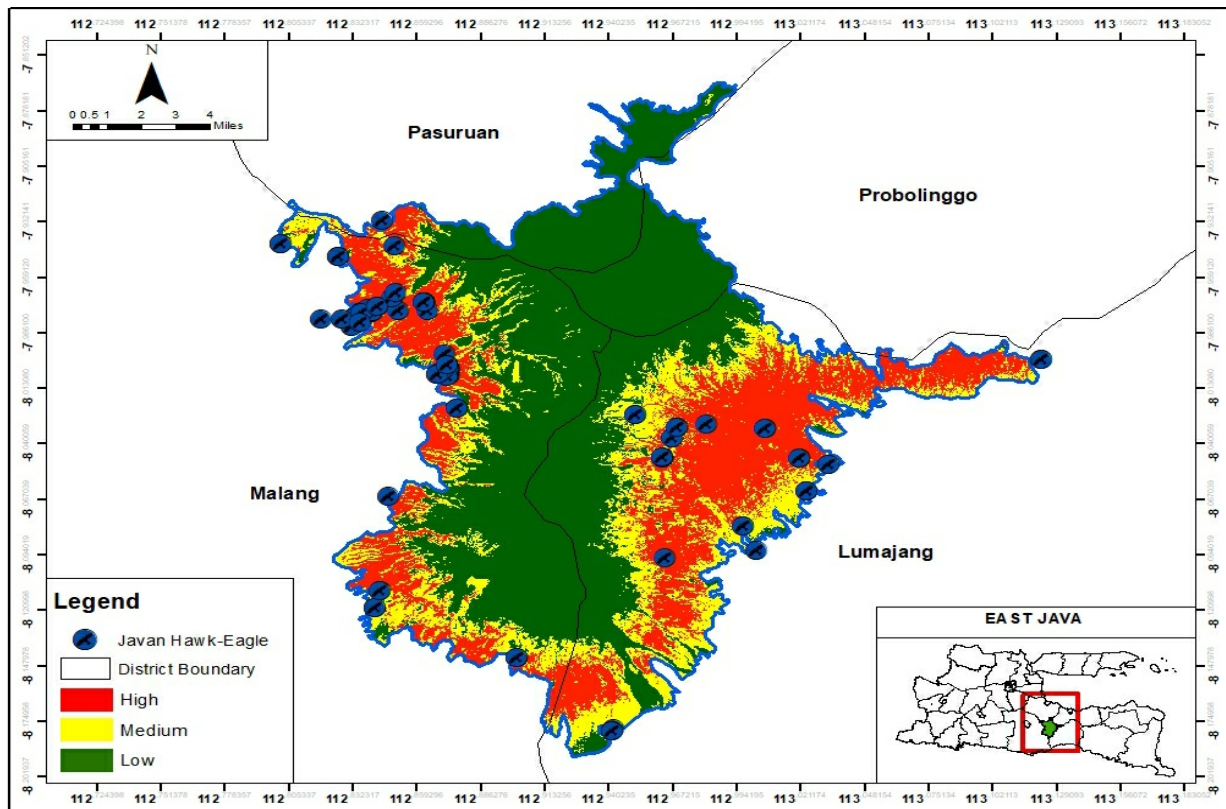
Hasil dari pengolahan variabel temperatur di TNBTS terbentuk 3 kelas kesesuaian habitat elang Jawa dengan kisaran temperatur 8–47°C. Temperatur yang paling banyak dijumpai elang Jawa nilainya berkisar 8–24°C, pada temperatur tersebut sumber pakan elang Jawa jumlahnya sangat melimpah. Sumber pakan yang dimaksud seperti tikus dan tupai (Cahyana et al. 2016). Masing-masing nilai variabel yang dihasilkan dilakukan uji multikolinearitas dengan menggunakan software SPSS. Berdasarkan uji multikolinearitas terhadap variabel lingkungan yang digunakan untuk memodelkan kesesuaian habitat elang Jawa diketahui bahwa variabel tersebut dapat digunakan untuk melakukan analisis lanjut dalam *MaxEnt*.

Hasil dari uji multikolinearitas menunjukkan nilai *Variance Inflating Factor* (VIF) < 10 dan nilai *tolerance* > 0,10 pada semua variabel lingkungan yang digunakan (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat multikolinearitas pada variabel tersebut dan tidak ada variabel yang harus dihilangkan dalam membangun model kesesuaian habitat elang Jawa. Setelah data variabel dan data kehadiran elang Jawa dianalisis lebih lanjut menggunakan *MaxEnt*, maka dapat diketahui peta potensi kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS.

Tabel 6. Nilai *tolerance* dan VIF pada uji multikolinearitas

Variabel	<i>Tolerance</i>	VIF
NDVI	0,88	1,13
Elevasi	0,21	4,64
Kemiringan lahan	0,53	1,88
Temperatur	0,17	5,83

Kehadiran elang Jawa di seluruh kawasan TNBTS diperoleh sebanyak 73 kehadiran, 65 kehadiran dijumpai di kelas kesesuaian tinggi, 8 kehadiran dijumpai pada kelas kesesuaian sedang, dan tidak dijumpai kehadiran elang Jawa pada kelas kesesuaian rendah. Data kehadiran dan data variabel lingkungan yang dianalisis dalam *MaxEnt* akan menghasilkan nilai piksel yang dapat digunakan untuk melihat lokasi potensial habitat elang Jawa di TNBTS (**Gambar 3**). Terlihat bahwa terdapat 3 warna yang dihasilkan dalam membangun model. Warna merah menunjukkan kesesuaian habitat yang sangat tinggi, warna kuning kesesuaian habitat sedang dan warna hijau kesesuaian habitat rendah (Phillips dan Dudik 2008). Masing-masing warna memiliki nilai proporsi yang merupakan nilai presentasi kelas kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS.



Gambar 3. Peta habitat potensial elang Jawa di TNBTS (Keterangan: *High*= kelas kesesuaian tinggi, *Medium*= kelas kesesuaian sedang, dan *Low*= kelas kesesuaian rendah).

Luasan habitat dengan kesesuaian tinggi bagi elang Jawa di TNBTS memiliki kawasan hutan primer dengan kondisi tutupan vegetasi yang masih baik. Pada kelas kesesuaian habitat rendah (48%) dan sedang (22%) merupakan kawasan gunung berapi dengan kondisi vegetasi semak dan savana (**Tabel 7**). Elang Jawa akan cenderung memilih lokasi dengan tutupan vegetasi yang baik seperti hutan primer, namun daerah jelajahnya juga mencangkup hutan sekunder bahkan kawasan terbuka (Aji et al. 2019).

Tabel 7. Kelas kesesuaian habitat elang Jawa

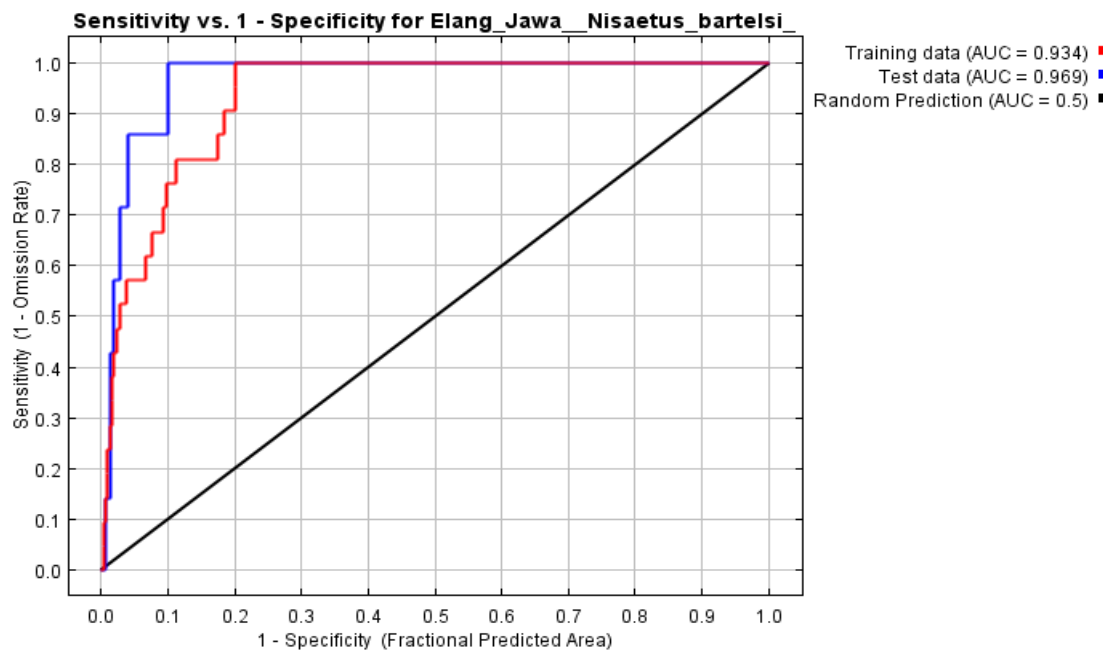
Kelas Kesesuaian	Luas (ha)	Proporsi (%)
Rendah	23.928,41	48
Sedang	11.216,61	22
Tinggi	15.131,18	30

Nilai proporsi yang dihasilkan digunakan untuk menentukan nilai penting dari setiap variabel pada kelas kesesuaian habitat yang digunakan oleh elang Jawa di TNBTS (Widyastuti et al. 2020). Berdasarkan nilai variabel penting yang dianggap berpengaruh terhadap keberadaan elang Jawa di TNBTS adalah variabel NDVI, elevasi, dan temperatur (**Tabel 8**).

Tabel 8. Nilai variabel penting dalam membangun kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS

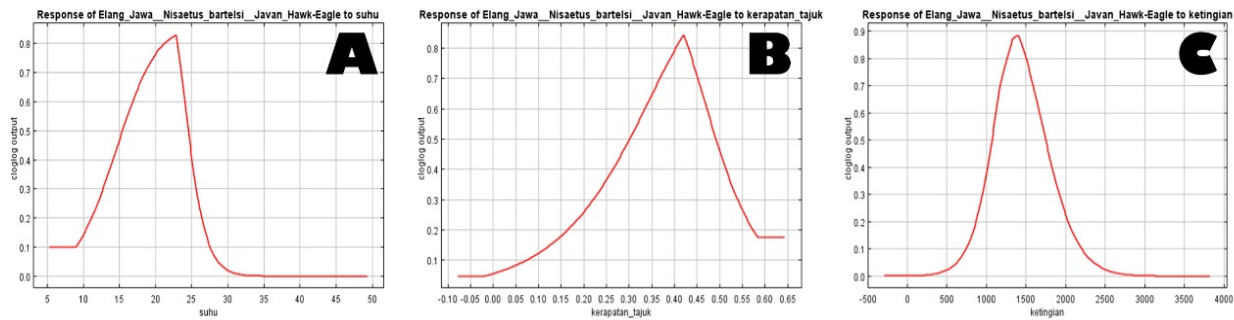
Variabel	Variabel Penting (%)
NDVI	12,0
Elevasi	48,0
Kemiringan lahan	1,2
Temperatur	38,8

Variabel penting dianggap mampu berkontribusi apabila nilainya $> 10\%$ (Darmawan 2017). Variabel kemiringan lahan tidak berpengaruh terhadap keberadaan elang Jawa di TNBTS dikarenakan pada kemiringan yang tinggi hampir tidak ditemukannya vegetasi. Kondisi kawasan dengan kemiringan yang curam pada TNBT merupakan kawasan gunung berapi, semak, savanna dan tanah kosong, sehingga kawasan tersebut tidak mendukung habitat bagi elang Jawa. Hasil nilai variabel penting kemudian diuji lanjut dengan *Area Under the Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve (AUC)*, uji ini dilakukan guna mengetahui variabel dan pengaruhnya bagi model kesesuaian habitat (Nursamsi et al. 2018) elang Jawa di TNBTS (**Gambar 4**).



Gambar 4. Grafik hasil uji AUC kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS.

Hasil uji AUC merupakan evaluasi model dalam menduga kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS. Hasil uji ini menunjukkan nilai AUC 0,96 dengan standar deviasi 0,93, yang menggambarkan tingkat akurasi model yang sangat baik. Nilai dari deviasi lebih kecil daripada nilai AUC, nilai AUC yang sangat baik yaitu melebihi nilai dari 0,90 (Araújo et al. 2005; Morales et al. 2017). Hubungan antara probabilitas kehadiran elang Jawa dengan variabel lingkungan ditunjukkan dengan grafik respon tiap variabel. Pada **Gambar 5** dapat dilihat variasi variabel lingkungan yang mempengaruhi prediksi kehadiran elang Jawa di TNBTS.



Gambar 5. Grafik respon variabel yang berkontribusi tinggi dalam membangun model kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS. a. Elevasi (EL), b. Temperatur (TP), dan c. NDVI (NI).

Berdasarkan kontribusi tertinggi untuk membangun model habitat, maka daerah yang berpotensi sebagai habitat elang Jawa di TNBTS memiliki karakteristik yang meliputi elevasi 1.000–1.500 mdpl, NDVI 0,30–0,40% dan temperature 20–25°C. Variabel tersebut sangat penting bagi keberadaan elang Jawa di TNBTS baik untuk berburu maupun bersarang. Keberadaan tutupan vegetasi dimanfaatkan oleh burung untuk bersarang, berlindung, mencari makan hingga berkembangbiak. Pohon tinggi, tajuk pohon yang tidak terlalu rapat, dekat dengan perairan, dan cabang besar horizontal dipilih bagi elang Jawa untuk bersarang (Ridwan et al. 2014; Ulumiyah et al. 2019). Habitat yang sesuai untuk mendukung kehidupan elang Jawa di TNBTS perlu dipertahankan baik kondisi fisik dan biologisnya. Habitat yang dapat mendukung kehidupan populasi berupa tersedianya ruang yang cukup, pelindung yang memadai untuk berkembangbiak dan berbagai macam gangguan, serta tersedia kebutuhan untuk pemenuhan gizi individu maupun populasi (Alikodra 2002; Azmi et al. 2016).

4. Kesimpulan

Model kelas kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS yang termasuk kategori tinggi seluas 15.131,18 ha (30%), kategori sedang 11.216,61 ha (22%), dan kategori rendah 23.298,41 ha (48%). Evaluasi model dengan analisis *MaxEnt* menunjukkan bahwa kesesuaian habitat elang Jawa di TNBTS memiliki tingkat akurasi model yang sangat baik dengan nilai AUC 0,97 dan standar deviasi 0,93, dan dapat menggambarkan jawaban dari tujuan penelitian atau temuan ilmiah yang diperoleh.

Sanwacana

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Kelompok Studi Satwa Liar Kehutanan Universitas Muhammadiyah Malang, dan Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.

Daftar Pustaka

Aji, F.D.N., Widodo, T., Gunawan, Marzuli, R., Trahnawan, S., and Kurniawan, E. 2019. Javan Hawk-Eagle Release Program in Gunung Sigogor and Gunung Picis Nature Reserve, East Java. *Jurnal Metamorfosa Biological Sciences* 6: 237–243. DOI:

[10.24843/metamorfosa.v06.i02.p14](https://doi.org/10.24843/metamorfosa.v06.i02.p14)

- Alikodra, H.S. 2002. *Pengelolaan Satwa Liar*. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Araújo, M.B., Pearson, R.G., Thuiller, W., and Erhard, M. 2005. Validation of Species-Climate Impact Models under Climate Change. *Global Change Biology* 11(9): 1504–1513. DOI: [10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x)
- Ardiansyah, I.N., Matovani, R.T., Pertiwi, D.A., Salsabila, G., and Aryanti, N.A. 2019. Birdwatching Potential Based on Distribution of Bird Diversity in Protected Forests RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang. *Media Konservasi* 24(2): 200–206. DOI: [10.29244/medkon.24.2.200-206](https://doi.org/10.29244/medkon.24.2.200-206)
- Azmi, N., Syartinilla, and Ulyani, Y. 2016. Model Distribusi Spasial Habitat Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) yang Tersisa di Jawa Barat. *Media Konservasi* 21(1): 9–18. DOI: [10.29244/medkon.21.1.9-18](https://doi.org/10.29244/medkon.21.1.9-18)
- Cahyana, A.N., Hernowo, J.B., and Prasetyo, L.B. 2016. Pemodelan Spasial Kesesuaian Habitat Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi* Stresemann, 1924) di Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Media Konservasi* 20(3): 211–219. DOI: [10.29243/medkon.20.3](https://doi.org/10.29243/medkon.20.3)
- Darmawan, B.A. 2017. Prediksi Sebaran Invasif Spesies *Acacia Nilotica* dengan Model Maximum Entropy (Studi Kasus Taman Nasional Baluran). Institut Pertanian Bogor.
- Direktoral Jenderal KSDAE. 2016. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal KSDAE Tahun 2015*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Hudjimartsu, S.A., Herdiyeni, Y., Prasetyo, L.B., and Siswoyo, A. 2017. Prediction of the Spread of *Acacia nilotica* Invasive Species using Generalized Linear Models. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 23: 180–191. DOI: [10.7226/jtfn.3.12350](https://doi.org/10.7226/jtfn.3.12350)
- Khan, N.U. 2016. Contribution of Plant Breeding for Adaptation. in: *Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Komda Riau*, Pekanbaru 1–5.
- Latifiana, K. 2019. Pemetaan Habitat Potensial Herpetofauna pada Daerah Terdampak Erupsi Gunung Merapi 2010. *Seminar Nasional Geomatika* 3: 497. DOI: [10.24895/sng.2018.3-0.1002](https://doi.org/10.24895/sng.2018.3-0.1002)
- Morales, N.S., Fernández, I.C., and Baca-González, V. 2017. MaxEnt's Parameter Configuration and Small Samples: Are We Paying Attention to Recommendations? A Systematic Review. *PeerJ* 5:e3093. DOI: [10.7717/peerj.3093](https://doi.org/10.7717/peerj.3093)
- Nurfatimah, C., Syartinilla, and Mulyani, Y.A. 2016. Potential Habitat of Javan Hawk-Eagle Based on Multi-Scale Approach and its Implication for Conservation. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 54: 012064. DOI: [10.1088/1742-6596/755/1/011001](https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001)
- Nursamsi, I., Partasasmita, R., Cundaningsih, N., and 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. DOI: [10.13057/biodiv/d190447](https://doi.org/10.13057/biodiv/d190447)
- Prasetyo, L. B. 2017. *Pendekatan Ekologi Lanskap untuk Konservasi Biodiversitas*. Bogor. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Pp. 76.
- Phillips, S.J., and Dudik, M. 2008. Modeling of Species Distributions with Maxent: New Extensions and a Comprehensive Evaluation. *Ecography* 31: 161-175. DOI: [10.1111/j.2007.0906-7590.05203.x](https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05203.x)
- Rahmadana, M. 2018. *Laporan Kegiatan Monitoring Elang Jawa (Nisaetus bartelsi) di Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru*. Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, Malang.

- Ridwan, I., Mulyadi, A.T., and Rusli, A. 2014. Pemantauan Ekologi Sarang Elang Jawa (*Spizaets bartelsi*) di Wilayah Hutan Cikaniki Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Jurnal Nusa Sylva* 14(2): 43–46.
- Syartinilia, Tsuyuki, S., and Lee, J. soo. 2009. GIS-Based Habitat Model of Javan Hawkeagle (*Spizaetus bartelsi*) using Inductive Approach in Java Island, Indonesia. *Wildlife: Destruction, Conservation and Biodiversity* 301–312.
- Ulumiyah, N., Hernowo, J.B., and Masy'ud, B. 2019. Faktor-Faktor Penentu Keberhasilan Pelepasliaran Elang Bondol (*Haliastur indus* Boddaert, 1783) di Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 9(2): 337–351. DOI: [10.29244/jpsl.9.2.337-351](https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.337-351)
- Widyastuti, S., Perwitasari-Farajallah, D., Prasetyo, L.B., Iskandar, E., and Setiawan, A. 2020. Maxent Modelling of Habitat Suitability for the Endangered Javan Gibbon (*Hylobates moloch*) in Less-Protected Dieng Mountains, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 457(1): 0–10. DOI: [10.1088/1755-1315/457/1/012014](https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012014)