

Evaluasi Tapak Wisata Berbasis Kerentanan Wisata dengan Permodelan Maximum Entrophy (*MaxEnt*) pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa

Kristianto^{1*}, Fuad Muhammad², dan Rina Kurniati³

¹Konsentrasi Perencanaan Lingkungan, Program Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Indonesia; e-mail: kristianto.ksda@gmail.com

²Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia

³Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

ABSTRAK

Selama periode tahun 2004 – 2024 jumlah kunjungan wisata Taman Nasional Karimunjawa mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh harga tiket yang ekonomis dan terjangkau, kemudahan akses serta tersedianya sarana transportasi yang memadai. Peningkatan jumlah kunjungan wisatawan menyebabkan tekanan ekologis yang cukup besar sehingga memicu degradasi lingkungan, khususnya kerusakan terumbu karang. Luas kerusakan terumbu karang di Taman Nasional Karimunjawa mencapai 7,48 hektar, dengan sekitar 95% (7,097 hektar) berada pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan tapak wisata pada zona tersebut dengan menggunakan Model MaxEnt untuk membangun prediksi kerentanan tapak wisata berdasarkan titik objek daya tarik wisata alam dan delapan variabel lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan klasifikasi Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar memiliki tingkat kerentanan tinggi seluas 19,43 hektar (3,5%), kerentanan sedang seluas 106,91 hektar (19,26%), kerentanan rendah seluas 158,79 hektar (28,60%), dan area tidak rentan seluas 270,09 hektar (48,65%) terhadap aktivitas wisata dengan variabel lingkungan yang paling mempengaruhi yaitu kedalaman, NDWI, tinggi gelombang dan tutupan lahan. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa kesesuaian tapak wisata berdasarkan tingkat kerentanan tapak wisata pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa masih tergolong cukup baik.

Kata kunci: kerentanan wisata, *maximum entropy*, zona pemanfaatan, Taman Nasional Karimunjawa

ABSTRACT

During the 2004–2024 period, the number of tourist visits to Karimunjawa National Park experienced a very significant increase. This increase was influenced by economical and affordable ticket prices, ease of access, and the availability of adequate transportation facilities. The increase in tourist visits has caused considerable ecological pressure, triggering environmental degradation, particularly coral reef damage. The area of coral reef damage in Karimunjawa National Park reached 7.48 hectares, with approximately 95% (7.097 hectares) located in the Utilization Zone of the Waters of Menjangan Kecil Island and Menjangan Besar Island. This study aims to identify the vulnerability levels of tourist sites in the area by using the MaxEnt Model to develop vulnerability predictions for tourist sites based on the locations of natural tourist attractions and eight environmental variables. The results showed that the classification of the Utilization Zone of the Waters of Menjangan Kecil Island and Menjangan Besar Island consisted of 19.43 hectares (3.5%) with high vulnerability, 106.91 hectares (19.26%) with moderate vulnerability, 158.79 hectares (28.60%) with low vulnerability, and 270.09 hectares (48.65%) categorized as non-vulnerable to tourism activities, with the most influential environmental variables being bathymetry, NDWI, wave height, and land cover. The study concludes that the suitability of tourism sites based on the level of tourism sites vulnerability in the Utilization Zone of the Waters of Menjangan Kecil Island and Menjangan Besar Island, Karimunjawa National Park, is still considered fairly good.

Keywords: *tourism vulnerability, maximum entropy, utilization zone, The Karimunjawa National Park*

Citation: Kristianto, Muhammad, F., dan Kurniati, R. (2026). Evaluasi Tapak Wisata Berbasis Kerentanan Wisata dengan Permodelan Maximum Entrophy (*MaxEnt*) pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(2), 283-292, doi:10.14710/jil.24.2.283-292

1. PENDAHULUAN

Pengembangan pariwisata Indonesia terus meningkat karena menjadi salah satu faktor penting dalam menopang perekonomian negara. Pariwisata merupakan salah satu sektor pembangunan yang saat ini sedang dikembangkan oleh pemerintah, karena mempunyai peran yang sangat penting dalam pembangunan Indonesia sebagai salah satu sektor pendapatan daerah maupun negara. Aliansyah dan Hermawan (2021) mengatakan pariwisata di Indonesia merupakan salah satu sektor ekonomi penting. Sektor pariwisata sangat berperan dalam pembangunan nasional, sebagai tambahan sumber penghasil devisa, meratakan dan meningkatkan kesempatan kerja serta pendapatan masyarakat (Setiawan, 2019).

Pariwisata atau rekreasi telah menjadi kebutuhan hidup masyarakat saat ini (Pakpahan & Sentosa, 2020). Hikmah *et al.* (2022) menyatakan bahwa *healing* melalui pariwisata termasuk dalam konteks *emotion focused coping* dan dapat dilakukan antara lain melalui wisata alam, wisata budaya dan wisata minat khusus. Pariwisata Karimunjawa secara umum memberikan dampak positif terhadap masyarakat. Dampak positif tersebut terkait dengan adanya peningkatan pendapatan masyarakat lokal sehingga meningkat juga kesejahteraan masyarakat (Saragi, 2023). Dampak positif lain yaitu mulai berkembangnya mata pencaharian baru bagi masyarakat lokal terutama dalam bidang pariwisata.

Pertumbuhan wisata yang positif tidak dapat dipungkiri juga menimbulkan dampak negatif. Pengembangan pariwisata dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar objek wisata. Pengelolaan lingkungan dan pengelolaan objek wisata sangat mempengaruhi kelestarian fungsi lingkungan dan objek wisata tersebut (Sudini & Arthanaya, 2022). Mengingat jenis wisata yang berkembang di Karimunjawa merupakan wisata alam maka dampak negatif yang paling signifikan dapat terlihat yaitu adanya degradasi ekosistem dan lingkungan. Degradasi ekosistem secara langsung menyebabkan kerentanan pada wisata alam dengan menghilangkan fungsi perlindungan alami, mengurangi daya tarik estetika, dan menurunkan keanekaragaman hayati (Najeha & Vitrianto, 2025).

Kerentanan tapak wisata adalah kondisi di mana pariwisata rentan terhadap berbagai risiko dan dampak, seperti krisis alam dan penyakit. Kerentanan wisata dapat terjadi karena ketergantungan pariwisata pada pergerakan manusia (Mulyasari & Rahmadian, 2022). Rahman *et al.* (2022) menyatakan kerentanan pariwisata akibat tekanan keanekaragaman hayati yang berkaitan dengan rekreasi dan pariwisata merupakan tantangan utama bagi perencanaan konservasi dan pengelolaan lanskap yang umum ditemukan di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia.

Penelitian Luong (2024), menyatakan kerentanan pariwisata di kawasan hutan dievaluasi dengan

integrasi pariwisata warisan budaya menggunakan pemodelan MaxEnt. Analisis ini memanfaatkan dataset jejaring sosial untuk memetakan distribusi kemungkinan wisata dan interaksi kehadiran manusia. Pendekatan kesesuaian wisata diintegrasikan dengan metode bobot entropi untuk analisis wisata dengan model MaxEnt untuk kesesuaian habitat. Pendekatan ini menghubungkan pengembangan ekowisata dengan konservasi satwa liar yang diprioritaskan dalam pembangunan infrastruktur pariwisata (Quan & Wu, 2024).

Taman Nasional (TN) Karimunjawa memiliki keanekaragaman hayati yang cukup baik dan potensi wisata alam yang banyak sehingga menarik pengunjung untuk menikmati keindahan objeknya. Karimunjawa salah satu kawasan konservasi laut di Indonesia memiliki sumberdaya alam yang sangat potensial dengan tingginya keanekaragaman biota dan ekosistem yang relatif utuh dibandingkan wilayah lain di sepanjang Perairan Utara Jawa (Suliswati, 2016). Zona pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional (TN) Karimunjawa masuk dalam area wisata alam intensif dimana area ini merupakan zona wisata utama yang memiliki potensi objek dan atraksi wisata alam yang baik dan aktivitas wisata masal dapat dilakukan (Sekartjajrarini & Nababan, 2010).

Tekanan ekologi tinggi dari wisata intensif menyebabkan kerusakan terumbu karang di Taman Nasional Karimunjawa. Kerusakan paling luas terjadi di Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar, dengan total areal terdegradasi 7.48 hektar, 97% di antaranya berada di kedua pulau tersebut. (Balai Taman Nasional Karimunjawa, 2019). Tingkat kunjungan wisata Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar setiap tahun mengalami kenaikan yang cukup signifikan sehingga pada area ini mengalami tekanan ekologi yang cukup tinggi. Terumbu karang di Kepulauan Karimunjawa mengalami kerusakan rata-rata 10% pertahun akibat adanya wisata bahari *diving* dan *snorkling* (Kartawijaya *et al.*, 2011). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian tapak wisata melalui identifikasi kerentanan tapak wisata pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Kajian

Lokasi penelitian dilakukan pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Kawasan Konservasi Taman Nasional (TN) Karimunjawa Kecamatan Karimunjawa Kabupaten Jepara yang terletak pada koordinat 5° 52' 33,35" - 5° 53' 32,45"LS dan 110° 23' 59,57" - 110° 26' 34,25" BT dengan luas 568,47 hektar. Lokasi ini ditetapkan berdasarkan Dokumen Revisi Zona Pengelolaan TN Karimunjawa (Karimunjawa, 2023) sesuai Surat Keputusan Direktur Jenderal KSDAE No.

Kristianto, Muhammad, F., dan Kurniati, R. (2026). Evaluasi Tapak Wisata Berbasis Kerentanan Wisata dengan Permodelan Maximum Entrophy (*MaxEnt*) pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(2), 283-292, doi:10.14710/jil.24.2.283-292
SK.48/KSDAE/RKK/ KSA.0/2/2024 tanggal 23 Februari 2024.

2.2. Presence Data

Kesesuaian tapak wisata zona pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar TN Karimunjawa diidentifikasi menggunakan model kesesuaian *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk mengetahui tingkat kerentanan tapak wisata. *Maximum Entropy* (MaxEnt) mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi kesesuaian ekowisata dan memberi bobot yang sesuai, sehingga hasil penilaian lebih objektif dan andal (Quan & Wu, 2024). Analisis kerentanan wisata menggunakan *presence data* berupa eksisting sepuluh titik potensi Objek Darik Tarik Wisata Alam (ODTWA) yang merupakan titik koordinat lokasi tapak wisata (dalam format csv) dan data variabel lingkungan (dalam format ascii) yang menggambarkan kondisi lingkungan tersebut. Li *et al.* (2020) mengatakan model MaxEnt adalah model statistik untuk simulasi distribusi spesies berdasarkan teori Entropi Maksimum menggunakan informasi distribusi beserta berbagai data lingkungan untuk memodelkan distribusi geografis untuk membangun distribusi probabilitas berdasarkan informasi tidak lengkap yang ada dan memastikan objektivitas dan netralitas maksimum mengingat keterbatasan data yang ada.

Tabel 1. Titik Potensi ODTWA (*Presence Data*) Dalam Sistem Koordinat UTM

Nama titik	Latitude	Longitude
Titik Potensi ODTWA	9349268.72235	434337.322210
Titik Potensi ODTWA	9348619.82538	433733.053030
Titik Potensi ODTWA	9348908.52180	435245.976022
Titik Potensi ODTWA	9348799.39607	435231.367671
Titik Potensi ODTWA	9348536.25794	435303.485596
Titik Potensi ODTWA	9348985.85483	434255.927888
Titik Potensi ODTWA	9348869.96574	433912.114519
Titik Potensi ODTWA	9349662.61322	435290.683452
Titik Potensi ODTWA	9348409.55436	436674.369038
Titik Potensi ODTWA	9349284.53368	434862.788786
Titik Potensi ODTWA	9349697.05355	435772.739664
Titik Potensi ODTWA	9348401.85205	437469.063282
Titik Potensi ODTWA	9348029.42867	434079.389866

Sumber data diolah dari hasil survey lapangan

Analisis kerentanan tapak wisata untuk mengetahui kesesuaian tapak wisata pada kajian ini menggunakan Aplikasi Model *Maximum Entropy* (MaxEnt). Model kesesuaian tapak wisata dalam evaluasi dan perencanaan ekowisata menyediakan pendekatan baru untuk memastikan kerentanan konservasi keanekaragaman hayati. Model ini didasarkan pada data ekologi dan biologi yang luas, seperti catatan distribusi spesies, tipe habitat, kondisi iklim, dan variabel lingkungan lainnya (Mohammadi *et al.*, 2022). Dengan menggunakan data ini, model dapat menilai kesesuaian tapak wisata berbagai area untuk kegiatan wisata dan menghasilkan peta kerentanan tapak wisata yang terperinci. Su *et al.*, (2021) menyatakan pemanfaatan model distribusi spesies seperti MaxEnt, dapat memprediksi area

distribusi satwa liar yang potensial untuk membantu mengidentifikasi aktivitas wisata, pengelola kawasan konservasi dalam penempatan fasilitas pendukung pariwisata utama yang tidak mengganggu habitat inti spesies, penyesuaian rute pariwisata, perhitungan daya dukung batasan jumlah pengunjung, atau penutupan area tertentu selama musim tertentu untuk mengurangi gangguan pada satwa objek wisata.

2.3. Variabel Lingkungan

Untuk mengevaluasi tapak wisata di Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar TN Karimunjawa, penelitian ini memilih tiga faktor lingkungan: faktor lingkungan, topografi, dan pengembangan pariwisata yang mempengaruhi kesesuaian tapak wisata. Faktor lingkungan dianggap penting untuk pengembangan ekowisata di kawasan konservasi karena kelayakan ekowisata pada dasarnya tergantung pada potensi lingkungannya. Faktor lingkungan dianggap penting untuk pengembangan ekowisata di kawasan konservasi karena kelayakan ekowisata pada dasarnya tergantung pada potensi lingkungannya (Quan & Wu, 2024).

Kondisi tutupan lahan mempengaruhi kunjungan wisata, terutama wisata bawah laut seperti *snorkeling* dan *diving*. Kondisi tutupan lahan yang baik, dengan terumbu karang yang sehat, rumput laut yang lebat, dan air yang jernih, akan menarik lebih banyak wisatawan karena terumbu karang menjadi objek utama yang dikunjungi wisatawan. Kondisi tutupan karang hidup yang optimal (persentase tinggi, keanekaragaman biota tinggi, dan air jernih) adalah daya tarik utama wisata bahari. (Pribadi *et al.*, 2020).

Variabel lingkungan arus dan tinggi gelombang memberikan dampak secara *antropogenik* terhadap kunjungan wisata. Kondisi arus dan gelombang dapat mempengaruhi jumlah wisatawan yang datang sehingga kerentanan tapak wisata juga terpengaruh. Kecepatan arus erat kaitannya dengan kenyamanan wisatawan yang datang ke objek wisata tersebut jika arus tinggi sebaiknya pengunjung tidak melakukan aktivitas ekowisata karena akan berbahaya untuk keselamatan pengunjung yang datang, jika kecepatan arus relatif tenang akan memberikan kesan kenyamanan bagi wisatawan yang ingin melakukan aktivitas ekowisata (Wabang *et al.*, 2018).

Variabel lingkungan NDWI secara umum tidak pengaruh secara langsung terhadap kerentanan tapak wisata. Namun, NDWI dapat memberikan informasi tentang kondisi vegetasi dan perairan, sehingga mempengaruhi kunjungan wisata. Meskipun NDWI tidak memiliki pengaruh langsung pada jumlah kunjungan wisata, namun informasi yang diberikan tentang kondisi lingkungan dapat membantu dalam mengelola daya tarik wisata. Parameter oseanografi memiliki peran yang penting dalam kegiatan wisata bahari, terutama bagi keselamatan pengunjung wisata (Panalaran & Pamungkas, 2024).

Kedalaman dan kemiringan menjadi faktor yang juga penting karena terkait aktivitas wisata yang dilakukan. Faktor topografi, termasuk ketinggian, kemiringan, dan aspek, juga dapat mempengaruhi potensi ekowisata (Quan & Wu, 2024). Kedalaman menjadi variabel lingkungan yang dianggap berpengaruh terhadap kerentanan tapak wisata secara *antropogenik* karena kedalaman mempengaruhi tingkat kunjungan wisata, semakin dalam perairan semakin sedikit juga tingkat kunjungan wisata untuk menikmati keindahan alam bawah laut karena bergantung dari skill aktivitas selam wisata. Sulisyati (2016) menyatakan penguasaan peralatan selam dan keterampilan yang dimiliki oleh para penyelam membedakan aktivitas *diving* untuk penyelam pemula dan berpengalaman. Topografi dan kedalaman terumbu karang menentukan profil penyelam tergantung pada tingkat keahlian.

Tabel 2. Variabel Lingkungan

Faktor	Kriteria	Keterangan
Faktor lingkungan (Aa)	Arus/m/s (Aa1)	Mempengaruhi kenyamanan dan aktivitas kegiatan ekowisata
	Tutupan lahan (Aa2)	Menjelaskan jenis penutup lahan
	NDWI (Aa3)	Menunjukkan kepadatan dan kesehatan vegetasi terumbu karang.
	Tinggi gelombang/cm (Aa4)	Mempengaruhi kenyamanan dan konsentrasi kegiatan wisata
Faktor topografi (Ab)	Kedalaman/m (Ab1)	Ketinggian/kedalaman yang lebih mudah diakses dalam aktivitas ekowisata.
	Kemiringan/ ⁰ (Ab2)	Lereng yang semakin curam mengurangi keselamatan pariwisata.
Faktor-faktor pengembangan pariwisata (Ac)	Jarak dari sarana pendukung wisata/m (Ac1)	Kedekatan dengan sarana pendukung untuk ekowisata
	Jarak dari Tempat Wisata/m (Ac2)	Kedekatan dengan objek wisata yang ada memberikan manfaat bagi pengembangan pariwisata.

Sumber : Quan & Wu (2024) dengan modifikasi sesuai dengan lokasi lokasi penelitian

Kemiringan mempengaruhi kunjungan wisata, terutama jika kemiringan bawah air terlalu curam atau sulit untuk diakses sehingga dapat menjadi penghalang bagi wisatawan, terutama yang memiliki keterbatasan skill penyelaman atau tidak terbiasa dengan kondisi tersebut. Dasar laut yang curam mempengaruhi kunjungan wisata, terutama untuk kegiatan seperti berenang dan *snorkeling* sehingga membuat aktivitas tersebut kurang aman dan nyaman bagi wisatawan. Kondisi bawah laut yang landai akan mudah dikunjungi. Kesesuaian untuk aktivitas wisata yang baik memiliki kedalaman antara 0 hingga 3

meter. Jika laut memiliki tebing curam dengan kedalaman lebih dari 5 meter, maka tidak disarankan untuk dijadikan tempat berenang karena memiliki risiko tinggi (Deviana *et al.*, 2019).

Variabel jarak dari sarana pendukung wisata berpengaruh terhadap kunjungan wisata. Semakin dekat jarak dari sarpras yang memadai dan fasilitas rekreasi, maka semakin besar minat wisatawan untuk mengunjungi suatu lokasi wisata, sehingga potensi peningkatan jumlah kunjungan wisata semakin tinggi dan tingkat kerentanan wisata juga menjadi meningkat. Disamping itu, faktor pengembangan wisata mengacu pada keadaan fasilitas pendukung wisata saat ini, yang dapat memberikan kemudahan bagi pengunjung. Penelitian ini memilih dua kriteria untuk menilai landasan pengembangan pariwisata yaitu jarak dari tempat wisata dan jarak dari sarana pendukung wisata. Quan dan Wu (2024) menyatakan faktor pengembangan pariwisata mengacu pada keadaan fasilitas wisata saat ini, yang memberikan kemudahan bagi pengunjung dengan pemilihan tiga kriteria untuk menilai pengembangan pariwisata yaitu jarak terhadap jalan raya, jarak terhadap desa, dan jarak terhadap objek wisata.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode analisis spasial digunakan meliputi ekstraksi kemiringan dan aspek dengan ArcGIS *Slope Analysis*, penghitungan jarak dengan ArcGIS *Distance Analysis Tool* dan analisis jarak *Euclidean*, dan perolehan data distribusi spasial. Sistem koordinat diproyeksikan ke dalam WGS 1984 untuk memastikan keakuratan hasil penelitian. Analisa multikolineritas juga dilakukan untuk mengetahui derajat korelasi antar variabel lingkungan 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 Kerentanan Tapak Wisata

Variabel lingkungan kriteria yang dipilih dan dianggap mempengaruhi kerentanan tapak wisata

Kristianto, Muhammad, F., dan Kurniati, R. (2026). Evaluasi Tapak Wisata Berbasis Kerentanan Wisata dengan Permodelan Maximum Entrophy (*MaxEnt*) pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(2), 283-292, doi:10.14710/jil.24.2.283-292

dilakukan *running* dengan titik ODTWA menggunakan aplikasi *MaxEnt Version 3.4.4.*, kemudian hasil *running* dianalisis dan *dioverlay* menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 10.3* dan *QGIS 3.42*. Sebanyak 80% data digunakan sebagai data training dan 20% 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. Hasil klasifikasi kerentanan tapak wisata dibagi menjadi 4 kelas yaitu kerentanan tinggi, kerentanan sedang, kerentanan rendah, dan tidak rentan menggunakan metode klasifikasi *Natural Breaks* (Jenks). Keluaran dari *running MaxEnt* menunjukkan nilai berkisar 0 hingga 1. Selanjutnya, dipilih *threshold* yang merupakan 10 *percentile training presence logistic threshold* untuk mengklasifikasikan kerentanan tapak wisata. Escalante et al., (2013), menyatakan bahwa pilihan terbaik adalah menggunakan 10 *percentile training presence logistic threshold*, yang mempertimbangkan probabilitas di mana 10%. Nilai *threshold* 10 *percentile training presence logistic threshold* tidak bersifat universal. Angka pastinya sangat bergantung pada spesies dan lingkungan yang dimodelkan dalam program seperti *MaxEnt*.

2.5. Penilaian Kesesuaian Tapak Wisata

Kesesuaian tapak wisata Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kawasan Taman Nasional (TN) Karimunjawa disusun mengacu pada Pedoman ADO ODTWA (Direktorat Jenderal PHKA, 2003) dan metodologi yang diterapkan oleh Rahayuningsih et al. (2016). Analisis Daerah Operasi - Obyek dan Daya Tarik Wisata Alam (ADO-ODTWA) adalah sebuah kegiatan yang menganalisis obyek daya tarik wisata alam dengan memanfaatkan instrumen penilaian untuk menilai dan mengembangkan ODTWA tersebut agar dapat menjadi lokasi obyek darik wisata alam yang layak. Menurut (Direktorat Jenderal PHKA, 2003) penilai ini menggunakan kriteria yang meliputi daya tarik, aksesibilitas, sarana serta prasarana penunjang, dan daya dukung kawasan. Untuk menentukan nilai kriteria sumber daya wisata digunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$S = N \times B$$

Keterangan:

S : Skor/nilai suatu kriteria ODTWA

N : Jumlah nilai unsur-unsur pada kriteria ODTWA

B : Bobot nilai unsur-unsur kriteria ODWA

Hasil dari penilaian tentang kondisi setiap obyek dan daya tarik wisata alam diperoleh dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$NR = \left(\sum N_t - \sum N_r \right) / 3$$

Keterangan:

NR : Nilai Rentang Kriteria ODTWA

Nt : Nilai tertinggi Kriteria ODTWA

Nr : Nilai terendah Kriteria ODTWA

Penilaian akhir mengenai daya tarik dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan rentang angka yang telah ditentukan.

Tabel 3. Klasifikasi Tipologi Wilayah ODTWA

No	Kriteria	Penilaian Potensi Unsur		
		Rendah (Kurang Berpotensi Untuk Dikemban gkan)	Sedang (Berpotensi Untuk Dikembangkan)	Tinggi (Sangat Berpotensi Untuk Dikemban gkan)
1	Daya tarik	48 - 512	512 - 976	976 - 1440
2	Aksesibilitas	100 - 200	200 - 300	300 - 400
3	Daya Dukung	75 - 140	140 - 205	205 - 270
4	Sarana Prasarana	45 - 90	90 - 135	135 - 180
Total		268-942	942-1616	1616-2290

Sumber: Hasil Olahan Penulis (Pedoman ADO ODTWA PHKA 2003)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Potensi ODTWA

Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar TN Karimunjawa ditetapkan sebagai kawasan wisata intensif sehingga wilayah tersebut menjadi pusat kegiatan wisata di Taman Nasional Karimunjawa. Potensi Objek Daya Tarik Wisata Alam (ODTWA) menjadi magnet bagi wisatawan untuk berkunjung ke suatu tempat wisata. Tiga belas titik potensi ODTWA Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar TN Karimunjawa ini berupa lokasi berenang, spot kano, spot diving, dan spot snorkeling. Penentuan titik potensi ODTWA ini didasarkan atas potensi keanekaragamhayatinya dan daya dukung wisata. Nilai daya dukung terbesar terdapat di Perairan Pulau Menjangan Kecil yaitu 194 wisata snorkling dan 216 wisata diving (Prasetya et al., 2021).

Kegiatan ekowisata di dalam kawasan konservasi untuk menikmati potensi keanekaragaman hayati sering kali menjadi ancaman bagi kelestarian baik secara langsung maupun tidak langsung. Aktivitas ekowisata di zona pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar TN Karimunjawa sebagian besar berupa *swimming*, *snorkling* dan *diving* dengan interaksi terhadap potensi keanekaragam hayati yang ada. Masuknya wisatawan yang berlebihan dan pengelolaan pariwisata yang tidak tepat sering kali menyebabkan konsumsi sumber daya yang berlebihan (Baloch et al., 2023).

3.2. Faktor Lingkungan

Identifikasi kerentanan wisata sangat diperlukan untuk mengetahui kesesuaian tapak agar potensi objek daya tarik wisata alam yang digunakan untuk wisata sesuai dengan kapasitas ruang yang ada terutama di zona pemanfaatan kawasan konservasi sehingga daya dukung kawasan untuk wisata tercukupi tanpa mempengaruhi keberadaan potensi kelestarian kenakeragaman hayati yang ada. Wisata pulau-pulau kecil memberikan dampak positif untuk ekonomi wilayah, tetapi juga merubah sistem yang

ada, sehingga memunculkan kerentanan tersendiri dari pulau-pulau kecil (Kurniawan, 2017).

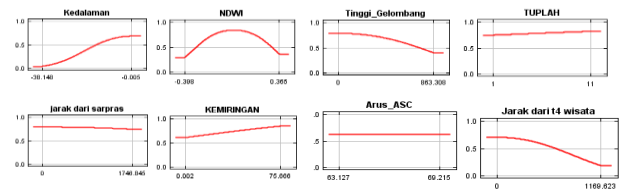
Variabel lingkungan dapat dipresentasikan dalam peta raster sebagai kategorikal, ordinal, atau kontinyu, masing-masing dengan cara penggambaran yang berbeda (Rahman *et al.*, 2022). Pengaruh variabel lingkungan pada pemodelan kerentanan wisata ditunjukkan berdasarkan hasil dari operasi jackknife. Metode ini merupakan suatu cara untuk menduga kepentingan atau kontribusi tiap variabel lingkungan yang digunakan pada pemodelan (Rahayuningsih *et al.*, 2016).

Uji multikolinearitas terhadap 8 variabel lingkungan menunjukkan tidak ada dua variabel dengan koefisien korelasi 0,7 hingga 0,9, sehingga semua variabel dapat digunakan untuk model kerentanan tapak wisata. Model Maxent menghasilkan nilai AUC 0,873 dengan standar deviasi 0,007, dianggap baik.

Tabel 4. Prosentase Kontribusi Pengaruh Variabel Lingkungan

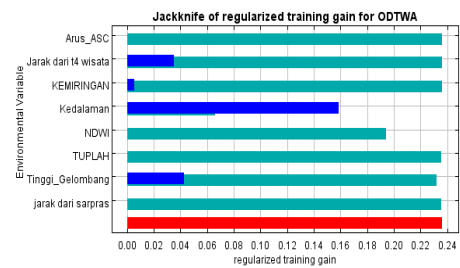
No	Variabel	Persen Kontribusi (%)	Pentingnya Permutasi (%)
1	Kedalaman	73,9	68,1
2	NDWI	19,9	21,2
3	Tinggi gelombang	3	3,5
4	Tutupan lahan	2	4,5
5	Jarak dari sarana pendukung	0,5	1,4
6	Kemiringan	0,4	1,3
7	Jarak dari tempat wisata	0,2	2,8
8	Arus	0,1	4,9

Pengaruh variabel lingkungan terhadap model kerentanan tapak wisata di Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar TN Karimunjawa diuji menggunakan model MaxEnt. Model ini menggunakan *replicat run type crossvalidate* dengan 20% pengujian acak dan 10.000 titik latar belakang. Delapan kriteria penting ditemukan, dengan kedalaman (73,9%) sebagai yang paling berpengaruh. Penilaian dalam operasi *jackknife* mencakup nilai *AUC test* dan nilai *test gain* yang diperoleh dari perlakuan variabel lingkungan yang telah ditetapkan. *Test gain* merupakan unit statistik yang memperkirakan seberapa akurat prediksi distribusi sesuai dengan data kehadiran jika dibandingkan dengan distribusi yang seragam. Jika nilai *AUC test* dan *test gain* yang diperoleh dari penggunaan variabel lingkungan tertentu semakin tinggi, maka variabel lingkungan tersebut dianggap berpengaruh pada pemodelan yang dilakukan. Kriteria lain untuk menilai seberapa besar dampak dari suatu variabel lingkungan adalah dengan mengamati penurunan nilai *test gain* dan *AUC* ketika variabel itu tidak digunakan dalam pemodelan (Elith *et al.*, 2011).



Gambar 3. Kurva Respons Variabel Lingkungan Kerentanan Tapak Wisata

Model menunjukkan hasil Uji Jackknife juga menunjukkan ranking yang sama. Kedalaman menjadi variabel lingkungan dengan keuntungan tertinggi, sehingga kedalaman dapat menjadi acuan apabila tidak memiliki data variabel lingkungan lain. Disamping itu kedalaman juga menjadi variabel lingkungan yang menurunkan *performance* model (AUC) terbanyak saat dihilangkan, sehingga variabel ini memiliki informasi terbanyak yang tidak ada pada variabel lain. Hasil ini menunjukkan kedalaman menjadi faktor lingkungan yang penting untuk menentukan kesesuaian tapak wisata.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Uji Variabel Lingkungan dengan Analisis *Jackknife*

Variabel lingkungan kriteria yang tercantum dalam Tabel 2 dilakukan running dengan titik ODTWA. Tabel 2 menggunakan MaxEnt, kemudian dianalisis overlay dilakukan di ArcGIS 10.3 pada delapan data raster standar. Hasil running data MaxEnt ini kemudian diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu kerentanan tinggi, kerentanan sedang, kerentanan rendah, dan tidak rentan menggunakan metode klasifikasi Natural Breaks (Jenks).

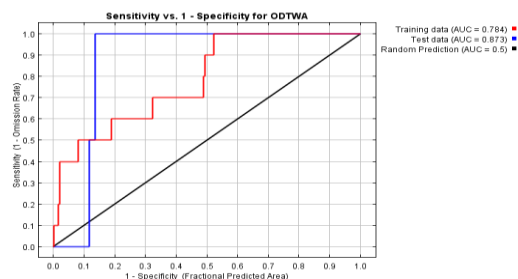
Tapak wisata yang rentan terhadap aktivitas wisata terutama ada di area ODTWA 5, 6, dan 8 di Pulau Menjangan Kecil, karena dekat dermaga utama sebagai mobilitas utama wisata. Area ini memiliki kedalaman air yang dangkal dan tutupan lahan yang beragam sehingga memudahkan akses wisata tanpa keterampilan khusus, sehingga meningkatkan kenyamanan dan kunjungan wisata. Topografi dan kedalaman terumbu karang menentukan profil penyelam tergantung pada tingkat keahlian (Suliswati, 2016). Kondisi faktor lingkungan dan kondisi alam yang menguntungkan serta infrastruktur yang relatif berkembang cukup baik, mengakibatkan perkembangan kegiatan wisata yang cukup tinggi sehingga menimbulkan dampak resistensi dan degradasi lingkungan terutama kerusakan terumbu karang sebagai objek vital ekowisata Taman Nasional Karimunjawa. Brown *et al.*, (1995) menyatakan

Kristianto, Muhammad, F., dan Kurniati, R. (2026). Evaluasi Tapak Wisata Berbasis Kerentanan Wisata dengan Permodelan Maximum Entrophy (*MaxEnt*) pada Zona Pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(2), 283-292, doi:10.14710/jil.24.2.283-292

masalah umum yang terkait dengan pengembangan pariwisata yaitu degradasi lingkungan yang terjadi seiring dengan peningkatan jumlah peningkatan pesat dalam jumlah wisatawan

Tapak wisata dengan kerentanan sedang terdapat di titik ODTWA 2, 3, 7, 9, dan 10, yang terletak di Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar. Daerah ini adalah tempat snorkeling, meskipun variasi kedalaman dan vegetasi yang kurang menarik mengurangi daya tariknya dibandingkan area kerentanan tinggi. Namun, potensi pengembangan wisata masih ada. Sementara itu, tapak dengan kerentanan rendah terletak di titik 4, 11, dan 13, yang memiliki keberagaman tutupan lahan rendah dan berlokasi di selatan Pulau Menjangan Kecil serta sisi barat Pulau Menjangan Besar. Wilayah ini sulit diakses, mengurangi jumlah pengunjung. Tapak yang tidak rentan terhadap aktivitas wisata berada di titik ODTWA 1 dan 12, terdiri dari perairan dalam dengan keanekaragaman hayati rendah, sehingga jarang dikunjungi wisatawan.

Nilai AUC test diperoleh dari pengujian 20% sampel acak. Nilai pemodelan tinggi, menunjukkan bahwa pemodelan tersebut dapat digunakan dan akurat. Pemilihan metode AUC dalam proses validasi karena metode ini merupakan metode standar untuk menguji validitas suatu pemodelan, selain itu AUC juga memberikan keuntungan bagi pengguna yakni menghindari subjektivitas pada proses pemilihan batas (Lobo et al., 2008).



Gambar 6. Nilai AUC Test Hasil Permodelan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa, 19,43 hektar (3,5%) sangat rentan, 106,91 hektar (19,26%) rentan sedang, 158,79 hektar (28,60%) rentan rendah, dan 270,093 hektar (48,65%) tidak rentan terhadap aktivitas wisata.

Tabel 5. Kelas Klasifikasi Kerentanan Wisata

No	Klasifikasi Kelas Kerentanan	Luas (Ha)	Prosentase (%)
1	Kerentanan tinggi	19,43	3,5
2	Kerentanan sedang	106,91	19,26
3	Kerentanan rendah	158,79	28,60
4	Tidak rentan	270,093	48,65

Sumber data diolah dengan QGIS 4.32

3.3. Kesesuaian Tapak Wisata

Identifikasi kerentanan tapak wisata penting untuk mengetahui ketahanan ODTWA terhadap aktivitas manusia, terutama wisata. Ini bertujuan menjaga keanekaragaman hayati sesuai kapasitas ruang di zona pemanfaatan. Wisata pulau-pulau kecil memberikan dampak positif untuk ekonomi wilayah, tetapi juga merubah sistem yang ada, sehingga memunculkan kerentanan tersendiri dari pulau-pulau kecil (Kurniawan, 2017).

Hasil kesesuaian tapak wisata menunjukkan ODTWA 1 dan ODTWA 12 memiliki potensi pengembangan tinggi dan tidak rentan, menjadikannya prioritas untuk pengembangan wisata. Lokasi wisata dengan potensi ODTWA (Objek dan Daya Tarik Wisata Alam) tinggi dan tingkat kerentanan bencana rendah dinyatakan sangat layak dikembangkan. Kawasan ini memberikan jaminan keindahan dan atraksi yang memikat, sekaligus menjamin keselamatan, kenyamanan, dan keberlanjutan lingkungan bagi wisatawan (Liliyana et al., 2025). Disamping itu, ODTWA 13 juga menjadi lokasi prioritas kedua pengembangan dengan klasifikasi tingkat potensi pengembangan tinggi dan kerentanan rendah.

Lokasi yang tidak sesuai untuk pengembangan tapak wisata berada pada ODTWA 6 dan 8 karena memiliki kriteria kerentanan tapak wisata tinggi meskipun potensi pengembangannya tinggi. Pada ODTWA 5 juga bukan prioritas pengembangan wisata karena tidak sesuai untuk pengembangan wisata dengan tingkat kerentanan tinggi dan potensi pengembangannya tinggi.

3.4. Pembahasan

Evaluasi sumber daya wisata penting untuk mengembangkan destinasi wisata dan mengidentifikasi kerentanan tapak wisata. Daya tarik wisata alam menarik pengunjung, dan syarat ODTWA harus memenuhi standar untuk kebutuhan wisatawan. Kesesuaian tapak wisata harus diupayakan. Salah satu cara untuk memanfaatkan jasa lingkungan hutan menguntungkan secara ekonomi, ramah lingkungan secara ekologi, dapat diimplementasikan secara teknis, dan diterima oleh masyarakat adalah melalui ekowisata (Karsudi et al., 2010).

Zona pemanfaatan Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Pulau Menjangan Besar menunjukkan potensi yang baik dan bisa dikembangkan. Namun, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi agar bisa menjadi tujuan wisata. Oleh karena itu, pengembangan daerah ini perlu memenuhi syarat dan mendapatkan perhatian serta perbaikan lebih lanjut sesuai dengan evaluasi penilaian ADO ODTWA. Karsudi et al. (2010) mengatakan bahwa untuk mengubah potensi wisata ini menjadi Obyek Daya Tarik Wisata Alam (ODTWA), diperlukan kajian dan perhitungan yang tepat dan sistematis berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Tabel 6. Klasifikasi Tingkat Potensi Perkembangan ODTWA

No	Lokasi Pengamatan	Nilai Klasifikasi Tingkat Potensi Pengembangan				Skor potensi	Skor maksimal	Tingkat kelayakan (%)	Intepetasi Kelayakan	Kerentanan tapak wisata
		Daya tarik	Aksesibilitas	Daya dukung kawasan	Sarpras					
1	ODTWA 1	966	400	225	45	1636	2290	71.44	Tinggi	Tidak rentan
2	ODTWA 2	996	400	210	45	1651	2290	72.10	Tinggi	Sedang
3	ODTWA 3	966	400	210	45	1621	2290	70.79	Tinggi	Sedang
4	ODTWA 4	966	400	180	45	1591	2290	69.48	Sedang	Rendah
5	ODTWA 5	1080	400	180	75	1735	2290	75.76	Tinggi	Tinggi
6	ODTWA 6	810	400	75	135	1420	2290	62.01	Sedang	Tinggi
7	ODTWA 7	900	400	240	60	1600	2290	69.87	Sedang	Sedang
8	ODTWA 8	786	400	240	45	1471	2290	64.24	Sedang	Tinggi
9	ODTWA 9	756	400	240	45	1441	2290	62.93	Sedang	Sedang
10	ODTWA 10	726	400	120	60	1306	2290	57.03	Sedang	Sedang
11	ODTWA 11	666	400	120	105	1291	2290	56.38	Sedang	Rendah
12	ODTWA 12	996	400	240	45	1681	2290	73.41	Tinggi	Tidak rentan
13	ODTWA 13	966	400	225	45	1636	2290	71.44	Tinggi	Rendah

Kebijakan pengembangan pariwisata di Indonesia diatur oleh Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah, termasuk RIPPARNAS, RIPPARDA, dan RIPPARKAB. Tujuan kebijakan ini adalah mencapai target di bidang pariwisata. Pada 2021, pemerintah mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 tentang RIPPARNAS, yang mencakup pengembangan Taman Nasional Karimunjawa dan pariwisata laut. Di tingkat provinsi, Rencana Induk Pembangunan Pariwisata Provinsi Jawa Tengah menekankan pariwisata berkelanjutan untuk menciptakan lapangan kerja dan menjaga lingkungan. Kabupaten Jepara juga memiliki RIPPARDA yang mencakup Kawasan Strategis Pariwisata Daerah, yang mengutamakan daya tarik wisata alam dan konservasi sumber daya. Rencana pengembangan ini mendukung visi RPJMD Kabupaten Jepara Tahun 2025-2029.

Penilaian Objek Daya Tarik Wisata Alam (ODTWA) di Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar Taman Nasional Karimunjawa sudah sesuai dengan SNI Nomor 8013 tahun 2014 tentang Pengelolaan Pariwisata Alam yaitu kelestarian fungsi ekosistem dan ODTWA yang terjamin. ODTWA utama menjadi ruang publik dengan indikator pengalokasian ruang untuk kelestarian. Tingkat kerentanan lokasi wisata bervariasi, dengan kerentanan sedang sampai tinggi pada ruang publik dan kerentanan rendah pada ruang usaha. Strategi pengembangan wisata prioritas dapat dilakukan pada ODTWA yang memiliki kriteria tidak rentan dan kerentanan tapak wisata rendah terhadap aktivitas wisata dengan potensi pengembangan tinggi.

Pengembangan wisata di ODTWA dapat dilakukan dengan strategi kolaboratif bersama forum wisata berkelanjutan TN Karimunjawa. Strategi ini meliputi pemantauan ekosistem terumbu karang, pengaturan jumlah dan waktu kunjungan, penjagaan lokasi wisata, dan promosi ekowisata melalui media sosial untuk menarik wisatawan domestik dan mancanegara. Akses yang baik menjadi faktor penting yang menentukan minat orang untuk berwisata ke suatu daerah (Porto *et al.*, 2018).

Tingkat kerentanan rendah yang mengartikan bahwa lokasi tersebut memiliki tingkat exposure atau tekanan, baik secara alami maupun antropogenik yang cukup rendah, sedangkan tipologi wilayahnya

cenderung sedang hingga rendah yang berarti bahwa tingkatan sensitifitas ekologi ODTWA pada lokasi tersebut cukup baik untuk dilakukan pengembangan ekowisata. Kerentanan tinggi selaras dengan paparan dan sensitivitas yang tinggi, ditambah dengan kapasitas adaptif yang rendah, dan sebaliknya (Mitrică *et al.*, 2025). Strategi dapat diterapkan untuk pengembangan wisata di Karimunjawa termasuk penyadartahuan melalui sosialisasi dan pelatihan bagi masyarakat dan pelaku usaha wisata. Kerjasama dengan pihak terkait juga penting untuk mengurangi dampak negatif wisata. Masyarakat dapat meningkatkan pendapatan sambil melestarikan lingkungan dengan menggunakan keindahan alam dan budaya lokal sebagai daya tarik wisata. Ekowisata tidak hanya menghasilkan keuntungan finansial, tetapi juga menawarkan nilai-nilai lokal kepada wisatawan, meningkatkan kesadaran lingkungan (Rahminda *et al.*, 2025).

Kerentanan tapak wisata tinggi TN Karimunjawa terjadi karena pusat aktivitas wisata di Pulau Menjangan Kecil yang menunjukkan interaksi wisatawan yang intens dengan lingkungan sehingga tidak sesuai untuk pengembangan wisata. Meskipun demikian, ODTWA ini memiliki aksesibilitas baik dan daya tarik sedang hingga tinggi melalui upaya adaptasi dengan meningkatkan kapasitas adaptasi wisatawan. Wisatawan yang adaptif selalu mematuhi pedoman dari operator wisata, seperti menjaga jarak aman dari terumbu karang yang dangkal dan memperhatikan kapasitas daya dukung lokasi (Farid *et al.*, 2018).

Kerentanan tapak wisata tinggi terjadi karena adanya interaksi wisatawan dan rendahnya kapasitas adaptif. Meskipun demikian, kedua daerah ini sangat layak untuk pengembangan wisata karena aksesibilitas yang baik dan daya tarik wisata yang sedang. Pengembangan wisata dengan beberapa strategi, seperti meningkatkan keamanan objek wisata, memberikan penyadartahuan kepada masyarakat tentang wisata, serta kerja sama untuk mengurangi dampak negatif wisata. Selain itu, penting untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan sosialisasi tentang etika dan mitigasi kerusakan.

4. KESIMPULAN

Analisis kerentanan tapak wisata menggunakan permodelan Maximum Entropy (*MaxEnt*) menunjukkan area ODTWA di Zona Pemanfaatan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar sesuai untuk pengembangan wisata. Tingkat kerentanan sedang hingga tinggi terdapat di ruang publik, sedangkan kerentanan rendah dan tidak rentan ada di ruang usaha. Pengembangan wisata perlu mempertimbangkan keanekaragaman hayati dan kelestarian lingkungan. Hasil penelitian mendukung strategi pengembangan yang mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat lokal serta wisatawan melalui sosialisasi tentang ekosistem perairan dan terumbu karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliansyah, H., & Hermawan, W. (2021). Peran Sektor Pariwisata Pada Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten/Kota Di Jawa Barat. *Bina Ekonomi*, 23(1), 39–55. <https://doi.org/10.26593/be.v23i1.4654.39-55>
- Balai Taman Nasional Karimunjawa. (2019). *Dokumen Rencana Pemulihan Ekosistem (Tidak dipublikasikan)*.
- Baloch, Q. B., Shah, S. N., Iqbal, N., Sheeraz, M., Asadullah, M., Mahar, S., & Khan, A. U. (2023). Impact of tourism development upon environmental sustainability: a suggested framework for sustainable ecotourism. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5917–5930. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22496-w>
- Brown, K., Turner, R. K., Hameed, H., & Bateman, I. (1995). Tourism and sustainability in environmentally fragile areas: case studies from the Maldives and Nepal. *Working Paper - Centre for Social & Economic Research on the Global Environment, GEC 95-30*. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000428>
- Deviana, D. A., Frida, P., & Rudyanti, S. (2019). Analisis Kesesuaian Wisata Pantai Teluk Awur Di Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Maquares*, 8(2), 93–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/marj.v8i2.24232>
- Direktorat Jenderal PHKA. (2003). *Pedoman Analisis Daerah Operasi Obyek dan Daya Tarik Wisata Alam (ADO-ODTWA)*.
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17(1), 43–57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Escalante, T., Rodríguez-Tapia, G., Linaje, M., Illoldi-Rangel, P., & González-López, R. (2013). Identification of areas of endemism from species distribution models: threshold selection and Nearctic mammals. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 16(1), 5–17. [https://doi.org/10.1016/s1405-888x\(13\)72073-4](https://doi.org/10.1016/s1405-888x(13)72073-4)
- Farid, M., Purnomo, P. W., & Supriharyono, S. (2018). Perubahan Tutupan Terumbu Karang Ditinjau Dari Banyaknya Wisatawan Di Tanjung Gelam Kepulauan Karimunjawa Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1), 18–27. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i1.22521>
- Hidayati, N., Pragita, T. E., & Parstiwi, B. (2014). *Panduan Penerapan SNI 8013:2014 Pengelolaan Pariwisata Alam* (1st ed.). Badan Standardisasi Nasional.
- Hikmah, N., Fauziyah, N. K., Septiani, M., & Lasari, D. M. (2022). Healing Sebagai Strategi Coping Stress Melalui Pariwisata. *Indonesian Journal of Tourism and Leisure*, 3(2), 113–124. <https://doi.org/10.36256/ijtl.v3i2.308>
- Karimunjawa, B. T. N. (2023). *Revisi Zona Pengelolaan Taman Nasional Karimunjawa*.
- Karsudi, Soekmadi, R., & Kartodihardjo, H. (2010). Ecotourism Development Strategy in the Yapen Islands, Papua Province. *Manajemen Hutan Tropika*, 15(2), 80–87. <https://doi.org/10.29243/medkon.15.2>
- Kartawijaya, T., Prasetya, R., Ripanto, & Jamaludin. (2011). *Pengembangan Ekowisata Berbasis Masyarakat di Taman Nasional Karimunjawa*.
- Kurniawan, F. (2017). Studi resiliensi spasial pulau-pulau kecil: kasus kawasan konservasi perairan nasional, taman wisata perairan gili ayer, gili meno, dan gili trawangan (gili matra), nusa tenggara barat [disertasi]. *Institut Pertanian Bogor*, 6(1), 51–66. <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://fiskal.kemenkeu.go.id/ejournal%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1>
- Li, Y., Li, M., Li, C., & Liu, Z. (2020). Optimized maxent model predictions of climate change impacts on the suitable distribution of *cunninghamia lanceolata* in China. *Forests*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/f11030302>
- Liliyana, Hermina, U. N., & Anggita. (2025). Analisis Kelayakan Potensi Objek Daya Tarik Wisata (ODTWA) Taman Wisata Alam Indah Lestari di Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 11(2), 1064–1076. <https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v11i2.4356>
- Luong, T. B. (2024). Adapting Values-Beliefs-Norms (VBN) model and the Value-Identity-Personal norm (VIP) model into ecotourism intention: A case study of Cat Tien National Park, Vietnam. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 12(4), 621–635. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2024.11.008>
- Mitrică, B., Șerban, P. R., Roznoviețchi, I., Micu, D., Persu, M., Grigorescu, I., Amihăesei, V., Dumitrașcu, M., & Damian, N. (2025). The tourism sector's vulnerability to climate change-related phenomena. Case study: Romania. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 118(November 2024). <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105248>
- Mohammadi, A., Almasieh, K., Nayeri, D., Adibi, M. A., & Wan, H. Y. (2022). Comparison of habitat suitability and connectivity modelling for three carnivores of conservation concern in an Iranian montane landscape. *Landscape Ecology*, 37(2), 411–430. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01386-5>
- Mulyasari, R., & Rahmadian, G. (2022). Gajah Mada Journal of Tourism Studies Kerentanan Pariwisata dan Responnya: Studi Kasus Covid-19 di Kawasan Wisata Kaliurang. *Gajah Mada Journal of Tourism Studies*, 4(1), 25–41.

- <https://doi.org/10.22146/gamajts.v4i1.81283>
- Najeha, A. S., & Vitrianto, P. N. (2025). Degradasi Lingkungan Kawasan Wisata Pantai Samas dalam Kajian Ekologi Sosial. *Journal of Tourism and Economic*, 7(1), 23–38. <https://doi.org/10.36594/jtec/8jm7j756>
- Pakpahan, A., & Sentosa, A. (2020). Dampak Pengembangan Pariwisata Terhadap Kesejahteraan Masyarakat Di Sungai Batu Sei Gohong Kota Palangka Raya. *Jurnal Sociopolitico*, 2(2), 126–130. <https://doi.org/10.54683/sociopolitico.v2i2.32>
- Panalaran, S., & Pamungkas, R. J. (2024). Analisis Kesesuaian Wisata di Pulau Pahawang, Kabupaten Pesawaran berdasarkan Parameter Oseanografi Satriyo Panalaran dan Rifky Jati Pamungkas*. *Jurnal Kelautan Tropis Juni*, 27(2), 269–276. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.22438>
- Porto, N., Rucci, A. C., & Ciaschi, M. (2018). Tourism accessibility competitiveness. A regional approach for Latin American countries. *Investigaciones Regionales*, 2018(42), 75–91.
- Prasetya, J. D., Hudawan, D., & Farhaini, N. (2021). Kajian Kondisi Tutupan Karang Terhadap Daya Dukung Wisata Bahari Di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, Dan Lingkungan*, 4(2), 71. <https://doi.org/10.31315/jmel.v4i2.3837>
- Pribadi, A. H., Suryanti, S., & Ain, C. (2020). Dampak Kegiatan Pariwisata terhadap Status Tutupan Terumbu Karang dan Valuasi Ekonomi di Kepulauan Karimunjawa The Impact of Tourism Activities on The Status of Coral Reef Cover and Economic Valuation in Karimunjawa Island. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 9(1), 72–80. <https://doi.org/10.14710/marj.v9i1.27762>
- Quan, Q., & Wu, Y. (2024). Integrating Entropy Weight and MaxEnt Models for Ecotourism Suitability Assessment in Northeast China Tiger and Leopard National Park. *Land*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/land13081269>
- Rahayuningsih, T., Muntasib, E. K. S. H., & Prasetyo, L. B. (2016). Nature Based Tourism Resources Assessment Using Geographic Information System (GIS): Case Study in Bogor. *Procedia Environmental Sciences*, 33(April), 365–375. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.087>
- Rahman, A. D., Condro, A. A., & Giri, M. S. (2022). *Model Distribusi Spesies : Maximum Entropy*. IPB Press.
- Rahminda, P., Solfema, S., & Putri, L. D. (2025). *Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penguatan Budaya Lokal dan Pelestarian Lingkungan Hidup*. 3.
- Saragi, H. (2023). Analisis Dampak Wisata Bahari Karimunjawa dalam Peningkatan Ekonomi Masyarakat Pesisir. *Jurnal Sosial Dan Sains*, 3(1), 27–39. <https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v3i1.665>
- Sekartjkrarini, S., & Nababan, M. G. (2010). Master Plan Wisata Alam Taman Nasional Karimunjawa Kabupeten Jepara Provinsi Jawa Tengah. In *Wikipedia* (Issue 248). https://id.wikipedia.org/wiki/Taman_Nasional_Karimunjawa
- Setiawan, I. (2019). Potensi Destinasi Wisata Di Indonesia Menuju Kemandirian Ekonomi. *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call for Papers Unisbank (Sendi_U)*, 53(9), 1–6. <https://media.neliti.com/media/publications/173034-ID-potensi-destinasi-wisata-di-indonesia-me.pdf>
- Su, H., Bista, M., & Li, M. (2021). Mapping habitat suitability for Asiatic black bear and red panda in Makalu Barun National Park of Nepal from Maxent and GARP models. *Scientific Reports*, 11(1), 14135. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93540-x>
- Sudini, L. P., & Arthanaya, I. W. (2022). Pengembangan Pariwisata Berwawasan Pelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmu Hukum*, 18(1), 65–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.30996/dih.v0i0.5837>
- Sulisyati, R. (2016). *Daya Dukung Ekosistem Terumbu Karang Untuk Kesesuaian Wisata Bahari di Taman Nasional Karimunjawa*. Disertasi tidak dipublikasikan, Program Studi Doktor Ilmu Kehutanan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Wabang, I. L., Yulianda, F., & Susanto, H. A. (2018). Kajian Karakteristik Tipologi Pantai Untuk Pengembangan Wisata Rekreasi Pantai Di Suka Alam Perairan Selat Pantar Kabupaten Alor. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 1(2), 199–209. <https://doi.org/10.29244/core.1.2.199-209>