

Dilema Konservasi dan Eksploitasi Ekosistem Pulau Nusa Kambangan sebagai Paru-Paru Jawa

Dilemma of Conservation and Exploitation: The Threat of Ecosystem Damage on Nusa Kambangan Island as the Lungs of Java

Zhalfa Salsabila Rudianto Putri^{1*}, Kirana Nabila Putri Agrivani¹, Nuur Muchlis Tsalaatsa¹, Dyah Astriani¹, Fikky Dian Roqobih¹

¹Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang, Surabaya 60231

*Email : dyahastriani@unesa.ac.id

ABSTRACT: *This article examines the dilemma between conservation and exploitation on Nusa Kambangan Island, a protected nature reserve in Java. A systematic literature review (SLR) was conducted by searching nationally accredited Indonesian journals using keywords such as “Nusa Kambangan,” “conservation,” “karst ecosystem,” and “mangrove.” A preliminary 34 publications were screened based on relevance, year (2016–2025), language, and source credibility, resulting in seven selected articles that met the inclusion criteria. The findings indicate that Nusa Kambangan harbors critical ecosystems including lowland tropical forests, karst cave systems, and the Segara Anakan mangroves, which collectively support biodiversity and ecological balance. Pressures from deforestation, limestone mining, prison operations, and water pollution have led to ecosystem degradation. Conservation efforts through government regulations, ecosystem rehabilitation, and local wisdom-based management have been implemented but face challenges. An integrated governance-based management strategy is recommended to align conservation and development interests.*

Key words: *Nusa Kambangan, conservation, karst ecosystem, mangrove, biodiversity*

DOI: 10.24259/jhm.v18i1.50919

1. PENDAHULUAN

Pulau Nusa Kambangan menjadi salah satu kawasan konservasi yang terletak di Pulau Jawa tepatnya di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pulau ini mempunyai status sebagai cagar alam (Sulton et al., 2018). Secara geografis, Nusa Kambangan berada di pesisir selatan Jawa dan berbatasan langsung dengan Samudra Hindia, sehingga memiliki karakteristik ekosistem yang beragam, mulai dari hutan hujan tropis, hutan mangrove, hingga ekosistem pantai dan perairan laut. Kawasan ini secara hukum dikenal sebagai status cagar

alam habitat bagi berbagai flora dan fauna, termasuk beberapa spesies endemik dan dilindungi (Kurniawan et al., 2022).

Di balik statusnya sebagai Cagar Alam, Nusa Kambangan menghadapi tekanan eksploitasi yang terus mengikis kondisi ekologisnya. Aktivitas penambangan dan deforestasi menyebabkan kerusakan pada ekosistem yang mempercepat hilangnya hutan alami. Di sisi lain, degradasi kawasan mangrove mengurangi fungsi ekologisnya sebagai pelindung pantai dan tempat berkembang biota. Berbagai ancaman tersebut saling berinteraksi dan membentuk permasalahan kompleks yang tidak dapat diselesaikan secara parsial, sehingga memerlukan pendekatan pengelolaan yang terpadu dan berkelanjutan.

Kondisi faktual ini menunjukkan sebuah persoalan antara tuntutan konservasi yang telah ditetapkan oleh negara dengan berbagai tekanan eksploitasi sumber daya, kepentingan ekonomi, serta aspek keamanan yang juga berlangsung di kawasan tersebut. Kajian terdahulu umumnya membahas isu-isu ekologi sehingga terdapat kesenjangan penelitian dalam hal analisis terpadu yang menghubungkan tekanan eksploitasi dengan efektivitas tata kelola konservasi. Secara operasional, artikel ini bertujuan: (1) mengidentifikasi kondisi dan fungsi ekosistem Pulau Nusa Kambangan; (2) menganalisis tekanan eksploitasi dan dampak kerusakan lingkungan yang terjadi; serta (3) merumuskan rekomendasi tata kelola yang berkelanjutan berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. *Pengumpulan Data*

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dengan metode tinjauan pustaka sistematis terhadap topik yang sangat spesifik, yaitu kondisi ekosistem dan dinamika konservasi-eksploitasi di Pulau Nusa Kambangan. Pencarian literatur dilakukan pada Maret–April 2025 menggunakan database Google Scholar, ResearchGate, dan portal jurnal nasional terakreditasi SINTA. String pencarian yang digunakan adalah: ("Nusa Kambangan" OR "Nusakambangan") AND ("konservasi" OR "ekosistem" OR "deforestasi" OR

"karst" OR "mangrove" OR "biodiversitas"). Kriteria inklusi meliputi: (a) publikasi yang secara langsung membahas kondisi ekologi atau permasalahan lingkungan di Pulau Nusa Kambangan; (b) diterbitkan dalam jurnal ilmiah terindeks, prosiding, atau laporan kebijakan resmi; (c) berbahasa Indonesia atau Inggris; serta (d) diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2025. Kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak memiliki data spesifik tentang Nusa Kambangan, artikel opini tanpa dukungan data, dan sumber abu-abu yang tidak dapat diverifikasi. Berdasarkan 34 publikasi yang ditemukan pada tahap awal, dilakukan screening judul dan abstrak, menghasilkan 14 artikel yang relevan. Proses setelah penilaian kualitas berdasarkan metodologi, kebaruan data, dan relevansi topik, terpilih 7 publikasi sebagai sumber utama. Topik yang sangat spesifik dengan rentang geografis terbatas pada satu pulau menjadi alasan utama sedikitnya literatur yang memenuhi kriteria.

2.2. Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan pendekatan analisis deskriptif kualitatif dengan prosedur yang sistematis dan transparan. Pertama, setiap artikel dianalisis menggunakan matriks ekstraksi data yang mencakup kolom: judul artikel disertai penulis/tahun, temuan utama terkait konservasi, temuan terkait eksploitasi, dan temuan pembahasan. Kedua, informasi diklasifikasikan ke dalam empat kategori tema utama: (a) kondisi ekosistem, (b) bentuk dan ancaman eksploitasi, (c) dampak kerusakan lingkungan, dan (d) upaya konservasi yang telah diterapkan. Ketiga, dilakukan pernyataan kunci dalam setiap artikel untuk mengidentifikasi hubungan kausal antara tekanan lingkungan. Keempat, temuan dari berbagai sumber disintesis untuk membangun argumentasi yang komprehensif dan menjawab tujuan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3.1 Sintesis Temuan Literatur Konservasi dan Eksploitasi

Artikel	Aspek Konservasi	Aspek Eksploitasi	Temuan
Monitoring	Keberadaan	Ancaman	Keberadaan macan

Macan Tutul Jawa (<i>Panthera pardus melas</i>) dengan Kamera Trap di Cagar Alam Nusakambangan Timur (Santoso & Restanto, 2021)	spesies CR, metode monitoring, data baseline konservasi	terhadap habitat macan tutul akibat aktivitas manusia di sekitar cagar alam	tutul jawa (CR) dengan tingkat perjumpaan 4,44 per 100 hari. Aktivitas penebangan liar dan operasional lapas memecah habitat. Wilayah luas hingga 100 km ² , sementara eksploitasi lahan terus mempersempit ruang gerak satwa.
Identifikasi Rongga Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole (Andi & Setiahadiwibowo, 2020)	Pemetaan struktur karst untuk dasar zonasi perlindungan	Aktivitas tambang kapur merusak rongga karst bawah tanah	8 kluster rongga karst aktif di bawah permukaan. Rongga-rongga berfungsi sebagai reservoir air tawar alami yang menyuplai mata air dan menjaga kestabilan tanah. Aktivitas penambangan kapur dengan peledakan dan penggalian berat merusak bentang alam.
Diversitas Kelelawar Penghuni	Identifikasi spesies Kelelawar di	Gangguan habitat gua akibat	Kelelawar gua berperan sebagai pengendali hama alami

Gua di Kawasan Karst Nusa Kambangan (Bagus Putra Prakarsa et al., 2021)	gua	penambanga n dan aktivitas manusia	dan penyebar biji. Gangguan berupa kebisingan tambang atau getaran peledakan tanpa kendali menyebabkan stres pada koloni kelelawar.
Integrasi Kearifan Lokal dan Nilai Pancasila dalam Pengelolaan Ekosistem Kepulauan: Studi Kasus Kampung Laut (Isnaeni, 2025)	Sistem zonasi berbasis lokal zona larangan, terbatas, rehabilitasi mangrove	Sedimentasi dan penyusutan mangrove Segara Anakan (4.500 ha → 4.100 ha dalam 5 tahun)	Mangrove Segara Anakan merupakan penyangga alami yang meredam energi gelombang, mencegah abrasi, dan menjadi <i>nursery ground</i> di perairan. Eksploitasi berupa konversi lahan menjadi tambak dan penebangan bakau untuk kayu bakar telah mematahkan rantai ekologi.
A Checklist of the Herpetofauna of Nusa Kambangan Island (Kurniawan et al., 2022)	Inventarisasi herpetofauna, spesies endemik	Ancaman dari perubahan habitat (deforestasi, fragmentasi)	Pohon endemik yang hanya ditemukan di Nusa Kambangan. Secara global, spesies ini tidak memiliki kawasan konservasi lain. Eksploitasi hutan untuk pembukaan

			lahan lapas dan penebangan selektif mengancam populasi pohon.
Perkembangan Lembaga Pemasyarakatan Pulau Nusakambangan (Sulton et al., 2018)	Status cagar alam secara hukum (SK Menteri Kehutanan No. SK.2997/Men hut-VII/KUH/2014)	Alih fungsi lahan dan deforestasi untuk operasional lapas	Nusa Kambangan adalah cagar alam (kategori tertinggi untuk perlindungan ketat). Realitas terdapat delapan lapas yang beroperasi dan membutuhkan lahan untuk fasilitas pendukung akses jalan.
Morality: Jurnal Ilmu Hukum (Wahyudi, 2022)	Regulasi UU No. 5/1990, UU No. 32/2024, UU No. 32/2009 (PPP), Perda Cilacap No.2/2014 & No.5/2016	Pencemaran perairan dari tumpahan minyak dan limbah FABA PLTU Cilacap	Pencemaran perairan oleh limbah <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> dari PLTU Cilacap mengandung logam berat. Tumpahan minyak dari aktivitas industri pelabuhan juga terjadi.

3.1. Kondisi Ekosistem Pulau Nusa Kambangan

3.1.1. Ekosistem Hutan Dataran Rendah Tropis

Nusa Kambangan merupakan salah satu kawasan yang masih mempertahankan keberadaan hutan hujan tropis dataran rendah di Pulau Jawa. Berdasarkan hasil inventarisasi vegetasi di Cagar Alam Nusakambangan Timur (CANT), tercatat sebanyak 51 jenis pada tingkat pohon, 30 jenis pada tingkat

tiang, 37 jenis pada tingkat pancang, dan 54 jenis pada tingkat semai. Data tersebut menunjukkan tingginya keanekaragaman sekaligus struktur vegetasi yang relatif lengkap dan berlapis (Santoso & Restanto, 2021). Berdasarkan perspektif masyarakat sekitar, terutama komunitas nelayan Kampung Laut di Segara Anakan, keberadaan hutan yang terjaga berperan sebagai penyangga sedimentasi dan menjaga produktivitas perairan sebagai sumber mata pencaharian.

3.1.2. Ekosistem Karst dan Gua

Kawasan karst di Pulau Nusa Kambangan mempunyai karakteristik geologi yang khas. Ekosistem endokarst, seperti gua, menyediakan habitat yang sangat spesifik bagi organisme yang telah beradaptasi dengan kondisi minim cahaya dan kelembapan tinggi, terutama berbagai jenis kelelawar. Kawasan karst juga mempunyai sistem rongga bawah tanah yang kompleks, yang berfungsi dalam menyimpan dan mengalirkan air sehingga berperan penting dalam menjaga keseimbangan hidrologi serta kestabilan permukaan tanah (Bagus Putra Prakarsa et al., 2021).

3.1.3. Ekosistem Mangrove dan Sagara Anakan

Segara Anakan merupakan laguna yang dikelilingi oleh hutan mangrove. Kawasan mangrove ini berperan dalam melindungi garis pantai dari abrasi serta menjadi habitat bagi berbagai biota perairan, khususnya sebagai tempat pemijahan dan pembesaran (nursery ground) (Purwanto et al., 2017). Luas mangrove di Segara Anakan mengalami penurunan yang cukup signifikan dengan 4.500 ha menjadi 4.100 ha dalam kurun waktu 5 tahun. Kondisi ini dipengaruhi oleh tingginya sedimentasi yang berasal dari daerah aliran Sungai Citanduy serta adanya alih fungsi lahan (Isnaeni, 2025).

3.2. Permasalahan Lingkungan di Pulau Nusa Kambangan

3.2.1. Deforestasi dan Alih Fungsi lahan

Deforestasi menjadi salah satu ancaman paling krusial terhadap keberlanjutan ekosistem di Nusa Kambangan. Aktivitas penebangan hutan dan pembukaan lahan secara langsung mengurangi tutupan vegetasi alami yang

mempunyai fungsi penting sebagai habitat satwa, penyerap karbon, serta pengatur tata air di pulau. Di sisi lain sebagai kawasan dengan status cagar alam, realitas di lapangan menunjukkan adanya tekanan aktivitas manusia yang terus berlangsung (Sulton et al., 2018). Keberadaan delapan lembaga pemasyarakatan yang aktif beroperasi menimbulkan kebutuhan pembukaan lahan untuk fasilitas pendukung dan akses jalan. Konflik ruang antara kepentingan pemasyarakatan di bawah Kementerian Hukum dengan mandat konservasi di bawah KLHK mencerminkan tumpang tindih kewenangan yang membutuhkan penyelesaian kelembagaan secara struktural.

3.2.2. *Aktivitas Pertambangan*

Pertambangan khususnya penambangan batu kapur (limestone) menjadi salah satu ancaman yang secara langsung merusak struktur geologi sekaligus ekosistem karst di Nusa Kambangan. Kawasan karst yang terbentuk dalam waktu geologis yang sangat panjang ini menyimpan sistem gua, rongga bawah tanah, serta jaringan hidrologi yang kompleks dan sensitif terhadap gangguan. Hasil penelitian menggunakan metode geolistrik konfigurasi *dipole-dipole* menunjukkan adanya sejumlah kluster rongga karst aktif di bawah permukaan, yaitu tiga rongga pada lintasan A, dua pada lintasan B, satu pada lintasan C, dan dua pada lintasan D (Andi & Setiahadiwibowo, 2020). Kegiatan penambangan di kawasan cagar alam bertentangan dengan UU No. 5 Tahun 1990 dan UU No. 32 Tahun 2024. Perizinan tambang di Nusa Kambangan berlangsung dalam konteks tumpang tindih kewenangan antara pemerintah daerah dan pengelola konservasi (Ayuningrum & Purnaweni, 2018).

3.2.3. *Ancaman terhadap Keanekaragaman Hayati*

Macan tutul jawa (*Panthera pardus melas*) merupakan satu-satunya karnivora besar yang masih bertahan di Pulau Jawa setelah punahnya Harimau Jawa pada sekitar tahun 1980-an. Penilaian *International Union for Conservation of Nature*, spesies ini berstatus *Critically Endangered* (CR), yang menunjukkan tingkat ancaman tinggi menuju kepunahan di alam liar. Keberadaan macan tutul jawa di Nusa Kambangan telah terkonfirmasi melalui

pemantauan menggunakan *camera trap* di kawasan Cagar Alam Nusakambangan Timur (Santoso & Restanto, 2021).

Ekosistem gua karst ditemukan enam spesies di Gua Lempong Pucung dan lima spesies di Gua Kali Bener. Beberapa di antaranya merupakan spesies dengan status konservasi yang mendapat perhatian, seperti *Miniopterus schreibersi* yang tergolong rentan (*Vulnerable/VU*) dan mengalami penurunan populasi setidaknya 30% dalam kurun waktu sekitar 16,5 tahun, bahkan telah dilaporkan punah di beberapa negara di Eropa. Di satu sisi, keberadaan kelompok *Hipposideros* yang diduga merupakan *H. sorenseni* juga menjadi temuan penting (Bagus Putra Prakarsa et al., 2021). Pulau Nusa Kambangan menjadi salah satu habitat penting bagi berbagai jenis flora, termasuk spesies endemik seperti *Dipterocarpus littoralis*, yaitu pohon langka yang keberadaannya terbatas hanya di kawasan ini. Keunikan tersebut menjadikan Nusa Kambangan mempunyai nilai konservasi yang sangat tinggi (Kurniawan et al., 2022).

3.3. Dampak Kerusakan Lingkungan

3.3.1. Penurunan Kualitas Ekosistem

Degradasi ekosistem di Nusa Kambangan dapat diamati melalui berbagai indikator yang menunjukkan penurunan kualitas lingkungan secara nyata. Salah satu indikator yang cukup jelas adalah penyusutan luas kawasan mangrove di Segara Anakan dalam kurun waktu lima tahun (Isnaeni, 2025). Di sisi lain, kualitas perairan juga mengalami penurunan akibat pencemaran, seperti tumpahan minyak dari aktivitas industri serta limbah FABA dari PLTU Cilacap, yang secara langsung memengaruhi kondisi ekosistem pesisir (Wahyudi, 2022).

3.3.2. Potensi Bencana Ekologis

Kerusakan ekosistem yang berlangsung dapat berpotensi bencana yang tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga mengancam keselamatan manusia serta infrastruktur di sekitarnya. Salah satu dampak yang terlihat adalah meningkatnya abrasi pesisir akibat berkurangnya sabuk

mangrove di Segara Anakan. Hilangnya pelindung alami mangrove menyebabkan garis pantai menjadi lebih rentan terhadap banjir rob (Isnaeni, 2025). Kondisi geologi kawasan karst menghadirkan risiko tersendiri, terutama terkait potensi terjadinya *sinkhole*. Deforestasi turut memperbesar risiko bencana hidrometeorologi, karena berkurangnya kemampuan tanah dalam menyerap air sehingga aliran permukaan mempercepat erosi (Andi & Setiahadiwibowo, 2020).

3.4. Analisis Upaya Konservasi

3.4.1. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah Indonesia telah menetapkan berbagai kerangka hukum dan kebijakan sebagai upaya perlindungan lingkungan, termasuk di kawasan Nusa Kambangan. Status kawasan ini sebagai cagar alam ditetapkan melalui SK Menteri Kehutanan No. SK.2997/Menhut-VII/KUH/2014 (Santoso & Restanto, 2021). Di sisi lain, perlindungan secara umum diatur dalam UU No. 5 Tahun 1990 yang telah diperbarui melalui UU No. 32 Tahun 2024 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati, yang secara tegas melarang segala bentuk kegiatan yang dapat merusak ekosistem cagar alam (Wahyudi, 2022). Regulasi lain seperti UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup juga memperkuat prinsip tanggung jawab lingkungan melalui konsep *polluter pays principle* (PPP).

Pada tingkat daerah, pemerintah Kabupaten Cilacap turut menetapkan kebijakan melalui Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2014 dan No. 5 Tahun 2016 yang mengatur pengelolaan lingkungan hidup secara lebih spesifik di wilayah tersebut (Ayuningrum & Purnaweni, 2018). SK Dirjen KSDAE No. 180/IV-KKH/2015, pemerintah menetapkan 25 satwa prioritas yang terancam punah, termasuk macan tutul jawa sebagai salah satu spesies yang perlu mendapatkan perhatian khusus. Upaya konkret juga dilakukan melalui program rehabilitasi ekosistem, seperti penanaman mangrove seluas 650 hektare di wilayah Cilacap pada tahun 2021 (Wahyudi, 2022).

3.4.2. Efektivitas Perlindungan Kawasan

Kelembagaan perlindungan kawasan cagar alam di Nusa Kambangan telah dilaksanakan melalui pengawasan oleh BKSDA Jawa Tengah. Salah satu bentuk implementasi kebijakan konservasi dapat dilihat dari kegiatan monitoring macan tutul jawa menggunakan *camera trap*, yang berhasil mengonfirmasi keberadaan *Panthera pardus melas* sekaligus menyediakan data dasar (*baseline*) untuk mendukung pengelolaan kawasan (Santoso & Restanto, 2021). Di sisi lain, terdapat pula upaya positif seperti program rehabilitasi mangrove oleh pihak swasta melalui penanaman puluhan ribu bibit mangrove dalam beberapa tahun terakhir, yang berkontribusi pada pemulihan ekosistem pesisir (Wahyudi, 2022). Efektivitas kelembagaan secara keseluruhan masih menghadapi kendala serius, data kuantitatif tentang penindakan pelanggaran di kawasan belum tersedia dalam literatur yang diulas secara struktural. Indikator penegakan hukum dan partisipasi masyarakat perlu dikembangkan sebagai evaluasi yang lebih komprehensif.

3.5. Strategi Pengelolaan Berkelanjutan

3.5.1. Zonasi Kawasan

Penetapan zonasi yang jelas serta penerapannya secara konsisten merupakan salah satu instrumen paling penting dalam pengelolaan kawasan. Praktik yang telah dilakukan oleh masyarakat Kampung Laut menunjukkan bahwa pembagian wilayah secara terstruktur meliputi zona larangan, zona terbatas, dan zona bebas mampu mengurangi konflik antar nelayan (Isnaeni, 2025). Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis zonasi, terutama yang mengintegrasikan kearifan lokal dapat menjadi model yang relevan. Penyusunan zonasi perlu didukung oleh data ilmiah yang kuat, salah satunya melalui integrasi peta sebaran rongga karst ke dalam rencana tata kelola Kawasan (Andi & Setiahadiwibowo, 2020).

3.5.2. Integrasi Kebijakan Lingkungan

Pengelolaan kawasan Nusa Kambangan memerlukan pendekatan dalam mengintegrasikan data biodiversitas ke dalam sistem AMDAL, sehingga setiap rencana pembangunan di sekitar kawasan mempertimbangkan kondisi ekologis secara lebih komprehensif sejak tahap perencanaan. Koordinasi yang lebih erat antara instansi yang mempunyai kewenangan berbeda, seperti Kementerian Hukum dan HAM sebagai pengelola lembaga pemasyarakatan dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan sebagai pengelola kawasan cagar alam perlu diperhatikan. Pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem (*ecosystem-based management/EbM*) menekankan bahwa seluruh komponen ekosistem saling terhubung dan perlu dikelola sebagai satu kesatuan yang utuh, bukan secara terpisah (Isnaeni, 2025). Pendekatan ini sejalan dengan konsep pemanfaatan berkelanjutan yang menekankan bahwa penggunaan kawasan alam harus tetap mengutamakan pelestarian fungsi ekologisnya, sebagaimana dinyatakan bahwa pemanfaatan kawasan dilakukan dengan menitikberatkan pelestarian dibandingkan eksploitasi (Salim et al., 2020)

4. KESIMPULAN

Pulau Nusa Kambangan memiliki ekosistem bernilai tinggi dengan hutan dataran rendah tropis dengan 51 jenis pohon, sistem karst dengan delapan kluster rongga aktif sebagai reservoir air tawar alami, dan mangrove Segara Anakan sebagai tempat biota perairan. Keberadaan spesies kritis seperti macan tutul jawa dan flora endemik *Dipterocarpus littoralis* menjadikan kawasan ini memiliki nilai konservasi yang tidak tergantikan di Pulau Jawa. Tekanan eksploitasi bersumber dari empat sektor yang saling memperkuat: penambangan batu kapur yang merusak sistem karst, operasional delapan lapas yang mendorong konversi lahan, pencemaran perairan dari PLTU Cilacap dan aktivitas industri, serta sedimentasi dan alih fungsi lahan mangrove. Konflik ruang antara Kementerian Hukum dengan KLHK merupakan permasalahan kelembagaan yang belum terselesaikan dan menjadi faktor pendorong

degradasi yang persisten.

Rekomendasi tata kelola yang dirumuskan meliputi: (a) pembentukan forum koordinasi lintas kementerian untuk menyelesaikan konflik kewenangan secara struktural; (b) penetapan zonasi berdasarkan data ilmiah (peta karst, distribusi satwa, tutupan lahan) dalam koridor hukum cagar alam; (c) integrasi data biodiversitas ke dalam sistem AMDAL setiap proyek di kawasan penyangga; dan (d) penerapan pendekatan *ecosystem-based management* yang mengakui keterkaitan komponen ekosistem. Keberlanjutan ekologis Nusa Kambangan bergantung pada transformasi dari tata kelola sektoral yang terfragmentasi menuju tata kelola kolaboratif yang mengintegrasikan kepentingan ekologi, keamanan, dan kesejahteraan masyarakat secara terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, & Setiahadiwibowo, A. P. (2020). Identifikasi Rongga Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole Daerah Nusakambangan Cilacap Jawa Tengah. *Kurvatek*, 5(2), 47–54. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v5i2.2005>
- Ayuningrum, T. V., & Purnaweni, H. (2018). Sustainability Activities in the Mining Sector: Current Status and Challenges Ahead Limestone Mining in Nusakambangan. *E3S Web of Conferences*, 31, 1–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183108027>
- Bagus Putra Prakarsa, T., Sudarsono, & Suhandoyo. (2021). Diversitas Kelelawar Penghuni Gua Di Kawasan Karst Pulau Nusa Kambangan: Studi Gua Kali Bener dan Lempong Pucung. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 6, 48–56.
- Isnaeni, D. S. (2025). Integrasi Kearifan Lokal Dan Nilai Pancasila Dalam Pengelolaan Ekosistem Kepulauan: Studi Kasus Kampung Laut. *Jurnal SILA*, 1(1), 68–82.
- Kurniawan, N., Septiadi, L., Fathoni, M., Kadafi, M. A., & Marhendra, W. P. A. (2022). A Checklist of the Herpetofauna of Nusa Kambangan Island , Central Java , Indonesia. *Tropical Life Sciences Research*, 33(2), 91–131.
- Purwanto, P. B., Zaman, M. N., Yusuf, M., Romli, M., Syafi, I., Hardhaka, T., Fahmi, F. B., Saikhu, A. R., Rouf, M. S. A., Adi, A., Laily, Z., & Yugo, H. (2017). Inventarisasi Jamur Makroskopis di Cagar Alam Nusakambangan Timur Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 79–82.

- Salim, A., Maulany, R. I., & Oka, N. P. (2020). Optimalisasi Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Kawasan Bungkutoko Sulawesi Tenggara sebagai Kawasan Ekowisata. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 12(1), 24–38.
- Santoso, B., & Restanto, W. (2021). Monitoring Macan Tutul Jawa (*Panthera pardus melas* Cuvier, 1809) dengan Kamera Trap di Cagar Alam Nusakambangan Timur Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.21580/ah.v4i1.7923>
- Sulton, M., Sodiq, I., & Suryadi, A. (2018). Perkembangan Lembaga Pemasyarakatan Pulau Nusakambangan Kabupaten Cilacap. *Journal of Indonesian History*, 7(1), 45–55.
- Wahyudi, R. S. (2022). *Morality : Jurnal Ilmu Hukum Desember 2022, Volume 8 Nomor 2* 188. 8.