

Navigasi Keberlanjutan Pulau Kecil: Integrasi *Cultural Ecosystem Services* dan Mitigasi Risiko Berbasis Indeks di Madura

Dr. Agus Romadhon, S.P., M.Si.



PT. GHANI PRESS GROUP

Navigasi Keberlanjutan Pulau Kecil: Integrasi *Cultural Ecosystem Services* dan Mitigasi Risiko Berbasis Indeks di Madura

Penulis:

Dr. Agus Romadhon, S.P., M.Si.

Desain Cover:

Umar Khasan

Layouter:

Tyas Dzawil Istiqomah

Editor Naskah:

Dr. Gyska Indah Harya, S.P., M.Agr

14 x 21 cm, v-148

ISBN: 978-634-05-0614-3

Anggota IKAPI: No. 468/JTI/2026

Diterbitkan oleh: PT GHANI PRESS GROUP

Alamat:

Bumi Permata Raya Blok 8 No. 28 Tanjung, Lamongan

HP. 0896-5710-0105

Email: ptghanipress@gmail.com

Website: <https://ghanipress.com/>

© Hak Cipta 2026 pada penulis

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

- a. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- b. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- c. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- d. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas terselesaikannya buku monograf berjudul "Navigasi Keberlanjutan Pulau Kecil: Integrasi *Cultural Ecosystem Services* dan Mitigasi Risiko Berbasis Indeks di Madura". Pulau-pulau kecil memiliki keunikan ekosistem sekaligus kerentanan yang tinggi terhadap tekanan pembangunan. Buku ini mengulas pentingnya *Cultural Ecosystem Services* sebagai pilar keberlanjutan pariwisata yang sering kali terabaikan dalam perencanaan wilayah. Fokus utama buku ini adalah menjembatani celah antara teori jasa ekosistem dan implementasi praktisnya melalui pendekatan kuantitatif.

Buku ini bertujuan menjelaskan CESI (*Cultural Ecosystem Service Index*) sebagai instrumen navigasi kebijakan. Manfaat utamanya adalah memberikan metodologi yang terukur bagi akademisi dalam menilai keberlanjutan, serta menjadi panduan bagi praktisi dalam menentukan strategi mitigasi risiko dan optimalisasi daya dukung pariwisata di wilayah kepulauan. Pembahasan dalam buku ini terdiri dari:

- a. Fondasi Teoritis (Bab 1-2): Mengidentifikasi karakteristik unik pulau kecil di Madura serta paradigma jasa ekosistem yang mendasarinya.
- b. Metodologi Inovatif (Bab 3-4): Menguraikan konstruksi Indeks CESI dan aplikasinya dalam menilai keberlanjutan

- c. Strategi dan Aksi (Bab 5-6): Menyajikan interpretasi atas disparitas jasa ekosistem serta merumuskan strategi optimalisasi dan rencana mitigasi risiko yang aplikatif bagi masa depan pariwisata.

Penulis berharap buku ini dapat menjadi referensi penting dalam upaya pelestarian lingkungan dan pembangunan pariwisata yang lebih bertanggung jawab.

Madura, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I	
KARAKTERISTIK DAN KEUNIKAN PULAU- PULAU KECIL DI MADURA	1
➤ Geografi dan Tipologi Pulau Kecil	1
➤ Kerentanan dan Resiliensi	5
➤ Potensi Wisata Laut dan Budaya	13
BAB II	
PARADIGMA JASA EKOSISTEM DAN KEBERLANJUTAN.....	25
➤ Konsep Jasa Ekosistem Budaya.....	25
➤ Indikator Keberlanjutan Wisata.....	32
➤ Hubungan Alam dan Manusia	41
BAB III	
KONSTRUKSI DAN PENGEMBANGAN INDEKS	51
➤ Penentuan Dimensi CESI	51
➤ Kerangka Kerja Penilaian.....	62
➤ Teknik Analisis Multidimensional Scaling.....	72

BAB IV	
APLIKASI CESI UNTUK PENILAIAN	
KEBERLANJUTAN WISATA PULAU KECIL 83	
➤	Profil Wilayah dan Distribusi <i>Cultural Ecosystem Service</i> 83
➤	Penilaian Status Keberlanjutan Berbasis Indeks Komposit 89
➤	Analisis Sensitivitas dan Identifikasi Atribut Pengungkit (<i>Leverage Factor</i>) 94
➤	Analisis Risiko Ekologis dan Kapasitas Daya Dukung Wisata 100
BAB V	
INTERPRETASI DAN STRATEGI PENGELOLAAN	
..... 107	
➤	Interpretasi Dinamika Keberlanjutan dan Disparitas Jasa Ekosistem 107
➤	Strategi Optimalisasi Jasa Ekosistem dan Mitigasi Risiko 113
DAFTAR PUSTAKA 121	
BIODATA PENULIS 147	

BAB I

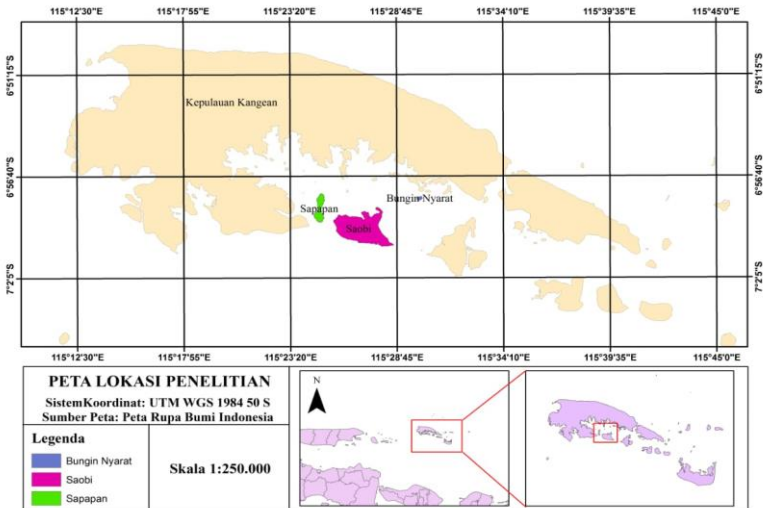
KARAKTERISTIK DAN KEUNIKAN PULAU-PULAU KECIL DI MADURA

➤ Geografi dan Tipologi Pulau Kecil

Geografi pulau-pulau kecil di wilayah Madura tidak dapat dipahami secara reduksionistik hanya melalui parameter spasial administratif (luas daratan $< 2.000 \text{ km}^2$), melainkan harus dibedah melalui lensa "insularitas" sebuah kondisi keterisolasian geografis permanen yang menciptakan struktur biofisik unik sekaligus kerentanan sosial-ekonomi yang mendalam (Rijanta, 2016). Fenomena insularitas ini merupakan faktor determinan dalam pembangunan wilayah Madura, khususnya di Kabupaten Sumenep yang secara administratif mengelola 126 pulau kecil yang tersebar di Laut Jawa dan Laut Flores (Prayogo, 2021). Secara demografis, kompleksitas kewilayahan ini terlihat dari fakta bahwa hanya sekitar 38% atau 48 pulau yang berpenghuni (Insafitri dkk., 2021), sementara mayoritas sisanya berfungsi sebagai koridor ekologis murni yang sangat sensitif terhadap gangguan antropogenik namun tetap berada di bawah risiko degradasi akibat manajemen yang terbatas (Romadhon dkk., 2025).

Karakteristik geografis ini menciptakan dikotomi tipologi yang sangat kontras antara wilayah Madura bagian barat dan timur. Pada bagian barat, tipologi pulau

didominasi oleh bentang alam kering dengan struktur geologi karst yang memiliki porositas tinggi, yang secara signifikan membatasi kemampuan tanah dalam menyimpan cadangan air tawar (*akuifer*) bagi populasi lokal (Widjaya & Tanuwidjaja, 2017). Sebaliknya, wilayah timur terutama di gugusan kepulauan Sumenep menampilkan tipologi maritim yang kaya dengan mosaik ekosistem yang kompleks. Sebagai contoh, Pulau Sapudi memiliki profil geografis yang mencakup perpaduan hutan mangrove yang rapat, wilayah pesisir berbatu, pantai pasir putih, hingga zona perbukitan di pedalaman yang menciptakan keragaman visual dan biologis (Romadhon dkk., 2025).



Gambar 1. Kepulauan Kangean, Kabupaten Sumenep

Keberagaman fisik ini merupakan fondasi biofisik bagi *Cultural Ecosystem Services*, meskipun hasil penilaian menggunakan instrumen *Cultural Ecosystem Service Index* di wilayah tersebut baru mencapai kategori "cukup berkelanjutan" (Romadhon dkk., 2025). Skor ini merefleksikan disparitas antara potensi intrinsik keindahan alam dengan kualitas infrastruktur serta tekanan pada nilai-nilai spiritual dan estetika masyarakat lokal.

Lebih lanjut, tipologi pulau kecil di Madura dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi ekonomi strategis dan parameter kelayakan investasinya. Beberapa pulau berfungsi sebagai episentrum produksi primer nasional, seperti sentra industri garam di Sumenep, Pamekasan, dan Sampang, serta zona perikanan tangkap yang intensif di Selat Madura yang menuntut keseimbangan antara ekstraksi dan konservasi (Astutik dkk., 2019; Hidayah dkk., 2020). Di sisi lain, pulau-pulau seperti Saor dan Saobi menunjukkan tipologi yang sangat menjanjikan untuk pengembangan ekowisata laut berbasis masyarakat. Hal ini divalidasi oleh data ilmiah yang menunjukkan skor *Tourism Suitability Index* untuk aktivitas *diving* dan *snorkeling* berada pada kisaran 2,0–2,5; dengan indeks kelayakan investasi (*Small Island Investment Index/SII*) mencapai angka 3,70 melalui strategi reinvensi tradisi lokal (Romadhon dkk., 2020). Namun, potensi ekonomi ini harus dipetakan terhadap realitas sosial berupa kesenjangan Indeks Pembangunan Manusia yang signifikan antara wilayah daratan dan kepulauan, di mana isolasi geografis sering kali berkorelasi linear dengan

hambatan akses terhadap layanan pendidikan dan kesehatan berkualitas (Sari dkk., 2020).

Analisis terhadap tipologi fisik pulau kecil di Madura juga mengungkapkan kerentanan yang mendalam terhadap dinamika lingkungan global. Dengan karakteristik elevasi daratan yang umumnya rendah (*low-lying islands*), pulau-pulau ini berada di garis depan ancaman kenaikan permukaan air laut dan abrasi pantai yang dipicu oleh perubahan iklim ("Global Sustainable Development Report 2019," 2019). Kerentanan fisik ini semakin diperparah oleh tekanan antropogenik pada ekosistem mangrove di wilayah pesisir seperti Desa Ujung Piring, yang secara fungsional berperan sebagai benteng alami sekaligus penyedia jasa ekosistem pendukung (Noktasatria & Farid, 2021). Hilangnya integritas geografis akibat faktor alam maupun intervensi manusia yang tidak terencana berisiko mengikis "*Sense of Place*" sebuah ikatan emosional, spiritual, dan identitas budaya masyarakat yang berakar pada lingkungan mereka (Romadhon dkk., 2025). Oleh karena itu, diperlukan reorientasi manajemen pembangunan yang mengintegrasikan instrumen penilaian multidimensi seperti CESI untuk memastikan bahwa pertumbuhan ekonomi investasi tidak mengorbankan resiliensi jangka panjang dan warisan budaya yang menjadi identitas eksistensial pulau-pulau kecil di Madura (Romadhon dkk., 2020; Romadhon dkk., 2025).

➤ Kerentanan dan Resiliensi

Kerentanan (*vulnerability*) dalam konteks pembangunan pulau-pulau kecil di wilayah Madura merupakan sebuah fenomena ontologis yang berakar pada karakteristik intrinsik "insularitas," sebuah kondisi keterisolasian geografis permanen yang menciptakan struktur biofisik unik sekaligus tantangan pembangunan yang sangat kompleks. Secara teoretis, kerentanan ini bukan sekadar kondisi statis, melainkan produk dari interaksi multidimensi antara paparan (*exposure*) terhadap ancaman lingkungan eksternal dan rendahnya kapasitas adaptif sistem sosial-ekologi lokal yang sering kali terhambat oleh keterbatasan sumber daya esensial ("Global Sustainable Development Report 2019," 2019; Rijanta, 2016). Di wilayah Kepulauan Madura, khususnya di Kabupaten Sumenep yang secara administratif mengelola 126 pulau kecil; fenomena ini termanifestasi secara nyata melalui ketergantungan yang sangat tinggi terhadap ekosistem pesisir yang sangat sensitif, di mana setiap perubahan kecil pada dinamika oseanografi dapat memicu dampak berantai yang destruktif terhadap ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi masyarakat maritim (Basseur, 2022; Insafitri dkk., 2021; Newman dkk., 2023). Karakteristik "kendala ruang" (*space constraints*) pada pulau kecil berarti bahwa ekosistem di pulau-pulau ini tidak memiliki zona penyangga daratan yang luas untuk menyerap guncangan lingkungan, sehingga degradasi pada habitat kritis seperti terumbu karang atau mangrove akan langsung menurunkan daya

dukung pulau tersebut secara drastis (Noktasatria & Farid, 2021; Rijanta, 2016). Penilaian keberlanjutan menggunakan metode *Multidimensional Scaling* sering kali menunjukkan bahwa dimensi lingkungan berada pada titik paling rentan; variabel seperti aksesibilitas air tawar dan perlindungan garis pantai menjadi faktor pengungkit utama yang menentukan resiliensi wilayah (Alvi dkk., 2018; Widjaya & Tanuwidjaja, 2017). Dalam perspektif global, pulau-pulau dengan elevasi rendah (*low-lying islands*) di Madura menghadapi risiko eksistensial akibat kenaikan permukaan air laut yang dipicu oleh krisis iklim, yang tidak hanya mengancam integritas fisik daratan tetapi juga memicu intrusi air laut ke dalam akuifer yang sangat terbatas, menciptakan krisis air bersih yang permanen bagi penduduk kepulauan (“Global Sustainable Development Report 2019,” 2019; Widjaya & Tanuwidjaja, 2017). Oleh karena itu, memahami kerentanan di pulau kecil Madura memerlukan pendekatan holistik yang melampaui metrik ekonomi tunggal, dengan mengintegrasikan faktor geografis, ekologi, dan kapasitas sosial dalam menghadapi ketidakpastian lingkungan yang semakin meningkat secara eksponensial di masa depan (Rijanta, 2016; Romadhon dkk., 2025).

Secara ekologis, profil kerentanan pulau-pulau kecil di Madura diperburuk oleh tekanan antropogenik yang terus meningkat terhadap habitat-habitat kunci yang secara fungsional berperan sebagai benteng resiliensi alami bagi wilayah pesisir. Habitat mangrove, padang

lamun, dan terumbu karang bukan hanya penyedia sumber daya hayati, melainkan juga infrastruktur pelindung yang sangat krusial dalam memitigasi dampak abrasi, badai, dan intrusi air laut yang frekuensinya semakin meningkat akibat perubahan iklim global. Keberlanjutan ekosistem mangrove di wilayah pesisir Bangkalan, misalnya, menunjukkan bahwa integritas lingkungan sangat bergantung pada variabel sensitif seperti tingkat polusi perairan dan laju konversi lahan yang sering kali dipacu oleh motif ekonomi jangka pendek tanpa mempertimbangkan jasa ekosistem pendukung. Pada studi kasus di Pulau Sapudi, profil kerentanan ekologis ini tercermin secara eksplisit melalui hasil penilaian menggunakan instrumen *Cultural Ecosystem Service Index*, di mana skor yang diperoleh adalah 0,47, yang menempatkan status keberlanjutan pada level "moderat" atau "cukup berkelanjutan". Skor 0,47 ini merupakan sinyal peringatan dini yang mengindikasikan bahwa sistem jasa ekosistem budaya di Pulau Sapudi berada dalam kondisi goyah; meskipun masyarakat masih dapat memperoleh manfaat spiritual, estetika, dan rekreasi dari lingkungan mereka, tekanan lingkungan yang ada saat ini telah mendekati batas ambang daya dukung yang dapat diterima. Kerentanan ini juga berkaitan erat dengan struktur hidrogeologi pulau yang didominasi oleh batuan karst di beberapa wilayah di Madura, yang secara alami memiliki porositas tinggi sehingga sangat rentan terhadap pencemaran air tanah dan penipisan cadangan air tawar akibat eksploitasi

berlebihan untuk kebutuhan wisata atau industri. Memperkuat resiliensi ekologis di wilayah kepulauan Madura menuntut adanya pergeseran paradigma dari manajemen berbasis ekstraksi menuju manajemen berbasis restorasi, di mana perlindungan terhadap fungsi-fungsi ekosistem tidak lagi dipandang sebagai hambatan investasi, melainkan sebagai aset modal alam yang fundamental bagi keberlangsungan hidup manusia dalam jangka panjang.

Dimensi kerentanan selanjutnya yang perlu dibedah secara mendalam adalah aspek sosial-ekonomi dan institusional, di mana isolasi geografis sering kali berinteraksi dengan rendahnya aksesibilitas terhadap layanan dasar untuk menciptakan "jebakan keterbelakangan insular" yang menghambat peningkatan kualitas hidup masyarakat (Rijanta, 2016). Di Kepulauan Madura, data empiris menunjukkan adanya disparitas Indeks Pembangunan Manusia yang cukup tajam antara masyarakat di daratan utama dengan mereka yang menetap di pulau-pulau kecil, yang mencerminkan hambatan sistemik dalam distribusi layanan pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur energi yang memadai (Sari dkk., 2020). Rendahnya kapasitas modal manusia ini merupakan faktor pelemah resiliensi yang sangat signifikan, karena masyarakat yang memiliki keterbatasan akses terhadap informasi dan teknologi adaptasi akan jauh lebih lambat dalam merespons fluktuasi pasar maupun ancaman bencana alam yang datang tiba-tiba (McCrea, 2022; Owusu-Sekyere dkk., 2021). Secara

ekonomi, struktur kehidupan masyarakat di pulau kecil Madura masih sangat didominasi oleh sektor primer yang rentan, seperti perikanan tangkap dan produksi garam, di mana kedua sektor ini sangat bergantung pada kondisi iklim dan pola musim yang kini semakin tidak menentu (Astutik dkk., 2019; Hidayah dkk., 2020). Ketika guncangan eksternal terjadi sebagaimana yang dialami selama pandemi COVID-19 wilayah dengan struktur ekonomi yang homogen dan tidak terdiversifikasi akan mengalami kontraksi ekonomi yang jauh lebih dalam dan pemulihan yang jauh lebih lambat dibandingkan wilayah daratan (Hannan, 2021). Selain itu, kapasitas institusional dalam pengelolaan wilayah pesisir dan pulau kecil di tingkat lokal sering kali terhambat oleh keterbatasan anggaran dan personel yang ahli, sehingga kebijakan perlindungan lingkungan sering kali kalah bersaing dengan kepentingan investasi yang menjanjikan keuntungan ekonomi instan namun mengabaikan risiko ekologi jangka panjang (Isdahartati dkk., 2024; Larrea dkk., 2023). Oleh karena itu, memperkuat resiliensi sosio-ekonomi menuntut adanya strategi diversifikasi ekonomi yang berbasis pada nilai tambah jasa ekosistem serta penguatan kelembagaan lokal yang mampu menjalankan fungsi kontrol dan pengawasan terhadap pemanfaatan sumber daya alam di wilayah yang terisolasi (“Global Sustainable Development Report 2019,” 2019; Mohammad dkk., 2019; Romadhon dkk., 2025).



Gambar 2. Pulau Masakambing, Kabupaten Sumenep

Aspek budaya dan psikologis masyarakat juga memainkan peran yang tidak kalah krusial dalam dinamika resiliensi, di mana hilangnya identitas kultural dan "*Sense of Place*" dapat meruntuhkan fondasi sosial yang telah menjaga keberlangsungan hidup masyarakat pulau selama berabad-abad. Jasa ekosistem budaya, yang mencakup dimensi spiritual, nilai pendidikan, warisan sejarah, dan keindahan estetika, merupakan jangkar sosial yang memberikan makna bagi hubungan antara manusia dengan lingkungannya di Kepulauan Madura (Romadhon dkk., 2025). Di Pulau Sapudi, kekayaan budaya maritim dan keberadaan situs-situs religi seperti makam tokoh agama merupakan elemen kunci yang memperkuat resiliensi komunitas melalui praktik-praktik ziarah dan upacara tradisi yang menghormati keseimbangan alam (Romadhon dkk., 2025). Namun, kerentanan budaya muncul ketika pembangunan wisata

yang masif dan tidak terencana mulai mengubah lanskap budaya menjadi komoditas semata, yang pada gilirannya mengikis ikatan emosional masyarakat terhadap tanah kelahirannya dan melemahkan kearifan lokal dalam menjaga lingkungan (Romadhon dkk., 2025). Erosi identitas kultural ini sering kali tidak terdeteksi oleh indikator pembangunan ekonomi konvensional; namun, dampaknya sangat destruktif terhadap daya tahan masyarakat menghadapi krisis akibat hilangnya rasa memiliki terhadap ekosistem yang menghidupi mereka (Romadhon dkk., 2025). Instrumen CESI yang dikembangkan dalam monograf ini berupaya menutup celah penilaian tersebut dengan mengkuantifikasi dimensi non-material yang selama ini dianggap "intangibile" namun memiliki pengaruh besar terhadap keputusan masyarakat dalam melakukan upaya konservasi atau eksploitasi (Romadhon dkk., 2025). Dengan memahami bahwa kekuatan sebuah pulau tidak hanya terletak pada kekayaan materialnya tetapi juga pada keteguhan masyarakatnya dalam menjaga warisan budaya dan nilai-nilai spiritual. Oleh karena itu, strategi resiliensi masa depan harus mencakup upaya revitalisasi tradisi maritim dan perlindungan terhadap ruang-ruang budaya sebagai benteng pertahanan terhadap *homogenisasi* global yang mengancam eksistensi pulau-pulau kecil di Madura ("Sustainable Island Tourism: Competitiveness and Quality of Life," 2016).

Sebagai kerangka strategis untuk masa depan, resiliensi di pulau-pulau kecil harus diintegrasikan melalui model pembangunan yang adaptif dan berbasis data kuantitatif yang kuat, sebagaimana tercermin dalam analisis potensi investasi dan wisata di Pulau Saor dan Saobi. Di wilayah-wilayah tersebut, resiliensi ekonomi mulai dibangun melalui pemanfaatan jasa ekosistem wisata laut yang terukur melalui skor *Tourism Suitability Index* yang mencapai kisaran 2,0–2,5, menunjukkan bahwa lingkungan tersebut masih memiliki kapasitas fungsional untuk mendukung rekreasi berkualitas tinggi (Romadhon dkk., 2020). Penguatan resiliensi ini juga divalidasi oleh nilai *Small Island Investment Index* sebesar 3,70, sebuah indikator positif yang menunjukkan bahwa pulau kecil memiliki peluang besar untuk menarik investasi yang berkelanjutan jika dikelola dengan kerangka kerja yang menghormati batas ekologi wilayah (Romadhon dkk., 2020). Strategi resiliensi yang efektif di Madura harus melibatkan penguatan atribut-atribut pengungkit yang diidentifikasi melalui analisis keberlanjutan, seperti peningkatan kualitas infrastruktur hijau, penguatan lembaga pengelola lokal, dan integrasi kurikulum pendidikan lingkungan yang berbasis pada kearifan lokal masyarakat kepulauan (“Global Sustainable Development Report 2019,” 2019). Hasil studi di Pulau Sapudi yang menunjukkan skor keberlanjutan sebesar 0,47 menegaskan bahwa posisi pulau-pulau kecil saat ini berada pada ambang transisi; sebuah momen krusial untuk melakukan reorientasi kebijakan menuju pe-

nguatan resiliensi multidimensi (Romadhon dkk., 2025). Dengan mengoptimalkan jasa ekosistem budaya sebagai motor penggerak ekonomi, pemerintah dan pemangku kepentingan dapat menciptakan model pembangunan wisata yang tidak hanya mengejar pertumbuhan devisa tetapi juga memperkuat ketahanan sosial-ekologi masyarakat terhadap ancaman perubahan iklim global (Romadhon dkk., 2025). Dapat disimpulkan bahwa navigasi di atas kerentanan pulau kecil memerlukan keberanian untuk melakukan inovasi kebijakan yang menempatkan pelestarian nilai budaya dan keindahan alam sebagai pilar utama dalam setiap kalkulasi investasi dan pembangunan di masa depan guna menjamin kelestarian Kepulauan Madura bagi generasi mendatang (Rijanta, 2016).

➤ **Potensi Wisata Laut dan Budaya**

Potensi wisata dan budaya di pulau-pulau kecil Madura merepresentasikan sebuah konvergensi yang sangat unik antara kekayaan ekosistem maritim tropis dan kearifan budaya lokal yang telah teruji selama berabad-abad, yang secara kolektif membentuk sebuah kapital sosial-ekologis yang sangat berharga untuk pembangunan berkelanjutan. Fenomena insularitas yang menciptakan tantangan pembangunan sekaligus melahirkan keindahan alam yang masih sangat terjaga dan menjadi daya tarik utama bagi wisatawan yang mencari pengalaman autentik. Madura terkenal dengan berbagai destinasi wisata alam yang eksotis seperti Gili Labak di Sumenep yang dijuluki "*The*

Hidden Paradise," Gili Yang yang diklaim memiliki kadar oksigen terbaik di dunia, serta berbagai situs wisata lainnya seperti Puncak Bukit dan Keraton Kerajaan di Sumenep, Batu Ampar dan api abadi di Pamekasan, Marthajasah di Bangkalan, Bukit Jeddih, dan Goa Poteh di Bangkalan (Mohammad dkk., 2019). Selain kekayaan alam, Madura juga menyimpan ragam budaya yang tidak kalah menariknya dengan daerah lain di Indonesia, seperti tradisi Karapan Sapi, Tari Pecut, Tanian Lanjhen, serta berbagai nilai sosial-budaya lainnya yang tersebar di berbagai wilayah (Agustina dkk., 2024). Potensi-potensi ini, baik dari aspek alam maupun sosial budaya, membentuk daya tarik komersial yang sangat kuat dan dapat menjadi motor penggerak peningkatan ekonomi masyarakat sekaligus alat promosi yang efektif untuk memperkenalkan Madura kepada dunia; namun pencapaian tersebut tidaklah mudah dan memerlukan strategi pengelolaan yang cermat (Agustina dkk., 2024). Potensi budaya lokal dan kearifan lokal merupakan bagian dari produk kreativitas manusia yang memiliki nilai ekonomi signifikan. Pengelolaan yang baik dapat menjadikannya sumber pendapatan yang berkelanjutan bagi masyarakat sekaligus melestarikan identitas budaya yang unik.

Sebagai contoh konkret dari potensi wisata laut yang sedang berkembang pesat, Pulau Gili Labak di Kabupaten Sumenep telah menjadi primadona wisata laut yang menarik perhatian domestik dan internasional dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data statistik

wisata, Pulau Gili Labak menempati urutan pertama dengan jumlah pengunjung terbanyak selama tiga tahun berturut-turut, dengan total pengunjung mencapai 66.256 jiwa pada periode tertentu (Handayani dkk., 2021). Pulau Gili Labak mulai populer belakangan ini dan telah menjadi primadona di Kabupaten Sumenep karena banyak wisatawan nusantara yang berkunjung ke pulau ini, kendati obyek wisata ini tergolong baru dibandingkan destinasi wisata lainnya di Kabupaten Sumenep (Handayani dkk., 2021). Tidak sedikit juga wisatawan mancanegara yang mengenal dan berkunjung ke pulau yang memiliki gugusan terumbu karang yang beraneka ragam ini, yang menunjukkan bahwa potensi keindahan alam yang dimiliki Gili Labak sangat menarik dan menciptakan daya tarik baru bagi wisatawan sebagai destinasi wisata pantai berbasis pulau kecil (Handayani dkk., 2021). Secara spesifik, Pulau Gili Labak sebagai lokasi wisata *snorkeling*, yang dicanangkan sejak tahun 2014, berhasil menarik minat wisatawan domestik dan luar daerah sebanyak 12.198 orang pada tahun 2014, yang kemudian meningkat menjadi sebanyak 30.996 orang pada tahun 2016 (Insafitri dkk., 2021). Tingkat pertumbuhan kunjungan yang mencapai lebih dari 150% dalam kurun waktu dua tahun ini mengindikasikan daya tarik yang sangat kuat, namun sekaligus menimbulkan kekhawatiran bahwa pe-ningkatan wisatawan *snorkeling* dapat merusak ekosistem terumbu karang di pulau Gili Labak jika tidak dikelola dengan kapasitas daya dukung yang memadai (Insafitri dkk., 2021; Syahadat & Kusworo,

2022). Kerentanan pulau kecil terhadap wisata dapat dilihat dari perubahan garis pantai, perubahan luasan terumbu karang, perubahan karang hidup, dan meningkatnya area terbangun, sehingga jika tingkat kerentanan terus meningkat maka keberlanjutan wisata di pulau kecil tidak dapat dicapai (Syahadat & Kusworo, 2022).

Penilaian kuantitatif terhadap kapasitas pengembangan wisata laut di Pulau Gili Labak dan pulau-pulau kecil lainnya di Madura harus didasarkan pada analisis daya dukung yang komprehensif serta mempertimbangkan batas-batas ekologis agar tercapai keberlanjutan jangka panjang. Secara ekologis, kondisi dan luasan ekosistem terumbu karang di Gili Labak didukung oleh jenis sedimen yang mendominasi pulau tersebut yaitu pasir, serta baku mutu air laut seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan dan kedalaman yang menurut standar kualitas lingkungan masih sesuai untuk kegiatan *snorkeling* (Insafitri dkk., 2021). Lebih spesifik lagi, luasan terumbu karang di area Gili Labak mencapai 66 hektare dengan kondisi karang hidup sebesar 48,7%, di mana jenis karang yang mendominasi adalah *Stylophora* dengan persentase 29,4%, yang menunjukkan bahwa pulau ini memiliki ekosistem yang cukup sehat untuk mendukung aktivitas wisata laut (Muhsoni & Efendy, 2018). Metode *Rapfish* menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung ekowisata selam di pulau ini hanya mencapai 133 orang per hari; ekowisata *snorkeling* 44 orang per hari; dan ekowisata pesisir 86 orang per hari,

sehingga total kunjungan yang direkomendasikan pada hari tertentu adalah 263 orang (Muhsoni & Efendy, 2018). Angka ini menunjukkan bahwa terdapat celah yang sangat signifikan antara potensi daya tarik wisata yang tinggi dengan kapasitas ekologis yang terbatas, sehingga manajemen wisata harus dilakukan dengan pendekatan yang sangat hati-hati untuk menghindari degradasi ekosistem yang dapat menghancurkan daya tarik itu sendiri (Insafitri dkk., 2021; Muhsoni & Efendy, 2018). Ketidaksiapan *stakeholder* dalam menyambut *euforia* kunjungan wisatawan akhirnya merusak keindahan Gili Labak dan berdampak pada perekonomian karena ditinggalkan oleh masyarakat, sehingga aspek keberlanjutan dari dimensi lingkungan harus dijaga secara optimal (Syahadat & Kusworo, 2022). Hal ini mencerminkan dinamika yang terlihat di pulau-pulau kecil lain di Indonesia, di mana kondisi alam yang unik terjaga dengan baik dan menawarkan pemandangan menarik, namun membutuhkan strategi pengembangan ekowisata yang mempertimbangkan kelayakan investasi menggunakan indeks-indeks yang terukur (Romadhon dkk., 2020).

Dimensi ekonomi dari wisata laut di pulau-pulau kecil Indonesia menunjukkan potensi nilai yang sangat substansial dan memberikan dampak positif terhadap kondisi ekonomi masyarakat lokal jika dikelola secara berkelanjutan. Studi penilaian ekonomi wisata laut di Pulau Untung Jawa menggunakan *Individual Travel Cost Method* menunjukkan bahwa potensi nilai ekonomi

kegiatan wisata laut diperkirakan mencapai IDR 68.505.101.600 dengan surplus konsumen sebesar IDR 397.592 per kunjungan individu, sebuah nilai yang jauh lebih tinggi daripada rata-rata pengeluaran aktual pengunjung yang mencapai IDR 296.860 per kunjungan individu. Perbedaan antara surplus konsumen dan pengeluaran aktual ini mengindikasikan bahwa wisatawan memberikan nilai yang lebih tinggi terhadap pengalaman wisata laut daripada biaya yang mereka keluarkan secara langsung, sehingga terdapat ruang untuk pengembangan mekanisme pembiayaan yang lebih efektif untuk konservasi ekosistem (Zulpikar dkk., 2018). Data global mengenai penilaian jasa ekosistem di Indonesia juga menunjukkan bahwa layanan budaya berupa rekreasi dan wisata pada ekosistem pesisir dan samudera memiliki nilai ekonomi sebesar USD 3.190.880, sementara nilai eksistensi mencapai USD 18.609.340, yang menegaskan pentingnya dimensi non-material dari kekayaan alam yang sering kali tidak terlihat dalam perhitungan ekonomi konvensional (Ebarvia, 2016). Pada tingkat nasional, wisata alam telah mengalami peningkatan yang cukup baik dengan tren kenaikan sebesar 20%, dan wisata pantai atau sustainable coastal tourism adalah sebuah konsep yang diterapkan di area wisata pesisir yang berkelanjutan sehingga dapat memberikan dampak positif, terutama pada aspek ekonomi, budaya, dan lingkungan (Permadi & Nasrulloh, 2023). Peningkatan ini mencerminkan adanya peluang ekonomi yang nyata, namun sekaligus menuntut adanya

pendekatan pengembangan yang sensitif terhadap batas-batas ekologis dan kebutuhan pelestarian budaya lokal (Permadi & Nasrulloh, 2023; Zulpikar dkk., 2018).

Di sisi lain, potensi wisata budaya di Madura juga menawarkan peluang yang sangat besar, terutama melalui integrasi praktik-praktik tradisional dan warisan budaya yang dapat berfungsi sebagai daya tarik wisata yang unik dan tidak dapat ditiru oleh daerah lain. Selain sumber daya wisata alam yang melimpah, Madura menawarkan ragam budaya yang menarik dan terkenal secara nasional, termasuk lomba pacuan sapi, Tari Pecut, Tanian Lanjhen, serta berbagai tradisi sosial-budaya lainnya yang dapat ditemukan di wilayah lokal (Agustina dkk., 2024). Potensi-potensi ini mencakup aspek alam maupun sosial-budaya yang memiliki daya tarik komersial signifikan dan dapat meningkatkan ekonomi lokal serta visibilitas Madura di mata masyarakat luas (Agustina dkk., 2024). Karapan Sapi atau Kerapan Sape merupakan kompetisi pacuan sapi yang dulunya diselenggarakan untuk merayakan musim panen (Harits dkk., 2023), di mana pengunjung biasanya menemukan hewan pacuan yang dikendalikan oleh manusia layaknya pacuan kuda, namun di Madura berbeda karena mereka menggunakan sapi yang sebenarnya bukan hewan pacuan (Leniwati dkk., 2023). Sejarah tradisi ini berawal ketika petani membutuhkan sapi untuk membajak lahan secepat mungkin sebagai respons terhadap tantangan pertanian di tanah yang kurang subur (Harits dkk., 2023). Oleh karena itu, Karapan Sapi menjadi festival tahunan di

Pulau Madura yang bertujuan untuk menentukan sapi yang paling kuat dan tercepat (Leniwati dkk., 2023). Tradisi ini kini masih dipraktikkan dan banyak wisatawan yang mengunjungi Madura secara khusus untuk melihat karapan sapi (Leniwati dkk., 2023), Hal ini menjadikan Madura dikenal wisatawan karena pacuan sapi yang unik ini (Harits dkk., 2023). Karapan sapi menjadi tontonan yang sangat ditunggu bukan hanya oleh orang Madura tetapi juga oleh wisatawan mancanegara (Leniwati dkk., 2023), dan pada waktu yang ditentukan hampir seluruh masyarakat Madura pasti akan menonton dan menyaksikan balapan tersebut (Izzah dkk., 2021).

Lebih dalam lagi, nilai budaya lokal seperti Karapan Sapi dianggap memiliki nilai branding yang signifikan karena dapat mengembangkan wisata, di mana potensi budaya lokal dan kearifan lokal merupakan bagian dari produk kreativitas manusia yang memiliki nilai ekonomi (Harits dkk., 2023). Budaya Madura seperti Kerapan Sapi dan Sapi Sonok telah dipertandingkan di hadapan publik sejak masa kolonial Belanda, dan kini telah digunakan sebagai komoditas wisata. Ini terbukti dengan komodifikasi budaya Madura di berbagai wilayah, termasuk Bondowoso, yang memilihnya sebagai daya tarik wisata untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan menghasilkan pendapatan bagi pemerintah daerah serta desa (Izzah dkk., 2021). Namun demikian, bagi sebagian besar masyarakat Madura, Karapan Sapi bukan hanya sekadar pesta rakyat atau acara yang diadakan setiap tahun, melainkan dianggap

sebagai pelengkap kehormatan yang dapat mengangkat martabat dan prestise bagi kabupaten-kabupaten yang terlibat (Harits dkk., 2023). Dalam karnaval Karapan Sapi, harga diri pemilik sapi dipertaruhkan (Harits dkk., 2023). Hal ini menunjukkan adanya dimensi sosial yang kompleks dalam tradisi budaya, yang harus dipahami dengan seksama ketika dikembangkan sebagai produk wisata, agar tidak terjebak dalam reduksi budaya yang hanya mengambil aspek hiburan tanpa memahami makna mendalam yang melandasinya.

Integrasi antara potensi wisata laut dan budaya dalam satu kerangka indeks yang komprehensif menjadi sangat krusial untuk menjamin keberlanjutan pembangunan wisata di pulau-pulau kecil Madura, mengingat keduanya saling memperkuat dan bergantung dalam ekosistem wisata yang sehat. Implementasi *Cultural Ecosystem Service Index* di Pulau Sapudi menunjukkan skor keberlanjutan sebesar 0,47 yang dikategorikan sebagai "cukup berkelanjutan," sebuah indikasi bahwa terdapat ruang yang signifikan untuk peningkatan manajemen baik pada dimensi ekologis maupun kultural (Romadhon dkk., 2025). Skor ini merefleksikan disparitas antara potensi intrinsik keindahan alam dengan kualitas infrastruktur serta tekanan pada nilai-nilai spiritual dan estetika masyarakat lokal, sehingga diperlukan strategi pengelolaan yang lebih integratif. Di sisi lain, studi kelayakan investasi di Pulau Saor dan Saobi menunjukkan hasil yang sangat positif, dengan *Tourism Suitability Index* untuk aktivitas diving dan *snorkeling* berada pada kisaran

2,0–2,5 yang menunjukkan kelayakan ekologis yang baik, serta *Small Island Investment Index* mencapai angka 3,70 yang mengindikasikan potensi investasi yang sangat menjanjikan untuk pengembangan ekowisata berbasis masyarakat (Romadhon dkk., 2020). Keberhasilan pengembangan wisata di pulau-pulau kecil ini sangat bergantung pada kebijakan yang mendukung seperti peningkatan kualitas aksesibilitas, kepemilikan lahan, ketersediaan infrastruktur, reinvensi tradisi lokal, serta peningkatan kualitas sumber daya manusia (Romadhon dkk., 2020). Pulau-pulau kecil memiliki kondisi alam yang unik, meskipun dikelilingi dan diisolasi oleh laut, namun lingkungan alamnya tetap terjaga dengan baik dan menawarkan pemandangan yang menarik; ekowisata adalah salah satu kegiatan untuk memanfaatkan jasa ekosistem pulau-pulau kecil tersebut (Romadhon dkk., 2020).

Konsep *Sustainable Coastal Tourism* atau wisata pesisir berkelanjutan menjadi dasar penting dalam pengembangan potensi wisata laut dan budaya, yang bertujuan untuk keberlanjutan di area wisata pesisir sehingga dapat memberikan dampak positif pada aspek ekonomi, budaya, dan lingkungan (Permadi & Nasrulloh, 2023). Studi di Perawan *Beach* di Malang menunjukkan bahwa pendekatan *Coastal Ecosystem Service* dapat meningkatkan keberlanjutan wisata pantai dengan melibatkan masyarakat, melindungi sumber daya alam, serta mempromosikan pertumbuhan ekonomi yang adil, sehingga mendukung pengelolaan lingkungan jangka

panjang dan kesejahteraan lokal (Sholeha & Sumarmi, 2025). Pendekatan CES ini mengintegrasikan layanan penyediaan, regulasi, dukungan, dan layanan budaya, dengan fokus utama pada pengelolaan acara dan regulasi iklim di area wisata pesisir, serta pendidikan wisatawan mengenai vegetasi pesisir dan perikanan berkelanjutan (Sholeha & Sumarmi, 2025). Di wilayah kepulauan Sapeken, analisis Socio Ecological System menggunakan pendekatan Burkhard dkk. menunjukkan bahwa penggunaan jasa ekosistem terbesar oleh komunitas adalah laut; perencanaan aktivitas wisata dengan melihat status keseimbangan jasa ekosistem memungkinkan untuk dilakukan pengembangan ekowisata karena kondisi beberapa aset modal alami masih mampu menyediakan sejumlah jasa ekosistem yang dapat digunakan sebagai daya tarik wisata (Romadhon dkk., 2013). Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan sistem sosial-ekologis yang terukur dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan wisata pulau kecil (Romadhon dkk., 2013). Secara lebih luas, jasa ekosistem budaya yang menawarkan manfaat non-material seperti pengalaman estetika dan rekreasi sering kali dimanfaatkan secara ekstensif oleh manusia dalam lingkungan pesisir dan laut, dan pemahaman terhadap jasa ekosistem budaya memberikan wawasan penting tentang bagaimana aktivitas yang mempengaruhi jasa ekosistem juga berdampak pada manusia (Banarsyadhimi dkk., 2022; Kusuma dkk., 2023).

BAB II

PARADIGMA JASA EKOSISTEM DAN KEBERLANJUTAN

➤ Konsep Jasa Ekosistem Budaya

Konsep jasa ekosistem merupakan jembatan fundamental yang menghubungkan integritas ekologis dengan kesejahteraan manusia, yang secara garis besar didefinisikan sebagai kontribusi langsung maupun tidak langsung dari struktur dan fungsi ekosistem terhadap kelangsungan hidup manusia. Paradigma ini secara formal dikristalisasi melalui *Millennium Ecosystem Assessment* pada tahun 2005, yang menetapkan bahwa jasa ekosistem adalah manfaat yang diperoleh manusia dari alam, mencakup pemenuhan kebutuhan dasar hingga kepuasan spiritual yang kompleks (Dłużewska dkk., 2022; Zaucha & Gee, 2019). Sejarah perkembangan konsep ini berakar pada upaya para ahli ekologi dan ekonomi untuk mengomunikasikan ketergantungan manusia pada alam dalam bahasa yang dapat dipahami oleh para pembuat kebijakan, mengubah persepsi alam dari sekadar "sumber daya" yang dapat diekstraksi menjadi "penyedia layanan" yang harus dijaga keberlangsungannya (Neumann & Roig, 2023; Radulescu dkk., 2021). Secara global, jasa ekosistem berfungsi sebagai unit dasar dalam penilaian lingkungan hidup yang memungkinkan para ilmuwan untuk memetakan bagaimana perubahan dalam

keanekaragaman hayati secara langsung berdampak pada kapasitas alam untuk mendukung kehidupan (Mengist & Soromessa, 2019). Dalam konteks pulau-pulau kecil, jasa ekosistem memiliki peran yang lebih krusial karena adanya keterbatasan luasan wilayah yang menyebabkan setiap gangguan pada fungsi ekosistem akan memberikan dampak domino yang lebih cepat dan masif terhadap komunitas lokal yang bergantung sepenuhnya pada lingkungan sekitarnya (Rodrigues dkk., 2017; Romadhon dkk., 2013). Pentingnya pemahaman jasa ekosistem secara umum terletak pada kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai dimensi nilai mulai dari nilai guna langsung hingga nilai keberadaan yang abstrak ke dalam satu kerangka kerja yang komprehensif untuk mendukung pengambilan keputusan yang berbasis bukti (Martin dkk., 2017).



Gambar 3. Tipe *Ecosystem Service*
 Sumber :

<https://www.visionlearning.com/en/library/Biology/2/Ecosystem-Services/279/>

Definisi jasa ekosistem dalam literatur akademik dan kebijakan kontemporer telah mengalami evolusi taksonomi yang sangat terperinci guna memberikan akurasi penilaian yang lebih tinggi, beralih dari pengelompokan umum menuju struktur yang lebih sistematis seperti *Common International Classification of Ecosystem Services*. Kerangka kerja ini secara tradisional membagi jasa ekosistem ke dalam empat kategori utama: jasa penyediaan (*provisioning services*) seperti pangan, air bersih, dan bahan baku; jasa pengaturan (*regulating services*) seperti pengaturan iklim, pemurnian air, dan pencegahan banjir; jasa pendukung (*supporting services*) seperti pembentukan tanah dan siklus nutrisi; serta jasa budaya (*cultural services*) yang mencakup rekreasi, estetika, dan nilai spiritual (LopezDeAsiain dkk., 2023). Perbedaan mendasar dalam definisi fungsional ini terletak pada bagaimana jasa tersebut dirasakan oleh penerima manfaat, di mana jasa penyediaan dan pengaturan sering kali memiliki parameter biofisik yang jelas, sementara jasa budaya lebih bergantung pada persepsi dan nilai sosial-budaya masyarakat (Thiemann dkk., 2022). Di Indonesia, istilah "jasa ekosistem" telah diadopsi secara luas dalam kebijakan tata ruang dan pengelolaan lingkungan hidup sebagai instrumen untuk menyeimbangkan kepentingan pembangunan ekonomi dengan konservasi sumber daya alam (Nugroho dkk., 2022; Virtriana dkk., 2023). Integrasi klasifikasi ini ke dalam manajemen wilayah laut sangat penting karena ekosistem laut menyediakan layanan yang bersifat lintas batas, di mana satu fungsi ekosistem di

wilayah tertentu dapat memberikan manfaat yang dirasakan oleh masyarakat di wilayah lain yang sangat jauh (Santos dkk., 2022; Tolotti dkk., 2022). Dengan demikian, definisi jasa ekosistem bukan sekadar label kategoris, melainkan representasi dari aliran manfaat yang terus-menerus mengalir dari biosfer ke sosiofer yang menjamin stabilitas kehidupan di planet ini (Beckmann, 2021; Li & Wang, 2022).

Karakteristik jasa ekosistem di wilayah pesisir dan laut menunjukkan kompleksitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem daratan, karena adanya interaksi yang sangat dinamis antara proses hidro-dinamika laut, integritas habitat pesisir, dan aktivitas manusia yang intensif (Kuhn dkk., 2023). Ekosistem laut seperti terumbu karang, padang lamun, dan mangrove menyediakan jasa pengaturan yang vital berupa perlindungan pantai dari erosi dan badai, yang secara ekonomi memiliki nilai proteksi aset yang sangat besar di wilayah kepulauan (Zaucha & Gee, 2019). Secara global, layanan regulasi iklim yang disediakan oleh laut sebagai penyerap karbon utama (*blue carbon*) menjadi jasa ekosistem yang paling signifikan dalam mitigasi perubahan iklim global (Zaucha & Gee, 2019). Data empiris menunjukkan bahwa ekosistem laut memberikan kontribusi ekonomi yang substansial, dengan nilai rekreasi dan wisata pada ekosistem pesisir mencapai estimasi global sebesar USD 3.190,88 ribu, sementara nilai eksistensi atau keinginan untuk melestarikan alam mencapai USD 18.609,34 ribu (Ebarvia, 2016). Namun,

terdapat kesenjangan pengetahuan yang cukup lebar antara identifikasi jasa ekosistem laut dengan implementasi manajemennya, di mana banyak jasa budaya dan pengaturan sering kali tidak terwakili secara memadai dalam peta tata ruang laut (Rodrigues dkk., 2017). Di kawasan ASEAN, tantangan pengelolaan jasa ekosistem pesisir semakin berat akibat tekanan populasi dan eksploitasi berlebih, sehingga diperlukan pemahaman yang lebih mendalam mengenai bagaimana layanan alam ini berinteraksi dengan kesejahteraan manusia di tingkat lokal (Abas, 2023). Keunikan jasa ekosistem pesisir terletak pada sifatnya yang multifungsi, di mana satu habitat yang sama seperti terumbu karang di Gili Labak dapat secara simultan menyediakan protein melalui perikanan, perlindungan pantai, serta pengalaman estetika melalui wisata *snorkeling* (Muhsoni & Efendy, 2018).

Metodologi penilaian jasa ekosistem telah bertransformasi menjadi pendekatan multi-disiplin yang menggabungkan analisis spasial, penilaian ekonomi, dan teknik partisipatif untuk menangkap nilai-nilai alam secara lebih utuh. Penilaian kuantitatif sering kali menggunakan metode *Individual Travel Cost Method* untuk menghitung nilai ekonomi jasa rekreasi, sebagaimana terlihat di Pulau Untung Jawa yang menghasilkan nilai ekonomi total wisata laut sebesar IDR 68.505.101.600 dengan surplus konsumen individu sebesar IDR 397.592 (Zulpikar dkk., 2018). Di sisi lain, penilaian berbasis *Socio-Ecological System* menekankan pada keseimbangan antara

ketersediaan jasa (*supply*) dan kebutuhan masyarakat (*demand*), di mana kegagalan menjaga keseimbangan ini dapat menyebabkan degradasi kualitas hidup komunitas lokal (Romadhon dkk., 2013). Analisis di Kepulauan Sapeken menunjukkan bahwa laut tetap menjadi penyedia jasa ekosistem terbesar yang mendukung mata pencaharian masyarakat, namun kelestariannya sangat bergantung pada efektivitas sistem manajemen yang diterapkan (Romadhon dkk., 2013). Tren global menunjukkan peningkatan penggunaan teknik meta-analisis untuk mengevaluasi efektivitas berbagai metode penilaian di berbagai ekosistem, termasuk hutan (Mengist & Soromessa, 2019) dan wilayah pesisir (Guo dkk., 2023). Selain penilaian ekonomi, pemetaan jasa ekosistem menggunakan sistem informasi geografis menjadi instrumen krusial dalam *Maritime Spatial Planning* untuk mengidentifikasi area yang memiliki nilai layanan ekosistem tinggi sehingga perlu diprioritaskan untuk konservasi (Zaucha & Gee, 2019). Integrasi berbagai metode ini memungkinkan para pengambil kebijakan untuk melihat konsekuensi dari setiap pilihan pembangunan terhadap ketersediaan layanan alam di masa depan, mencegah pengambilan keputusan yang hanya menguntungkan jangka pendek namun merusak modal alami dalam jangka panjang (Sholeha & Sumarmi, 2025; Zaucha & Gee, 2019).

Signifikansi jasa ekosistem dalam kerangka pembangunan berkelanjutan terletak pada perannya sebagai basis untuk mengembangkan strategi pengelolaan

yang inklusif dan berorientasi pada masa depan, terutama di pulau-pulau kecil yang memiliki kerentanan ekologis tinggi. Pendekatan *Sustainable Coastal Tourism* yang mengintegrasikan jasa ekosistem pesisir terbukti mampu memberikan dampak positif pada aspek ekonomi, budaya, dan lingkungan secara simultan (Permadi & Nasrulloh, 2023). Studi kasus di Perawan Beach, Jawa Timur, menunjukkan bahwa pengelolaan berbasis *Coastal Ecosystem Service* yang melibatkan masyarakat lokal dapat melindungi sumber daya alam sekaligus mempromosikan pertumbuhan ekonomi yang adil (Sholeha & Sumarmi, 2025). Selain itu, konsep jasa ekosistem budaya yang menekankan manfaat non-material seperti spiritualitas, estetika, dan edukasi mulai diakui sebagai penggerak utama dalam pelestarian identitas lokal dan peningkatan daya saing wisata daerah (Abas, 2023; Kusuma dkk., 2023). Implementasi indeks penilaian seperti *Cultural Ecosystem Service Index* di Pulau Sapudi dengan skor keberlanjutan 0,47 menjadi peringatan bahwa kualitas layanan alam harus dipantau secara berkala menggunakan indikator yang terukur (Romadhon dkk., 2025). Secara strategis, pemanfaatan jasa ekosistem sebagai dasar perencanaan memungkinkan adanya "reinventing" terhadap kearifan lokal dalam mengelola alam, yang dalam konteks Madura tercermin dalam integrasi antara budaya tradisional seperti Karapan Sapi dengan upaya pelestarian lingkungan (Izzah dkk., 2021). Keberhasilan transisi menuju ekonomi biru yang berkelanjutan sangat bergantung pada sejauh mana kita

mampu menghargai dan melindungi aliran jasa ekosistem yang selama ini telah menjadi fondasi kemakmuran masyarakat pulau-pulau kecil di Indonesia (Ebarvia, 2016; Zaucha & Gee, 2019). Dengan memahami jasa ekosistem secara utuh, kita tidak hanya menjaga alam, tetapi juga menjamin keberlangsungan warisan budaya dan kesejahteraan ekonomi bagi generasi yang akan datang (Banarsyadhimi dkk., 2022; Permadi & Nasrulloh, 2023).

➤ Indikator Keberlanjutan Wisata

Konsep pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*) merupakan sebuah diskursus global yang telah berevolusi menjadi paradigma fundamental dalam tata kelola sumber daya alam dan pembangunan manusia, yang secara esensial berupaya menyelaraskan ambisi pertumbuhan ekonomi dengan batasan-batasan biofisik planet bumi. Secara historis, gagasan ini memperoleh momentum internasional melalui laporan *Our Common Future* dari Komisi Brundtland pada tahun 1987, yang mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai upaya pemenuhan kebutuhan generasi masa kini tanpa mengorbankan hak serta kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Dalam aplikasinya yang lebih kontemporer, paradigma ini mengkristal menjadi pilar *Triple Bottom Line* yang mencakup keberlanjutan ekonomi, sosial, dan lingkungan, di mana ketiganya dipandang sebagai satu kesatuan sistemik yang tidak dapat dipisahkan (Permadi & Nasrulloh, 2023; Zaucha & Gee, 2019). Ketika prinsip-

prinsip ini ditarik ke dalam ranah pesisir dan laut, muncullah konsep *Sustainable Coastal Tourism* atau wisata pesisir berkelanjutan, yang didefinisikan sebagai pengelolaan wisata di wilayah pesisir yang bertujuan memberikan dampak positif secara simultan terhadap pertumbuhan ekonomi lokal, pelestarian identitas budaya, serta proteksi jangka panjang terhadap integritas ekosistem maritim (Permadi & Nasrulloh, 2023; Sholeha & Sumarmi, 2025). Keberlanjutan wisata di pulau-pulau kecil memiliki tingkat kompleksitas dan kerentanan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah daratan utama karena adanya fenomena insularitas. Insularitas merujuk pada kondisi keterisolasian geografis permanen yang menciptakan keterbatasan ruang fisik, kerentanan terhadap perubahan iklim, serta ketergantungan ekonomi yang sangat ekstrem terhadap sumber daya laut yang terbatas (Rijanta, 2016). Di wilayah kepulauan Madura, keberlanjutan tidak boleh dipahami secara sempit sebagai pertumbuhan statistik kunjungan wisatawan semata, melainkan harus dikelola melalui pendekatan *Socio Ecological System* yang menjamin keseimbangan antara penyediaan jasa ekosistem oleh alam (*supply*) dengan intensitas penggunaan oleh manusia (*demand*) (Romadhon dkk., 2013). Kegagalan dalam menjaga keseimbangan dinamis ini sering kali berujung pada apa yang disebut sebagai "ketidakberlanjutan dalam konsumerisme wisata," sebuah kondisi di mana euforia kunjungan yang berlebihan justru merusak daya tarik estetika dan integritas ekologis suatu destinasi, yang pada akhirnya

menyebabkan keruntuhan daya tarik wisata dan kerugian ekonomi permanen bagi masyarakat setempat (Syahadat & Kusworo, 2022). Oleh karena itu, pembangunan berkelanjutan di pulau kecil menuntut adanya sistem deteksi dini melalui indikator-indikator teknis yang mampu memantau ambang batas toleransi alam terhadap aktivitas manusia secara presisi dan berkelanjutan (Muhsoni & Efendy, 2018), (Romadhon dkk., 2013).

Pentingnya metrik kuantitatif seperti *Tourism Suitability Index* atau Indeks Kesesuaian Wisata dalam perencanaan wilayah pulau kecil Madura terletak pada fungsinya sebagai instrumen navigasi ilmiah yang objektif untuk menentukan sejauh mana suatu kawasan secara biofisik layak mendukung aktivitas wisata tanpa mengalami degradasi permanen. TSI mengintegrasikan berbagai parameter ekologis yang sangat mendalam dan multidimensi, mencakup kondisi tutupan karang hidup, komposisi spesies biota laut, hingga baku mutu air laut yang meliputi variabel suhu, salinitas, kadar oksigen terlarut, tingkat kecerahan, serta kedalaman perairan (Romadhon dkk., 2020). Sebagai ilustrasi konkret, studi kelayakan investasi di pulau-pulau kecil seperti Pulau Saor dan Saobi menunjukkan bahwa penggunaan metrik TSI untuk aktivitas *snorkeling* dan selam berada pada kisaran nilai 2,0–2,5, yang secara teknis mengategorikan wilayah tersebut sebagai kawasan yang sangat layak untuk dikembangkan menjadi destinasi ekowisata laut unggulan (Romadhon dkk., 2020). Penggunaan data empiris ini sangat krusial guna menghindari pem-

bangunan yang bersifat spekulatif dan destruktif; misalnya, di Gili Labak, inventarisasi data menunjukkan adanya ekosistem terumbu karang seluas 66 hektare dengan kondisi karang hidup mencapai 48,7%, di mana genus karang *Stylophora* mendominasi tutupan sebesar 29,4% (Muhsoni & Efendy, 2018). Tanpa adanya TSI yang terukur secara periodik, aktivitas wisata seperti *snorkeling* berisiko tinggi dilakukan di zona-zona yang memiliki kerentanan biologis ekstrem, yang jika terganggu sedikit saja akan memicu efek domino terhadap stabilitas rantai makanan di ekosistem perairan tersebut. Dalam kerangka *Maritime Spatial Planning*, metrik TSI ini digunakan sebagai basis otoritatif untuk melakukan zonasi ruang laut yang efektif, memastikan adanya pemisahan yang tegas antara area rekreasi intensif, area pendidikan, dan zona konservasi inti yang berfungsi sebagai *reservoir plasma nutfah* dan tempat pemijahan alami bagi biota laut yang dilindungi (Kusuma dkk., 2023; Zaucha & Gee, 2019). Metrik kuantitatif ini memberikan fondasi kepastian hukum dan teknis bagi para perencana wilayah, memungkinkan mereka menetapkan standar operasional prosedur yang berbasis pada bukti lapangan (*evidence-based policy*), sehingga setiap kebijakan pembangunan yang diambil memiliki landasan ekologis yang kuat dan dapat dipertanggung-jawabkan secara akademik serta administratif dalam jangka panjang untuk menjamin resiliensi ekosistem kepulauan (Insafitri dkk., 2021; Kusuma dkk., 2023; Muhsoni & Efendy, 2018; Romadhon dkk., 2020; Zaucha & Gee, 2019).



Gambar 4. Pelabuhan Pulau Masalembu, Kabupaten Sumenep

Komplementer dengan aspek ekologis, metrik *Small Island Investment Index* atau Indeks Investasi Pulau Kecil menjadi instrumen strategis yang sangat vital untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dan sosial dalam pengembangan model bisnis wisata yang berkelanjutan di Madura. SII bukan sekadar alat analisis keuangan untuk menghitung potensi keuntungan finansial atau *Return on Investment* konvensional, melainkan sebuah indeks komposit yang sangat komprehensif karena mempertimbangkan lima variabel krusial yang menentukan keberhasilan pembangunan di wilayah terpencil: kualitas aksesibilitas transportasi, status kepastian kepemilikan lahan, ketersediaan infrastruktur dasar (seperti energi listrik dan air bersih), kapasitas reinvensi tradisi lokal sebagai daya tarik wisata, serta kualitas sumber daya manusia setempat. Hasil kajian yang dilakukan di berbagai pulau kecil di Madura menunjukkan nilai SII

sebesar 3,70, sebuah skor yang mengindikasikan adanya potensi investasi yang sangat menjanjikan bagi pengembangan ekowisata berbasis masyarakat. Skor ini mencerminkan bahwa meskipun pulau-pulau tersebut menghadapi tantangan isolasi geografis, namun terdapat modalitas sosial dan kesiapan infrastruktur yang cukup kuat untuk mendukung aktivitas ekonomi produktif yang kompetitif. Investasi di wilayah ini harus diarahkan melalui strategi pemasaran yang terintegrasi dengan pendekatan pembangunan berbasis gender, guna memastikan bahwa setiap arus modal yang masuk tidak menciptakan ketimpangan sosial, melainkan justru memberikan manfaat ekonomi yang inklusif bagi seluruh lapisan masyarakat, termasuk kelompok perempuan dan pemuda lokal (Mohammad dkk., 2019). Selain itu, pemanfaatan kearifan lokal melalui komodifikasi budaya yang bermartabat seperti tradisi Karapan Sapi, Sapi Sonok, dan keunikan literatur Madura dapat secara signifikan meningkatkan nilai SII karena memperkuat identitas dan *branding* destinasi di mata wisatawan internasional (Harits dkk., 2023). Dengan menggunakan SII sebagai alat filtrasi strategis, para pengambil kebijakan dapat memastikan bahwa setiap proyek investasi yang masuk ke pulau kecil memiliki keselarasan visi dengan rencana induk pengembangan wilayah, menjamin bahwa pembangunan ekonomi tetap menghormati tatanan sosial dan kearifan tradisional masyarakat Madura yang telah teruji selama berabad-abad sebagai penjaga kelestarian

lingkungan pesisir (Mohammad dkk., 2019),(Romadhon dkk., 2020),(Permadi & Nasrulloh, 2023).

Ketajaman metrik kuantitatif juga sangat diperlukan dalam menghitung daya dukung ekologis atau *carrying capacity* guna menghindari kegagalan total manajemen wisata akibat lonjakan volume pengunjung yang melampaui ambang batas toleransi alami suatu ekosistem. Penggunaan metode *Rapfish* yang telah diadaptasi untuk penilaian manajemen wisata berkelanjutan di Gili Labak memberikan gambaran multidimensi mengenai status keberlanjutan yang mencakup dimensi ekologi, ekonomi, sosial, etika, dan teknologi (Muhsoni & Efendy, 2018). Data statistik menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung harian untuk aktivitas *snorkeling* di Gili Labak secara ketat dibatasi maksimal 44 orang, sementara untuk ekowisata pantai sebesar 86 orang dan ekowisata selam sebesar 133 orang, sehingga total kunjungan harian yang diizinkan untuk menjaga pemulihan alami ekosistem adalah 263 orang (Muhsoni & Efendy, 2018). Namun, realitas empiris menunjukkan adanya tekanan *antropogenik* yang sangat masif; jumlah wisatawan di Gili Labak mengalami pertumbuhan eksponensial dari 12.198 orang pada tahun 2014 menjadi 30.996 orang pada tahun 2016, sebuah kenaikan volume kunjungan lebih dari 150% dalam periode yang sangat singkat (Insafitri dkk., 2021). Lonjakan kunjungan wisatawan yang tidak terkontrol ini, tanpa regulasi yang ketat berdasarkan daya dukung fisik, telah menyebabkan kekhawatiran serius mengenai degradasi habitat terumbu karang akibat aktivitas

snorkeling yang merusak, pembuangan sampah, dan jangkar kapal (Insafitri dkk., 2021). Ketidaksiapan para pemangku kepentingan, mulai dari pemerintah hingga komunitas lokal, dalam merespons euforia kunjungan wisatawan ini pada akhirnya dapat merusak keindahan intrinsik pulau kecil tersebut, yang jika dibiarkan akan memicu siklus penurunan minat wisatawan dan kebangkrutan ekonomi wisata lokal secara permanen (Syahadat & Kusworo, 2022). Oleh karena itu, implementasi indikator kuantitatif dalam pembatasan jumlah pengunjung bukan lagi sekadar pilihan manajemen, melainkan keharusan operasional yang harus ditegakkan melalui sistem tiket terpadu dan pengawasan lapangan yang ketat guna mencegah terjadinya "tragedi kepemilikan bersama" di mana sumber daya yang berharga dihancurkan oleh penggunaan yang egois dan tidak teratur (Muhsoni & Efendy, 2018; Syahadat & Kusworo, 2022; H dkk., 2021).

Sebagai sintesis akhir, integrasi seluruh metrik teknis tersebut ke dalam sebuah instrumen penilaian baru seperti *Cultural Ecosystem Service Index* menjadi solusi transformatif untuk memantau, mengevaluasi, dan mengelola keberlanjutan wisata pulau kecil secara holistik di masa depan. CESI memungkinkan manfaat non-material dari ekosistem seperti ketenangan spiritual, keindahan estetika, nilai sejarah, dan sarana edukasi untuk dikuantifikasi ke dalam sebuah skor indeks yang mudah diinterpretasikan oleh para pengambil keputusan politik maupun praktisi wisata (Kusuma dkk., 2023;

Romadhon dkk., 2025). Hasil penilaian CES di Pulau Sapudi menunjukkan skor indeks keberlanjutan sebesar 0,47 yang masuk dalam kategori "cukup berkelanjutan," memberikan sinyal peringatan dini bahwa meskipun warisan budaya dan keindahan alam masih tersedia, terdapat risiko penurunan kualitas yang nyata jika aspek manajemen infrastruktur dan perlindungan nilai-nilai spiritual masyarakat tidak segera diperkuat (Romadhon dkk., 2025). Pentingnya nilai ekonomi dari jasa ekosistem budaya ini secara kuat dipertegas oleh studi di Pulau Untung Jawa menggunakan *Travel Cost Method*, yang mengungkapkan potensi nilai ekonomi total wisata laut mencapai IDR 68.505.101.600 per tahun dengan surplus konsumen rata-rata sebesar IDR 397.592 per kunjungan individu (Zulpikar dkk., 2018). Angka surplus konsumen ini memberikan bukti tak terbantahkan bahwa wisatawan memberikan nilai apresiasi yang sangat tinggi pada kualitas lingkungan dan keaslian budaya, yang jauh melampaui biaya fisik yang mereka bayarkan selama berwisata (Zulpikar dkk., 2018). Dengan menggabungkan TSI, SII, dan CESI dalam satu kerangka perencanaan wilayah yang terpadu, pemerintah daerah di Madura dapat menyusun strategi pengelolaan yang lebih tangguh, mulai dari konservasi terumbu karang berbasis kearifan lokal hingga promosi wisata yang menghormati martabat manusia dan kelestarian alam (Mohammad dkk., 2019; Permadi & Nasrulloh, 2023; Romadhon dkk., 2013). Keberlanjutan wisata di pulau-pulau kecil Madura pada akhirnya sangat bergantung pada keberanian kita untuk

mentransformasi data-data ilmiah ini menjadi kebijakan tindakan nyata di lapangan, memastikan bahwa setiap derap langkah pembangunan tetap berpijak pada prinsip harmoni antara pertumbuhan ekonomi, keadilan sosial, dan integritas ekologis demi masa depan Madura yang lebih sejahtera dan lestari (Agustina dkk., 2024).

➤ Hubungan Alam dan Manusia

Konsep "*Sense of Place*" atau rasa memiliki tempat dalam konteks wisata pulau kecil merupakan sebuah konstruksi psikososial yang sangat kompleks, yang merepresentasikan ikatan emosional, kognitif, dan spiritual yang mendalam antara individu atau komunitas dengan lingkungan geografis spesifik mereka (Liu, 2022). Di wilayah kepulauan, rasa memiliki tempat bukan sekadar persepsi ruang, melainkan sebuah identitas yang terbentuk melalui interaksi intensif antara keterbatasan lahan pulau yang bersifat insular dengan luasnya cakrawala samudera yang mengelilinginya, menciptakan fenomena keterikatan tempat yang unik (*place attachment*) yang tidak ditemukan di wilayah daratan utama (Unay-Gailhard & Simões, 2021). Secara teoretis, *sense of place* terdiri dari tiga dimensi fundamental: identitas tempat (*place identity*) di mana alam menjadi bagian dari definisi diri manusia, keterikatan tempat yang merujuk pada ikatan emosional positif, serta ketergantungan tempat (*place dependence*) yang berkaitan dengan fungsi fungsional ekosistem dalam mendukung aktivitas manusia (Pandey dkk., 2021; Rubáš dkk., 2024). Bagi

masyarakat di pulau-pulau kecil Madura, laut bukan sekadar bentang alam biofisik, melainkan ruang hidup yang menyediakan makna eksistensial, di mana setiap garis pantai, terumbu karang, dan hembusan angin laut berkontribusi pada kesejahteraan mental dan stabilitas sosial mereka (Mailawati dkk., 2023). *Sense of place* yang kuat di kawasan pesisir berperan sebagai katalisator utama bagi partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi, karena mereka merasa bahwa kerusakan ekosistem adalah ancaman langsung terhadap jati diri dan warisan leluhur mereka (Jayaraj & Pandey, 2021; Jennings dkk., 2024). Dalam industri wisata, kualitas *sense of place* inilah yang ditransformasikan menjadi "jiwa" dari sebuah destinasi, memberikan pengalaman autentik bagi wisatawan yang mencari lebih dari sekadar pemandangan indah, melainkan sebuah pertemuan mendalam dengan filosofi hidup masyarakat lokal yang harmonis dengan alam (Baruca & Ćivre, 2022; Wong dkk., 2022). Oleh karena itu, memahami dinamika hubungan manusia dan alam melalui lensa rasa memiliki tempat menjadi prasyarat mutlak dalam menyusun strategi wisata berkelanjutan yang tidak hanya mengejar pertumbuhan ekonomi, tetapi juga menjaga integritas psikologis dan budaya masyarakat pulau kecil (Balestreri dkk., 2023; Romadhon dkk., 2025).

Warisan budaya lokal Madura, yang mencakup tradisi lisan, ritual keagamaan, hingga praktik agropastoral seperti Karapan Sapi dan Sapi Sonok, merupakan manifestasi konkret dari hubungan simbiosis antara

manusia dan ekosistem yang telah terjalin selama berabad-abad dan menjadi pilar penguat identitas wisata daerah. Kebudayaan Madura sering kali dipandang sebagai produk dari adaptasi masyarakat terhadap lingkungan yang keras dan terbatas, di mana nilai-nilai ketegasan, keberanian, dan religiositas yang kuat tercermin dalam setiap artefak budaya mereka (Izzah dkk., 2021). Tradisi Karapan Sapi, misalnya, bukan sekadar ajang pacuan ternak semata, melainkan sebuah institusi sosial yang merepresentasikan prestise, harga diri (*prestige*), dan hubungan emosional yang mendalam antara peternak dengan hewan serta lahan gembalanya (Zali, 2018). Nilai-nilai budaya ini memberikan "*branding*" yang sangat kuat dan unik bagi wisata Madura, mentransformasi wilayah perbatasan atau *frontier area* menjadi pusat destinasi budaya yang eksotis di mata dunia internasional (Harits dkk., 2023; Izzah dkk., 2021). Integrasi antara nilai-nilai keislaman yang moderat dengan wisata pesisir melahirkan potensi wisata halal yang berkelanjutan, di mana norma-norma lokal bertindak sebagai filter pelindung agar modernisasi wisata tidak menggerus moralitas dan kearifan tradisional masyarakat setempat (Permadi & Nasrulloh, 2023). Dalam perspektif jasa ekosistem budaya, warisan ini dikategorikan sebagai "kapital sosial-ekologis" yang memberikan identitas tempat yang tak tergantikan, memastikan bahwa wisatawan yang berkunjung ke pulau-pulau kecil Madura mendapatkan narasi sejarah dan budaya yang koheren (Abas, 2023). Pengakuan akan

pentingnya warisan budaya ini sangat krusial dalam perencanaan tata ruang laut atau *Maritime Spatial Planning*, di mana situs-situs budaya dan area penangkapan ikan tradisional harus dilindungi sebagai bagian integral dari lanskap budaya maritim yang menyediakan jasa spiritual dan edukasi bagi generasi mendatang (Rodrigues dkk., 2017; Zaucha & Gee, 2019). Dengan demikian, warisan budaya bukan hanya masa lalu yang statis, melainkan aset dinamis yang memperkuat resiliensi sosial dan daya saing ekonomi wisata Madura di pasar global (Permadi & Nasrulloh, 2023; Zali, 2018).

Integrasi antara kualitas fisik alam dengan ekspresi budaya manusia menciptakan apa yang dalam kajian kontemporer disebut sebagai Jasa Ekosistem Budaya, sebuah kerangka kerja yang menempatkan manfaat non-material sebagai indikator utama dalam penilaian keberlanjutan wisata di pulau-pulau kecil. Hubungan ini bersifat timbal balik; integritas ekosistem yang terjaga akan memperkuat kualitas interaksi budaya, sementara praktik budaya yang berkelanjutan akan menjamin kelestarian fungsi biofisik alam (Romadhon dkk., 2025). Sebagai contoh, status keberlanjutan jasa ekosistem budaya di Pulau Sapudi yang mencatatkan skor 0,47 menunjukkan bahwa terdapat keseimbangan yang "cukup" antara pemanfaatan alam untuk wisata dengan pemeliharaan nilai-nilai tradisional masyarakat (Romadhon dkk., 2025). Di kawasan lindung seperti Gili Matra, bukti empiris menunjukkan bahwa perlindungan

terhadap ekosistem laut secara signifikan meningkatkan kualitas jasa estetika dan edukasi yang dirasakan oleh pengunjung, yang pada akhirnya meningkatkan loyalitas wisatawan terhadap destinasi tersebut (Banarsyadhimi dkk., 2022). Pengelolaan wisata berbasis jasa ekosistem pesisir yang diterapkan di Perawan *Beach*, Jawa Timur, menegaskan bahwa keterlibatan aktif masyarakat lokal dalam menjaga "ruang hidup" mereka adalah kunci utama keberhasilan ekonomi hijau yang adil dan berkelanjutan (Sholeha & Sumarmi, 2025). Dalam ekosistem yang rapuh, seperti terumbu karang dan hutan mangrove di sekitar pulau-pulau kecil Madura, hubungan manusia-alam ini harus dikelola melalui instrumen kebijakan yang sensitif terhadap nilai-nilai non-material, seperti pemberian label *World Heritage* atau pengembangan zona ekowisata berbasis kearifan lokal (Zaucha & Gee, 2019). Tanpa adanya pemahaman terhadap keterkaitan ini, pembangunan infrastruktur wisata yang masif justru berisiko menghancurkan "karakter tempat" yang menjadi alasan utama wisatawan berkunjung, sebuah kesalahan strategis yang dapat menyebabkan degradasi kualitas hidup baik bagi penduduk lokal maupun pengunjung (Dłuzewska dkk., 2022; Syahadat & Kusworo, 2022). Oleh karena itu, penguatan hubungan alam-manusia melalui CES merupakan strategi pertahanan terbaik dalam menghadapi tantangan globalisasi dan perubahan iklim yang mengancam eksistensi pulau-pulau kecil (Romadhon dkk., 2025; Martin dkk., 2017).

Data kuantitatif dan bukti empiris dari berbagai penilaian ekonomi dan sosial memperkuat argumen bahwa identitas tempat dan warisan budaya memiliki nilai moneter yang sangat signifikan, yang sering kali melampaui nilai guna langsung dari ekstraksi sumber daya alam. Hasil studi penilaian ekonomi di Pulau Untung Jawa menggunakan metode *Travel Cost Method* menunjukkan bahwa total nilai ekonomi wisata laut diperkirakan mencapai IDR 68.505.101.600 per tahun, dengan surplus konsumen rata-rata sebesar IDR 397.592 per kunjungan individu (Zulpikar dkk., 2018). Surplus konsumen yang tinggi ini mencerminkan apresiasi wisatawan terhadap keindahan lanskap dan keunikan budaya yang "tidak ternilai," di mana mereka merasakan manfaat yang jauh lebih besar daripada biaya aktual yang mereka keluarkan selama perjalanan (Zulpikar dkk., 2018). Di tingkat makro, penilaian ekonomi samudera global mengestimasi nilai manfaat rekreasi pesisir sebesar USD 3.190,88 ribu dan nilai eksistensi untuk perlindungan warisan alam bagi generasi mendatang sebesar USD 18.609,34 ribu, yang menegaskan bahwa perlindungan terhadap identitas laut adalah investasi ekonomi yang cerdas (Ebarvia, 2016). Di Madura, tekanan wisata yang masif di Gili Labak, yang mencatatkan pertumbuhan kunjungan hingga lebih dari 150% (dari 12.198 pada 2014 menjadi 30.996 pada 2016), menunjukkan betapa kuatnya daya tarik identitas pulau eksotis bagi pasar domestik (Handayani dkk., 2021; Insafitri dkk., 2021). Namun, lonjakan ini harus diimbangi

dengan pemantauan ketat terhadap daya dukung ekologis agar tidak merusak tutupan karang hidup yang saat ini berada pada angka 48,7%, karena degradasi alam secara otomatis akan menghancurkan nilai estetika dan spiritual yang menjadi magnet utama wisatawan (Insafitri dkk., 2021; Muhsoni & Efendy, 2018). Analisis klaster wisatawan di Madura juga mengungkapkan bahwa segmen pe-ngunjung yang paling loyal adalah mereka yang memiliki keterikatan emosional tinggi dengan atraksi budaya dan kuliner lokal, bukan sekadar pencari hiburan fisik semata (Agustina dkk., 2024). Data-data ini memberikan basis faktual bagi pemerintah daerah untuk melakukan reorientasi kebijakan wisata, dari sekadar mengejar volume kunjungan menuju peningkatan kualitas pe-ngalaman yang berbasis pada kekuatan identitas dan warisan budaya lokal Madura yang autentik (Agustina dkk., 2024).

Sebagai langkah strategis ke depan, manajemen hubungan manusia dan alam dalam wisata pulau kecil harus diintegrasikan ke dalam kerangka tata kelola sumber daya yang inklusif, transparan, dan berbasis pada sistem sosial-ekologis yang tangguh. Implementasi *Maritime Spatial Planning* yang efektif harus memberikan pengakuan formal terhadap ruang-ruang budaya dan situs warisan maritim, memastikan bahwa alokasi ruang untuk industri wisata tidak mengganggu ritme kehidupan spiritual dan ekonomi masyarakat adat (Zaucha & Gee, 2019). Pendekatan SES yang diterapkan di Kepulauan Sapeken, Sumenep, menunjukkan bahwa resiliensi pulau

sangat bergantung pada kemampuan masyarakat lokal untuk melakukan kontrol terhadap sumber daya mereka sendiri melalui kearifan lokal yang didukung oleh regulasi pemerintah yang sinkron (Romadhon dkk., 2013). Strategi pemasaran wisata juga harus mulai bergeser pada penguatan narasi identitas yang berbasis gender dan inklusivitas sosial, memberikan ruang bagi perempuan dan pemuda lokal untuk menjadi narator utama dalam mempromosikan warisan budaya mereka kepada dunia luar (Mohammad dkk., 2019). Penggunaan instrumen seperti *Cultural Ecosystem Service Index* di masa depan akan sangat vital untuk mendeteksi secara dini tanda-tanda "kelelahan budaya" atau degradasi identitas akibat komersialisasi wisata yang berlebihan (Romadhon dkk., 2025). Melalui penilaian CES yang rutin, kita dapat memastikan bahwa pembangunan ekonomi tetap sejalan dengan upaya pemuliaan martabat manusia dan pelestarian alam, menciptakan sebuah model pembangunan yang benar-benar berkelanjutan bagi masyarakat Madura (Permadi & Nasrulloh, 2023). Keberlangsungan wisata di pulau-pulau kecil pada akhirnya bukan tentang seberapa banyak hotel yang dibangun, melainkan seberapa kuat kita mampu mempertahankan "rasa memiliki tempat" dan kebanggaan akan warisan budaya sebagai jiwa dari pembangunan daerah (Dłuzewska dkk., 2022). Dengan menjaga ikatan suci antara manusia dan alam, Madura tidak hanya akan dikenal karena keindahan fisiknya, tetapi juga sebagai teladan global dalam pengelolaan wisata yang berbasis

pada kemanusiaan dan keberlanjutan ekologis yang hakiki (Ebarvia, 2016; Zaucha & Gee, 2019).

BAB III

KONSTRUKSI DAN PENGEMBANGAN INDEKS

➤ Penentuan Dimensi CESI

Pengembangan *Cultural Ecosystem Service Index* (CESI) merupakan sebuah manifestasi transformatif dalam metodologi riset lingkungan yang bertujuan untuk menjembatani kesenjangan epistemologis antara fungsi ekologis biofisik dan kesejahteraan non-material manusia, khususnya di wilayah kepulauan yang memiliki kerentanan tinggi terhadap tekanan *antropogenik* masif. Secara definitif, CESI dipahami sebagai instrumen komposit berbasis multidimensional yang dirancang secara sistematis untuk menguantifikasi manfaat kualitatif yang dihasilkan oleh alam seperti inspirasi spiritual, nilai estetika yang memukau, nilai-nilai edukasi, hingga warisan budaya yang tak ternilai ke dalam satu skor indeks tunggal yang dapat diinterpretasikan secara teknis dan administratif oleh para pengambil kebijakan wisata di berbagai level pemerintahan (Romadhon dkk., 2025). Pentingnya keberadaan CESI terletak pada kemampuannya untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip dasar yang dicanangkan dalam *Millennium Ecosystem Assessment* ke dalam realitas pragmatis pembangunan pulau-pulau kecil, di mana keterbatasan luas lahan fisik yang *finite*, kekayaan biodiversitas yang sangat tinggi

namun rapuh, serta identitas budaya masyarakat lokal yang distinktif menuntut adanya sistem manajemen yang sangat presisi dan berbasis bukti (Romadhon dkk., 2025). Dalam konteks spesifik Pulau Sapudi di Kabupaten Sumenep, CESI bertindak bukan sekadar sebagai alat ukur statistik statis, melainkan sebagai mekanisme deteksi dini yang mampu memantau sejauh mana akselerasi aktivitas wisata masih menghormati integritas ekosistem laut yang vital sekaligus mempertahankan kohesi sosial serta identitas masyarakat pesisir yang dinamis (Romadhon dkk., 2025). Instrumen ini dikembangkan sebagai respons kritis terhadap dominasi model pembangunan ekonomi konvensional yang cenderung mengabaikan "nilai-nilai tak terlihat" (*intangible values*) dari alam, padahal secara empiris, nilai-nilai inilah yang sering kali menjadi motor penggerak utama dalam industri wisata dan pilar utama resiliensi budaya di tingkat komunitas lokal (Romadhon dkk., 2025). Melalui implementasi CESI, kompleksitas interaksi antara manusia dan alam di pulau kecil tidak lagi dipandang melalui lensa dikotomis yang memisahkan antara subjek dan objek, melainkan sebagai sebuah sistem sosial-ekologis yang terintegrasi fungsional, di mana stabilitas kesejahteraan psikologis manusia sangat bergantung pada kesehatan biofisik komponen-komponen penyusun lingkungannya (Romadhon dkk., 2025). Indeks ini menyediakan kerangka kerja analitis yang objektif untuk mentransformasi narasi subjektif masyarakat mengenai kesucian tempat atau kekaguman estetis menjadi

representasi numerik yang divalidasi secara ilmiah, sehingga memungkinkan adanya negosiasi yang lebih adil dan transparan antara kepentingan ekonomi ekstraktif jangka pendek dengan upaya konservasi warisan alam jangka panjang demi masa depan yang berkelanjutan (Romadhon dkk., 2025).

Penentuan dimensi dalam konstruksi arsitektur CESI dilakukan melalui proses seleksi metodologis yang sangat mendalam, multidimensi, dan partisipatif, melibatkan sinergi antara tinjauan literatur teoretis yang kuat dan data empiris lapangan yang dikumpulkan secara intensif dari para pemangku kepentingan di Pulau Sapudi selama periode Januari hingga Oktober 2024 (Romadhon dkk., 2025). Berdasarkan kerangka kerja komprehensif yang dirancang oleh Romadhon dkk., enam dimensi fundamental ditetapkan sebagai pilar penyusun utama CESI: dimensi rekreasi dan wisata, nilai estetika, layanan spiritual dan religius, nilai edukasi, *sense of place* (rasa memiliki tempat), serta warisan budaya (Romadhon dkk., 2025). Pemilihan keenam dimensi ini didasarkan pada signifikansi strategis mereka dalam membentuk pola interaksi jangka panjang antara masyarakat lokal Madura dengan lingkungan maritim kepulauan, di mana laut tidak hanya diposisikan sebagai area ekstraksi sumber daya perikanan semata, tetapi lebih luas sebagai ruang sakral bagi ekspresi spiritual dan pembentuk identitas kolektif masyarakat yang tangguh. Untuk menjamin tingkat validitas dan representasi yang maksimal, riset ini menerapkan pendekatan metode campuran (*mixed*

method) yang melibatkan partisipasi aktif dari total 70 responden yang terdiri dari 35 pemangku kepentingan kunci (termasuk pejabat otoritas pelabuhan, pemerintah daerah, dan operator wisata), 20 penduduk lokal, serta 15 wisatawan domestik maupun internasional melalui teknik wawancara semi-terstruktur dan penyelenggaraan lokakarya pemetaan partisipatif (*participatory mapping*) (Romadhon dkk., 2025). Proses keterlibatan publik yang intensif ini memungkinkan tim peneliti untuk mengidentifikasi sebaran aset wisata secara spasial, memetakan tantangan degradasi lingkungan yang sedang terjadi, serta menangkap persepsi manfaat jasa ekosistem budaya yang dirasakan secara subjektif oleh berbagai kelompok pengguna yang berbeda. Metodologi ini menegaskan bahwa penentuan dimensi CESI bukanlah proses akademik yang bersifat *top-down* dan elitis, melainkan proses inklusif yang secara sadar memberikan ruang bagi suara komunitas lokal sebagai pemegang mandat sah atas warisan budaya dan ekologis leluhur mereka. Integrasi dimensi-dimensi ini memungkinkan CESI untuk menangkap dinamika lokal yang sangat spesifik, seperti keterikatan emosional masyarakat terhadap tradisi pembuatan perahu tradisional atau pelaksanaan upacara keagamaan yang ritmenya mengikuti siklus alami ekosistem pesisir, yang pada akhirnya memperkuat posisi tawar daerah dalam kancah wisata global yang menuntut otentisitas (Kusuma dkk., 2023).

Operasionalisasi dimensi CESI menjadi langkah praktis dilakukan melalui pengembangan 23 atribut atau indikator teknis yang dipilih secara teliti untuk memberikan tingkat presisi yang tinggi dalam penilaian status keberlanjutan wisata di wilayah kepulauan Sapudi yang memiliki seluas 1627,81 hektare (Romadhon dkk., 2025). Setiap indikator dirancang untuk mencakup spektrum luas mulai dari aspek fisik biofisik yang terukur, persepsi estetika visual yang dinamis, hingga praktik budaya yang lebih abstrak dan spiritual, yang kemudian dinilai secara kuantitatif menggunakan skala *Likert* (1-3) untuk menangkap intensitas layanan ekosistem yang tersedia (Romadhon dkk., 2025). Misalnya, pada dimensi estetika, tim peneliti menggunakan indikator yang mencakup keberadaan fitur alam yang luar biasa seperti gua pesisir, formasi batuan vulkanik, hutan mangrove yang rimbun, serta ekosistem terumbu karang dan padang lamun. Skor tertinggi diberikan jika suatu lokasi memiliki lebih dari tiga fitur alam yang diakui secara luas oleh literatur wisata atau pakar lokal (Romadhon dkk., 2025). Selain itu, dimensi edukasi diukur melalui indikator fungsional seperti jumlah program pendidikan lingkungan yang tersedia, jalur interpretasi alam yang terstandarisasi, serta tingkat partisipasi aktif masyarakat dan pengunjung dalam kegiatan pembelajaran berbasis alam (Romadhon dkk., 2025). Dimensi *sense of place* dioperasionalkan melalui pengukuran kedalaman identitas budaya maritim dan tingkat kebanggaan komunitas terhadap integritas lanskap asli mereka yang

belum terjamah oleh modernitas yang merusak (Romadhon dkk., 2025). Setiap data indikator ini tidak berdiri secara terpisah, melainkan diproses melalui mekanisme normalisasi dan pembobotan data yang ketat guna memastikan bahwa setiap variabel memberikan kontribusi yang proporsional terhadap nilai akhir indeks (Romadhon dkk., 2025). Berikut adalah penyajian data tabel indikator CESI yang menjadi standar baku penilaian dalam riset di kepulauan Sapudi:

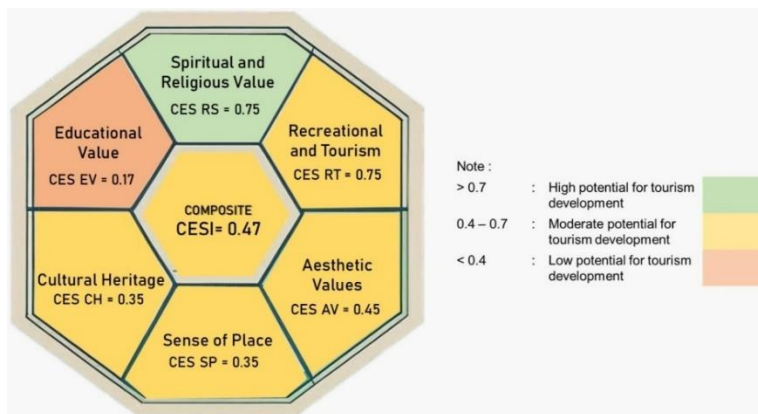
Tabel 1. Indikator CESI

Dimensi CESI	Atribut / Indikator Penilaian Utama	Kriteria Penilaian
Recreation and Tourism	Fasilitas rekreasi, aktivitas bahari (snorkeling , diving), kepuasan pengunjung, aksesibilitas transportasi, frekuensi kunjungan tahunan.	Berbasis pada kelengkapan infrastruktur dan diversitas pengalaman pengunjung di lapangan
Aesthetic Values	Fitur alam unik (gua, batuan), kejernihan air laut, jumlah foto media sosial (>50.000), representasi seni (lukisan, musik, film).	Menilai kualitas visual lanskap melalui pengakuan publik dan dokumentasi digital wisatawan
Spiritual and Religious	Situs sakral pesisir, ritual tradisional (petik laut), ketenangan	Mengukur kesucian lokasi dan frekuensi pelaksanaan

Dimensi CESI	Atribut / Indikator Penilaian Utama	Kriteria Penilaian
	spiritual, nilai religius alam sebagai ciptaan Tuhan.	upacara adat yang melibatkan ekosistem laut
Educational Values	Program edukasi, jalur interpretasi, pusat informasi ekologi, tingkat kesadaran lingkungan (>75% penduduk/wisatawan).	Fokus pada transfer pengetahuan ekologis dan partisipasi dalam lokakarya atau ekspedisi alam
Sense of Place	Identitas budaya maritim, ikatan emosional masyarakat, keaslian lanskap, kebanggaan wilayah (place attachment).	Menelaah sejauh mana lingkungan alam menjadi bagian integral dari definisi jati diri penduduk lokal
Cultural Heritage	Tradisi pembuatan perahu tradisional, teknik memancing kuno, bangunan sejarah pesisir, transmisi pengetahuan antar-generasi.	Melindungi kelestarian praktik leluhur dari ancaman kepunahan akibat perubahan gaya hidup modern

Proses agregasi data ini melibatkan perhitungan matematis yang cermat melalui persamaan normalisasi $S_i = \frac{x_i}{\max(x_j)}$ bertujuan menyetarakan skala seluruh atribut menjadi nilai antara 0 hingga 1, sehingga dimensi yang

bersifat kualitatif-spiritual dapat diperbandingkan secara logis dengan dimensi kuantitatif-ekonomi (Romadhon dkk., 2025). Melalui struktur indikator yang sangat komprehensif ini, CESI mampu menyajikan diagnosis klinis yang mendalam mengenai tingkat "kesehatan sosial-budaya" suatu destinasi wisata, yang memungkinkan para pengelola untuk melakukan intervensi spesifik pada indikator yang lemah tanpa harus merusak keseimbangan dimensi lain yang sudah optimal (Romadhon dkk., 2025).



Gambar 5. Indikator *Cultural Ecosystem Service*

Integrasi dimensi CESI dengan temuan dari berbagai kajian sejenis di wilayah Indonesia dan global memberikan validasi empiris yang sangat kuat terhadap keandalan instrumen ini dalam memotret kompleksitas wisata di ekosistem tropis yang sedang berkembang pesat. Hasil perhitungan komposit di Pulau Sapudi yang mencatatkan skor 0,47 menempatkan wilayah ini dalam

kategori "sedang" (*moderate status*), yang mengindikasikan bahwa meskipun pilar spiritual dan identitas budaya masih sangat kokoh, terdapat risiko degradasi yang nyata akibat rendahnya dukungan fasilitas edukasi dan infrastruktur wisata yang ramah lingkungan (Romadhon dkk., 2025). Penjelasan serupa dengan hasil studi di Gili Matra yang menggunakan pendekatan terintegrasi untuk menilai dampak perlindungan laut terhadap kualitas jasa ekosistem budaya, ditemukan bahwa kawasan yang memiliki status perlindungan hukum yang kuat menunjukkan skor estetika dan edukasi yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan area yang mengalami tekanan antropogenik berlebihan (Banarsyadhimi dkk., 2022). Di sisi lain, riset di Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung menegaskan bahwa keberhasilan tata kelola sumber daya alam sangat bergantung pada konektivitas fungsional antara nilai-nilai jasa budaya dengan kebijakan pemerintah pusat maupun daerah, memperkuat argumen bahwa dimensi *sense of place* harus menjadi titik sentral dalam setiap perencanaan tata ruang wilayah pesisir (Kusuma dkk., 2023). Secara global, meta-analisis terhadap tren riset jasa ekosistem mengungkapkan bahwa meskipun rekreasi seringkali menjadi dimensi yang paling banyak mendapatkan perhatian, dimensi spiritual dan edukasi justru sering kali menjadi penentu utama dalam menjamin keberlanjutan jangka panjang karena perannya dalam membentuk etika lingkungan yang kuat di kalangan masyarakat (Mengist & Soromessa, 2019). Data pendukung dari Pulau Untung

Jawa yang mencatat nilai surplus konsumen sebesar Rp397.592 per kunjungan memberikan bukti ekonomi tak terbantahkan bahwa wisatawan bersedia membayar premi lebih tinggi demi mendapatkan kualitas jasa budaya yang autentik, sebuah fakta yang secara langsung mendukung urgensi penggunaan metrik CESI sebagai dasar ilmiah dalam penentuan skema pembiayaan konservasi atau penetapan tarif masuk yang adil di destinasi wisata laut (Zulpikar dkk., 2018). Perbandingan lintas wilayah ini membuktikan bahwa kerangka dimensi yang ditetapkan dalam CESI di Sapudi memiliki relevansi universal bagi upaya pengelolaan 126 pulau kecil lainnya di Madura, memberikan fondasi akademik yang kokoh bagi pengembangan model ekonomi biru yang berbasis pada kearifan lokal dan pelestarian modal alami bangsa Indonesia (Permadi & Nasrulloh, 2023).

Secara strategis, penentuan dimensi CESI memiliki implikasi kebijakan yang sangat luas dalam mentransformasi paradigma tata kelola wisata pulau kecil menjadi proses yang lebih transparan, berbasis data (*data-driven*), dan berorientasi pada kemakmuran jangka panjang bagi komunitas lokal. Melalui pemanfaatan data dari setiap dimensi, pemerintah daerah Kabupaten Sumenep dapat menyusun rencana strategis yang lebih presisi, misalnya dengan meningkatkan alokasi anggaran pada dimensi edukasi melalui pembangunan pusat informasi ekologi mangrove atau pembuatan jalur interpretasi terumbu karang untuk meningkatkan skor indeks keberlanjutan wilayah tersebut. Lebih jauh lagi,

tingginya skor pada dimensi spiritualitas dan warisan budaya di Pulau Sapudi menuntut adanya perlindungan hukum yang lebih tegas terhadap situs-situs sakral pesisir dari ancaman pembangunan infrastruktur masif yang bersifat ekstraktif dan dapat merusak "karakter tempat" (*soul of the island*) yang menjadi daya tarik utama wisatawan (Romadhon dkk., 2025; Zaucha & Gee, 2019). Penggunaan kerangka CESI juga memfasilitasi keterlibatan bermakna dari masyarakat dalam proses *Maritime Spatial Planning*, di mana peta jasa ekosistem budaya yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar otoritatif untuk menetapkan zonasi yang menghormati hak-hak tradisional serta area sakral masyarakat adat (Kusuma dkk., 2023). Dalam menghadapi ancaman global kenaikan muka air laut yang dapat menenggelamkan wilayah pesisir pulau kecil, pelestarian identitas budaya dan penguatan rasa memiliki tempat menjadi bentuk kapital sosial yang paling krusial bagi resiliensi masyarakat dalam menghadapi perubahan lingkungan yang drastis (Dhuzewska dkk., 2022). Secara filosofis, CESI mengajarkan bahwa keberhasilan wisata di pulau kecil tidak seharusnya diukur dari jumlah kunjungan atau unit hotel yang dibangun, melainkan dari seberapa besar kemampuan kita dalam menjaga harmoni antara kebutuhan ekonomi masa kini dengan hak generasi masa depan untuk menikmati keindahan alam dan keluhuran budaya leluhur mereka (Permadi & Nasrulloh, 2023). Dengan mengadopsi kerangka kerja dimensi yang komprehensif ini, pulau-pulau di Madura memiliki

peluang emas untuk menjadi prototipe global dalam pengelolaan ekowisata yang berbasis pada kemanusiaan, kearifan lokal, dan keberlanjutan ekologis yang hakiki (Agustina dkk., 2024; Romadhon dkk., 2025). Indeks ini pada akhirnya merupakan sebuah manifesto ilmiah untuk mempertahankan martabat manusia dan kelestarian biosfer demi masa depan peradaban maritim Indonesia yang lebih gemilang dan lestari di abad ke-21 (Permadi & Nasrulloh, 2023).

➤ Kerangka Kerja Penilaian

Kerangka kerja penilaian *Cultural Ecosystem Service Index* di wilayah pulau-pulau kecil Madura, khususnya Pulau Sapudi, dirancang sebagai sebuah sistem evaluasi yang sangat komprehensif, multidimensi, dan sistematis untuk memotret realitas interaksi sosiokultural manusia dengan integritas lingkungan maritim yang sangat dinamis. Desain metodologis ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pengumpulan data primer semata, melainkan merupakan sebuah paradigma penilaian terintegrasi yang menjembatani aspek kualitatif mengenai persepsi budaya masyarakat dengan aspek kuantitatif teknis-ekologis yang terukur secara empiris. Secara epistemologis, kerangka kerja ini dimulai dengan tahap identifikasi batas-batas biofisik dan sosial-ekologis yang kemudian dioperasionalisasikan melalui 23 indikator utama yang terdistribusi ke dalam enam dimensi besar jasa ekosistem budaya, yakni rekreasi, estetika, spiritual, edukasi, rasa memiliki tempat (*sense of place*), dan warisan budaya

(Romadhon dkk., 2025). Pentingnya kerangka kerja yang sangat terstruktur ini ditegaskan oleh realitas tingginya tingkat ketergantungan masyarakat pulau kecil terhadap kelestarian jasa ekosistem, di mana kegagalan manajemen sering kali berujung pada degradasi permanen modal alami daerah (Romadhon dkk., 2013). Dengan mengadopsi struktur yang sangat terperinci ini, CESI mampu mentransformasi informasi lapangan yang kompleks mengenai identitas dan nilai-nilai non-material menjadi sebuah skor indeks yang berkisar antara 0 hingga 1, yang memberikan landasan otoritatif bagi para perencana wilayah untuk menyusun kebijakan manajemen yang berbasis bukti (*evidence-based policy*) demi menjamin keberlanjutan hidup di wilayah kepulauan yang memiliki fenomena insularitas ekstrem (Rijanta, 2016; Romadhon dkk., 2013, 2025; Zaucha & Gee, 2019).

Tahapan pengumpulan data melalui survei masyarakat dan wawancara mendalam merupakan pilar partisipatif paling fundamental dalam kerangka kerja CESI, yang secara khusus dirancang untuk menangkap spektrum luas nilai-nilai subjektif, tradisi lisan, serta keterikatan emosional masyarakat pesisir terhadap lingkungan sekitarnya. Dalam implementasi riset di Pulau Sapudi, pengumpulan data dilakukan melalui teknik *purposive sampling* yang sangat selektif guna menjamin keterwakilan perspektif dari berbagai strata sosial, dengan jumlah responden sebanyak 70 orang yang mencakup 35 pemangku kepentingan kunci (terdiri dari

pejabat otoritas pelabuhan, pemerintah daerah, dan operator wisata), 20 penduduk asli pulau, serta 15 wisatawan domestik maupun internasional (Romadhon dkk., 2025). Wawancara semi-terstruktur ini mengeksplorasi narasi mendalam mengenai distribusi aset wisata, praktik-praktik pembuatan perahu tradisional, tantangan lingkungan yang dirasakan langsung oleh warga, hingga manfaat psikologis dan spiritual yang mereka peroleh dari ekosistem terumbu karang serta padang lamun yang melimpah (Romadhon dkk., 2025). Inovasi utama dalam tahapan survei ini adalah penyelenggaraan *Participatory Mapping Workshops*, di mana anggota komunitas dilibatkan secara aktif untuk menandai secara spasial lokasi-lokasi yang dianggap sakral, bersejarah, atau memiliki nilai estetika luar biasa di atas peta, yang sering kali tidak terdokumentasi dalam basis data resmi pemerintah (Romadhon dkk., 2025). Keterlibatan masyarakat ini sangat krusial mengingat kebudayaan Madura memiliki keterkaitan yang sangat erat antara ritme kehidupan sosial dengan kondisi alam, seperti yang terlihat pada pentingnya tradisi Karapan Sapi dan ritual keagamaan pesisir, yang merupakan simbol harga diri dan identitas lokal yang harus dilindungi dari dampak negatif wisata massal (Izzah dkk., 2021; Zali, 2018). Seluruh data kualitatif dari wawancara ini kemudian dikodekan secara sistematis dan dianalisis menggunakan perangkat lunak NVivo untuk menemukan pola-pola signifikan mengenai "jasa budaya yang tersembunyi," yang kemudian digunakan untuk

memvalidasi indikator-indikator dalam dimensi *sense of place* dan warisan budaya secara lebih akurat (Romadhon dkk., 2025). Melalui metode survei yang sangat intensif dan inklusif ini, kerangka kerja CESI memastikan bahwa penilaian status keberlanjutan suatu destinasi tidak hanya didasarkan pada asumsi teknokratis semata, tetapi benar-benar berpijak pada aspirasi dan nilai-nilai luhur kemanusiaan yang dipegang teguh oleh masyarakat setempat (Brown & Hausner, 2017; Dłuzewska dkk., 2022; Izzah dkk., 2021; Romadhon dkk., 2025; Zali, 2018).

Penilaian ahli (*expert judgment*) dan mekanisme pembobotan teknis dalam kerangka kerja CESI berfungsi sebagai filter validasi ilmiah yang sangat krusial untuk menyeimbangkan data persepsi kualitatif masyarakat dengan standar manajemen profesional berstandar internasional. Dalam proses evaluasi di Pulau Sapudi, keterlibatan 35 pemangku kepentingan kunci sebagai informan ahli memberikan bobot otoritas teknis yang signifikan terhadap penilaian 23 indikator yang telah dirancang (Romadhon dkk., 2025). Para ahli, yang mencakup perwakilan dari Dinas Wisata Kabupaten Sumenep serta pakar ekowisata, melakukan penilaian menggunakan skala *Likert* yang terukur (1 = rendah, 2 = sedang, 3 = tinggi) untuk memberikan skor pada kualitas layanan ekosistem yang tersedia saat ini (Romadhon dkk., 2025). Proses ini kemudian diikuti dengan tahapan normalisasi skor menggunakan formula matematis $S_i = (x_i)/(max x_j)$ untuk menghasilkan nilai standar antara 0 dan 1, yang memungkinkan integrasi logis antara variabel

dengan satuan pengukuran yang berbeda (Romadhon dkk., 2025). Pentingnya penilaian ahli ini tercermin jelas dalam penentuan bobot (*Domain Weight*) yang mengungkapkan bahwa di Sapudi, domain Nilai Spiritual dan Religius memiliki kontribusi tertinggi terhadap indeks dengan skor 0,75, sedangkan Nilai Edukasi mencatatkan skor terendah sebesar 0,17 (Romadhon dkk., 2025). Perbedaan skor yang sangat kontras ini memberikan diagnosis strategis bagi pemerintah daerah untuk segera melakukan reorientasi anggaran wisata; misalnya dengan meningkatkan investasi pada pembangunan pusat informasi lingkungan dan jalur interpretasi ekologi guna memperkuat aspek pendidikan bagi pengunjung yang saat ini masih sangat lemah (Romadhon dkk., 2025). Penilaian ahli ini juga menyertakan analisis data sekunder dari laporan pemerintah tahun 2024 mengenai tren tenaga kerja dan infrastruktur pendukung, yang kemudian diintegrasikan dalam analisis kelayakan investasi melalui *Small Island Investment Index* (Romadhon dkk., 2020). Melalui mekanisme verifikasi ahli yang sangat ketat ini, kerangka kerja CESI mampu memproduksi indikator keberhasilan pembangunan wisata yang tidak hanya populer secara sosial, melainkan juga kredibel secara akademik dan administratif untuk digunakan sebagai dasar penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil yang berkelanjutan dan adil (Zaucha & Gee, 2019).

Pengamatan lapangan (*field observation*) dan pengumpulan data digital melalui media sosial merupakan tahap verifikasi riil atau *ground-truthing* dalam kerangka kerja CESI yang bertujuan untuk memetakan kondisi biofisik secara aktual sekaligus mengukur sentimen publik secara dinamis (Yang dkk., 2022). Tim peneliti melakukan observasi fisik mendalam terhadap fitur-fitur alam di Pulau Sapudi, seperti Gua Minomi dan fenomena vulkanik Kelbhu, serta menilai kondisi nyata ekosistem mangrove, terumbu karang, dan padang lamun yang menjadi penopang utama layanan estetika serta rekreasi bahari (Romadhon dkk., 2025). Data spasial yang dikumpulkan di lapangan kemudian diproses menggunakan perangkat lunak ArcGIS Pro untuk memvisualisasikan distribusi Jasa Ekosistem Budaya dalam bentuk peta tematik yang sangat detail, mencakup analisis titik panas (*hot spot analysis*) untuk mengidentifikasi area yang memiliki nilai warisan budaya paling sensitif terhadap kerusakan (Romadhon dkk., 2025). Selain observasi fisik, inovasi metodologis telah diterapkan dengan memanfaatkan jejak digital wisatawan melalui platform "*Unboxsocial*" untuk mengumpulkan ribuan data dari media sosial Instagram dengan tagar #SapudiIsland dan #SumenepTourism selama periode 10 bulan pada tahun 2024 (Romadhon dkk., 2025). Analisis data media sosial ini memberikan wawasan kuantitatif mengenai tingkat keterlibatan publik (*post engagement*) dan persepsi estetika visual yang dirasakan oleh pengunjung, yang secara empiris terbukti menjadi

indikator kuat bagi minat pasar wisata global (Calcagni dkk., 2022). Data ini kemudian disandingkan dengan statistik kunjungan wisatawan dan pendapatan wisata tahunan. Di Sapudi, tercatat masih di bawah angka \$1 juta, mengonfirmasi adanya keterbatasan infrastruktur dasar seperti homestay yang masih sangat sederhana di wilayah Gayam serta akses ferry yang sangat terbatas (Romadhon dkk., 2025). Keakuratan data pengamatan lapangan ini sangat krusial mengingat tekanan wisata di pulau-pulau kecil Madura lainnya, seperti Gili Labak yang mencatatkan total 66.256 pengunjung dalam rentang tahun 2017-2019, sehingga tanpa pemantauan rutin akan sangat rentan mengalami degradasi tutupan karang akibat aktivitas *snorkeling* yang tidak teratur (Insafitri dkk., 2021). Melalui integrasi antara observasi fisik, data spasial, dan analitik media sosial, kerangka kerja CESI mampu menyajikan basis data yang sangat komprehensif dan mutakhir bagi manajemen wisata kepulauan di Madura (Havinga dkk., 2023; Romadhon dkk., 2025).

Sintesis akhir kerangka kerja CESI menggabungkan data indikator ke dalam skor indeks komposit untuk mengevaluasi status keberlanjutan wisata di pulau tersebut. Hasil perhitungan di Pulau Sapudi menunjukkan nilai CESI komposit sebesar 0,47, yang mengkategorikan wilayah ini sebagai berstatus "sedang" atau "cukup berkelanjutan" (*moderate status*) (Romadhon dkk., 2025). Nilai ini merupakan hasil agregasi dari 23 atribut utama yang telah dinormalisasi, Status sedang ini menunjukkan bahwa meskipun nilai-nilai spiritual dan

warisan budaya masih terjaga secara fungsional, terdapat kerentanan pada dimensi rasa memiliki tempat serta warisan budaya yang keduanya hanya mencatatkan skor 0,35 (Romadhon dkk., 2025). Data ekonomi pendukung dari studi di Pulau Untung Jawa menggunakan *Travel Cost Method* memberikan bukti yang menguatkan bahwa perlindungan terhadap kualitas jasa budaya ini memiliki nilai ekonomi yang signifikan, dengan nilai surplus konsumen sebesar IDR 397.592 per kunjungan individu, yang menegaskan bahwa wisatawan menghargai integritas secara signifikan alam dan orisinalitas budaya daerah (Zulpikar dkk., 2018). Skor diagnostik CESI ini memberikan panduan operasional bagi pengelola destinasi agar mengintervensi pada indikator berkinerja rendah, seperti dokumentasi pengetahuan tradisional dan penyediaan pelatihan vokasi bagi generasi muda dalam pelestarian warisan budaya guna mencegah degradasi identitas tempat di masa depan (Romadhon dkk., 2025). Keberhasilan model penilaian ini sangat relevan bagi pengelolaan 126 pulau kecil lainnya di Madura untuk menghindari risiko ketidakberlanjutan akibat konsumerisme wisata yang berlebihan. Berikut adalah tabel kriteria penilaian CESI.

Tabel 2. Kriteria Penilaian CESI

Dimensi Utama	Atribut dan Indikator Penilaian CESI	Kriteria Penilaian Teknis
<i>Recreation and Tourism</i>	Fasilitas rekreasi dasar, aktivitas bahari (<i>snorkeling</i> , selam), tingkat kepuasan pengunjung, aksesibilitas ferry, pendapatan tahunan.	Menilai kelengkapan infrastruktur dan diversitas pengalaman wisata di lapangan
<i>Aesthetic Values</i>	Fitur alam unik (gua, fenomena vulkanik), kejernihan air, ribuan postingan Instagram, pemandangan lanskap pesisir dan bukit.	Mengukur kualitas visual melalui pengakuan publik dan data media sosial
<i>Spiritual and Religious</i>	Situs sakral, ritual tradisional (petik laut), ketenangan batin, praktik peribadatan rutin.	Menelaah kesucian lokasi dan frekuensi upacara keagamaan yang terikat pada alam
<i>Educational Values</i>	Program edukasi lingkungan, jalur interpretasi alam, pusat informasi ekologi, tingkat literasi lingkungan penduduk.	Fokus pada transfer pengetahuan ekologis dan kesadaran konservasi pengunjung
<i>Sense of Place</i>	Identitas budaya maritim, ikatan	Mengukur kedalaman jati diri

Dimensi Utama	Atribut dan Indikator Penilaian CESI	Kriteria Penilaian Teknis
	emosional masyarakat, kebanggaan wilayah, keaslian lanskap tradisional.	masyarakat yang dibentuk oleh lingkungan alami
<i>Cultural Heritage</i>	Teknik pembuatan perahu tradisional, arsitektur Madura kuno, transmisi pengetahuan antar-generasi, situs sejarah.	Melindungi praktik leluhur dari kepunahan akibat pengaruh modernisasi eksternal

Secara keseluruhan, implementasi kerangka kerja CESI dengan klasifikasi status rendah ($<0,34$), sedang ($0,34-0,67$), dan tinggi ($>0,67$) memberikan standar baru yang sangat presisi dalam upaya mewujudkan ekonomi biru yang berkelanjutan bagi masyarakat Madura (Romadhon dkk., 2025). Dengan mengacu pada data indeks ini, pembangunan wisata tidak lagi dilakukan secara spekulatif, melainkan melalui perencanaan strategis yang menjamin kelestarian warisan budaya dan kejernihan ekosistem laut demi generasi yang akan datang (Banarsyadhimi dkk., 2022), (Agustina dkk., 2024), (Sholeha & Sumarmi, 2025), (Permadi & Nasrulloh, 2023), (Romadhon dkk., 2013). Pendekatan holistik ini dapat menjadi model referensi untuk pengembangan wisata berkelanjutan di wilayah kepulauan lain di Indonesia,

khususnya dalam menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dengan pelestarian lingkungan dan budaya.

➤ Teknik Analisis *Multidimensional Scaling*

Penggunaan teknik analisis *Multidimensional Scaling* dalam evaluasi keberlanjutan wisata di wilayah pulau-pulau kecil Madura merupakan manifestasi metodologis yang sangat canggih dan komprehensif, yang secara khusus dirancang untuk memetakan kompleksitas hubungan antara dimensi ekologi, ekonomi, sosial, dan budaya dalam satu kerangka kerja spasial yang terpadu. Secara epistemologis, MDS merupakan teknik statistik non-parametrik yang melakukan proses ordinasasi untuk mentransformasikan matriks ketidakmiripan antardata menjadi representasi geometris berdimensi rendah, sehingga pola-pola interaksi yang sangat rumit dalam sistem sosial-ekologis dapat dipahami secara intuitif tanpa menghilangkan detail fungsional dari setiap variabel penyusunnya. Dalam konteks pembangunan wilayah kepulauan yang memiliki fenomena insularitas ekstrem di mana keterbatasan luas lahan fisik, isolasi geografis, dan kerentanan terhadap tekanan eksternal menjadi hambatan utama teknik MDS diadaptasi menjadi instrumen penilaian cepat yang disebut *Rap-Tourism* (evolusi dari metode *Rap-Fish*) untuk menentukan status keberlanjutan secara objektif dan transparan (Rijanta, 2016; Romadhon dkk., 2025; Romadhon dkk., 2025). Keunggulan fundamental dari penggunaan MDS dalam riset di pulau-pulau kecil seperti Sapudi dan Saobi terletak

pada kemampuannya untuk mengintegrasikan data kualitatif berbasis persepsi masyarakat, nilai-nilai spiritual yang abstrak, serta penilaian ahli ke dalam satu skor indeks kuantitatif yang reliabel dan terukur. Hal ini sangat krusial karena pembangunan wisata berkelanjutan di Madura tidak dapat hanya mengandalkan statistik kunjungan semata, melainkan harus mempertimbangkan stabilitas aliran jasa ekosistem budaya yang menjadi jantung kehidupan masyarakat pesisir (Dłuzewska dkk., 2022; Romadhon dkk., 2013). Melalui pemetaan koordinat pada sumbu ordinasi, posisi keberlanjutan suatu destinasi dapat diidentifikasi secara akurat pada skala 0% hingga 100%, di mana skor tersebut memberikan diagnosis mendalam mengenai sejauh mana sistem wisata tersebut mampu menyeimbangkan eksploitasi ekonomi dengan pelestarian modal alami. Pendekatan multidimensi ini memungkinkan para peneliti untuk melihat gambaran besar dari dinamika keberlanjutan, menghindari pengambilan keputusan yang bersifat parsial, dan memastikan bahwa setiap kebijakan pembangunan tetap berpijak pada prinsip resiliensi ekosistem dan keadilan sosial jangka panjang bagi komunitas lokal yang sangat bergantung pada kelestarian laut mereka. MDS bertindak sebagai jembatan yang menghubungkan aspek-aspek tak kasat mata seperti identitas budaya dan rasa memiliki tempat (*sense of place*) dengan realitas biofisik seperti tutupan karang hidup yang di Gili Labak tercatat sebesar 48,7% (Muhsoni & Efendy, 2018). Dengan mengadopsi algoritma ALSCAL, MDS mampu meminimalkan nilai *stress* hingga

di bawah ambang batas 0,25, yang menjamin bahwa konfigurasi ruang yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi tinggi dan bebas dari bias statistik yang menyesatkan dalam perencanaan wilayah strategis (Romadhon dkk., 2025; Zaucha & Gee, 2019).

Secara operasional, tahapan analisis teknis menggunakan metode *Multidimensional Scaling* melalui pendekatan *Rap-Tourism* dilakukan secara sistematis melalui poin-poin prosedural berikut yang dirancang untuk menjaga ketelitian data dari lapangan hingga menjadi kebijakan:

Identifikasi dan Pemilihan Atribut Sensitif: Langkah awal dimulai dengan menentukan indikator yang merepresentasikan dimensi keberlanjutan secara holistik; di Pulau Sapudi, ditetapkan 23 atribut utama yang mencakup aspek rekreasi, estetika, spiritual, edukasi, *sense of place*, dan warisan budaya. Pemilihan ini melibatkan tinjauan literatur mendalam dan masukan dari 35 pemangku kepentingan kunci guna memastikan atribut tersebut benar-benar relevan dengan karakteristik unik pulau.

Penskoran dan Penilaian Kriteria Atribut: Setiap atribut diberikan skor berdasarkan kriteria teknis menggunakan skala *Likert* yang presisi (biasanya 1–3). Misalnya, skor tertinggi diberikan jika aksesibilitas transportasi lancar atau suatu lokasi memiliki lebih dari tiga fitur alam unik, sementara skor terendah menunjukkan hambatan nyata bagi keberlanjutan. Data ini dikumpulkan secara

partisipatif dari 70 responden yang mencakup penduduk lokal dan wisatawan.

Normalisasi dan Standardisasi Data Multidimensi: Mengingat atribut memiliki satuan pengukuran yang berbeda, seluruh skor mentah ditransformasikan menjadi nilai standar antara 0 hingga 1 menggunakan rumus matematis $S_i = x_i / \max(x_j)$. Proses ini sangat krusial agar variabel kualitatif-spiritual dapat diperbandingkan secara logis dengan variabel kuantitatif-ekonomi dalam satu model

Proses Ordinasasi dan Penentuan Titik Keberlanjutan: Algoritma ALSCAL digunakan untuk melakukan iterasi data hingga ditemukan posisi titik ordinasasi paling stabil dalam ruang multidimensi, menghasilkan nilai indeks keberlanjutan komposit (0–100%) yang menentukan klasifikasi status wilayah: Rendah (<34%), Sedang (34–67%), atau Tinggi (>67%)

Analisis Sensitivitas melalui Leverage Analysis: Menghitung nilai *Root Mean Square* untuk mendeteksi atribut pengungkit utama yang paling sensitif terhadap perubahan indeks. Atribut dengan nilai RMS tertinggi adalah faktor prioritas yang jika diintervensi akan memberikan dampak perbaikan paling signifikan terhadap stabilitas sistem wisata. *Validasi Model melalui Simulasi Monte Carlo:* Melakukan iterasi simulasi sebanyak 100 kali untuk mengevaluasi dampak kesalahan acak (*random error*) atau bias input. Model dinyatakan sangat stabil jika selisih nilai indeks MDS dengan hasil simulasi berada di bawah ambang batas 5%, yang menandakan

hasil analisis sangat layak digunakan sebagai basis kebijakan pembangunan daerah.



Gambar 6. Hasil Penilaian Indeks CESI

Penerapan tahapan yang sangat disiplin ini memberikan dasar ilmiah yang tak terbantahkan, seperti penemuan bahwa dimensi spiritualitas di Sapudi memiliki kinerja sangat tinggi sementara pendidikan sangat rendah, yang secara langsung memberikan panduan strategis bagi pemerintah daerah untuk fokus mengalokasikan anggaran pada pembangunan pusat informasi ekologi dan jalur interpretasi alam guna menyeimbangkan status keberlanjutan wilayah tersebut secara keseluruhan.

Interpretasi hasil analisis MDS menyajikan bukti empiris yang sangat kaya mengenai status keberlanjutan wisata di Madura, sekaligus mengungkapkan disparitas kinerja yang signifikan antar berbagai dimensi yang

menjadi penopang kesejahteraan masyarakat kepulauan. Hasil perhitungan indeks komposit di Pulau Sapudi yang mencatatkan skor 0,47 mengonfirmasi bahwa status keberlanjutan wilayah tersebut berada pada kategori "sedang" atau cukup berkelanjutan (*moderate status*), sebuah indikasi bahwa sementara sistem masih fungsional, terdapat kerentanan sistemik yang harus segera diatasi guna mencegah degradasi permanen (Romadhon dkk., 2025). Analisis mendalam pada setiap dimensi mengungkapkan fenomena sosiologis yang menarik: dimensi "Nilai Spiritual dan Religius" mencapai skor tertinggi sebesar 0,75, sementara dimensi "Nilai Edukasi" berada pada titik terendah dengan skor hanya 0,17 (Romadhon dkk., 2025). Data ini secara eksplisit menunjukkan bahwa kekuatan wisata Sapudi berakar pada kesucian situs pesisir dan ritual petik laut yang masih sangat dihormati oleh masyarakat, namun di sisi lain, infrastruktur pendidikan lingkungan dan pusat informasi ekologi masih sangat minim dan tidak memadai untuk mendukung pertumbuhan ekowisata yang berbasis pengetahuan (Romadhon dkk., 2025). Fenomena ketimpangan ini juga terlihat dalam penilaian risiko ekologis di Pulau Saobi, di mana meskipun skor risikonya termasuk kategori "Rendah", namun terdapat tekanan moderat dari kepadatan sampah pantai yang mencapai 36,9 item/100m² yang berpotensi merusak estetika dan kesehatan ekosistem mangrove di masa depan (Romadhon dkk., 2025). Kapasitas daya dukung potensial di Saobi yang ditetapkan pada angka 300 wisatawan

harian merupakan parameter kritis yang harus dijaga agar tidak terjadi lonjakan volume kunjungan seperti yang dialami Gili Labak, yang mencatatkan kenaikan wisatawan lebih dari 150% (dari 12.198 menjadi 30.996) dalam waktu singkat, sebuah kondisi yang secara langsung mengancam tutupan karang hidup yang saat ini berada di angka 48,7% (Handayani dkk., 2021). Data-data kuantitatif ini, memberikan pelajaran berharga bahwa integrasi antara fungsi perlindungan alam dan pemanfaatan ekonomi adalah kunci utama untuk mencapai skor keberlanjutan yang tinggi. Seluruh rangkaian data numerik ini berfungsi sebagai kompas strategis bagi pemerintah daerah Kabupaten Sumenep untuk mengalokasikan sumber daya pembangunan pada dimensi yang memiliki skor rendah guna mencapai keseimbangan status keberlanjutan yang lebih tinggi dan tangguh di masa depan (Romadhon dkk., 2025). Penilaian ini juga mencakup aspek surplus konsumen yang di Pulau Untung Jawa tercatat sebesar IDR 397.592 per individu, yang jika dikalikan dengan volume kunjungan masif di Madura, akan memberikan kontribusi ekonomi triliunan rupiah bagi Pendapatan Asli Daerah jika dikelola dengan standar keberlanjutan yang ketat dan transparan (Zulpikar dkk., 2018).

Tahapan yang paling transformatif dalam teknik MDS adalah analisis sensitivitas melalui identifikasi atribut pengungkit utama (*leverage factor*), sebuah proses diagnostik yang bertujuan menentukan variabel mana yang memiliki pengaruh paling dominan terhadap

perubahan nilai indeks keberlanjutan. Identifikasi ini dilakukan secara matematis dengan menghitung nilai *Root Mean Square* pada setiap atribut; atribut yang memiliki nilai RMS tertinggi didefinisikan sebagai faktor pengungkit paling sensitif, yang berarti bahwa intervensi kebijakan yang difokuskan pada atribut tersebut akan menghasilkan perbaikan status keberlanjutan yang paling signifikan dan efisien. Proses perhitungan RMS melibatkan mekanisme teknis "*omitting one by one*", di mana nilai indeks dihitung kembali berulang kali dengan menghilangkan satu atribut secara bergantian untuk melihat sejauh mana atribut tersebut berkontribusi terhadap stabilitas model, dengan formula $RMS = \sqrt{\sum(I_{awal} - I_{akhir})^2/n}$. Dalam evaluasi sistem akuakultur terintegrasi mangrove di pesisir Madura, analisis *leverage* secara meyakinkan mengidentifikasi "Sirkularitas Nutrien" sebagai variabel pengungkit utama yang menentukan keberhasilan sistem, di mana optimalisasi pada variabel ini terbukti mampu menurunkan nilai *Feed Conversion Ratio* menjadi 1,25 dan menekan beban limbah nitrogen di bawah ambang batas toksisitas ekologis. Jika logika operasional ini diterapkan pada sektor wisata di Pulau Sapudi, maka rendahnya skor pada dimensi "Warisan Budaya" dan "Rasa Memiliki Tempat" (keduanya mencatat skor 0,35) mengindikasikan bahwa atribut yang berkaitan dengan dokumentasi teknik pembuatan perahu tradisional dan pelestarian identitas lokal adalah faktor pengungkit mendesak yang harus segera diintervensi melalui program penguatan kapasitas

komunitas (Romadhon dkk., 2025). Kemampuan analisis *leverage* dalam MDS memberikan keunggulan strategis bagi para perencana wilayah dalam mengelola anggaran pembangunan yang terbatas, karena mereka dapat menghindari pemborosan sumber daya pada variabel yang kurang berpengaruh dan memusatkan seluruh kekuatan pada atribut sensitif yang memberikan daya ungkit terbesar bagi resiliensi sosio-ekologis masyarakat kepulauan Madura (Kørnøv dkk., 2024; Zaucha & Gee, 2019). Penentuan prioritas manajemen berbasis data RMS ini menjamin bahwa setiap langkah pembangunan wisata tidak hanya bersifat kosmetik, melainkan menyentuh akar permasalahan yang paling fundamental dalam menjaga kelangsungan hidup ekosistem pesisir dan martabat budaya masyarakat lokal yang selama ini menjadi garda terdepan pelestarian alam (Romadhon dkk., 2013; Izzah dkk., 2021; Moallemi dkk., 2024). Analisis ini juga memungkinkan integrasi strategi pemasaran berbasis gender dan pemberdayaan perempuan di industri wisata, karena keterlibatan kelompok rentan sering kali muncul sebagai atribut pengungkit sosial yang menentukan keberhasilan jangka panjang dari suatu destinasi ekowisata di wilayah perbatasan (Mohammad dkk., 2019).

Sebagai penutup dari kerangka kerja penilaian multidimensi, analisis simulasi *Monte Carlo* dilakukan untuk menguji validasi dan verifikasi terhadap tingkat stabilitas serta reliabilitas model keberlanjutan yang dihasilkan oleh teknik MDS. Analisis *Monte Carlo* merupakan metode simulasi statistik yang sangat kuat

karena mampu mengevaluasi dampak kesalahan acak (*random error*) yang mungkin terjadi selama proses penskoran atribut, ketidaktepatan input data, serta variasi persepsi subjektif antar responden yang berbeda (Donner, 2024). Proses ini dilakukan dengan melakukan iterasi perhitungan indeks sebanyak ratusan kali (minimal 100 kali) dengan memasukkan rentang nilai yang mungkin terjadi pada setiap atribut dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika hasil perbandingan menunjukkan bahwa selisih nilai indeks antara analisis MDS dengan hasil simulasi *Monte Carlo* sangat kecil (biasanya di bawah 1-5%), maka model penilaian tersebut dinyatakan sangat stabil, *robust*, dan memiliki tingkat kepercayaan yang sangat tinggi untuk dijadikan basis pengambilan keputusan politik maupun teknis. Di Pulau Saobi, validitas model yang teruji melalui simulasi *Monte Carlo* memberikan legitimasi yang kuat bagi pemerintah untuk menetapkan aturan daya dukung harian dan zonasi perlindungan habitat spesies endemik *Megapodius reinwardtii*, memastikan bahwa aktivitas wisata tidak melampaui ambang batas toleransi alam yang telah ditetapkan secara ilmiah melalui penilaian risiko ekologis yang presisi (Romadhon dkk., 2025). Integrasi MDS, analisis *leverage*, dan simulasi *Monte Carlo* dalam satu alur kerja yang koheren menciptakan instrumen manajemen "*Blue Economy*" yang sangat tangguh, di mana setiap kebijakan pembangunan yang diambil mulai dari skema investasi pulau kecil dengan indeks SII sebesar 3,70 hingga strategi pemasaran wisata halal yang menghormati nilai religius lokal memiliki

landasan data yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik (Permadi & Nasrulloh, 2023; Romadhon dkk., 2020). Secara strategis, pemanfaatan teknik analisis multidimensi ini harus terus dikembangkan dan diadopsi secara luas di seluruh 126 pulau kecil di Madura guna mencegah fenomena "ketidakberlanjutan konsumerisme wisata" dan menjamin bahwa kemakmuran ekonomi yang diraih selalu berjalan seiring dengan upaya pemuliaan martabat manusia dan kelestarian alam ciptaan Tuhan yang sangat berharga (Syahadat & Kusworo, 2022; Agustina dkk., 2024). Dengan menjaga keakuratan data dan transparansi proses penilaian melalui MDS, Madura memiliki peluang besar untuk menjadi model percontohan global dalam pengelolaan ekowisata kepulauan yang berbasis pada ilmu pengetahuan, kearifan lokal, dan keberlanjutan ekologis yang hakiki demi masa depan peradaban maritim Indonesia yang lebih gemilang, sejahtera, dan lestari di masa mendatang (Agustina dkk., 2024), (Banarsyadhimi dkk., 2022). Hal ini sejalan dengan visi ekonomi biru global yang menempatkan perlindungan jasa ekosistem sebagai modal utama bagi pertumbuhan ekonomi masa depan yang adil bagi seluruh lapisan masyarakat pesisir di negara kepulauan (Zaucha & Gee, 2019).

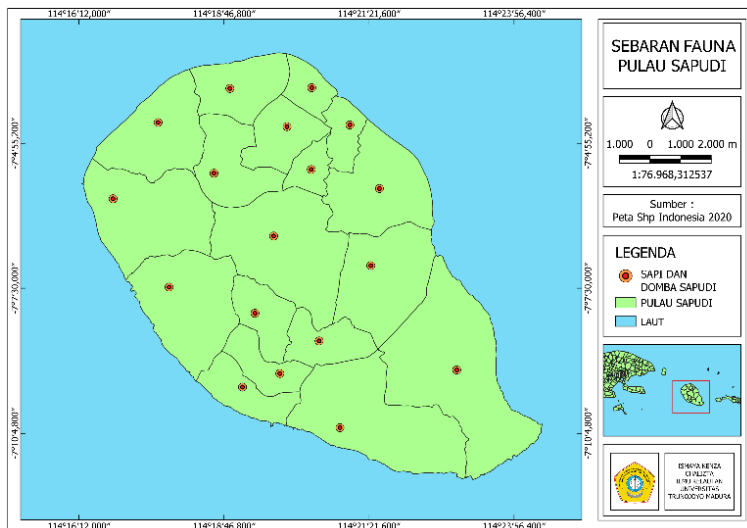
BAB IV

APLIKASI CESI UNTUK PENILAIAN KEBERLANJUTAN WISATA PULAU KECIL

➤ Profil Wilayah dan Distribusi *Cultural Ecosystem Service*

Kabupaten Sumenep, sebagai entitas maritim strategis di ujung timur Pulau Madura, memiliki kekayaan kepulauan yang luar biasa dengan total 126 pulau kecil, di mana Pulau Sapudi muncul sebagai pusat gravitasi ekonomi dan budaya yang signifikan dengan cakupan wilayah administratif Kepulauan Sapudi mencapai 1.627,81 hektare. Secara geografis, wilayah ini merepresentasikan fenomena insularitas yang unik, di mana isolasi fisik dari daratan utama bukanlah penghambat, melainkan motor penggerak bagi terbentuknya identitas sosio-ekologis yang mandiri dan tangguh. Kerangka kerja *Socio-Ecological System* menunjukkan bahwa stabilitas wilayah ini sangat bergantung pada keseimbangan fungsional antara aktivitas manusia dan integritas ekosistem laut, sebuah realitas yang juga ditemukan pada gugusan pulau di Sapeken. Sapudi tidak hanya dipandang sebagai area ekstraksi sumber daya perikanan semata, melainkan sebagai lanskap budaya yang sangat kompleks di mana setiap lekuk pantai dan kedalaman lautnya memiliki makna eksistensial bagi masyarakat lokal yang sangat

dipengaruhi oleh tradisi Madura yang kental. Dalam konteks wisata, posisi strategis Pulau Sapudi di Kabupaten Sumenep menuntut adanya manajemen yang sangat presisi guna menjaga modal alami (*natural capital*) yang terbatas, mengingat kerentanan pulau kecil terhadap tekanan eksternal masif dan perubahan iklim global yang kian nyata. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai profil wilayah ini menjadi syarat mutlak dalam menyusun strategi pembangunan wisata yang tidak hanya mengejar pertumbuhan angka kunjungan, tetapi juga menjamin pemuliaan martabat manusia serta kelestarian ekologis yang hakiki demi masa depan peradaban maritim Indonesia yang lebih gemilang dan lestari.



Gambar 7. Sebaran Fauna di Pulau Sapudi, Kabupaten Sumenep

Karakteristik biofisik Pulau Sapudi, merupakan landasan utama bagi ketersediaan jasa ekosistem budaya yang luar biasa, di mana diversitas lanskap yang mencakup Gua Minomi, fenomena geologis vulkanik Kelbhu, serta hamparan hutan mangrove yang rimbun membentuk estetika visual yang tidak tertandingi di kawasan tersebut (Romadhon dkk., 2025). Kehadiran fitur alam yang unik ini memberikan nilai tambah bagi dimensi estetika dan rekreasi, yang didukung oleh ekosistem penyangga berupa terumbu karang yang sehat serta padang lamun yang luas di sepanjang pesisir Gayam (Romadhon dkk., 2025). Kondisi ini sangat kontras dengan ancaman degradasi yang ditemukan di pulau lain seperti Gili Labak, di mana tutupan karang hidup tercatat hanya sebesar 48,7% akibat tekanan aktivitas *snorkeling* yang tidak teregulasi dengan baik (Insafitri dkk., 2021). Selain itu, risiko ekologis dari kepadatan sampah pantai, seperti yang teramati di Pulau Saobi dengan angka mencapai 36,9 item/100m², menjadi parameter kritis yang harus dimitigasi di Sapudi untuk mempertahankan skor jasa ekosistem budaya yang saat ini masih berada pada tingkat fungsional (Romadhon dkk., 2025). Keanekaragaman hayati yang melimpah ini merupakan daya tarik utama yang jika dikelola dengan standar keberlanjutan tinggi, mampu mendukung upaya perlindungan spesies endemik, seperti *Megapodius reinwardtii* di wilayah kepulauan sejenis (Romadhon dkk., 2025). Dengan demikian, pemetaan distribusi biofisik ini berfungsi sebagai instrumen deteksi dini untuk memantau sejauh

mana akselerasi wisata dapat menghormati integritas ekosistem laut yang vital, memastikan bahwa keindahan alam Sapudi tetap menjadi warisan tak ternilai bagi generasi mendatang dalam kerangka ekonomi biru yang berkelanjutan (Banarsyadhimi dkk., 2022; Ebarvia, 2016; Zaucha & Gee, 2019).

Distribusi jasa rekreasi dan nilai estetika di Pulau Sapudi secara spasial terkonsentrasi di area pesisir yang memiliki aksesibilitas transportasi ferry, meskipun secara umum infrastruktur penunjang seperti homestay di wilayah Gayam masih dalam kategori terbatas dan sangat sederhana (Romadhon dkk., 2025). Data menunjukkan bahwa potensi ekonomi dari sektor ini sangat besar, sebanding dengan surplus konsumen di Pulau Untung Jawa yang mencapai IDR 397.592 per kunjungan individu, yang menegaskan bahwa wisatawan bersedia membayar premi lebih untuk pengalaman alam yang autentik (Zulpikar dkk., 2018). Namun, tantangan besar muncul dari lonjakan volume pengunjung tanpa kontrol, sebagaimana dialami Gili Labak yang mencatatkan total 66.256 wisatawan dalam rentang tahun 2017-2019, yang tanpa pemantauan rutin akan sangat rentan merusak karakter asli destinasi (Handayani dkk., 2021; Insafitri dkk., 2021). Pemanfaatan teknologi digital melalui analitik media sosial mengungkapkan bahwa ribuan unggahan dengan tagar wisata Sumenep didominasi oleh kekaguman terhadap kejernihan air dan fitur alam unik Sapudi, yang secara empiris menjadi indikator kuat bagi minat pasar global yang dinamis (Romadhon dkk., 2025).

Hal ini menuntut adanya sinkronisasi antara strategi pemasaran dan kesiapan fasilitas publik, agar ekspektasi wisatawan terhadap layanan estetika dapat dipenuhi tanpa mengorbankan kualitas lingkungan (Romadhon dkk., 2025; Syahadat & Kusworo, 2022). Oleh karena itu, pembangunan wisata di Sapudi harus diarahkan pada model ekowisata berbasis masyarakat yang mengutamakan kualitas pengalaman daripada kuantitas kunjungan semata, guna menjamin distribusi manfaat ekonomi yang adil bagi penduduk lokal sekaligus mempertahankan integritas lanskap asli yang belum terjamah oleh modernitas destruktif (Mohammad dkk., 2019; Romadhon dkk., 2020; Sholeha & Sumarmi, 2025).

Layanan spiritual dan warisan budaya di Pulau Sapudi menunjukkan distribusi yang terkait erat dengan sejarah panjang masyarakat Madura sebagai pelaut ulung, di mana situs-situs sakral dan lokasi ritual tradisional seperti "petik laut" menjadi pilar utama identitas kolektif daerah (Romadhon dkk., 2025). Dimensi spiritualitas ini mencatatkan skor tertinggi dalam penilaian jasa ekosistem budaya, membuktikan bahwa alam bagi masyarakat Sapudi bukan sekadar objek wisata, melainkan ruang suci yang menghubungkan mereka dengan nilai-nilai religius dan ajaran leluhur (Romadhon dkk., 2025). Praktik pembuatan perahu tradisional yang masih terjaga hingga kini di wilayah pesisir merupakan representasi nyata dari transmisi pengetahuan antar-generasi yang menjadi komponen vital dalam dimensi warisan budaya (Romadhon dkk., 2025). Pentingnya "*Sense of Place*" atau

rasa memiliki tempat ini menjadi faktor krusial resiliensi sosial, sebagaimana ditemukan dalam studi empiris lanskap pesisir global yang menekankan bahwa keterikatan emosional masyarakat berkontribusi utama pada keberhasilan konservasi (Brown & Hausner, 2017). Tantangan ke depan adalah bagaimana menjaga otentisitas budaya ini di tengah arus komodifikasi wisata yang cenderung mereduksi nilai-nilai sakral menjadi sekadar tontonan komersial di wilayah perbatasan (Izzah dkk., 2021). Oleh karena itu, distribusi jasa budaya ini harus dilindungi melalui penguatan regulasi adat dan pengakuan hukum terhadap wilayah kelola masyarakat untuk memastikan bahwa setiap aktivitas pembangunan wisata di Sapudi tetap berakar pada kearifan lokal yang telah teruji dalam menjaga harmoni antara manusia dan alam (Romadhon dkk., 2025; Kusuma dkk., 2023).

Sintesis akhir dari distribusi jasa ekosistem budaya di Pulau Sapudi yang dikategorikan sebagai status "sedang" atau cukup berkelanjutan (*moderate status*) (Romadhon dkk., 2025). Nilai ini merupakan refleksi objektif dari potensi besar dimensi spiritual dan estetika yang saat ini masih terhambat oleh rendahnya dukungan pada dimensi edukasi dan infrastruktur wisata yang ramah lingkungan (Romadhon dkk., 2025). Sapudi memiliki prospek ekonomi yang kuat jika dikelola dalam kerangka pembangunan berkelanjutan (Romadhon dkk., 2020). Untuk meningkatkan status keberlanjutan dari sedang menjadi tinggi, diperlukan intervensi strategis melalui mekanisme *Maritime Spatial Planning* yang

mampu mengintegrasikan zonasi wisata dengan area perlindungan jasa budaya yang sensitif (Kusuma dkk., 2023; Zaucha & Gee, 2019). Penggunaan data dari 23 atribut indikator CESI memberikan panduan operasional yang sangat presisi bagi Pemerintah Kabupaten Sumenep untuk melakukan reorientasi anggaran wisata, fokus pada peningkatan literasi ekologi masyarakat dan penyediaan jalur interpretasi alam yang memadai (Romadhon dkk., 2025). Secara persuasif, hasil penilaian ini mengajak seluruh pemangku kepentingan untuk melihat Pulau Sapudi bukan hanya sebagai aset ekonomi jangka pendek, melainkan sebagai laboratorium hidup keberlanjutan maritim Indonesia (Permadi & Nasrulloh, 2023). Dengan menjaga keseimbangan antara eksploitasi dan konservasi melalui pendekatan berbasis data ini, Madura memiliki peluang emas untuk menjadi prototipe global dalam pengelolaan ekowisata kepulauan yang menjamin kesejahteraan ekonomi yang berkeadilan, kemandirian budaya, dan kelestarian ekologis yang abadi (Agustina dkk., 2024; Romadhon dkk., 2025).

➤ **Penilaian Status Keberlanjutan Berbasis Indeks Komposit**

Penyajian data hasil penilaian status keberlanjutan wisata melalui indikator *Cultural Ecosystem Service Index* di Pulau Sapudi mencerminkan upaya transparansi akademik untuk mengungkap performa nyata dari setiap dimensi penyusun ekosistem budaya di wilayah kepulauan Madura. Tabel di bawah ini merangkum skor yang

diperoleh dari proses normalisasi 23 atribut indikator yang telah divalidasi oleh pemangku kepentingan, para ahli, dan masyarakat lokal melalui mekanisme survei intensif (Romadhon dkk., 2025). Data ini menunjukkan bahwa status keberlanjutan bukan merupakan nilai statis, melainkan hasil agregasi dari interaksi sosiokultural yang sangat dinamis, di mana nilai-nilai tradisional yang kuat sering kali berhadapan dengan keterbatasan infrastruktur modern (Romadhon dkk., 2025). Konstruksi indeks ini sangat krusial sebagai instrumen navigasi bagi Pemerintah Kabupaten Sumenep untuk mengidentifikasi area yang membutuhkan penguatan segera guna mencapai target pembangunan wisata yang sungguh berkelanjutan dan berorientasi pada kemakmuran masyarakat lokal di masa depan (Romadhon dkk., 2025).

Tabel 3. Hasil Penilaian Indeks Keberlanjutan Jasa Ekosistem Budaya di Pulau Sapudi

No	Dimensi Cultural Ecosystem Service	Skor Indeks (0-1)	Status Keberlanjutan
1	Spiritual dan Religius	0,75	Tinggi
2	Estetika Lanskap	0,62	Sedang
3	Rekreasi dan Wisata	0,58	Sedang
4	Warisan Budaya (<i>Cultural Heritage</i>)	0,35	Sedang
5	Rasa Memiliki Tempat (<i>Sense of Place</i>)	0,35	Sedang
6	Edukasi dan Pengetahuan	0,17	Rendah

No	Dimensi Cultural Ecosystem Service	Skor Indeks (0-1)	Status Keberlanjutan
	Indeks Komposit Akhir	0,47	Sedang

Sumber: (Romadhon dkk., 2025).

Secara mendalam, dominasi dimensi Spiritual dan Religius yang mencapai skor 0,75 menegaskan bahwa modal budaya terbesar Pulau Sapudi terletak pada kearifan lokal dan kesucian situs-situs religi yang masih dijaga dengan sangat ketat oleh masyarakat setempat (Romadhon dkk., 2025); tingginya nilai spiritual ini memberikan resiliensi sosial yang signifikan, di mana alam dipandang sebagai bagian dari tatanan ketuhanan yang harus dihormati, sebuah pola yang secara sosiologis menjadi benteng perlindungan terhadap komersialisasi wisata yang berlebihan (Wirawan & Rosalina, 2024), (Praptika dkk., 2024). Sebaliknya, skor yang signifikan pada dimensi Edukasi menunjukkan kegagalan sistemik dalam transmisi nilai-nilai ekologis dari destinasi kepada pengunjung maupun generasi muda (Romadhon dkk., 2025). Kesenjangan sebesar 0,58 poin antar-dimensi ini merupakan ancaman bagi masa depan keberlanjutan, karena tanpa dukungan pendidikan lingkungan yang memadai, potensi spiritualitas tersebut tidak akan mampu menghadapi tekanan modernitas dan lonjakan wisatawan massal yang sering kali membawa dampak destruktif bagi ekosistem pulau kecil (Banarsyadhimi dkk., 2022; Romadhon dkk., 2025; Syahadat & Kusworo, 2022).

Performa dimensi warisan budaya dan rasa memiliki tempat yang hanya mencatatkan angka 0,35 menunjukkan adanya kerentanan pada aspek identitas lokal yang mulai tergerus oleh fragmentasi sosial dan kurangnya dokumentasi pengetahuan tradisional (Romadhon dkk., 2025). Padahal, identitas budaya Madura, seperti teknik pembuatan perahu kuno dan tradisi maritim lainnya, merupakan aset tak berwujud yang memiliki nilai ekonomi tinggi jika dikelola secara ekowisata (Izzah dkk., 2021). Data dari *Small Island Investment Index* yang mencapai 3,70 menunjukkan bahwa minat investor tetap ada, namun mereka memerlukan kepastian bahwa identitas dan rasa memiliki tempat masyarakat tetap terjaga guna menjamin stabilitas sosial bagi kegiatan bisnis (Romadhon dkk., 2020). Oleh karena itu, rendahnya skor pada kedua dimensi ini harus dipandang sebagai area prioritas intervensi, karena pelemahan identitas tersebut akan secara langsung menurunkan daya saing Sapudi di pasar wisata global yang saat ini lebih menghargai orisinalitas dan keunikan budaya lokal daripada sekadar fasilitas modern (Agustina dkk., 2024; Kusuma dkk., 2023).

Jika dibandingkan dengan keberhasilan sistem akuakultur terintegrasi mangrove di pesisir Madura yang mencapai tingkat keberlanjutan 95,55%, skor 0,47 pada wisata Sapudi menunjukkan bahwa sektor wisata masih memiliki "potensi perbaikan" yang sangat luas. Keberhasilan mencapai angka 95% dalam sektor perikanan berbasis konservasi membuktikan bahwa

Madura memiliki kapasitas teknis untuk mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan jika prinsip-prinsip sains diterapkan secara ketat. Sementara itu, ancaman fisik seperti kepadatan sampah pantai di Pulau Saobi (36,9 item/100m²) (Romadhon dkk., 2025) dan kerusakan terumbu karang di Gili Labak yang kini hanya tersisa 48,7% (Insafitri dkk., 2021) menjadi peringatan keras bahwa status "sedang" di Sapudi dapat dengan cepat merosot menjadi "rendah" jika kapasitas daya dukung lingkungan dilampaui. Integrasi data risiko ini dengan skor indeks komposit memberikan peringatan strategis bagi pengelola untuk tidak hanya fokus pada peningkatan kunjungan, tetapi juga pada manajemen limbah dan pemulihan habitat guna menjaga agar skor estetika tetap berada di atas ambang batas kritis (Romadhon dkk., 2025).

Sebagai langkah strategis, hasil penilaian dalam tabel ini harus segera ditransformasikan menjadi kebijakan alokasi anggaran yang berbasis pada pemulihan dimensi yang memiliki skor rendah. Peningkatan dimensi edukasi dari 0,17 menuju level moderat memerlukan pembangunan pusat informasi budaya, penyediaan jalur interpretasi alam, serta program literasi maritim bagi masyarakat lokal. Di sisi lain, kekuatan dimensi spiritual harus dioptimalkan sebagai strategi *branding* wisata religi yang eksklusif dan berkelanjutan, sejalan dengan potensi wisata halal di Madura (Mohammad dkk., 2019). Validasi data melalui simulasi Monte Carlo yang menunjukkan stabilitas indeks dengan selisih di bawah 5% memberikan

legitimasi penuh bagi Pemerintah Kabupaten Sumenep untuk menggunakan angka-angka dalam tabel ini sebagai dasar hukum zonasi wisata dalam dokumen *Maritime Spatial Planning* (Romadhon dkk., 2025; Zaucha & Gee, 2019). Dengan memperlakukan indeks 0,47 sebagai titik awal transformasi, Sapudi dapat bergerak menuju model ekonomi biru yang ideal, di mana kemakmuran finansial diperoleh tanpa mengorbankan martabat budaya dan kelestarian ekologis yang telah menjadi jati diri masyarakat pulau selama berabad-abad (Ebarvia, 2016; Romadhon dkk., 2025; Sholeha & Sumarmi, 2025).

➤ Analisis Sensitivitas dan Identifikasi Atribut Pengungkit (*Leverage Factor*)

Analisis sensitivitas dalam kerangka kerja *Multi-dimensional Scaling* melalui pendekatan *Rap-Tourism* merupakan instrumen diagnostik paling krusial yang berfungsi untuk mengidentifikasi atribut spesifik yang memiliki pengaruh paling dominan terhadap fluktuasi indeks keberlanjutan jasa ekosistem budaya. Dalam ekosistem pulau kecil di Madura, khususnya Pulau Sapudi yang memiliki luas 1.627,81 hektare, kompleksitas interaksi sosiokultural tidak dapat dikelola dengan kebijakan generalis yang mengabaikan variabel mikro yang sensitif (Romadhon dkk., 2025). Secara teoritis, analisis sensitivitas bertujuan untuk menentukan "daya ungkit" (*leverage*) dari setiap atribut penyusun dimensi keberlanjutan, di mana perubahan kecil pada atribut tersebut akan memberikan dampak yang signifikan

terhadap perbaikan atau penurunan skor indeks secara keseluruhan. Paradigma ini sangat relevan untuk wilayah Kabupaten Sumenep yang terdiri dari 126 pulau dengan fenomena insularitas ekstrem, karena keterbatasan sumber daya ekonomi dan fisik menuntut pemerintah daerah untuk melakukan alokasi anggaran yang sangat presisi pada sektor wisata (Rijanta, 2016; Romadhon dkk., 2013). Dengan mengevaluasi 23 atribut utama yang mencakup dimensi rekreasi, estetika, spiritual, edukasi, *sense of place*, dan warisan budaya, analisis sensitivitas memungkinkan kita untuk memisahkan variabel yang bersifat "pasif" dari variabel "penggerak" yang menentukan resiliensi sistem sosial-ekologis pulau tersebut dalam jangka panjang (Romadhon dkk., 2025). Identifikasi atribut pengungkit ini menjadi fondasi bagi manajemen berbasis data yang mampu menyeimbangkan eksploitasi wisata dengan pemuliaan modal alami, memastikan bahwa setiap intervensi kebijakan tidak hanya bersifat kosmetik tetapi menyentuh akar permasalahan fundamental pembangunan maritim (Banarsyadhimi dkk., 2022; Romadhon dkk., 2025).

Secara teknis, proses identifikasi atribut pengungkit dilakukan melalui perhitungan nilai *Root Mean Square* pada sumbu ordinasi MDS, sebuah prosedur matematis yang sangat disiplin untuk mengukur tingkat sensitivitas setiap variabel terhadap stabilitas model (Adetama dkk., 2023; Bakrie dkk., 2023). Teknik ini menerapkan metode "*omitting one by one*", di mana model ordinasi dihitung secara berulang-ulang dengan menghilangkan satu

atribut secara bergantian untuk melihat sejauh mana hilangnya atribut tersebut mengubah nilai indeks akhir (Yusuf dkk., 2023). Atribut yang menghasilkan nilai perubahan RMS tertinggi didefinisikan sebagai atribut pengungkit utama, karena variabel tersebut memiliki kontribusi paling besar dalam menentukan posisi keberlanjutan wilayah pada sumbu koordinat (Abdillah dkk., 2023; Yusuf dkk., 2023). Ketepatan hasil analisis sensitivitas ini sangat bergantung pada kualitas data input dan validitas model, yang dalam riset pulau-pulau kecil di Sumenep harus memenuhi standar uji kebaikan model (*goodness-of-fit*) dengan nilai *Kruskal's Stress* di bawah 0,20 dan koefisien determinasi (R^2) yang lebih besar dari 0,50 (Laapo dkk., 2021). Melalui pemanfaatan algoritma ALSCAL, analisis RMS mampu memberikan gambaran objektif mengenai hierarki kepentingan atribut, yang memungkinkan para pengelola wisata untuk tidak terjebak dalam kompleksitas data yang melimpah, melainkan fokus pada variabel-variabel strategis yang memiliki daya ungkit terbesar bagi perbaikan jasa ekosistem budaya (Gatto dkk., 2026; Romadhon dkk., 2025).

Berdasarkan hasil analisis empiris di Pulau Sapudi, identifikasi atribut pengungkit mengungkapkan realitas kebijakan yang mendesak, di mana dimensi "Warisan Budaya" dan "Rasa Memiliki Tempat" (*Sense of Place*) muncul sebagai faktor sensitif yang saat ini memiliki kinerja sangat rendah namun berpotensi sebagai daya ungkit yang sangat tinggi (Romadhon dkk., 2025).

Meskipun dimensi Spiritual mencatatkan skor tertinggi sebesar 0,75, atribut-atribut pengungkit justru ditemukan pada dimensi dengan skor kritis 0,35, seperti dokumentasi teknik pembuatan perahu tradisional Madura dan penguatan narasi sejarah lokal (Romadhon dkk., 2025). Fenomena ini menunjukkan bahwa identitas budaya dan keterikatan emosional masyarakat terhadap tanah airnya adalah fondasi yang paling rapuh sekaligus paling menentukan bagi keberhasilan wisata berkelanjutan; pelemahan pada aspek ini akan secara langsung meruntuhkan seluruh struktur jasa ekosistem budaya lainnya (Romadhon dkk., 2025). Pengetahuan tradisional mengenai perkapalan yang kian tergerus oleh modernisasi material di wilayah pesisir Sapudi menjadi variabel pengungkit sosial yang, jika tidak segera diperkuat, melalui program edukasi dan konservasi budaya, akan mengakibatkan hilangnya keunikan destinasi di mata wisatawan global (Romadhon dkk., 2025). Hal ini sejalan dengan temuan di lokasi lain yang menegaskan bahwa *sense of place* bukan sekadar konsep abstrak, melainkan variabel terukur yang menentukan kesediaan masyarakat lokal untuk berpartisipasi dalam perlindungan lingkungan dan pengembangan ekowisata berbasis komunitas (Brown & Hausner, 2017; Kusuma dkk., 2023; Agustina dkk., 2024). Oleh karena itu, dengan memusatkan perhatian pada atribut pengungkit ini, intervensi kebijakan di Sapudi dapat secara efektif mengangkat nilai indeks komposit dari angka 0,47 menuju level keberlanjutan tinggi, melalui strategi

pelestarian identitas yang terintegrasi dalam manajemen wisata daerah (Mohammad dkk., 2019; Romadhon dkk., 2025).

Urgensi pengelolaan atribut pengungkit ini semakin nyata jika disandingkan dengan data risiko ekologis dan ancaman fisik yang terjadi di pulau-pulau sekitar Madura, yang menunjukkan bahwa kegagalan mengidentifikasi variabel sensitif dapat berujung pada kerusakan permanen modal alami. Di Gili Labak, ketiadaan instrumen pemantauan terhadap atribut pengungkit pada dimensi rekreasi telah mengakibatkan lonjakan wisatawan yang tidak terkendali, yang secara langsung menghancurkan tutupan karang hidup hingga hanya tersisa 48,7% akibat aktivitas *snorkeling* yang merusak (Insafitri dkk., 2021). Kondisi serupa terancam terjadi di Sapudi jika variabel estetika lanskap tidak dikelola melalui batas daya dukung yang ketat, sebagaimana telah ditetapkan di Pulau Saobi dengan kapasitas maksimal 300 wisatawan harian guna memitigasi risiko sampah pantai yang mencapai 36,9 item/100m² (Romadhon dkk., 2025). Analisis sensitivitas memberikan peringatan dini bahwa atribut "Kualitas Habitat Terumbu Karang" dan "Manajemen Limbah" adalah pengungkit ekologis yang jika diabaikan akan menurunkan skor dimensi estetika dan rekreasi secara drastis dalam waktu singkat (Muhsoni & Efendy, 2018; Romadhon dkk., 2025). Keberhasilan restorasi mangrove di Madura yang mencapai retensi nutrisi 85% membuktikan bahwa fokus pada atribut pengungkit teknis mampu mengembalikan kesehatan

ekosistem secara efisien. Oleh karena itu, identifikasi atribut pengungkit dalam indeks CESI berfungsi sebagai "sistem peringatan dini" yang memandu otoritas pelabuhan, operator wisata, dan pemerintah daerah untuk melakukan langkah preventif sebelum kerusakan fisik melampaui ambang batas toleransi alam yang telah dipetakan secara matematis melalui MDS (Zaucha & Gee, 2019).

Sebagai konklusi strategis, hasil analisis sensitivitas ini memberikan dasar persuasif bagi Pemerintah Kabupaten Sumenep untuk melakukan reorientasi anggaran wisata dari pembangunan fisik massal menuju penguatan kapasitas "modal lunak" yang menjadi pengungkit utama keberlanjutan. Dengan nilai *Small Island Investment Index* sebesar 3,70, Sapudi memiliki daya tarik investasi yang menjanjikan, namun keberhasilan investasi tersebut sangat bergantung pada bagaimana pemerintah mengelola atribut pengungkit pada dimensi edukasi dan warisan budaya yang saat ini masih memprihatinkan (Romadhon dkk., 2025). Setiap rupiah yang diinvestasikan pada dokumentasi budaya perahu tradisional atau pembangunan pusat informasi ekologi akan memberikan imbal hasil keberlanjutan yang jauh lebih tinggi daripada investasi pada infrastruktur beton yang mengabaikan karakter asli pulau (Izzah dkk., 2021). Validasi hasil melalui simulasi Monte Carlo yang menunjukkan selisih indeks di bawah 5% memberikan kepastian hukum dan teknis bagi para pengambil kebijakan untuk menggunakan variabel pengungkit ini

sebagai dasar dalam penyusunan Rencana Strategis Wisata Sumenep yang berkelanjutan (Romadhon dkk., 2025). Secara operasional, manajemen wisata di Madura harus bertransformasi menjadi model yang adaptif, di mana atribut pengungkit terus dipantau secara berkala guna memastikan bahwa pertumbuhan ekonomi wisata halal dan ekowisata laut tetap berjalan seiring dengan pemuliaan martabat manusia serta kelestarian ekologis yang hakiki (Mohammad dkk., 2019; Permadi & Nasrulloh, 2023). Pada akhirnya, identifikasi atribut pengungkit melalui MDS adalah kunci pembuka jalan menuju implementasi ekonomi biru yang sejati, di mana pulau-pulau kecil Madura tidak hanya menjadi objek eksploitasi, melainkan subjek pembangunan yang tangguh, mandiri, dan lestari bagi kesejahteraan generasi mendatang (Banarsyadhimi dkk., 2022; Ebarvia, 2016).

➤ Analisis Risiko Ekologis dan Kapasitas Daya Dukung Wisata

Analisis Risiko Ekologis (*Ecological Risk Assessment/ERA*) dan penentuan kapasitas daya dukung wisata (*Carrying Capacity*) merupakan instrumen prediktif yang sangat krusial dalam menjamin keberlangsungan jasa ekosistem budaya di wilayah pulau-pulau kecil Madura yang memiliki fenomena insularitas ekstrem (Rijanta, 2016). ERA berfungsi sebagai mekanisme sistematis untuk mengevaluasi probabilitas terjadinya dampak merugikan pada integritas ekosistem akibat tekanan antropogenik, dalam hal ini aktivitas wisata masif yang sering kali

mengabaikan batas-batas biofisik wilayah kepulauan (Romadhon dkk., 2025). Dalam konteks Pulau Sapudi yang memiliki luas area sebesar 1.627,81 hektare, risiko ekologis tidak dapat dipisahkan dari status keberlanjutan multidimensi yang saat ini berada pada level "sedang" dengan skor indeks komposit 0,47 (Romadhon dkk., 2025). Penilaian risiko ini menjadi jembatan teknis yang menghubungkan dimensi sosiokultural dengan realitas fisik lingkungan, di mana setiap aktivitas manusia dianalisis melalui kerangka kerja *Socio-Ecological System* guna memastikan bahwa pemanfaatan ruang laut tetap berada dalam koridor resiliensi ekosistem (Romadhon dkk., 2013). Tanpa adanya pemahaman mendalam mengenai ambang batas risiko, pengembangan wisata di pulau-pulau kecil Sumenep sangat rentan terjebak dalam degradasi modal alami yang bersifat permanen, yang pada akhirnya akan meruntuhkan seluruh fondasi jasa ekosistem budaya yang telah dipetakan (Rodrigues dkk., 2017; Ebarvia, 2016). Oleh karena itu, integrasi antara analisis risiko dan daya dukung menjadi prasyarat absolut dalam penyusunan kebijakan pembangunan ekonomi biru yang berkeadilan, lestari, dan berbasis data ilmiah yang robust (Susandi dkk., 2021, 2024).

Identifikasi risiko fisik utama di wilayah kepulauan Madura menyoroti ancaman serius dari polusi sampah laut (*marine litter*) dan kerusakan habitat kritis yang secara langsung mendegradasi nilai estetika serta rekreasi lanskap pesisir. Sebagai data pembanding yang sangat relevan, studi di Pulau Saobi mengungkapkan adanya

tekanan moderat dari kepadatan sampah pantai yang mencapai angka 36,9 item per 100 meter persegi (Romadhon dkk., 2025), sebuah indikator fisik yang jika dibiarkan akan menurunkan skor dimensi estetika Sapudi yang saat ini berada pada angka 0,62 (Romadhon dkk., 2025). Kerusakan fisik yang lebih ekstrem teramati di Gili Labak, di mana lonjakan volume wisatawan yang tidak terkendali hingga lebih dari 150% telah mengakibatkan degradasi tutupan terumbu karang hidup hingga hanya tersisa 48,7% akibat aktivitas *snorkeling* yang merusak (Insafitri dkk., 2021). Fenomena ini memberikan bukti empiris bahwa kegagalan dalam mengelola risiko ekologis akan mengakibatkan ekosistem kehilangan kemampuannya untuk menyediakan layanan jasa budaya, di mana kerusakan pada indikator biofisik secara otomatis akan menghancurkan skor pada dimensi "Rasa Memiliki Tempat" dan "Warisan Budaya" (Romadhon dkk., 2025). Risiko ini semakin diperparah oleh ancaman kenaikan muka air laut yang tercatat di perairan Kalianget menunjukkan tren signifikan selama dua dekade terakhir, menuntut adanya strategi adaptasi yang lebih agresif dalam manajemen wisata pulau kecil (Prayogo, 2021). Atribut risiko fisik menjadi "sistem peringatan dini" yang vital bagi pemerintah daerah untuk melakukan langkah preventif sebelum kerusakan melampaui ambang batas toleransi alam yang telah dipetakan (Romadhon dkk., 2025).



Gambar 8. Landscape Pulau Saobi, Kabupaten Sumenep

Kapasitas daya dukung wisata harus didefinisikan secara matematis untuk menetapkan batas jumlah kunjungan harian yang dapat ditoleransi oleh lingkungan tanpa menimbulkan kerusakan kualitas jasa ekosistem secara permanen. Di Pulau Saobi, kapasitas daya dukung potensial telah ditetapkan pada angka moderat yaitu 300 wisatawan per hari, sebuah parameter yang dirancang khusus untuk melindungi habitat spesies endemik seperti *Megapodius reinwardtii* yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap kehadiran manusia (Romadhon dkk., 2025). Penentuan batas ini sangat kontras dengan realitas di Gili Labak yang mencatatkan akumulasi 66.256 wisatawan dalam kurun waktu tiga tahun tanpa adanya kontrol daya dukung yang efektif, yang pada akhirnya memicu krisis degradasi lingkungan yang serius (Handayani dkk., 2021; Insafitri dkk., 2021). Penetapan batas 300 orang per hari ini harus dijadikan *benchmark* strategis bagi pengembangan ekowisata di Sapudi guna mempertahankan keunikan

fitur alamnya seperti Gua Minomi dan fenomena vulkanik Kelbhu (Romadhon dkk., 2025). Strategi manajemen berbasis daya dukung ini merupakan implementasi nyata dari prinsip "kualitas di atas kuantitas", yang memastikan bahwa setiap wisatawan mendapatkan pengalaman estetika dan spiritual yang mendalam tanpa menjadi beban bagi metabolisme ekosistem pulau (Dłuzewska dkk., 2022; Romadhon dkk., 2025). Dengan menjaga volume kunjungan di bawah ambang batas kritis, pengelola dapat menjamin bahwa layanan jasa budaya seperti pendidikan lingkungan dan riset ilmiah tetap fungsional, sejalan dengan visi wisata berkelanjutan yang mengedepankan resiliensi sosio-ekologis jangka panjang (Kusuma dkk., 2023; Romadhon dkk., 2013, 2025; Sholeha & Sumarmi, 2025).

Logika pembatasan daya dukung wisata juga didasarkan pada argumentasi ekonomi yang sangat kuat, di mana perlindungan integritas ekologis secara langsung berkontribusi pada stabilitas nilai moneter dan daya tarik investasi wilayah tersebut. Data dari Pulau Untung Jawa memberikan ilustrasi bahwa wisatawan bersedia memberikan apresiasi ekonomi tinggi dengan surplus konsumen mencapai IDR 397.592 per kunjungan, yang membuktikan bahwa kualitas lingkungan adalah aset ekonomi yang paling berharga dalam industri wisata laut (Zulpikar dkk., 2018). Skor *Small Island Investment Index* di Madura yang mencapai 3,70 menunjukkan potensi investasi yang menjanjikan, namun keberhasilan investasi ini sangat bergantung pada kepastian bahwa destinasi

tersebut tidak akan mengalami "kehancuran ekologis" akibat wisata massal yang berlebihan (Romadhon dkk., 2020). Jika daya dukung fisik dilampaui, maka nilai surplus konsumen tersebut akan jatuh drastis seiring dengan menurunnya kualitas lanskap, yang pada akhirnya akan merusak iklim investasi dan pendapatan asli daerah (Syahadat & Kusworo, 2022). Oleh karena itu, penetapan batas daya dukung bukan merupakan penghambat pertumbuhan ekonomi, melainkan strategi "pengamanan aset" untuk menjamin aliran pendapatan yang stabil dan berkelanjutan bagi masyarakat lokal di wilayah perbatasan (Permadi & Nasrulloh, 2023; Romadhon dkk., 2025). Dengan mengintegrasikan batas biofisik ke dalam perencanaan ekonomi biru, Pemerintah Kabupaten Sumenep dapat membangun model wisata yang tangguh, dengan kemakmuran finansial diperoleh melalui pemanfaatan jasa ekosistem budaya yang optimal, namun tetap berada dalam koridor perlindungan modal alami yang sangat berharga (Ebarvia, 2016; Romadhon dkk., 2025).

Sebagai sintesis akhir, integrasi analisis risiko ekologis dan kapasitas daya dukung ke dalam kebijakan zonasi *Maritime Spatial Planning* adalah langkah transformatif untuk menghentikan siklus konsumerisme wisata yang destruktif di Madura. Pengalaman dari sistem akuakultur terintegrasi mangrove di pesisir Madura, yang mencapai retensi nutrisi hingga 85% dengan indeks keberlanjutan 95,55%, membuktikan bahwa disiplin terhadap batas ekologis mampu

menghasilkan produktivitas ekonomi yang sangat tinggi. Dalam sektor wisata, pencapaian skor keberlanjutan 0,47 di Sapudi memberikan amanat bagi pengelola untuk segera menerapkan pembagian zona yang ketat antara zona pemanfaatan rekreasi intensif dan zona perlindungan jasa budaya sakral guna memitigasi risiko kerusakan habitat (Romadhon dkk., 2025). Validasi data melalui simulasi Monte Carlo menjamin bahwa angka daya dukung yang ditetapkan memiliki akurasi tinggi dan bebas dari bias subjektivitas, sehingga layak dijadikan dasar regulasi daerah yang mengikat bagi seluruh operator wisata (Romadhon dkk., 2025). Strategi manajemen yang adaptif dan berbasis data ini akan menempatkan Madura sebagai pionir global dalam pengelolaan ekowisata kepulauan, di mana perlindungan terhadap jasa ekosistem budaya dijadikan motor penggerak utama bagi pertumbuhan ekonomi yang adil, mandiri, dan bermartabat (Agustina dkk., 2024; Banarsyadhimi dkk., 2022; Permadi & Nasrulloh, 2023; Romadhon dkk., 2025; Sholeha & Sumarmi, 2025). Dengan menjaga harmoni antara kebutuhan manusia dan batas alam, masa depan wisata di pulau-pulau kecil Madura tidak hanya akan menjamin kelestarian lingkungan, tetapi juga akan memperkuat jati diri dan kemuliaan budaya masyarakat maritim Indonesia untuk generasi mendatang (Abas, 2023; Rodrigues dkk., 2017; Romadhon dkk., 2025; Zaucha & Gee, 2019).

BAB V

INTERPRETASI DAN STRATEGI PENGELOLAAN

➤ Interpretasi Dinamika Keberlanjutan dan Disparitas Jasa Ekosistem

Interpretasi terhadap dinamika keberlanjutan jasa ekosistem harus dipahami sebagai analisis mendalam mengenai fluktuasi kapasitas alamiah dalam menyediakan barang dan layanan yang krusial bagi kesejahteraan manusia di bawah tekanan perubahan lingkungan yang masif. Secara konseptual, jasa ekosistem mencakup barang nyata seperti pangan dan kayu serta jasa fungsional seperti regulasi iklim dan sequestrasi karbon (Huang dkk., 2022). Dinamika ini bersifat *non-linear* dan sangat dipengaruhi oleh kekuatan pendorong (*driving forces*) baik yang bersifat alami maupun antropogenik, yang menyebabkan perubahan signifikan dalam ruang dan waktu (Huang dkk., 2022). Perubahan penggunaan dan penutupan lahan bertindak sebagai jembatan utama yang menghubungkan aktivitas sosial manusia dengan respons biofisik ekosistem terestrial, di mana model pertumbuhan ekonomi yang sangat cepat sering kali mengakibatkan gangguan masif terhadap pola lanskap asli (Li dkk., 2024). Gangguan ini menciptakan kaskade dampak yang merugikan, mulai dari perubahan iklim ekstrem, ancaman terhadap ketahanan pangan, hingga

penurunan keanekaragaman hayati yang bersifat ireversibel (Li dkk., 2024). Oleh karena itu, memahami mekanisme umpan balik dalam model "elemen-jaringan-fungsi-kesejahteraan" menjadi prasyarat mutlak untuk memetakan jalur keberlanjutan yang dapat mempertahankan fungsi ekosistem di tengah laju urbanisasi yang kian intensif dan tidak terkendali secara global maupun nasional. Keberlanjutan jangka panjang hanya dapat dicapai apabila pengambilan keputusan strategis mampu mengintegrasikan dinamika spasial ini ke dalam manajemen ekologis yang adaptif guna menghindari melampaui ambang batas regenerasi alami yang telah ditetapkan oleh hukum-hukum biofisika lingkungan.

Disparitas spasial dalam anggaran penyediaan dan permintaan (*supply-demand budget*) jasa ekosistem mengungkapkan ketimpangan fungsional yang tajam antara wilayah produsen dan wilayah konsumen yang padat aktivitas ekonomi. Fenomena ini sering dianalisis melalui indikator *Ecosystem Services Supply-Demand Budget*, yang menunjukkan bahwa defisit ekosistem cenderung terkonsentrasi di wilayah pusat perkotaan di mana permintaan terhadap layanan lingkungan melampaui kapasitas penyediaan lokal (Fang dkk., 2024). Nilai keterkaitan lokal untuk perubahan ESDR pada parameter penyimpanan karbon dan penyediaan air terdistribusi secara tidak merata, dengan tekanan tertinggi berada di zona industri dan pemukiman padat (Li dkk., 2022; Xu dkk., 2022). Ketimpangan ini menciptakan risiko ekologis sistemik, di mana wilayah yang mengalami defisit harus

mengandalkan aliran jasa ekosistem dari wilayah perifer yang sering kali tidak mendapatkan kompensasi ekologis yang memadai atas beban layanan yang mereka berikan. Secara teoretis, disparitas ini mencerminkan kegagalan dalam integrasi atribut spasial dan fungsional lahan, yang mengakibatkan beberapa wilayah menjadi sangat rentan terhadap kegagalan layanan alam seperti banjir atau kekeringan (Xu dkk., 2022). Untuk mengatasi disparitas ini, diperlukan kebijakan tata ruang yang tidak hanya berfokus pada efisiensi lahan secara ekonomi, tetapi juga pada keadilan distribusi jasa ekosistem agar beban degradasi tidak tertumpuk pada satu wilayah tertentu. Pemetaan yang presisi mengenai titik-titik panas (*hotspots*) dan titik-titik dingin (*coldspots*) layanan lingkungan menjadi basis data yang sangat penting bagi pemerintah untuk merancang skema insentif konservasi lintas wilayah yang lebih berkeadilan dan efektif.

Hasil kajian spasial di wilayah Indonesia memberikan bukti konkret mengenai disparitas lokal yang kompleks yang memerlukan perhatian serius dari para perencana wilayah. Sebagai contoh, studi kasus di Teluk Bima, Nusa Tenggara Barat, menunjukkan nilai indeks anggaran jasa ekosistem yang sangat mengkhawatirkan sebesar -1,8138, sebuah angka yang dengan tegas mengonfirmasi bahwa permintaan manusia terhadap sumber daya alam telah jauh melampaui kemampuan lingkungan untuk menyediakannya (Munawar dkk., 2021). Disparitas internal di wilayah pesisir ini terlihat sangat nyata dari perbedaan nilai indeks integritas

ekologis antar-kecamatan; Kecamatan Rasanae Barat memiliki nilai tertinggi sebesar 0,5592, sementara Kecamatan Soromandi mencatatkan nilai terendah sebesar 0,3051 (Munawar dkk., 2021). Ketimpangan ini juga tercermin pada indeks layanan regulasi dan layanan budaya, di mana masyarakat di wilayah dengan integritas rendah menghadapi risiko lingkungan yang lebih tinggi dan akses terhadap ruang rekreasi alam yang lebih terbatas (Munawar dkk., 2021). Ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan ini menunjukkan tekanan antropogenik yang sangat intensif terhadap ekosistem pesisir dan laut yang jika terus dibiarkan tanpa intervensi akan menyebabkan kolapsnya fungsi penyediaan pangan dan perlindungan pantai. Data ini menegaskan bahwa disparitas ekosistem di Indonesia bukan hanya sekadar isu lingkungan, melainkan telah menjadi isu kesejahteraan sosial yang mendalam karena penduduk di wilayah dengan layanan rendah memiliki kerentanan ekonomi yang lebih tinggi. Strategi pengelolaan wilayah di masa depan harus memprioritaskan pemulihan integritas ekologis di kecamatan-kecamatan yang berada di bawah ambang batas fungsional agar keseimbangan anggaran jasa ekosistem dapat dipulihkan secara bertahap demi keberlanjutan jangka panjang.

Proyeksi risiko penyediaan jasa ekosistem di masa depan melalui pemodelan simulasi menunjukkan tren peningkatan kerentanan yang harus diantisipasi dengan kebijakan manajemen risiko yang ketat. Penggunaan kerangka kerja spasial seperti model *Future Land Use*

Simulation memungkinkan identifikasi area yang berpotensi mengalami perubahan status dari aman menjadi berisiko tinggi dalam beberapa dekade mendatang (Peng dkk., 2024). Di wilayah metropolitan yang sedang berkembang pesat, risiko pasokan layanan sekuestrasi karbon dan rekreasi diperkirakan akan terus meningkat secara signifikan seiring dengan konversi lahan hijau menjadi lahan terbangun yang tidak terkendali (Peng dkk., 2024). Fenomena *trade-offs* atau pertukaran kepentingan antar-layanan ekosistem menjadi tantangan teknis utama, di mana upaya peningkatan satu layanan (seperti regulasi iklim di bawah skenario perlindungan hutan) sering kali berbenturan dengan penurunan layanan lain yang juga krusial bagi kehidupan masyarakat urban (Peng dkk., 2024). Perluasan area dengan tingkat "risiko sangat tinggi" (*extremely high risk*) menuntut zonasi manajemen yang lebih presisi dan penegakan kebijakan penggunaan lahan yang tegas dalam menghadapi alih fungsi kawasan lindung. Risiko ekologis ini tidak hanya berdampak pada hilangnya nilai ekonomi alam, tetapi juga melemahkan kemampuan wilayah dalam menyerap gangguan eksternal seperti kenaikan suhu global dan anomali curah hujan yang kian sering terjadi. Oleh karena itu, interpretasi terhadap risiko pasokan ini harus diintegrasikan ke dalam rencana tata ruang wilayah nasional sebagai peringatan dini (*early warning*) untuk melakukan koreksi terhadap model pembangunan yang terlalu berorientasi pada infra-

struktur fisik tetapi mengabaikan infrastruktur hijau yang vital bagi kelangsungan sistem kehidupan.

Integrasi antara manajemen risiko dan resiliensi menjadi paradigma baru dalam mendefinisikan keberlanjutan ekosistem di tengah ketidakpastian perubahan global yang semakin sulit diprediksi secara akurat. Pendekatan antisipatif sangat efektif untuk memitigasi risiko yang memiliki tingkat prediktabilitas tinggi, namun untuk situasi dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi, strategi berbasis resiliensi menjadi fokus utama yang perlu dikembangkan (Seidl, 2014). Ketidakpastian mengenai nilai indikator jasa ekosistem di masa depan menuntut penggunaan metode optimasi yang kokoh (*robust optimization*) yang dapat meminimalkan dampak buruk dari fluktuasi kondisi lingkungan maupun dinamika pasar (Knoke dkk., 2016). Perubahan paradigma dari riset deskriptif menuju riset yang berorientasi pada ke-sejahteraan manusia menuntut inovasi dalam kerangka kerja simulasi yang menggabungkan aspek lanskap ekologi dengan aliran jasa ekosistem secara dinamis (Liu dkk., 2022). Hal ini sangat krusial untuk mengidentifikasi ambang batas transformasi (*transformation threshold*) di mana suatu ekosistem tidak lagi mampu memberikan layanan dasar bagi manusia akibat kerusakan struktural yang terlalu parah. Dengan memadukan wawasan dari riset risiko dan resiliensi, penyediaan jasa ekosistem dapat menjadi lebih tangguh terhadap guncangan masa depan, sehingga keberlanjutan bukan lagi dianggap sebagai target statis

melainkan sebagai kapasitas sistem untuk terus beradaptasi dan berkembang. Pemahaman yang komprehensif ini menjadi fondasi bagi pengembangan strategi pengelolaan yang mampu menyeimbangkan kebutuhan ekonomi jangka pendek dengan kebutuhan pelestarian modal alam jangka panjang bagi seluruh lapisan masyarakat tanpa terkecuali.



Gambar 9. Pulau Saor, Kabupaten Sumenep

➤ Strategi Optimalisasi Jasa Ekosistem dan Mitigasi Risiko

Strategi optimalisasi jasa ekosistem di Indonesia menuntut pengarusutamaan (*mainstreaming*) nilai-nilai ekologis ke dalam inti kebijakan pembangunan nasional untuk menjamin keberlangsungan modal alam sebagai penopang ekonomi. Sebagai negara dengan hutan tropis terluas ketiga di dunia yang mencapai sekitar 120 juta hektar, Indonesia memikul tanggung jawab besar dalam

menjaga biodiversitas global sekaligus memenuhi target *Sustainable Development Goals*, terutama terkait penghapusan kemiskinan, ketahanan pangan, dan aksi iklim (Nugroho dkk., 2022). Hingga tahun 2020, tercatat hanya sekitar 70 persen dari area hutan tersebut yang masih tersisa, yang menunjukkan tekanan deforestasi yang persisten dan memerlukan tindakan korektif melalui tata kelola lingkungan yang baik (Nugroho dkk., 2022). Strategi mainstreaming ini mencakup artikulasi jasa ekosistem ke dalam perencanaan kebijakan, pendanaan alternatif, serta skema implementasi yang menghargai nilai ekonomi dan ekologis dari hutan yang masih tersisa sebagai penyedia layanan pengatur air dan penyerap karbon (Nugroho dkk., 2022). Tanpa integrasi JE ke dalam sistem akuntansi nasional dan daerah, pengambilan keputusan pembangunan cenderung akan terus mengabaikan kerugian jangka panjang akibat hilangnya layanan alam demi keuntungan finansial sesaat. Oleh karena itu, penguatan aspek institusional dan kebijakan menjadi prioritas utama untuk menciptakan mekanisme insentif bagi pemerintah daerah yang berhasil mempertahankan integritas ekosistemnya sebagai bagian dari kontribusi terhadap ketahanan nasional. Upaya ini juga harus didukung oleh transparansi data dan pelibatan sektor swasta dalam pembiayaan konservasi melalui mekanisme perdagangan karbon atau pembayaran jasa lingkungan yang adil dan berkelanjutan di seluruh wilayah Indonesia.

Optimasi pola spasial penggunaan lahan merupakan langkah strategis yang sangat efektif untuk memulihkan fungsi ekosistem dan menciptakan hubungan yang lebih harmonis antara manusia dan lingkungannya dalam jangka panjang. Implementasi model simulasi multi-dimensi seperti kombinasi FLUS, InVEST, dan RUSLE memungkinkan para perencana wilayah untuk memetakan skenario penggunaan lahan yang paling efisien guna mengoptimalkan kapasitas layanan lingkungan seperti penyimpanan karbon dan retensi air (Li dkk., 2024). Pola pembangunan yang bersifat "ekstensif dan berkecepatan tinggi" selama era urbanisasi pesat telah terbukti memberikan tekanan berlebihan pada ekosistem terestrial, sehingga diperlukan pergeseran menuju model perencanaan yang berorientasi pada keberlanjutan dan pemulihan fungsi ekologis (Li dkk., 2024). Perencanaan tata ruang yang berkelanjutan harus didasarkan pada pemahaman mendalam mengenai bagaimana perubahan LULC memengaruhi integritas habitat dan kualitas air, yang secara langsung berdampak pada kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya tersebut. Strategi ini juga harus mampu mengatasi dilema pertukaran kepentingan antara kebutuhan lahan untuk infrastruktur ekonomi dan kebutuhan lahan untuk jasa regulasi alamiah yang sering kali diabaikan dalam analisis biaya-manfaat konvensional. Dengan mengoptimalkan struktur spasial lahan melalui pendekatan berbasis lanskap, pemerintah dapat memastikan bahwa setiap jengkal tanah memberikan kontribusi maksimal bagi

fungsi ekologis sekaligus mendukung kebutuhan sosial-ekonomi penduduk. Keberhasilan strategi ini sangat bergantung pada kemampuan otoritas wilayah untuk menegakkan aturan zonasi secara konsisten serta melakukan pemantauan berkelanjutan terhadap perubahan fungsionalitas lahan di lapangan agar risiko degradasi dapat diminimalisir sejak dini.

Strategi pengelolaan di wilayah tropis yang telah terdegradasi memerlukan pendekatan rehabilitasi yang mengedepankan keberagaman komposisi spesies untuk memperkuat ketahanan jasa ekosistem terhadap ketidakpastian masa depan. Hasil riset menunjukkan bahwa diversitas komposisi spesies pada lahan tropis yang direhabilitasi mampu mendukung penyediaan berbagai jasa ekosistem secara simultan dan bertindak sebagai penyangga (*buffer*) terhadap ketidakpastian ekonomi maupun lingkungan (Knoke dkk., 2016). Pendekatan optimasi yang hanya berfokus pada satu tujuan, baik itu tujuan ekologis murni maupun tujuan sosial-ekonomi murni, sering kali gagal memberikan hasil yang optimal secara keseluruhan, sehingga diperlukan model optimasi multi-objektif yang mempertimbangkan risiko dari berbagai indikator jasa ekosistem (Knoke dkk., 2016). Integrasi ketidakpastian ke dalam perencanaan penggunaan lahan memungkinkan manajer ekosistem untuk merancang portofolio lanskap yang lebih kokoh (*robust*) terhadap perubahan harga pasar komoditas maupun anomali cuaca ekstrem (Knoke dkk., 2016). Dalam konteks Indonesia, strategi ini sangat relevan untuk program

restorasi gambut dan rehabilitasi hutan produksi, dengan penanaman spesies campuran yang bernilai ekonomi sekaligus memiliki fungsi ekologis tinggi dapat meningkatkan pendapatan masyarakat lokal sambil tetap menjaga cadangan karbon dan tata air. Penggunaan teknik optimasi berbasis program (*programming-based multiple-objective optimization*) pada skala lanskap harus menjadi standar baru dalam perencanaan kehutanan dan pertanian berkelanjutan untuk meminimalkan *trade-offs* yang merugikan. Dengan demikian, investasi pada keberagaman hayati bukan hanya dianggap sebagai biaya konservasi, melainkan sebagai investasi strategis untuk menjamin stabilitas penyediaan jasa ekosistem yang krusial bagi ketahanan pangan dan energi nasional di masa depan yang penuh dengan tantangan.

Kerangka kerja mitigasi risiko harus menggabungkan tindakan antisipatif dengan strategi pengembangan resiliensi sistem guna menghadapi ancaman perubahan iklim dan bencana alam secara komprehensif. Mitigasi risiko melalui tindakan antisipatif sangat disarankan untuk fenomena yang memiliki tingkat prediktabilitas tinggi dan didukung oleh data ilmiah yang memadai, sedangkan resiliensi lebih difokuskan pada penguatan kemampuan sistem untuk menyerap gangguan yang tidak terduga (Seidl, 2014). Di Indonesia, strategi manajemen lanskap harus mampu merespons risiko iklim melalui kombinasi solusi teknis serta berbasis alam yang disesuaikan dengan karakteristik geografis masing-masing wilayah, seperti pada studi yang memilih

provinsi Kalimantan Barat dan Jawa Tengah karena perbedaan tutupan hutan (dengan intensitas pengaruh manusia rendah dan tinggi) dan karena keduanya menghadapi risiko kekeringan menengah hingga tinggi (Fedele, 2017). Dalam menghadapi ancaman kenaikan permukaan air laut, pilihan strategi antara mempertahankan garis pantai secara fisik (*hold the line*) atau melakukan penyesuaian lahan secara terencana (*managed realignment*) harus didasarkan pada analisis jangka panjang mengenai potensi kehilangan jasa ekosistem dan biaya infrastruktur (Schibalski dkk., 2022). Lanskap multifungsi, dengan mengkompromikan antara jasa ekosistem *provisioning* dan *regulatory*, dapat menciptakan *response diversity* yang diperlukan untuk beradaptasi secara sukses terhadap perubahan iklim dan kenaikan permukaan laut, sehingga penciptaan keberagaman fungsi lahan menjadi kunci mitigasi risiko sistemik (Schibalski dkk., 2022). Pengelolaan risiko yang efektif juga menuntut sistem peringatan dini yang terintegrasi dengan data biofisik terkini agar tindakan pencegahan dapat diambil sebelum kerusakan mencapai titik kritis yang tidak dapat dipulihkan (Perdinan dkk., 2024). Melalui perpaduan antara inovasi teknologi dan kearifan lokal dalam mengelola sumber daya, strategi mitigasi risiko dapat memberikan jaminan keselamatan bagi penduduk sekaligus menjaga keberlangsungan layanan alam yang menjadi fondasi kehidupan mereka.

Implementasi strategi pengelolaan di tingkat tapak memerlukan model partisipatif yang mengintegrasikan kepentingan ekonomi, sosial, dan ekologis melalui pendekatan sistem sosio-ekologis yang terpadu. Studi pada ekosistem mangrove di Kabupaten Batu Bara menunjukkan bahwa penggunaan metode *Analytic Network Process* sangat membantu dalam menentukan prioritas strategi manajemen yang mempertimbangkan interrelasi antar-faktor kepentingan secara objektif (Rumondang dkk., 2024). Strategi yang direkomendasikan mencakup rehabilitasi kawasan mangrove, pengembangan ekowisata berbasis masyarakat, serta pemberian asistensi teknis untuk meningkatkan keterlibatan komunitas lokal dalam menjaga aset lingkungan mereka (Rumondang dkk., 2024). Estimasi nilai ekonomi dari jasa penyediaan dan regulasi yang diberikan oleh mangrove memberikan argumen yang kuat bagi pemerintah dan masyarakat untuk memprioritaskan konservasi dibandingkan alih fungsi lahan menjadi tambak atau area wisata masif yang merusak (Rumondang dkk., 2024). Model manajemen berkelanjutan ini harus mampu menyeimbangkan kebutuhan penghidupan masyarakat pesisir dengan kebutuhan perlindungan pantai dari abrasi dan badai yang intensitasnya terus meningkat akibat perubahan iklim. Dengan memperkuat kapasitas institusional lokal dan memberdayakan masyarakat sebagai penjaga ekosistem, strategi optimalisasi jasa ekosistem dapat berjalan secara efektif dan memiliki dampak jangka

panjang yang nyata dalam meningkatkan ketahanan wilayah. Sinergi antara ilmu pengetahuan modern, kebijakan yang berpihak pada lingkungan, dan aksi nyata di tingkat lokal adalah kunci utama untuk mewujudkan pengelolaan jasa ekosistem yang berkelanjutan bagi kemakmuran bangsa Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas, A. (2023). The Cultural Ecosystem Services from ASEAN Region Perspectives. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.4018/ijsesd.328518>
- Abdillah, N., Thamrin, T., Nofrizal, N., & Wijayanto, G. (2023). Quantifying Ecological, Economic, Social, and Governance Attributes for Urban Forest Eco-Tourism Using MDS-RAPFISH Approach. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(8), 2369–2378. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180807>
- Abualhagag, A., & Valánszki, I. (2020). RETRACTED: Mapping Indicators of Cultural Ecosystem Services: Review and Relevance to Urban Context. *Journal of Landscape Ecology*, 13(1), 4–24. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2020-0001>
- Adetama, D. S., Fauzi, A., Juanda, B., & Hakim, D. B. (2023). Evaluasi Pembangunan Berkelanjutan dengan Rendah Karbon pada Sektor Pertanian Padi. *Jurnal Tataloka*, 25(1), 50–69. <https://doi.org/10.14710/tataloka.25.1.50-69>
- Agustina, F., Khotimah, B. K., Susilowanto, D., & Maulida, P. (2024). Sustainable tourism performance based on tourist clusters: Evidence from Madura, Indonesia. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449901007>

- Alvi, N. N., Nurhasanah, I. S., & Persada, C. (2018). Evaluasi Keberlanjutan Wisata Laut Pulau Pahawang Kabupaten Pesawaran. *Plano Madani Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 7(1), 59–68. <https://doi.org/10.24252/planomadani.v7i1a6>
- Astutik, M. A., Nurmalina, R., & Burhanuddin, B. (2019). Analisis Status Keberlanjutan Pengusahaan Garam di Tiga Wilayah Pulau Madura. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(1), 13–26. <https://doi.org/10.29244/jai.2019.7.1.13-26>
- Bakrie, B., Sirnawati, E., Rohaeni, E. S., Hutahaean, L., Santoso, A. D., Wasito, W., & Indrawanto, C. (2023). Sustainability Analysis of Intensive Duck Farming System in Sliyeg District, Indonesia: MDS and MICMAC Analysis Approach. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(10), 3181–3193. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.181019>
- Balestreri, C., Kurucz, E., McIlwraith, T. F., & Jacobs, S. (2023). Local understandings and global challenges: exploring sense of place in sustainability transitions. *Ecology and Society*, 28(1). <https://doi.org/10.5751/es-13895-280133>

- Banarsyadhimi, U. R. A. M. F., Dargusch, P., & Kurniawan, F. (2022). Assessing the Impact of Marine Tourism and Protection on Cultural Ecosystem Services Using Integrated Approach: A Case Study of Gili Matra Islands. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12078–12078. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912078>
- Baruca, P. Z., & Čivre, Ž. (2022). Unique Destination Attributes as a Basis of Tourism Experience. *Academica Turistica*, 15(3), 349–362. <https://doi.org/10.26493/2335-4194.15.349-362>
- Beckmann, V. (2021). Transitioning to Sustainable Life on Land. In MDPI eBooks. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03897-879-4>
- Brasseur, P. (2022). Copernicus Ocean State Report, issue 6. *Journal of Operational Oceanography*, 15, 1–220. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2022.2095169>
- Brown, G., & Hausner, V. H. (2017). An empirical analysis of cultural ecosystem values in coastal landscapes. *Ocean & Coastal Management*, 142, 49–60.
- Calcagni, F., Batallé, J. N., Baró, F., & Langemeyer, J. (2022). A tag is worth a thousand pictures: A framework for an empirically grounded typology of relational values through social media. *Ecosystem Services*, 58, 101495–101495. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101495>

- Cesarini, S., & Terraglia, I. (2024). Evaluating Sustainable Tourism: A Composite Index for European Destinations. *Turistica.*, 32(1), 93–109. <https://doi.org/10.70732/tijt.v32i1.19>
- Coccosis, H., & Koutsopoulou, A. (2020). Measuring and monitoring sustainability of coastal tourism destinations in the Mediterranean. *Tourism*, 68(4), 482–498. <https://doi.org/10.37741/t.68.4.8>
- Dłużewska, A., Podgórski, Z., & Giampiccoli, A. (2022). Ecosystem services versus wellbeing – implications for sustainable tourism: the host perspective. *Forum Geografic*, 2, 185–200. <https://doi.org/10.5775/fg.2022.045.d>
- Donner, P. (2024). Data inaccuracy quantification and uncertainty propagation for bibliometric indicators. *Research Evaluation*, 33. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvae047>
- Dwyer, L. (2023). Sustainable Development of Tourism: Research and Policy Challenges. *Highlights of Sustainability*, 2(2), 83–99. <https://doi.org/10.54175/hsustain2020008>
- Ebarvia, M. C. (2016). Economic Assessment of Oceans for Sustainable Blue Economy Development. *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 2(2). <https://doi.org/10.15351/2373-8456.1051>

- Fang, G., Sun, X., Sun, R., Liu, Q., Tao, Y., Yang, P., & Tang, H. (2024). Advancing the optimization of urban-rural ecosystem service supply-demand mismatches and trade-offs. *Landscape Ecology*, 39(2). <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01849-5>
- Fedele, G. (2017). Landscape management strategies in response to climate risks in Indonesia. HAL (Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe). <http://hal.cirad.fr/tel-01721272>
- Firdaus, N., Supriatna, S., & Supriatna, J. (2022). Ecosystem services research trends in Indonesia: a bibliometric analysis. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230255>
- Gao, Y., Zhang, Q., Xu, X., Jia, F., & Lin, Z. (2022). Service design for the destination tourism service ecosystem: a review and extension. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 27(3), 225–245. <https://doi.org/10.1080/10941665.2022.2046119>
- Gatto, R. V., Corrado, S., & Scorza, F. (2026). A Taxonomy of Specialized Tourism Ecosystems (STESY). *International Journal of E-Planning Research*, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.4018/ijep.397668>
- Giacchè, G., Consalès, J.-N., Grard, B., Daniel, A.-C., & Chenu, C. (2021). Toward an Evaluation of Cultural Ecosystem Services Delivered by Urban Micro-Farms. *Sustainability*, 13(4), 1716–1716. <https://doi.org/10.3390/su13041716>

- Giacomelli, M., Sargolini, M., & Felipe-Lucia, M. R. (2024). Including the perspective of stakeholders in landscape planning through the Ecosystem Services co-production framework: an empirical exploration in Le Marche, Italy. *Regional Environmental Change*, 24(1). <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02184-w>
- Global Sustainable Development Report 2019. (2019). In *Global sustainable development report*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/5d04ad97-en>
- Guo, J., Chen, K., & Hynes, S. (2023). Multilevel meta-analysis of stated preference values of marine ecosystem services in China. *Marine Development*, 1(1). <https://doi.org/10.1007/s44312-023-00004-z>
- Guruge, T. P. S. R., Jayasinghe-Mudalige, U. K., Udugama, J. M. M., Weerakoon, D. K., & Premarathne, S. P. (2017). Insight into cultural ecosystem services: comprehensive review through cluster analysis. *Sri Lanka Journal of Economic Research*, 4(2), 45–69. <https://doi.org/10.4038/sljer.v4i2.64>
- Handayani, N. H., E, M. R. L., & Prasita, V. D. (2021). Optimization Of The Role Of The Department Of Youth Culture And Sports Tourism Of Sumenep Regency In The Development Of Integrated And Sustainable Gili Labak Marine Tourism AREA. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 3(4), 44–53. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v3i4.277>

- Hannan, A. (2021). Dinamika Pembangunan Ekonomi Di Madura Pada Era Kebiasaan Baru Covid-19; Tantangan dan Peluangnya. *NUANSA Jurnal Penelitian Ilmu Sosial Dan Keagamaan Islam*, 18(2), 168–195. <https://doi.org/10.19105/nuansa.v18i2.5041>
- Harits, I. W., Diana, P. N., Fatimah, F., Chudý, Š., & Surya, U. I. (2023). Madura Tourism Branding Through Literature. *E-Journal of Tourism*, 110–110. <https://doi.org/10.24922/eot.v10i1.96016>
- Harits, I. W., Diana, P. N., Fatimah, F., Chudý, Š., & Surya, U. I. (2023). Madura Tourism Branding Through Literature. *E-Journal of Tourism*, 110–110. <https://doi.org/10.24922/eot.v10i1.96016>
- Havinga, I., Marcos, D., Bogaart, P. W., Tuia, D., & Hein, L. (2023). Understanding the sentiment associated with cultural ecosystem services using images and text from social media. *Ecosystem Services*, 65, 101581–101581. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101581>
- Hidayah, Z., Nuzula, N. I., & Wiyanto, D. B. (2020). Analisa Keberlanjutan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan di Perairan Selat Madura Jawa Timur. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(2), 101–101. <https://doi.org/10.22146/jfs.53099>

- Huang, Y., Feng, T., Niu, S., Hao, D., Gan, X., & Zhou, B. (2022). Integrating the effects of driving forces on ecosystem services into ecological management: A case study from Sichuan Province, China. *PLoS ONE*, 17(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270365>
- Iliopoulou-Georgudaki, J., Καλογεράς, A., Konstantinopoulos, P. A., & Theodoropoulos, C. (2015). Sustainable tourism management and development of a Greek coastal municipality. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 23(2), 143–153. <https://doi.org/10.1080/13504509.2015.1102780>
- Insafitri, I., Asih, E. N. N., & Nugraha, W. A. (2021). Dampak *snorkeling* Terhadap Pelsen Tutupan Terumbu Karang Di Pulau Gili Labak Sumenep Madura. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(2), 151–161. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i2.30160>
- Isdahartati, Solihin, A., Damar, A., Wahyudin, F., Rikardi, N., & Narsice, I. (2024). Measurement of Sustainable Development Implementation in Coastal and Ocean Bontang City through State of the Coast Measurement Processes. *BIO Web of Conferences*, 92, 1020–1020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249201020>

- Izzah, L., Sulistiyono, S. T., & Rochwulaningsih, Y. (2021). Commodifying Culture In A Frontier Area: The Utilization of Madurese Culture for Developing Tourism in the Eastern Tip of Java Island, Indonesia. *Journal of Marine and Island Cultures*, 10(1). <https://doi.org/10.21463/jmic.2021.10.1.07>
- Jäckli, U., & Meier, C. (2024). Tourism ecosystem management: The role of trust and procedural justice. *Tourism and Hospitality Research*, 25(3), 461–474. <https://doi.org/10.1177/14673584241229644>
- Jayaraj, P., & Pandey, R. U. (2021). Investigating SES variables causing changes in sense of place in the context of coastal wetland conservation - A case of Pulicat lagoon. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3, 100061–100061. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2021.100061>
- Jeelani, P., & Shah, S. A. (2023). Tourism and the Environmental Components Coexisting in the Himalayas: A Trade-Off Between the Two. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 26(5), 1032–1056. <https://doi.org/10.1080/1528008x.2023.2275260>
- Jennings, V., Antonio, K. M. S., Brown, M., Choice, L., Simpson, Q., Ford, I., Cho, H. J., Solís, P., Lacey, A. M., & Robinson, D. (2024). Place-Based Conservation in Coastal and Marine Ecosystems: The Importance of Engagement with Underrepresented Communities. *Sustainability*, 16(22), 9965–9965. <https://doi.org/10.3390/su16229965>

- Kiger, S. (2021). Adapting an Ecosystem Process Model to Estimate Ecosystem Services in Exurban Ecosystems. Deep Blue (University of Michigan). <https://doi.org/10.7302/2798>
- Knoke, T., Paul, C., Hildebrandt, P., Calvas, B., Castro, L. M., Härtl, F., Döllner, M., Hamer, U., Windhorst, D., Wiersma, Y. F., Fernández, G. F. C., Obermeier, W. A., Adams, J., Breuer, L., Mosandl, R., Beck, E., Weber, M. T., Stimm, B., Haber, W., ... Bendix, J. (2016). Compositional diversity of rehabilitated tropical lands supports multiple ecosystem services and buffers uncertainties. *Nature Communications*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms11877>
- Kørnøv, L., Boess, E. R., Gordon, J., Eliassen, S. Q., Partidário, M. R., & Monteiro, M. (2024). Causal Map Tool of Cause-Effect Relations and Biodiversity Mitigation Hierarchy Connected to Spatial Planning. In *Research Portal Denmark* (p. 90). Technical University of Denmark.
- Kuhn, T., Trentlage, J., & Burkhard, B. (2023). Matrix-based assessment of spatial correlations between marine uses and ecosystem service supply in German marine areas. *Landscape Online*, 1112–1112. <https://doi.org/10.3097/lo.2023.1112>

- Kusuma, O. R., Adrianto, L., Kurniawan, F., & Zulfikar, A. (2023). Exploring the Resources Governance Connectivity of Cultural Ecosystem Services: Evidence in Tanjung Lesung SEZ Tourism, Banten Province, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 16(1), 47–65. <https://doi.org/10.20473/jipk.v16i1.45220>
- Laapo, A., Howara, D., Kassa, S., Sultan, H., & Rahim, Abd. (2021). A Multidimensional Approach to Assessing the Leverage Factors of the Sustainability of Seaweed Farming in Coastal Area of Parigi Moutong District, Indonesia. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10(3), 271–271. <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i3.24281>
- Larrea, A., Torres, P., Seijo, C., Ventura, M. A., Costa, A. C., Parente, M. I., Lopes, E. P., Castaño, D., & Botelho, A. Z. (2023). Environmental coastal research: a systematic review for Azores and Cabo Verde, two peripheral Macaronesian archipelagos [Review of Environmental coastal research: a systematic review for Azores and Cabo Verde, two peripheral Macaronesian archipelagos]. *Frontiers in Marine Science*, 10. *Frontiers Media*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1242799>

- Leniwati, D., Rohani, S., Juanda, A., NW, A. P., & Mawardi, F. D. (2023). Interpreting Cost-Benefit Concept of Local Wisdom Karapan Sapi Madura : Socio-Psychological Perspective. *Riset Akuntansi Dan Keuangan Indonesia*, 9(1), 24–34. <https://doi.org/10.23917/reaksi.v9i1.4630>
- Li, G., Wu, Z., He, Y., Chen, C., & Long, Y. (2024). The promotion of sustainable land use planning for the enhancement of ecosystem service capacity: Based on the FLUS-INVEST-RUSLE-CASA model. *PLoS ONE*, 19(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305400>
- Li, J., & Wang, Y. (2022). Ecosystem services assessment from capacity to flow: A review. *Transactions in Earth Environment and Sustainability*, 1(1), 80–93. <https://doi.org/10.1177/2754124x221141991>
- Li, Z., Hu, B., Qin, Y., & Cheng, X. (2022). Drivers of spatiotemporal disparities in the supply-demand budget of ecosystem services: A case study in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration, China. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.955876>
- Liu, C., Deng, C., Li, Z., Liu, Y., & Wang, S. (2022). Optimization of Spatial Pattern of Land Use: Progress, Frontiers, and Prospects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5805–5805. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105805>

- Liu, X. (2022). Correlation Analysis Between Urban Convenience and Tourism Destination Residents' Sense of Place Based on Computer Technology. In *Atlantis Highlights in Computer Sciences/Atlantis highlights in computer sciences* (pp. 530–540). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-016-9_55
- LopezDeAsiain, M., Bonaño, J. M. C., Jiménez, M. B., & Esteban, R. M. (2023). Urban socio-ecosystem renewal: an ecosystem services assessment approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(3), 2445–2464. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05117-y>
- Mailawati, M., Wardani, I. E. O., & Hendrokumoro. (2023). Go Green Culture in Selamatan Katerbi'en Tradition of Madura. *Diglossia Jurnal Kajian Ilmiah Kebahasaan Dan Kesusastraan*, 15(1), 1–18. <https://doi.org/10.26594/diglossia.v15i1.3424>
- Martin, J., Mongruel, R., & Levrel, H. (2017). Integrating Cultural Ecosystem Services in an Ecosystem Satellite Account: A Case Study in the Gulf of Saint-Malo (France). *Ecological Economics*, 143, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.005>
- McCrea, A. (2022). The Role of Organizational Slack and Human Capital in Managing Performance Shocks: An Analysis of US Nursing Homes and Hurricane Katrina. *Journal of Policy Studies*, 37(3), 1–14. <https://doi.org/10.52372/jps37301>

- Mengist, W., & Soromessa, T. (2019). Assessment of forest ecosystem service research trends and methodological approaches at global level: a meta-analysis. *Environmental Systems Research*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-019-0150-4>
- Moallemi, E. A., Miller, M., Szetey, K., Chakori, S., Palmer, J., Battaglia, M., Bryan, B. A., Gao, L., Hall, A., Leith, P., Raven, R., & Reed, P. M. (2024). Entry points for accelerating transitions towards a more sustainable future. *EarthArXiv (California Digital Library)*. <https://doi.org/10.31223/x5c68x>
- Mohammad, M. T., Hannan, A., & Ma'adi, A. S. (2019). The Marketing Strategy Of Madura Tourism Industry Area Trough Sustainable Development Based Gender. *Deleted Journal*, 5(1), 82–82. <https://doi.org/10.20473/jebis.v5i1.13987>
- Muhsoni, F. F., & Efendy, M. (2018). Rapfish, Gili Labak, Coral Reefs, Sustainable Management. *Jurnal Kelautan Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 10(2), 192–192. <https://doi.org/10.21107/jk.v10i2.3235>
- Munawar, M., Adrianto, L., Boer, M., & Imran, Z. (2021). Spatial analysis of coastal and marine ecosystem services at Bima Bay, West Nusa Tenggara, Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 744(1), 12046–12046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012046>

- Nedkov, S., Borisova, B., Nikolova, M., Zhiyanski, M., Dimitrov, S., Mitova, R., Koulov, B., Hristova, D., Prodanova, H., Semerdzhieva, L., Dodev, Y., Ihtimanski, I., & Stoyanova, V. (2021). A methodological framework for mapping and assessment of ecosystem services provided by the natural heritage in Bulgaria. *Journal of the Bulgarian Geographical Society*, 45, 7–18. <https://doi.org/10.3897/jbgs.e78680>
- Neumann, A., & Roig, H. L. (2023). Is the Ecosystem Services approach incorporated into road development projects in Brazil? *Research Square* (Research Square). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3045008/v1>
- Newman, R. J. S., Thorn, J., Haji, T. A., Nchimbi, A. Y., Musa, I., Enns, C., & Marchant, R. (2023). A people-centred framework for exploring water, energy and food security in a small developing island. *Population and Environment*, 45(3). <https://doi.org/10.1007/s11111-023-00427-2>
- Noktasatria, A. Y., & Farid, A. (2021). Evaluasi Berkelanjutan Ekosistem Mangrove Menggunakan Rapfish di Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan. *Juvenil Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(2), 146–156. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i2.10779>

- Nugroho, H. Y. S. H., Nurfatriani, F., Indrajaya, Y., Yuwati, T. W., Ekawati, S., Salminah, M., Gunawan, H., Subarudi, S., Sallata, M. K., Allo, M. K., Muin, N., Isnan, W., Putri, I. A. S. L. P., Prayudyarningsih, R., Ansari, F., Siarudin, M., Setiawan, O., & Baral, H. (2022). Mainstreaming Ecosystem Services from Indonesia's Remaining Forests. *Sustainability*, 14(19), 12124–12124. <https://doi.org/10.3390/su141912124>
- Nurhasanah, I. S., Hudalah, D., & Broeck, P. V. den. (2023). Systematic Literature Review on Alternative Governance Arrangements for Resource Deficient Situations: Small Island Community-Based Ecotourism. *Island Studies Journal*, 19(2). <https://doi.org/10.24043/001c.85173>
- Owusu-Sekyere, E., Lunga, W., & Karuaihe, S. (2021). The impact of disasters on economic growth in selected Southern Africa development community countries [Review of The impact of disasters on economic growth in selected Southern Africa development community countries]. *Jambá Journal of Disaster Risk Studies*, 13(1). AOSIS. <https://doi.org/10.4102/jamba.v13i1.1081>
- Pan, Y., Hashim, N. H. N., & Goh, H. C. (2024). Public perception of cultural ecosystem services in historic districts based on biterm topic model. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62770-0>

- Pandey, D., Junot, A., & Adhiguru, P. (2021). The Contribution of Sense of Place to Shifting Cultivation Sustenance: Evidence from West Garo Hills, North East India. *Current Science*, 120(1), 215–215. <https://doi.org/10.18520/cs/v120/i1/215-220>
- Pecquet, J. (2022). Ecosystem services in the Eastern Channel: patterns, modeling and scripting in a global change context. HAL (Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe). <https://theses.hal.science/tel-04088283>
- Peng, L., Zhang, L., Li, X., Zhao, W., Liu, Y., Wang, Z., Wang, H., & Jiao, L. (2024). A spatially explicit framework for assessing ecosystem service supply risk under multiple land-use scenarios in the Xi'an Metropolitan Area of China. *Land Degradation and Development*, 35(8), 2754–2770. <https://doi.org/10.1002/ldr.5091>
- Perdinan, Adi, R. F., Rosya, A., Lestari, L., Harianto, T., Aprilia, S., Basit, R. A., Prihansyah, R., Putra, A. R., Aminingrum, A., & Jannah, N. (2024). Initiative Collaboration Tool of Early Warning Systems for Early Action to Mitigate Flood Disaster Impacts in Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1359(1), 12035–12035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1359/1/012035>
- Permadi, D., & Nasrulloh, N. (2023). Madura Island Halal Tourism Potential: A Sustainable Coastal Tourism Approach. *Al Tijarah*, 9(2), 84–96. <https://doi.org/10.21111/at.v9i2.10295>

- Praptika, I. P. G. E., Yusuf, M., & Heslinga, J. (2024). How can communities better prepare for future disasters? Learning from the tourism community resilience model from Bali, Indonesia. *Journal of Tourism Futures*, 10(3), 504–523. <https://doi.org/10.1108/jtf-04-2023-0092>
- Prayogo, L. M. (2021). Analisis Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Kalianget Kabupaten Sumenep Tahun 2000-2020. *Juvenil Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(1), 61–68. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i1.10035>
- Radulescu, M., Leendertse, W., Arts, J., Âdulescu, M., & Radulescu, M. (2021). Co-Creativity and Engaged Scholarship. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-84248-2>
- Ramírez-Guerrero, G., García-Onetti, J., Garrido, M. A., & Ruiz, J. A. C. (2021). A Tourism Potential Index for Cultural Heritage Management through the Ecosystem Services Approach. *Sustainability*, 13(11), 6415–6415. <https://doi.org/10.3390/su13116415>
- Rani, M. S. (2021). Transformasi Lanskap dan Layanan Ekosistem Budaya di Area Peri-Urban: Wisata Alam dan Permukiman di Bandung Selatan. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(1), 63–78. <https://doi.org/10.14710/jwl.9.1.63-78>

- Rijanta, R. (2016). Insularitas Dan Keterbelakangan Ekonomi Wilayah Menuju Model Konseptual Perkembangan Wilayah Pulau Kecil di Indonesia. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals). <https://doi.org/10.22146/mgi.13290>
- Rodrigues, J. G., Conides, A., Rodríguez, S. R., Raicevich, S., Pita, P., Kleisner, K. M., Pita, C., Lopes, P. F. M., Roldán, V. A., Ramos, S., Klaoudatos, D., Outeiro, L., Armstrong, C. W., Teneva, L., Stefanski, S., Böhnke-Henrichs, A., Kruse, M., Lillebø, A. I., Bennett, E. M., Villasante, S. (2017). Marine and Coastal Cultural Ecosystem Services: knowledge gaps and research priorities. *One Ecosystem*, 2. <https://doi.org/10.3897/oneeco.2.e12290>
- Romadhon, A., Jakfar, A. A., & Sugiarti, T. (2025). Assessing cultural ecosystem service status for small island tourism: (Case study Sapudi Island, Indonesia). *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2025.09.004>
- Romadhon, A., Yulianda, F., Bengen, D. G., & Adrianto, L. (2013). Socio Ecological System (SES) Assessment for Tourism at Sapeken Archipelago, Sumenep, Indonesia. *International Journal of Ecosystem*, 3(5), 106–114. <http://article.sapub.org/10.5923.j.ije.20130305.02.html>

- Rubáš, D., Matějček, T., & Řezníčková, D. (2024). Sense of place in geography and environmental education: a literature review of empirical research [Review of Sense of place in geography and environmental education: a literature review of empirical research]. *GeoScape*, 18(1), 37–52. De Gruyter Open. <https://doi.org/10.2478/geosc-2024-0003>
- Rumondang, R., Feliatra, F., Warningsih, T., & Yoswati, D. (2024). Sustainable management model and ecosystem services of mangroves based on socio-ecological system on the coast of Batu Bara Regency, Indonesia. *Environmental Research Communications*, 6(3), 35008–35008. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ad2d01>
- Sánchez, M. L., Cabrera, A. T., & Pulgar, M. L. G. del. (2020). The potential role of cultural ecosystem services in heritage research through a set of indicators. *Ecological Indicators*, 117, 106670–106670. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106670>
- Santos, B. S., Devereaux, S. G., Gjerde, K. M., Chand, K., Martinez, J., & Crowder, L. B. (2022). The diverse benefits of biodiversity conservation in global ocean areas beyond national jurisdiction. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1001240>

- Sari, I. P., Riyono, B., & Supandi, A. (2020). Indeks Pembangunan Manusia di Madura: Analisis Tipologi Klassen. *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, 6(2), 82–82. <https://doi.org/10.30998/jabe.v6i2.4578>
- Schibalski, A., Kleyer, M., Maier, M., & Schröder, B. (2022). Spatiotemporally explicit prediction of future ecosystem service provisioning in response to climate change, sea level rise, and adaptation strategies. *Ecosystem Services*, 54, 101414–101414. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101414>
- Schlüter, M., Biggs, R., Clements, H. S., Vos, A. D., Maciejewski, K., & Preiser, R. (2021). Synthesis and emerging frontiers in social-ecological systems research methods. In *Routledge eBooks* (pp. 453–479). Informa. <https://doi.org/10.4324/9781003021339-40>
- Seidl, R. (2014). The Shape of Ecosystem Management to Come: Anticipating Risks and Fostering Resilience. *BioScience*, 64(12), 1159–1169. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu172>
- Sholeha, A. W., & Sumarmi, S. (2025). Managing Sustainable Tourism Of Perawan Beach, East Java, Indonesia Based On The Coastal Ecosystem Service (CES) APPROACH. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 58(1), 78–88. <https://doi.org/10.30892/gtg.58107-1392>

- Sieber, I., Montero-Hidalgo, M., Kato-Huerta, J., Rendón, P., Santos-Martín, F., Geneletti, D., Gil, A., Trégarot, E., Lagabriele, E., Parelho, C., Arbeló, M., Beukering, P. J. H. van, Bayley, D. T. I., Casas, E., Duijndam, S., Cillaurren, E., David, G., Dourdain, A., Haroun, R., Burkhard, B. (2022). Mapping and assessing ecosystem services in Europe's Overseas: A comparative analysis of MOVE case studies. *One Ecosystem*, 7. <https://doi.org/10.3897/oneeco.7.e87179>
- Singgalen, Y. A. (2022). Strategic Planning of Ecotourism Management System Using Ward and Peppard Framework. *Journal of Information Systems and Informatics*, 4(2), 216–232. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v4i2.245>
- Susandi, A., Wijaya, A. R., & Ihsan, M. (2024). Challenges and Opportunities of Implementing Marine Ecological Carrying Capacity Index in the Blue Economy: A Case Study of Coastal Communities in East Nusa Tenggara Province. *BIO Web of Conferences*, 92, 1027–1027. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249201027>
- Sustainable island tourism: competitiveness and quality of life. (2016). In CABI eBooks. <https://doi.org/10.1079/9781780645421.0000>

- Syahadat, R. M., & Kusworo, H. A. (2022). Ketidakberlanjutan Dalam Konsumerisme Wisata: Sebuah Tinjauan Kritis. *Wisata Budaya Jurnal Ilmiah Agama Dan Budaya*, 7(1), 14–23. <https://doi.org/10.25078/wisata.v7i1.176>
- Thiemann, M., Riebl, R., Haensel, M., Schmitt, T. M., Steinbauer, M. J., Landwehr, T., Fricke, U., Redlich, S., & Koellner, T. (2022). Perceptions of ecosystem services: Comparing socio-cultural and environmental influences. *PLoS ONE*, 17(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276432>
- Tolotti, M. T., Guillotreau, P., Forget, F., Capello, M., & Dagorn, L. (2022). Unintended effects of single-species fisheries management. *Environment Development and Sustainability*, 25(9), 9227–9250. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02432-1>
- Trégarot, E., & Failler, P. (2021). Adequacy of ecosystem services assessment tools and approaches to current policy needs and gaps in the European Union Overseas entities. *One Ecosystem*, 6. <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e74170>
- Unay-Gailhard, Í., & Simões, F. (2021). Becoming a Young Farmer in the Digital Age—An Island Perspective*. *Rural Sociology*, 87(1), 144–185. <https://doi.org/10.1111/ruso.12400>

- Vaz, A. S., Selomane, O., Jones, L., Gosal, A., Ziv, G., Muller-Karger, F. E., Montes, E., & Vallejos, M. (2021). The journey to monitoring ecosystem services: Are we there yet? *Ecosystem Services*, 50, 101313–101313. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101313>
- Virtriana, R., Anggraini, T. S., Ihsan, K. T. N., Alifah, M. N., Retnowati, D. A., Rohayani, P., Harto, A. B., & Riqqi, A. (2023). Developing a spatial-based predictive model for conservation area management prioritization using ecosystem service and site suitability index in Java Island. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 126, 103606–103606. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103606>
- Wangai, P., Burkhard, B., Kruse, M., & Müller, F. (2017). Contributing to the cultural ecosystem services and human wellbeing debate: a case study application on indicators and linkages. *Landscape Online*, 50, 1–27. <https://doi.org/10.3097/lo.201750>
- Widjaya, J. M., & Tanuwidjaja, G. (2017). Sustainable Agro-Industrial Ecology Concept of the Madura Island. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 79, 12025–12025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/79/1/012025>

- Wirawan, P. E., & Rosalina, P. D. (2024). Enhancing Cultural Heritage Tourism Through a Spiritual Knowledge: The Implementation of Tri Hita Karana in Taro Village Gianyar Bali. *Jurnal Kajian Bali (Journal of Bali Studies)*, 14(1), 215–215. <https://doi.org/10.24843/jkb.2024.v14.i01.p10>
- Wong, S. F., Kler, B. K., & Balakrishnan, B. K. (2022). Sense of Place: Narrating Emotional Experiences of Malaysian Borneo through Western Travel Blogs. *Tourism and Hospitality*, 3(3), 666–684. <https://doi.org/10.3390/tourhosp3030041>
- Xu, J., Barrett, B., & Renaud, F. G. (2022). Ecosystem services and disservices in the Luanhe River Basin in China under past, current and future land uses: implications for the sustainable development goals. *Sustainability Science*, 17(4), 1347–1364. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01078-8>
- Yang, L., & Cao, K. (2022). Cultural Ecosystem Services Research Progress and Future Prospects: A Review. *Sustainability*, 14(19), 11845–11845. <https://doi.org/10.3390/su141911845>
- Yang, T., Xie, J., Song, P., Li, G., Mou, N., Gao, X., & Zhao, J. (2022). Monitoring Ecological Conditions by Remote Sensing and Social Media Data—Sanya City (China) as Case Study. *Remote Sensing*, 14(12), 2824–2824. <https://doi.org/10.3390/rs14122824>

- Yunus, M. Y. B. M. (2024). A critical review of peatland ecosystem services research in Indonesia: Uncovering knowledge gaps and research needs [Review of A critical review of peatland ecosystem services research in Indonesia: Uncovering knowledge gaps and research needs]. *Journal of the Bulgarian Geographical Society*, 50, 169–190. Pensoft Publishers. <https://doi.org/10.3897/jbgs.e117635>
- Yusuf, L. O. M. I., Ismail, A., & Nuva, N. (2023). Evaluasi Status Keberlanjutan Budidaya Rumput Laut Di Kecamatan Pasikolaga Kabupaten Muna (Pendekatan Rappfish- Multi Dimensional Scaling). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 150–158. <https://doi.org/10.14710/jil.21.1.150-158>
- Zali, M. (2018). The Interplay of Traditional Cultural Events and Cattle Farm: Humans and Animals as Victims of Madurese Ancient Tradition. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 6(9). <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2018/6.9.347.354>
- Zaucha, J., & Gee, K. (2019). Maritime Spatial Planning. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-98696-8>
- Zulpikar, F., Tambunan, L. A., Utami, S. R., & Kiyat, W. E. (2018). Economic Valuation of Marine Tourism in Small Island Using Travel Cost Method (Case Study: Untung Jawa Island, Indonesia). *Omni-Akuatika*, 14(1). <https://doi.org/10.20884/1.oa.2018.14.1.465>

BIODATA PENULIS



Dr. Agus Romadhon, S.P., M.Si. lahir di Bangkalan. Akademisi dan peneliti dan dosen tetap di Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura sejak tahun 2004. Pendidikan jenjang tertinggi, yakni

Doktoral (S3), diselesaikan di Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut, Institut Pertanian Bogor. Bidang Kepakaran dalam bidang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau Kecil. Kepakaran mencakup analisis keberlanjutan lingkungan, yang secara spesifik berfokus pada: : 1) Daya Dukung Lingkungan / *Carrying Capacity* (Pengembangan model perhitungan daya dukung fisik, riil, dan efektif untuk ekosistem pulau kecil); 2) Jejak Ekologis / *Ecological Footprint*: (Evaluasi kritis penggunaan sumber daya alam untuk pengelolaan berkelanjutan); 3) Manajemen Ekowisata Bahari (Penilaian kesesuaian lahan dan strategi pengembangan wisata berbasis konservasi di wilayah pulau kecil); dan 4) Analisa Mengenai Dampak Lingkungan. Saat ini, fokus penelitian diarahkan pada integrasi aspek ekologi, sosial, dan ekonomi untuk pembangunan pulau-pulau kecil di Indonesia. Beberapa riset terbaru yang sedang dan telah dijalankannya meliputi : 1) Penilaian Risiko Ekologis (*Ecological Risk Assessment*): Studi risiko lingkungan untuk mendukung

wisata berkelanjutan, dengan fokus lokasi pada pulau kecil; 2) Layanan Ekosistem Budaya (*Cultural Ecosystem Services*): Analisis status layanan ekosistem budaya untuk pengembangan wisata berbasis masyarakat; 3) Analisis Investasi Ekowisata: Kajian kelayakan investasi dan dampak ekonomi pengembangan destinasi wisata bahari terhadap kesejahteraan masyarakat lokal. Buku yang telah dihasilkan : 1) Penilaian Daya Dukung Pulau Kecil Bagi Wisata (ISBN : 978-602-799-831-5) dan 2) Paradok Pulau Kecil “Wisata dan Batas Ekologis” (ISBN : 978-634-278-241-5). Melalui berbagai publikasi ilmiah, terus berkomitmen untuk menyediakan landasan saintifik bagi pengambil kebijakan dalam mengelola tantangan unik pembangunan di wilayah pesisir dan pulau kecil.