

Studi Penggunaan *Maximum Entropy* untuk Pemodelan Kesesuaian Habitat Bekantan (*Nasalis larvatus wurmb, 1787*) di Kawasan Cagar Alam Teluk Adang

Ahmad Nuryani¹, Ali Suhardiman¹, Chandradewana Boer¹, Rachmad Budiwijaya Suba¹, Yohanes Budi Sulistioadi¹, dan Yaya Rayadin^{1,2*}

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda

²PT Ecology and Conservation Center for Tropical Studies (ECOSITROP); email: yrayadin@yahoo.com

ABSTRAK

Bekantan (*Nasalis larvatus* Wurm, 1787) adalah primata endemik Borneo yang dikategorikan sebagai spesies terancam punah oleh IUCN dan dilindungi oleh peraturan nasional. Populasi bekantan telah mengalami penurunan signifikan di berbagai habitat, termasuk di Cagar Alam Teluk Adang yang berbagi ruang dengan aktivitas manusia. Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi habitat yang cocok bagi bekantan dalam sebaran spasial sangat penting untuk menentukan tindakan konservasi yang tepat untuk melindungi populasi bekantan di Cagar Alam Teluk Adang. Penelitian ini bertujuan 1) Menghasilkan peta kesesuaian habitat melalui model hubungan antara keberadaan bekantan dengan variabel lingkungan yang berpengaruh dan 2) Memetakan struktur habitat berdasarkan pada hasil peta kesesuaian habitat. Penelitian ini menggunakan Model MaxEnt untuk membangun prediksi distribusi bekantan berdasarkan data perjumpaan dan sepuluh variabel lingkungan. Hasil kesesuaian habitat kemudian dianalisis menggunakan metode Analisis *Morphological Spatial Pattern Analysis* (MSPA) untuk menghasilkan struktur habitat. Berdasarkan hasil penelitian melalui Maxent, faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kehadiran bekantan adalah hutan mangrove, jarak dari sungai, jarak dari garis pantai dan Leaf Area Index. Hasil klasifikasi juga menunjukkan luas potensi habitat bekantan adalah sekitar 7.513 Ha (15.7% dari total luasan). Habitat bekantan telah mengalami fragmentasi dengan 11 inti utama yang dapat secara utuh mengakomodasi home range bekantan.

Kata kunci: Bekantan, Cagar alam, Teluk Adang, MSPA, Mangrove

ABSTRACT

Proboscis Monkey (*Nasalis larvatus* Wurm, 1787) is an endemic primate of Borneo, classified as a critically endangered species by the IUCN and protected by national regulations. The population of Proboscis Monkey has experienced significant decline in various habitats, including in the Teluk Adang Conservation Area, which shares space with human activities. The identification of factors influencing suitable habitat for Proboscis Monkey in a spatial distribution is crucial in determining appropriate conservation actions to protect the Proboscis Monkey population in the Teluk Adang Conservation Area. This study aims to 1) produce a habitat suitability map through a model of the relationship between the presence of Proboscis Monkey and influencing environmental variables and 2) map habitat structure based on the results of the habitat suitability map. This study uses the MaxEnt model to build predictions of Proboscis Monkey distribution based on occurrence data and ten environmental variables. The suitability of habitat is then analyzed using the Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA) method to produce habitat structure. Based on the results of the Maxent, the environmental factors influencing the presence of Proboscis Monkey are mangrove forest, distance from rivers, distance from the coast, and Leaf Area Index. The classification results also showed that the potential area of Proboscis Monkey habitat is approximately 7,513 ha (15.7% of the total area). Proboscis Monkey habitat has experienced fragmentation, with 11 main cores that can accommodate the Proboscis Monkey home range. This study also provides conservation recommendations for Proboscis Monkey habitat.

Keywords: Proboscis Monkey, Nature reserve, Adang bay, MPSA, Mangroves

Citation: Nuryani, A., Suhardiman, A., Boer, C., Suba, R.B., Sulistioadi, Y.B., dan Rayadin, Y. (2024). Studi Penggunaan Maximum Entropy untuk Pemodelan Kesesuaian Habitat Bekantan (*Nasalis larvatus wurmb, 1787*) di Kawasan Cagar Alam Teluk Adang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1174-1183, doi:10.14710/jil.22.5.1174-1183

1. PENDAHULUAN

Bekantan (*Nasalis larvatus* Wurm, 1787) merupakan primata endemik Borneo yang habitatnya meliputi tiga negara yaitu Indonesia (seluruh provinsi

Kalimantan), Malaysia (Sabah, Sarawak), dan Brunei Darussalam dengan populasi terbesar terdapat di wilayah Kalimantan (Phillipps and Phillipps, 2016) Monyet ini dikategorikan sebagai spesies terancam

Nuryani, A., Suhardiman, A., Boer, C., Suba, R.B., Sulistioadi, Y.B., dan Rayadin, Y. (2024). Studi Penggunaan Maximum Entropy untuk Pemodelan Kesesuaian Habitat Bekantan (*Nasalis larvatus wurmb, 1787*) di Kawasan Cagar Alam Teluk Adang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1174-1183, doi:10.14710/jil.22.5.1174-1183

punah (*endangered species*) IUCN Red list of Threatened Species 2021 (Boonratana, 2021) dan dikategorikan dalam Appendix I dalam CITES, 2022. Secara nasional, Bekantan dilindungi dan sangat diprioritaskan untuk konservasi yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.106 /MENLHK /SETJEN /KUM.1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar dilindungi, bekantan termasuk dalam jenis satwa primata yang dilindungi. Pada umumnya bekantan tinggal di hutan-hutan dekat air terbuka, seperti hutan bakau atau hutan riparian. mungkin terkait dengan kurangnya mineral, seperti fosfor, di hutan pedalaman (Matsuda et al., 2013) Hutan bakau dan hutan riparian telah menjadi salah satu habitat Kalimantan yang paling terancam akibat aktivitas manusia seperti ekspansi infrastruktur dan perkebunan (Toulec et al., 2020).

Bekantan hidup di habitat terbatas seperti di hutan mangrove, hutan di sekitar sungai, dan hutan rawa gambut yang terancam oleh berbagai aktivitas manusia (Suwanto et al., 2016), (Widiastuti and Rifanjani, 2017). Populasi bekantan di berbagai habitat memperlihatkan terjadinya penurunan yang signifikan. Populasi bekantan di berbagai habitat memperlihatkan penurunan yang signifikan karena perubahan habitat dan konversi penggunaan lahan (Rezeki, 2016), (Srimulyaningih and Syaputra, 2021).

Penelitian Bismark (1995), menyatakan bahwa populasi bekantan sekitar 114.000 ekor pada kurun satu decade Manansang dkk., (2005) menyebutkan bahwa populasi bekantan di alam sekitar 10.000 individu sehingga laju rata rata penurunan populasi adalah 10% pertahun. Laporan terakhir menurut Meijaard, (2008) dan Gron (2009) menyatakan bahwa penurunan populasi bekantan dapat berkisar antara 50-80% selama kurun waktu 36-40 tahun terakhir.

Cagar Alam (CA) Teluk Adang merupakan salah satu kawasan konservasi yang secara administrasi berada di Kabupaten Paser dan Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur dan merupakan salah satu habitat bekantan. Bekantan di habitat mangrove Cagar Alam Teluk Adang berbagi ruang dengan kehidupan manusia, sebagian hutan mangrove telah dialihfungsikan kerusakan habitat telah berlangsung dengan adanya aktivitas pertambangan, persawahan, perkebunan kelapa sawit, pertambangan batubara, pembukaan ladang, permukiman, pelabuhan, serta lalu lintas sungai (BKSDA, 2019). Kondisi seperti ini dapat menyebabkan meningkatnya potensi gangguan dan kerusakan habitat, sehingga dapat menekan keberadaan populasi bekantan (Atmoko et al., 2021).

Identifikasi faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kehadiran bekantan di Cagar Alam Teluk Adang perlu diketahui bentuk dan pola sebaran spasialnya. Pengetahuan tentang faktor-faktor yang paling mempengaruhi habitat yang cocok bagi bekantan dalam sebaran spasial sangat penting untuk menentukan tindakan konservasi yang tepat (Bismark, 2010). Pemodelan secara spasial

kesesuaian habitat satwa liar telah banyak dilakukan. Salah satunya melalui pendekatan *Ecological Niche Modelling* (ENM). 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) (Aryanti et al., 2021).

Maxent adalah metode algoritma distribusi spesies yang hanya menggunakan data kehadiran suatu jenis (Phillips et al., 2006). Model Maxent ini terbukti kuat dan akurat dalam memodelkan spesies dengan data kehadiran yang relative sedikit (Elith dkk., 2011; Morales dkk., 2017). Maxent telah digunakan untuk memprediksi distribusi hewan primata salah satunya adalah bekantan. Model kesesuaian habitat menggunakan maxent telah diaplikasikan untuk habitat bekantan oleh Wardatutthoyibah dkk., (2019) untuk seluruh pulau Kalimantan dan Atmoko dkk., (2020) secara spesifik di Delta Berau.

Bismark dan Iskandar (2002) mencatat bahwa bekantan sangat sensitif terhadap fragmentasi habitat, sehingga selain analisis kesesuaian habitat perlu diketahui terkait struktur habitat yang sesuai saat ini. Penelitian ini bertujuan menghasilkan peta kesesuaian habitat melalui model hubungan antara keberadaan bekantan dengan variabel lingkungan yang berpengaruh dan memetakan struktur habitat berdasarkan pada hasil peta kesesuaian habitat yang berlokasi di CA Teluk Adang. Kajian yang dihasilkan akan berguna untuk perencanaan konservasi bekantan pada skala lanskap di CA Teluk Adang.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Kajian

Lokasi penelitian berada di kawasan Cagar Alam Teluk Adang (00° 45' 00" - 02° 28' 20" LS dan 116° 00' 00" - 117° 00' 00" BT) yang berada di wilayah administrasi Kabupaten Paser dan Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) Provinsi Kalimantan Timur. CA Teluk Adang dapat ditempuh selama 5 jam berkendara dari Balikpapan atau 7 jam dari Ibukota Samarinda. Konservasi alam ini telah mengalami beberapa kali perubahan penetapan kawasan, dan terakhir kali penetapan kawasan sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.7781/MENLHK-PKTL/KUH/ PLA.2/12/2021 tanggal 1 Desember 2021 dengan luas 55.185,47 hektar (Gambar 1). Cagar Alam Teluk Adang dikelola oleh pemerintah pusat, yaitu Balai Konservasi Sumber Daya Alam Kalimantan Timur di bawah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Cagar Alam Teluk Adang memiliki beragam potensi sumberdaya alam, mulai dari flora hingga fauna. Di dalam kawasan ini, terdapat sekitar 37 jenis flora yang berbeda dan 20 jenis suku mangrove yang telah teridentifikasi secara langsung di lapangan. Selain itu, terdapat juga potensi keragaman fauna endemic seperti buaya muara (*Crocodylus porosus*) dan Bekantan (*Nasalis larvatus*) (Mukhlisi dan Nuryani, 2021); Firman dkk., 2017).

2.2. Perjumpaan Bekantan

Data Perjumpaan Bekantan Tahun 2016-2021 digunakan sebagai *data training dan test* untuk menghasilkan kesesuaian habitat menggunakan model maxent. Data ini didapatkan melalui arsip laporan monitoring populasi bekantan (*Nasalis larvatus*) yang dilakukan setiap tahun oleh BKSDA Kalimantan Timur. Data perjumpaan bekantan tahun 2022 digunakan untuk validasi model kesesuaian habitat yang dihasilkan. Data ini diperoleh dengan melakukan survei atau pengamatan langsung perjumpaan Bekantan di dalam kawasan selama bulan April-Juni 2022.

Metode pengamatan dilakukan dengan cara transek. Pengamatan dengan metode transek dilakukan dengan mengikuti sungai hingga kapal tidak dapat menyusuri sungai, pengamat mengamati keberadaan satwa bekantan pada kanan dan kiri sungai, dengan jarak pandang pengamat berkisar antara 50-100 meter dari objek dengan bantuan alat binokuler. Titik koordinat GPS kemudian disesuaikan dengan titik perjumpaan dengan bantuan peta cetak lapangan. pada Penentuan Pengamatan dilakukan sebanyak dua kali untuk setiap jalur, yakni pada periode pagi hari (05:30 WITA – 10.00 WITA) dan pengamatan sore hari (16:00 WITA – 18:30 WITA).

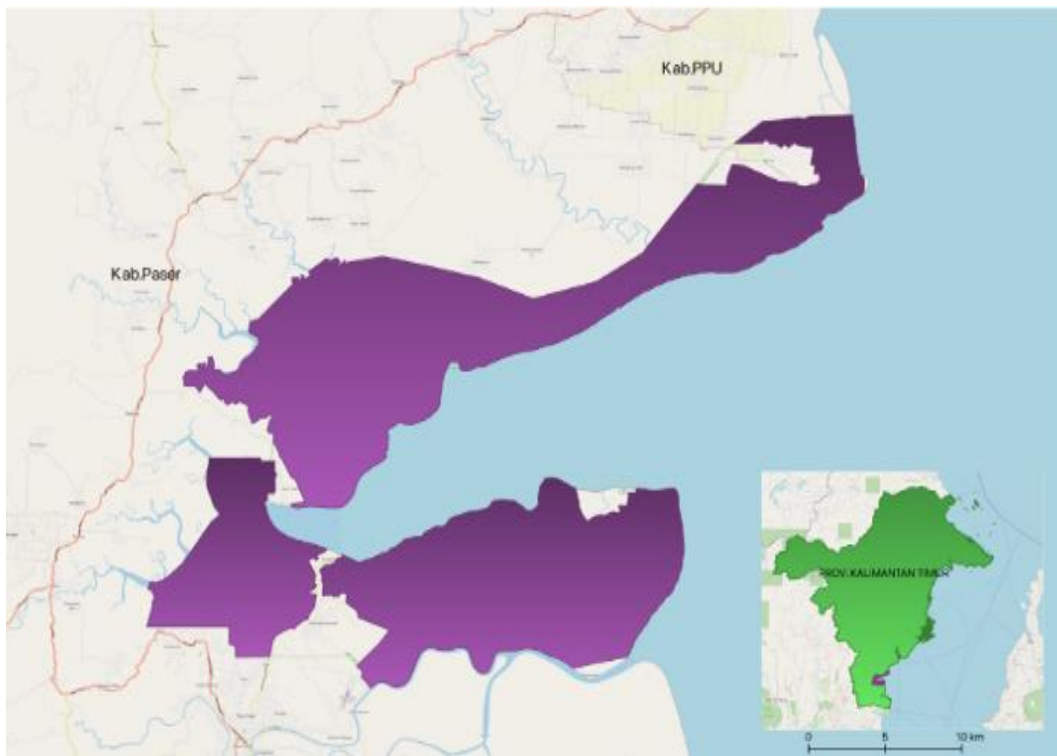
2.3. Variabel Lingkungan

Variable lingkungan yang dapat mempengaruhi keberadaan bekantan di CA Teluk Adang dibagi kedalam tiga kategori yakni biologis, gangguan manusia dan fisik lingkungan. Variabel biologis yang dipilih merupakan Leaf Area Index (LAI), Tinggi Tajuk,

Hutan Mangrove dan Hutan Rawa. Variabel tersebut dipilih karena bekantan menyesuaikan diri dengan berbagai macam makanan sesuai dengan yang tersedia dan perubahan musiman pada nutrisi yang mudah tercerna (Harding, 2015). Biomassa bekantan dipengaruhi oleh jenis vegetasi, yang pada gilirannya mempengaruhi ukuran rentang rumah dan jarak perjalanan hariannya karena ketersediaan makanan (Matsuda dkk., 2010). LAI dihasilkan dari pengolahan citra sentinel-2 tahun 2022 yang diproses menggunakan cloud computing google earth engine dengan mengambil nilai median pada hasil filter bitmask pada QA60. LAI didapatkan dengan melakukan analisa perubahan nilai Enhanced Vegetation Index (EVI) menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh (Boegh et al., 2002), sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{LAI} &= (3.618 * \text{EVI} - 0.118) \\ \text{EVI (Sentinel 2)} &= 2.5 * ((B8 - B4) / (B8 + 6 * B4 - 7.5 * B2 + 1)) \end{aligned}$$

Penghitungan nilai EVI dirancang untuk meningkatkan sinyal vegetasi dengan peningkatan sensitivitas pada wilayah dengan biomassa tinggi dan meningkatkan pemantauan vegetasi dengan memisahkan background canopy serta pengurangan pengaruh atmosfer. Sensitivitas EVI terhadap LAI lebih tinggi pada periode produksi biomassa yang juga tinggi, dimana analisis regresi antara LAI-EVI menunjukkan hubungan yang lebih kuat pada lokasi iklim tropis yang kering dan hangat (Alexandridis et al., 2020).



Gambar 1. Peta Kawasan Cagar Alam Teluk Adang

Tinggi Tajuk pohon diambil dari Lang dkk. (2022) yang mengkombinasikan sentinel 2 dengan Lidar GEDI untuk menghasilkan estimasi tinggi tajuk. Hutan Mangrove dan Hutan Rawa diambil dari Peta Penutup Lahan CA Teluk Adang skala 1:25.000 BKSDA Kalimantan Timur dengan skala 1:25.000 tahun 2022. Peta di konversi ke format raster dengan resolusi pixel 10 m. Untuk masing penutup lahan diberikan nilai 1 yang menunjukkan kehadiran dan 0 yang menunjukkan ketidakhadiran.

Variabel gangguan manusia yang dipilih antara lain jarak dari jalan, pemukiman, tambak dan perkebunan dengan sumber dari masing masing variabel disajikan pada Tabel 1. Konversi hutan rawa menjadi kebun perkebunan dan lahan pertanian, atau pengembangan tambak di hutan mangrove, semuanya merupakan penyebab utama kerusakan habitat monyet bekantan (Bismark, 2010). Jarak dari sungai dan garis pantai merupakan variabel kondisi fisik yang dipilih pada penelitian ini. Dua variabel fisik tersebut mendukung fungsi ekologis habitat utama bekantan yakni hutan riparian dan hutan mangrove (Meijaard, 2016). Variabel Pemrosesan jarak menggunakan Euclidean Distance tool dalam Arcgis Pro versi 3.0. Adapun faktor fisik lainnya seperti ketinggian dan iklim (suhu dan curah hujan) tidak digunakan dalam penelitian ini mengingat wilayah studi yang masih berada dikawasan pesisir dengan gradien elevasi, suhu dan curah hujan yang rendah.

Analisa multikolineralitas dilakukan untuk mengetahui derajat korelasi antar variabel. menggunakan keseluruhan nilai dataset raster variable yang telah dibuat. Jika terdapat hubungan kuat antara dua variable atau lebih maka salah satu variabel harus dihilangkan. Analisa ini menggunakan *tools spatial analysis* dalam ArcGIS yang bernama *Band Collection Statistic*. *Band Collection Statistic* mampu membuat matriks korelasi pearson antar raster.

2.4. Modelling Habitat

MaxEnt versi 3.4.4 (Phillips dkk., 2006; Phillips & Dudík, 2008) digunakan untuk membangun prediksi distribusi bekantan di CA Teluk Adang. *MaxEnt* berjalan menggunakan data perjumpaan dan variabel lingkungan dengan format ASCII. ArcGIS Pro 3.0 digunakan untuk memproses keseluruhan data spasial yang kemudian dikonversi menjadi file ASCII. Sebanyak 75% data perjumpaan bekantan digunakan sebagai data *training* dan 25% data kejadian untuk

test model. Replikasi model yang dipilih adalah 10 dengan setting lainnya dibiarkan secara default. Analisis Jackknife dan kurva respon kemudian dipilih untuk menghasilkan nilai kinerja model.

Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan metode *Receiver Operating Characteristic* (ROC). ROC merupakan metode yang berdasarkan pada sensitivitas dan spesifisitas. Sensitivitas menggambarkan seberapa baik model memprediksi kehadiran, sedangkan spesifisitas menggambarkan seberapa baik model memprediksi ketidakhadiran. Metode ROC dibangun dengan memilih beberapa data untuk dijadikan sampel.

Sebuah kurva ROC yang ideal akan membentuk bentuk huruf L dan berdekatan dengan sumbu-y dengan puncak yang tajam, sehingga luas di bawah kurva (AUC) mencapai nilai maksimalnya yaitu 1,0. Semakin dekat nilai AUC ke 1,0, maka semakin tinggi kualitas modelnya (Fitzgibbon dkk., 2022). Indeks Kesesuaian Habitat mulai dari 0-1, dikategorikan menjadi empat kelas yaitu, sangat sesuai (>0,66), cukup sesuai (0,33-0,66), kurang sesuai (0,1-0,33), dan tidak sesuai (<0,1).

2.5. Pemetaan Struktur Habitat

Analisis MSPA (*Morphological Spatial Pattern Analysis*) dilakukan dengan perangkat lunak Guidos, yang tersedia secara gratis di situs web Europe Commission (Vogt, 2016). MSPA adalah operasi matematika pada morfologi yang ditargetkan pada deskripsi geometri dan konektivitas komponen gambar. Metode MSPA mengelompokkan pada tingkat pixel, foreground yang sesuai dengan tujuh kategori struktural yang menampilkan informasi tentang ukuran, bentuk, dan fungsi untuk konektivitas (*core, islet, perforation, edge, loop bridge, dan branch*). Inti (*core*) didefinisikan sebagai daerah internal; *Islet* adalah area terisolasi kecil; *loop* adalah fitur linear yang terhubung dengan area inti yang sama; *bridge* adalah fitur linear yang menghubungkan area inti yang berbeda; *branch* adalah fitur linear yang terpasang pada area inti di salah satu ujung; *perforation* adalah perimeter internal dari area inti; dan *edge* adalah perimeter eksternal dari area inti. Pengelompokan ini didasarkan pada parameter lebar *edge* "s", nilai yang tergantung pada fenomena yang diteliti (Soille & Vogt, 2009). Dalam studi ini akan dipilih *edge* "3" yang berarti mewakili 30meter lebar *edge* sesuai dengan resolusi raster 10 m.

Tabel 1. Jenis Variabel Lingkungan dan Sumber Data

Variabel	Sumber	Unit	Kode
Hutan Mangrove	Peta Penutup Lahan CA Teluk Adang skala 1:25.000	-	<i>Mangrove_Forest</i>
Hutan Rawa	BKSDA Kalimantan Timur tahun 2022.	-	<i>Swamp_Forest</i>
Leaf Area Index	Lang dkk. (2022)	-	<i>LAI</i>
Estimasi Tinggi Tajuk	Sentinel 2 resolusi 10 m Tahun 2022.	m	<i>Canopy_Height</i>
Jarak dari Jalan	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Digital skala 1:50.000 tahun 2018	m	<i>Road_Distance</i>
Jarak dari Tambak	Peta Penutup Lahan CA Teluk Adang skala 1:25.000 BKSDA Kalimantan	m	<i>Pond_Distance</i>
Jarak dari Pemukiman	Timur tahun 2022.	m	<i>Settlement_Distance</i>
Jarak dari Perkebunan		m	<i>Plantation_Distance</i>
Jarak dari Sungai		m	<i>River_Distance</i>
Jarak dari Garis Pantai	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Digital skala 1:50.000 tahun 2018	m	<i>CoastLine_Distance</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perjumpaan Bekantan

Pada kurun waktu 2016-2021, terdapat 257 titik lokasi perjumpaan bekantan yang didasarkan pada data monitoring BKSDA Kalimantan Timur. Selama survei lapangan yang dilakukan di Kawasan CA Teluk Adang pada bulan April – Juni 2022 terdapat 40 titik perjumpaan bekantan (*supplementary*). Bekantan ditemui secara berkelompok, dengan setiap kelompok terdiri dari 4 hingga 30 individu. Aktivitas harian bekantan meliputi aktivitas berjalan, mencari makan, bermain, istirahat, dan saling berkutu atau menyelisik. Aktivitas harian dimulai dari tepi sungai dimana tempat kelompok dan sub kelompok bermalam. Setelah seharian bermain dan mencari makan di hutan, pada menjelang senja hari, bekantan akan kembali ke tepi sungai dan menuju ke pohon tidurnya.

3.2. Variabel yang Berpengaruh

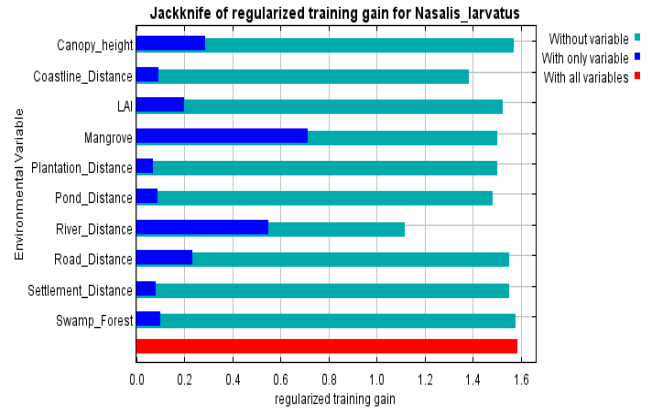
Hasil uji multikolinearitas terhadap 10 variabel lingkungan menunjukkan tidak adanya dua variabel yang memiliki nilai koefisien korelasi pada rentang nilai 0.7 hingga 0.9 sehingga kesepuluh variabel lingkungan tersebut dapat dijadikan sebagai data untuk pembuatan model distribusi bekantan (*Supplementary*). Nilai AUC pada model Maxent berkisar antara 0,5 hingga 1, dimana nilai 0,5 menunjukkan bahwa model tidak lebih baik daripada model acak dalam memprediksi keberadaan spesies. Hasil analisis menggunakan model *MaxEnt* menghasilkan nilai AUC sebesar 0,92 dengan standar deviasi 0.016 sehingga model dapat dianggap sangat baik. Hasil analisis kontribusi pada 10 variabel penyusun model distribusi bekantan menunjukkan keberadaan mangrove (42.2 %), jarak dari sungai (26.6%), jarak dari garis pantai (8.7%) dan LAI (5.8 %) merupakan empat variabel yang memiliki kontribusi terbesar yang mempengaruhi kehadiran atau keberadaan bekantan.

Tabel 2. Kontribusi Masing-Masing Variabel terhadap Model Distribusi Bekantan

Variabel	Persen Kontribusi	Permutation importance
Mangrove	42.2	2.6
Jarak dari Sungai	26.6	41.2
Jarak dari garis pantai	8.7	20.5
LAI	5.8	6.4
Jarak dari Pemukiman	4.5	2.4
Jarak dari Tambak	3.9	12.8
Jarak dari Perkebunan	3.3	9.3
Tinggi Kanopi Pohon	2.4	1.3
Jarak dari Jalan	2	2.1
Hutan Rawa	0.6	1.3

Hasil Uji *Jackknife* juga menunjukkan ranking yang sama. Variabel lingkungan dengan keuntungan tertinggi saat digunakan secara terpisah adalah Mangrove, sehingga keberadaan mangrove dapat menjadi acuan apabila tidak memiliki data variabel lingkungan lain. Variabel lingkungan yang

menurunkan performance model (AUC) terbanyak saat dihilangkan adalah “jarak dari sungai”, sehingga variabel ini memiliki informasi terbanyak yang tidak ada pada variabel lain. Hasil ini menunjukkan ekosistem hutan mangrove menjadi ekosistem yang penting untuk mendukung habitat bekantan di CA Teluk Adang.

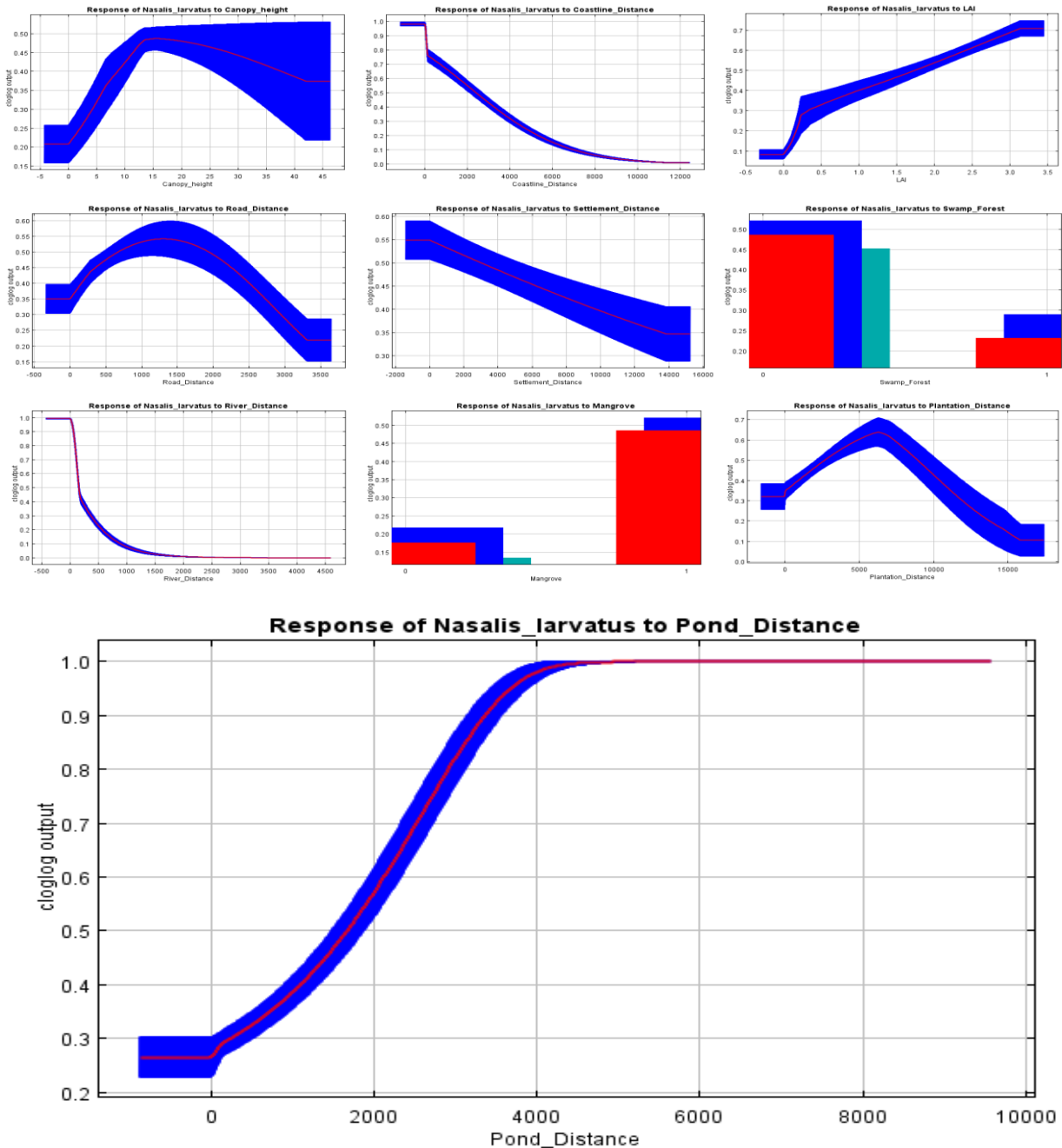


Gambar 2. Uji Jackknife pada Training Sample untuk Masing-Masing Variabel

3.3. Kurva Respon

Hutan mangrove lebih disukai oleh bekantan sebagai habitat dibandingkan dengan hutan rawa di CA Teluk Adang yang didukung dengan grafik probabilitas Mangrove nilai 1 untuk hutan mangrove dan 0 untuk hutan rawa yang memiliki nilai probabilitas kehadiran 50%. Bekantan paling sering ditemukan di jarak yang dekat dengan sungai dan garis pantai. Jarak rata-rata ke sungai adalah 166,67 meter, dengan rentang jarak 0 hingga 1178 meter. Sementara itu, jarak rata-rata ke pantai adalah 2530 meter, dengan rentang jarak 0 hingga 8839 meter. Kurva respon menunjukkan bahwa probabilitas keberadaan bekantan mencapai nilai maksimum pada jarak minimum untuk kedua jarak tersebut.

Hasil kurva respon pada tinggi tajuk pohon menunjukkan nilai probabilitas maksimum berada pada rentang 15-18 m dan kurva cenderung menurun setelah melewati 20 meter. Rentang tinggi tajuk tersebut diprediksi lebih disukai oleh bekantan sebagai tempat bernaung di CA Teluk Adang. Berbeda dengan kurva tinggi tajuk, kurva LAI cenderung naik secara linear hingga mencapai nilai probabilitas maksimum pada rentang 3.0 hingga 3.5. Bekantan cenderung menghindari sumber-sumber gangguan manusia, kecuali pemukiman manusia. Hasil kurva respon untuk jarak dari perkebunan dan jarak dari tambak menunjukkan nilai probabilitas maksimum berada pada 5000 m, sedangkan untuk jarak dari jalan adalah 1000-1500 m. Hal berbeda ditunjukkan pada kurva respon untuk jarak dari pemukiman yang justru memiliki nilai probabilitas maksimum pada jarak minimum. Hal ini dapat menjadi indikasi awal telah terjadi koeksistensi antara penduduk dengan bekantan di CA Teluk Adang.



Gambar 3. Kurva Respon Masing Masing Variabel Terhadap Probabilitas

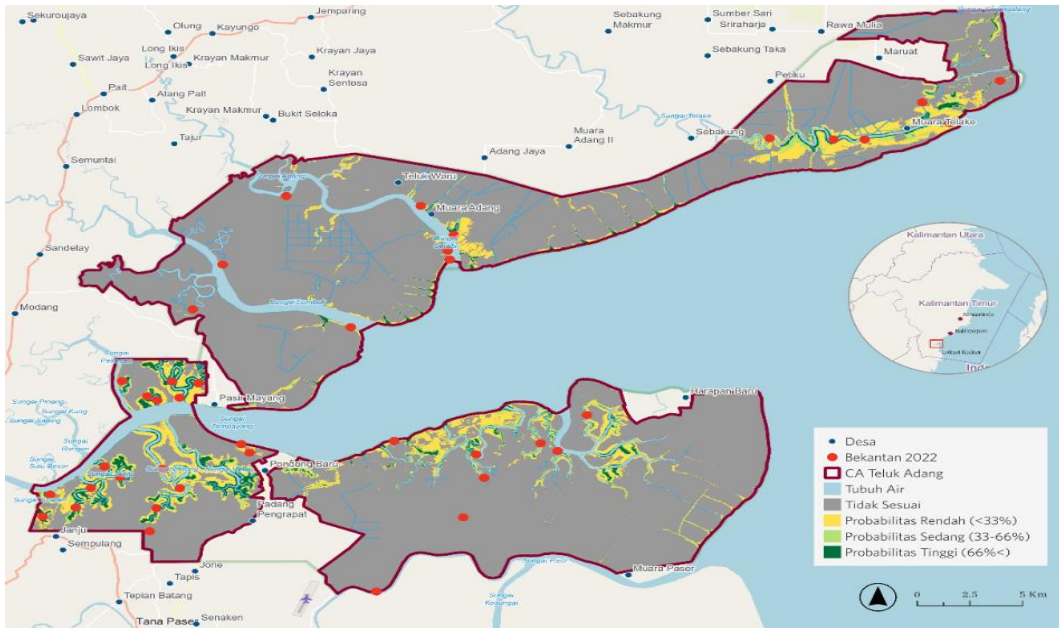
3.4. Kesesuaian Habitat Bekantan

Hasil pemodelan sebaran bekantan dalam bentuk spasial dapat menyajikan prediksi lokasi sebaran bekantan di CA Teluk Adang. Hasil klasifikasi menunjukkan luas potensi habitat bekantan yang ada di CA Teluk Adang adalah sebesar 7.513 Ha (15.7% dari total luasan). Total luas area yang sesuai terbagi atas probabilitas rendah dengan luas 4.218 Ha (56%), probabilitas sedang dengan luas 1.816 Ha (24%) dan probabilitas tinggi dengan luas 1.478 Ha (20%). Proporsi luas kesesuaian habitat terbanyak berada di sempadan Sungai Tempayang dengan jumlah luas sebesar 2.735 Ha (36 % dari total area sesuai).

Penggunaan maximum entropy dalam menganalisis kesesuaian habitat bekantan di Cagar Alam Teluk Adang menunjukkan kinerja yang akurat

dengan nilai AUC 0,92 dengan nilai standar deviasi 0,016. Nilai ini masuk dalam kategori sangat baik dalam memprediksi kehadiran Bekantan di Cagar Alam Teluk Adang.

Habitat terluas dengan nilai probabilitas tinggi juga ditemukan di sempadan Sungai Tempayang dengan luasan 823 Ha (55.6% dari total probabilitas tinggi). Hasil dari pemodelan relatif sesuai dengan data yang diperoleh dari survei populasi bekantan yang dilakukan pada tahun 2022 dengan jumlah titik perjumpaan yang berada di kelas tidak sesuai adalah 4 (10%), 8 (20 %) perjumpaan berlokasi di kelas probabilitas rendah, 12 (30 %) berada di kelas probabilitas sedang, dan 16 (40 %) berada di kelas probabilitas tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa model kesesuaian habitat memiliki akurasi yang baik yakni 90%.



Gambar 4. Peta Kesesuaian Habitat Bekantan dan Titik Validasi Data



Gambar 5. Hasil Analisis MSPA Habitat yang sesuai untuk Bekantan

3.5. Struktur Habitat Bekantan

Terdapat sejumlah 164 inti habitat yang berada di lokasi kajian. Fragmentasi terbanyak berada di sempadan Sungai Raya dengan jumlah 52 inti. Area inti habitat bekantan di lokasi kajian berkisar 4021,7 ha, yang mencakup 54% dari total luas habitat. *Home range* berkisar 100 hingga 220 Ha (Boonratana, 2000; Matsuda dkk., 2009).

Tabel 3. Luasan untuk Masing Masing Tipe Struktur Habitat

Struktur Habitat	Area (Ha)	Persentase dari Luas Model Sebaran Bekantan
Branch	373.02	5%
Edge	1634.06	22%
Perforation	60.12	1%
Islet	226.91	3%
Core	4021.77	54%
Bridge	728.59	10%
Loop	468.27	6%

Berdasarkan analisis struktur habitat di CA Teluk Adang terdapat 11 inti utama yang memiliki luas pada range tersebut dengan luasan inti terbesar berada di Sempadan Sungai Telake dengan luas 381 Ha. Luas jembatan (*bridge*) sekitar 728,59 ha, yang mencakup 10 % dari total luas area habitat, yang sangat penting untuk komunikasi materi dan energi antara patch inti di wilayah penelitian. Sebagai daerah transisi antara area inti dan area lanskap non hijau di sekitar, zona tepi (*edge*) mencakup sekitar 14,42% dari total luas hutan dan memiliki efek tepi, yang dapat mengurangi dampak yang disebabkan oleh gangguan faktor eksternal. Berdasarkan pada data perjumpaan bekantan tahun 2022, mayoritas kelompok berada pada zona inti (*core*) sebanyak 61 % dari total perjumpaan, pada zona tepi (*edge*) 29 % dan pada jembatan (*branch*) sebanyak 11 %. Pemanfaatan utama bekantan pada zona inti menunjukkan indikasi kawasan inti meskipun terfragmentasi masih dapat mendukung ruang hidup bekantan di CA Teluk Adang.

3.6. Pembahasan

Hasil studi menunjukkan kesamaan dengan 2 variabel berpengaruh dari Atmoko dkk. (2020) yang menyebutkan variabel yang paling mempengaruhi model kecocokan habitat monyet nasalis larvatus (*Nasalis larvatus*) di Delta Berau, Kalimantan Timur, adalah jarak dari habitat sungai, jarak dari tambak dan jarak dari garis pantai. Di sisi lain, (Suwanto et al., 2016) dan Wardatutthoyyibah dkk. (2019) memiliki hasil yang berbeda dengan temuan ini. Model habitat yang dibangun oleh Suwanto dkk. (2016) menunjukkan aktivitas antropogenik seperti jalan, pemukiman dan tambak merupakan faktor-faktor terbesar yang mempengaruhi sebaran habitat bekantan. Sedangkan, Wardatutthoyyibah dkk. (2019) menyebutkan ketinggian, curah hujan tahunan dan jarak dari tambak merupakan tiga variabel yang paling berpengaruh terhadap habitat bekantan.

Bekantan memiliki preferensi yang kuat terhadap hutan dengan tinggi tajuk pohon yang tinggi, yang mungkin terkait dengan ketersediaan sumber makanan dan perlindungan dari predator (Matsuda dkk., 2011). Studi di daerah banjir Sungai Garama, Barat Sabah, Malaysia menemukan bahwa monyet *Nasalis larvatus* cenderung lebih suka area dengan tinggi tajuk pohon yang tinggi (± 30 m) sebagai tempat tidur (Bernard et al., 2011) serta tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi (Yeager, 1989). Temuan ini menunjukkan bahwa indeks luas daun merupakan faktor penting dalam menentukan kecocokan habitat bagi monyet nasalis larvatus, meskipun faktor-faktor lain, seperti ketersediaan sumber makanan dan situs bernaung yang sesuai, juga mungkin berperan.

Aktivitas yang dilakukan oleh manusia semakin mengganggu habitat biotik dan abiotik spesies (Loiseau dkk., 2020; Newbold dkk., 2015). Aktivitas tersebut juga dapat mempengaruhi distribusi spesies dengan mengurangi akses ke patch yang cocok dan mengubah distribusi spasial spesies (Mangiacotti et al., 2013). Di wilayah penelitian, jarak dari pemukiman penduduk manusia memiliki pengaruh yang lebih kecil dalam memprediksi model kesesuaian habitat saat ini. Jarak yang bervariasi dari jalan tidak memiliki hubungan dengan keberadaan bekantan. Sebaliknya, jarak dari jalan memiliki hubungan negatif dengan keberadaan lutung di Taman Nasional Baluran, (Hansen dkk., 2020).

Habitat bekantan dan primata lainnya yang terfragmentasi terjadi di dalam maupun di luar area konservasi. Habitat yang berada di luar area konservasi juga mengalami penyusutan karena degradasi dan konversi habitat (Atmoko dkk., 2020). Demikian juga, area yang cocok yang diprediksi untuk Owa Jawa (*Hylobates moloch*) yang terancam punah (Widyastuti et al., 2020) dan Langur kaki merah (*Pygathrix nemaeus*) (Coudrat et al., 2014) terbagi-bagi kedalam patch. Ini menunjukkan bahwa kebanyakan primata terbiasa dengan lanskap yang dimodifikasi oleh manusia.

Alamgir dkk., (2019) menyebutkan proyek infrastruktur di Kalimantan menimbulkan ancaman bagi hutan, termasuk fragmentasi dari hutan yang utuh besar dan dampak pada 42 kawasan perlindungan termasuk kawasan Cagar Alam Teluk Adang. Lebih lanjut, proyek infrastruktur akan mempercepat ekspansi kedalam daerah yang utuh atau perbatasan (*edge*) oleh penebangan hutan legal dan ilegal serta kolonisasi lahan, penambangan ilegal dan perburuan satwa liar

Hasil penelitian memberikan gambaran tentang beberapa hal penting yang dapat dipertimbangkan dalam rangka konservasi Bekantan di dalam Kawasan CA Teluk Adang antara lain: (1) Pengamanan sempadan sungai dan garis pantai, (2) Rehabilitasi Areal Mangrove dan (3) Pengelolaan Terpadu dan Kolaboratif Area Inti dan Koridor. Variabel Lingkungan yang berpengaruh terhadap sebaran habitat bekantan di CA Teluk Adang adalah hutan mangrove, Jarak dari Garis Pantai, Jarak dari Sungai dan *Leaf Area Index*. Temuan tersebut mengindikasikan perlunya penguatan upaya perlindungan terhadap kawasan mangrove terutama yang berada di sempadan sungai utama dan muara Hasil model Maxent secara spasial menunjukkan area yang sesuai untuk habitat bekantan memiliki luasan 7.513 Ha (15.7% dari total luasan) yang didominasi oleh Mangrove. Hal ini mengindikasikan area yang berada diluar habitat tersebut telah mengalami degradasi ataupun deforestasi. Adapun berdasarkan pada (Susanti, 2014) penutupan lahan yang paling banyak mengalami perubahan di CA Teluk Adang yaitu hutan mangrove yakni berkisar 30 % dari tahun 2006 hingga tahun 2010.

Pengelolaan habitat satwa penting sering memiliki keterbatasan secara teknis baik dari sumberdaya manusia, waktu dan biaya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penentuan lokasi prioritas. Berdasarkan hasil analisis struktur habitat terdapat 11 areal inti yang dapat menjadi home range secara utuh. Kawasan inti tersebut dapat menjadi prioritas kegiatan perlindungan habitat. Selain kawasan inti, Konektivitas habitat yang mempertahankan keberlangsungan hidup primata dalam jangka panjang, sangat dibutuhkan oleh satwa untuk memenuhi fungsi habitatnya. Dalam lanskap yang terfragmentasi, konektivitas habitat menjadi faktor yang sangat penting untuk memastikan keberadaan, penyebaran, serta keanekaragaman genetik spesies. (Almeida-Rocha dkk., 2017; Schooley & Branch, 2011).

Secara prinsip, area inti tersebut kemudian dapat didelineasi dapat menjadi prioritas dalam kegiatan perlindungan. Kegiatan perlindungan dapat meliputi monitoring seperti kegiatan patroli atau survei rutin dan pengelolaan habitat secara kolaboratif bersama Pemerintah Daerah, BKSDA, masyarakat dan swasta lainnya. Pada level tapak perlu dilakukan upaya perbaikan tata ruang. Desa yang memiliki area administrasi di CA Teluk Adang seperti Muara Telake, Muara Adang dan Teluk Waru perlu menyepakati

perencanaan tata guna lahan dengan memasukan mangrove sebagai bagian dari area lindung desa. Sedangkan untuk ijin usaha perlu dideklarasikan mengenai komitmen dalam perlindungan areal bernilai konservasi tinggi dalam wujud rencana aksi.

4. KESIMPULAN

Kualitas Hutan mangrove di CA Teluk Adang memegang peranan yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup bekantan. Bekantan kemungkinan tinggi ditemukan di jarak yang dekat dengan sungai dan garis pantai dengan tajuk yang rapat dan tinggi, yang dapat diterjemahkan sebagai sumber makanan dan perlindungan dari predator. Namun, perlu diperhatikan bahwa bekantan juga cenderung menghindari sumber-sumber gangguan manusia, meskipun sering ditemukan di dekat pemukiman manusia. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa luas potensi habitat bekantan di CA Teluk Adang adalah sebesar 15.7% dari total luas kawasan dengan area inti habitat bekantan mencakup 54% dari total luas kesesuaian habitat. Kawasan Cagar Alam Teluk Adang telah mengalami fragmentasi yang menyebabkan terputusnya connectivitas antar habitat. Ini menunjukkan bahwa perlu adanya intervensi untuk melindungi dan meningkatkan kualitas habitat bekantan di CA Teluk Adang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamgir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Suhardiman, A., Supriatna, J., and Laurance, W. F. (2019). High-risk infrastructure projects pose imminent threats to forests in Indonesian Borneo. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36594-8>
- Alexandridis, T. K., Ovakoglou, G., and Clevers, J. G. P. W. (2020). Relationship between MODIS EVI and LAI across time and space. *Geocarto International*, 35(13), 1385–1399. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1573928>
- Almeida-Rocha, J. M. de, Peres, C. A., and Oliveira, L. C. (2017). Primate responses to anthropogenic habitat disturbance: A pantropical meta-analysis. *Biological Conservation*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.08.018>
- Aryanti, N. A., Susilo, T. S. S. D., Ningtyas, A. N., and Rahmadana, M. (2021). Pemodelan Spasial Kesesuaian Habitat Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (Spatial Modeling of Javan Hawk-Eagle (*Nisaetus bartelsi*) Habitat Suitability in Bromo Tengger Semeru National Park). *Jurnal Sylva Lestari*, 9(1), 179. <https://doi.org/10.23960/jsl19179-189>
- Atmoko, T., Mardiasuti, A., Bismark, M., Prasetyo, L. B., and Iskandar, E. (2020). Habitat suitability of proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Berau delta, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(11). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211121>
- Atmoko, T., Mardiasuti, A., Bismark, M., Prasetyo, L. B., and Iskandar, E. (2021). Populasi dan sebaran bekantan (*Nasalis larvatus*) di Delta Berau. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 10(1). <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2021.vol10iss1pp11-23>
- Bernard, H., Matsuda, I., Hanya, G., and Ahmad, A. H. (2011). Characteristics of Night Sleeping Trees of Proboscis Monkeys (*Nasalis larvatus*) in Sabah, Malaysia. *International Journal of Primatology*, 32(1). <https://doi.org/10.1007/s10764-010-9465-8>
- Bismark, M. (2010). Proboscis Monkey (*Nasalis larvatus*): Bio-ecology and Conservation. In *Indonesian Primates*. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1560-3_12
- Boegh, E., Soegaard, H., Broge, N., Schelde, K., Thomsen, A., Hasager, C. B., and Jensen, N. O. (2002). Airborne multispectral data for quantifying leaf area index, nitrogen concentration, and photosynthetic efficiency in agriculture. *Remote Sensing of Environment*, 81(2–3). [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00342-X](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00342-X)
- Boonratana, R. (2000). Ranging behavior of proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in the Lower Kinabatangan, northern Borneo. *International Journal of Primatology*, 21(3). <https://doi.org/10.1023/A:1005496004129>
- Coudrat, C. N. Z., Nanthavong, C., and Nekaris, K. A. I. (2014). Conservation of the red-shanked douc *Pygathrix nemaeus* in Lao People's Democratic Republic: Density estimates based on distance sampling and habitat suitability modelling. *ORYX*, 48(4). <https://doi.org/10.1017/S0030605313000124>
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., and Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17(1). <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Firman, F., Rizali, A., Razie, F., and Hidayat, T. (2017). Model Pengelolaan Cagar Alam Teluk Adang Dalam Upaya Konservasi Sumberdaya Lingkungan di Kabupaten Paser Kalimantan Timur. *EnviroScientiae*, 13(2). <https://doi.org/10.20527/es.v13i2.3913>
- Hansen, M. F., Nawangsari, V. A., van Beest, F. M., Schmidt, N. M., Stelvig, M., Dabelsteen, T., and Nijman, V. (2020). Habitat suitability analysis reveals high ecological flexibility in a 'strict' forest primate. *Frontiers in Zoology*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12983-020-00352-2>
- Harding, L. E. (2015). *Nasalis larvatus* (Primates: Colobini). *Mammalian Species*, 47(926). <https://doi.org/10.1093/mspecies/sev009>
- Loiseau, N., Mouquet, N., Casajus, N., Grenié, M., Guéguen, M., Maitner, B., Mouillot, D., Ostling, A., Renaud, J., Tucker, C., Velez, L., Thuiller, W., and Violle, C. (2020). Global distribution and conservation status of ecologically rare mammal and bird species. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18779-w>
- Mangiacotti, M., Scali, S., Sacchi, R., Bassu, L., Nulchis, V., and Corti, C. (2013). Assessing the Spatial Scale Effect of Anthropogenic Factors on Species Distribution. *PLoS ONE*, 8(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067573>
- Matsuda, I., Kubo, T., Tuuga, A., and Higashi, S. (2010). A bayesian analysis of the temporal change of local density of proboscis monkeys: Implications for environmental effects on a multilevel society. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(2). <https://doi.org/10.1002/ajpa.21218>
- Matsuda, I., Tuuga, A., and Bernard, H. (2011). Riverine refuging by proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) and sympatric primates: Implications for adaptive benefits of the riverine habitat. *Mammalian Biology*,

- Nuryani, A., Suhardiman, A., Boer, C., Suba, R.B., Sulistioadi, Y.B., dan Rayadin, Y. (2024). Studi Penggunaan Maximum Entropy untuk Pemodelan Kesesuaian Habitat Bekantan (*Nasalis larvatus wurmb, 1787*) di Kawasan Cagar Alam Teluk Adang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1174-1183, doi:10.14710/jil.22.5.1174-1183
76(2).
<https://doi.org/10.1016/j.mambio.2010.03.005>
- Matsuda, I., Tuuga, A., Bernard, H., Sugau, J., and Hanya, G. (2013). Leaf selection by two Bornean colobine monkeys in relation to plant chemistry and abundance. *Scientific Reports*, 3. <https://doi.org/10.1038/srep01873>
- Matsuda, I., Tuuga, A., and Higashi, S. (2009). Ranging behavior of proboscis monkeys in a riverine forest with special reference to ranging in inland forest. *International Journal of Primatology*, 30(2). <https://doi.org/10.1007/s10764-009-9344-3>
- Meijaard, E. (2016). Phillipps' Field Guide to the Mammals of Borneo and Their Ecology: Sabah, Sarawak, Brunei, and Kalimantan. *Journal of Mammalogy*, 97(5). <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw115>
- 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*, 2017(3). <https://doi.org/10.7717/peerj.3093>
- Mukhlisi Mukhlisi and Nuryani, A. and S. T. (2021). Monitoring of Floristic Composition and Species Diversity an Initial Step Towards the Restoration of Mangrove Forest in Teluk Adang Nature Reserve, Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(1), 793-802. <https://doi.org/10.15244/pjoes/123608>
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., de Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., ... Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545). <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Phillipps, Q., and Phillipps, K. (2016). Phillipps' Field Guide to the Mammals of Borneo: Sabah, Sarawak, Brunei, and Kalimantan (Princeton Field Guides). In *Princeton Univ Pr*.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., and Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4). <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phillips, S. J., and Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2). <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Rezeki, A. (2016). *Struktur Populasi Bekantan (Nasalis larvatus) Di Pulau Curiak Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan*.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M., Poff, N. L. R., Sykes, M. T., Walker, B. H., Walker, M., and Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. In *Science* (Vol. 287, Issue 5459). <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Schooley, R. L., and Branch, L. C. (2011). Habitat quality of source patches and connectivity in fragmented landscapes. In *Biodiversity and Conservation* (Vol. 20, Issue 8). <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0049-5>
- Soille, P., and Vogt, P. (2009). Morphological segmentation of binary patterns. *Pattern Recognition Letters*, 30(4). <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2008.10.015>
- Srimulyaningsih, R., and Syaputra, M. (2021). Struktur Populasi Bekantan (*Nasalis Larvatus*) Di Rawa Gelam. *Jurnal Belantara*, 4(1). <https://doi.org/10.29303/jbl.v4i1.519>
- Suwarto, Prasetyo, L. B., and Kartono, A. P. (2016). Kesesuaian habitat bekantan (*Nasalis larvatus Wurmb, 1781*) di hutan mangrove Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Bonorowo Wetlands*, 6(1).
- Suwarto, S., Prasetyo, L. B., and Kartono, A. P. (2016). Habitat suitability for Proboscis Monkey (*Nasalis larvatus Wurmb, 1781*) in the mangrove forest of Kutai National Park, East Kalimantan. *Bonorowo Wetlands*, 6(1), 12-25. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w060102>
- Toulec, T., Lhota, S., Soumarová, H., Putera, A. K. S., and Kustiawan, W. (2020). Shrimp farms, fire or palm oil? Changing causes of proboscis monkey habitat loss. *Global Ecology and Conservation*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00863>
- Wardatutthoyyibah, Pudyatmoko, S., Subrata, S. A., and Imron, M. A. (2019). The sufficiency of existed protected areas in conserving the habitat of proboscis monkey (*Nasalis Larvatus*). *Biodiversitas*, 20(1). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200101>
- Widiastuti, F., and Rifanjani, S. (2017). Habitat Bekantan (*Nasalis larvatus Wurmb*) Di Dalam Dan Sekitar Areal Iuphhk-Ht Pt. Bina Silva Nusa Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat (Vol. 5, Issue 3).
- 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). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012014>
- Yeager, C. P. (1989). Feeding ecology of the proboscis monkey (*Nasalis larvatus*). *International Journal of Primatology*, 10(6). <https://doi.org/10.1007/BF0273936>