

Analisis Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Potensi Keanekaragaman Hayati Tinggi di Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis, Riau

Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and High Biodiversity Potential in Rupert Subdistrict, Bengkalis Regency, Riau

Hanifah Ikhsani^{1,2)}*, Muhammad Ikhwan³⁾, Emy Sadjati³⁾

¹⁾Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

²⁾Pusat Unggulan Iptek Gambut dan Kebencanaan, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

³⁾ Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Sains, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru, Riau, Indonesia
*Penulis korespondensi: hanifah.ikhsani@lecturer.unri.ac.id

Received Agustus 2025, Accepted November 2025, Published April 2026

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya tekanan manusia dan perubahan iklim, Kecamatan Rupert mengalami degradasi lingkungan dan ancaman terhadap keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI) dan potensi keanekaragaman hayati tinggi di Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei tahun 2024 sampai dengan bulan Mei 2025 di Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis, Riau. Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel perekaman Tahun 2023-2024 pada analisis NDVI. Pengumpulan data dilakukan dengan metode rapid survei. Identifikasi jenis tumbuhan menggunakan analisis vegetasi dengan metode garis berpetak sedangkan pengamatan jenis satwa liar menggunakan teknik langsung dan tidak langsung atau wawancara dengan masyarakat lokal. Pengamatan langsung dilakukan dengan kombinasi antara metode titik pengamatan *point abundance* (PA) dengan metode transek jalur (*strip transect*). Analisis potensi keanekaragaman hayati menggunakan metode *Weighted Linear Combination* (WLC). Penelitian ini menemukan bahwa Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis memiliki 5 kelas NDVI: lahan tidak bervegetasi nilai $-1 < \text{NDVI} < -0,03$; 1610,91 ha (1,64 %), vegetasi sangat rendah nilai $-0,03 < \text{NDVI} < 0,15$; 538,44 ha (0,55 %), vegetasi rendah nilai $0,15 < \text{NDVI} < 0,25$; 2063,24 ha (2,10 %), vegetasi sedang nilai $0,25 < \text{NDVI} < 0,35$; 5030,82 ha (5,12 %) dan vegetasi tinggi nilai $0,35 < \text{NDVI} < 1$; 88989,44 ha (90,59 %). Kelas keanekaragaman hayati di Kecamatan Rupert terdiri atas kelas rendah (86136,15 ha), sedang (6949,43 ha) dan tinggi (5147,27 ha). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti homogenitas habitat seperti monokultur (kebun kelapa sawit; Hutan Tanaman Industri), tingkat degradasi yang tinggi, serta minimnya mikrohabitat yang mendukung tumbuhan dan satwa liar.

Kata kunci: Citra sentinel, indeks vegetasi; pulau Rupert, *weighted linear combination*

ABSTRACT

Due to increasing human activity and climate change, Rupert District is facing environmental degradation and threats to biodiversity. Therefore, the objective of this study is to analyze the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) values and the potential for high biodiversity. The study was conducted from May 2024 to May 2025 in Rupert District, Bengkalis Regency, in the province of Riau. Sentinel satellite imagery from 2023-2024 was used for the NDVI analysis. Data were collected using the rapid survey method. Plant species were identified using vegetation analysis with the grid line method, and wildlife species were observed using direct and indirect techniques or interviews with local communities. Direct observations were carried out using a combination of the point abundance (PA) method and the strip transect method. The analysis of biodiversity potential used the weighted linear combination (WLC) method. The study revealed that Rupert Subdistrict in Bengkalis Regency has NDVI classes: non-vegetated land $-1 < \text{NDVI} < -0.03$; 1,610.91 ha (1.64%), very low vegetation $-0.03 < \text{NDVI} < 0.15$; 538.44 ha (0.55%), low vegetation $0.15 < \text{NDVI} < 0.25$; 2,063.24 ha (2.10%), moderate vegetation $0.25 < \text{NDVI} < 0.35$; 5,030.82 ha (5.12%); and high vegetation $0.35 < \text{NDVI} < 1$; 88,989.44 ha (90.59%). The biodiversity classes in Rupert District consist of low (86,136.15 ha), medium (6,949.43 ha), and high (5,147.27 ha) classes. This is due to several factors, such as habitat homogeneity (e.g., monoculture, such as oil palm and industrial forest plantations), high degradation levels and a lack of microhabitats.

Keywords: Sentinel imagery, Rupert Island; vegetation index; weighted linear combination

PENDAHULUAN

Tutupan lahan merupakan komponen penting dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan, terutama berkenaan dengan pengelolaan keanekaragaman hayati. Perubahan tutupan lahan akibat aktivitas manusia seperti deforestasi, ekspansi perkebunan, dan pembangunan infrastruktur telah menyebabkan degradasi habitat dan menurunnya kualitas lingkungan secara global (Kim *et al.*, 2024; Sharma *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemantauan tutupan lahan secara berkala dan akurat sangat diperlukan guna mendukung kebijakan berbasis data dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah.

Salah satu pendekatan yang efektif untuk memantau tutupan lahan adalah melalui pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dengan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* atau NDVI. Indeks spektral ini mampu mengukur kerapatan dan kondisi vegetasi berdasarkan perbedaan antara pantulan cahaya inframerah dekat (NIR) dan merah (*red*) pada citra satelit. Nilai NDVI memberikan indikasi terhadap tingkat kehijauan dan kesehatan vegetasi, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi area dengan tutupan vegetasi yang baik serta mendeteksi degradasi lahan. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan vegetasi yang lebih sehat dan lebih padat (Andini *et al.*, 2018; Fitriani *et al.*, 2023; Purhartanto *et al.*, 2019).

Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, merupakan wilayah yang memiliki posisi strategis baik secara ekologis maupun geografis. Pulau ini dikenal sebagai bagian dari kawasan pesisir yang kaya akan potensi ekosistem mangrove, hutan rawa, dan hutan tropis dataran rendah (Fitmawati *et al.*, 2021; Syahrial *et al.*, 2021). Keanekaragaman hayati di kawasan ini sangat penting tidak hanya untuk keseimbangan alam, tetapi juga untuk kehidupan masyarakat yang bergantung pada sumber daya alam setempat. Namun demikian, seperti banyak wilayah lain di Sumatera, Rupert menghadapi tekanan akibat perubahan penggunaan lahan yang berdampak pada potensi keanekaragaman hayati lokal (Husaini & Darfia, 2021; Jayakusuma *et al.*, 2023; Setiawan, 2022; Syahrial *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pemantauan terhadap kondisi vegetasi dan keanekaragaman hayati di Kecamatan Rupert, Pulau Rupert menjadi sangat penting untuk mengetahui status dan potensi yang ada serta menentukan langkah-langkah konservasi yang tepat.

Penggunaan NDVI dalam menganalisis tutupan lahan di Kecamatan Rupert belum banyak dikaji secara komprehensif, terutama yang dikaitkan dengan potensi keanekaragaman hayati tinggi. Integrasi analisis NDVI dan data biodiversitas, diharapkan dapat menjadi langkah untuk mengidentifikasi area

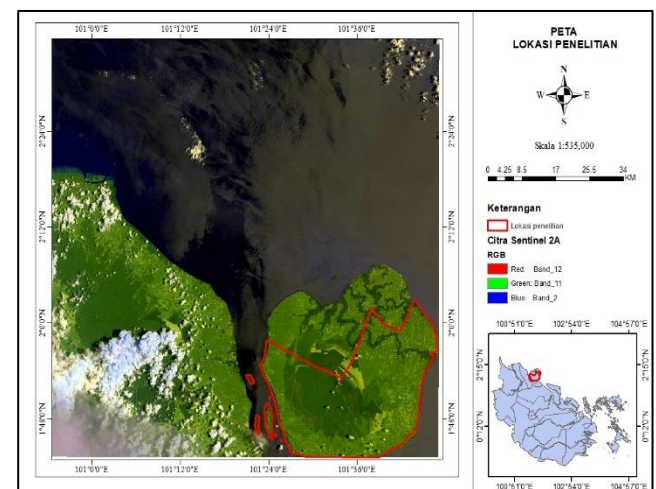
prioritas konservasi di wilayah ini. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya memanfaatkan NDVI untuk memetakan perubahan tutupan lahan atau untuk keperluan pemantauan pertanian dan kehutanan secara umum. Namun, penelitian yang secara spesifik mengaitkan nilai NDVI dengan potensi keanekaragaman hayati, khususnya di wilayah Kecamatan Rupert, masih sangat terbatas. Selain itu, belum banyak studi yang mengintegrasikan analisis spasial NDVI dengan data atau estimasi keragaman spesies lokal untuk tujuan konservasi di tingkat kecamatan, sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode integrasi data NDVI dengan pendekatan ekologi spasial dalam konteks kehutanan dan konservasi keanekaragaman hayati.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan nilai NDVI dan potensi keanekaragaman hayati tinggi di Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis. Penelitian ini diharapkan menjadi bahan masukan dalam kegiatan pengelolaan kawasan Kecamatan Rupert, Riau.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 sampai dengan Mei 2025. Lokasi penelitian adalah Kecamatan Rupert, Pulau Rupert, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (*Geographic Positioning System*), alat tulis, kamera dan *tally sheet*. Bahan yang akan digunakan adalah citra satelit Sentinel perekaman Tahun 2024-2025. Citra diunduh pada *website* <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>, Peta batas

administrasi daerah, peta jaringan jalan, sungai dan topografi yang diperoleh dari BIG (Badan Informasi Geospasial) diunduh pada *website* <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>.

Analisis Indeks Vegetasi

Transformasi indeks vegetasi yang digunakan adalah algoritma NDVI. NDVI merupakan salah satu indeks kehijauan vegetasi yang akurat dan paling sering digunakan untuk menunjukkan aktifitas fotosintesis suatu vegetasi. Berdasarkan nilai akurasi, NDVI memiliki nilai yang lebih baik daripada segmentasi (88,9% sesuai) (Andini *et al.*, 2018). Kegiatan analisis indeks vegetasi NDVI menggunakan Citra Sentinel 2A yang memiliki saluran *band near infrared* dan *band red* yang dapat membedakan kerapatan vegetasi dan lahan terbuka.

Proses pengolahan NDVI melalui proses pemilihan citra yang memiliki persentase tutupan awan <15 % untuk menghindari gangguan awan dan kabut pada perhitungan NDVI. Tahapan selanjutnya melakukan koreksi radiometrik serta geometrik agar meminimalisir efek atmosfer dan distorsi spasial. Perhitungan NDVI didapatkan dari selisih normalisasi antara band red dan band near infrared dibagi dengan jumlah kedua band tersebut pada citra. Algoritma NDVI dapat dilihat pada persamaan (1). Nilai dari NDVI berkisar dari -1 hingga +1 dengan semakin tinggi nilai NDVI maka akan semakin tinggi kerapatan vegetasinya. Selanjutnya akan didapatkan hasil analisis kerapatan vegetasi dengan rentang klasifikasi merujuk pada (Andini *et al.*, 2018) yang ditampilkan pada Tabel 1.

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \dots\dots \text{Persamaan 1}$$

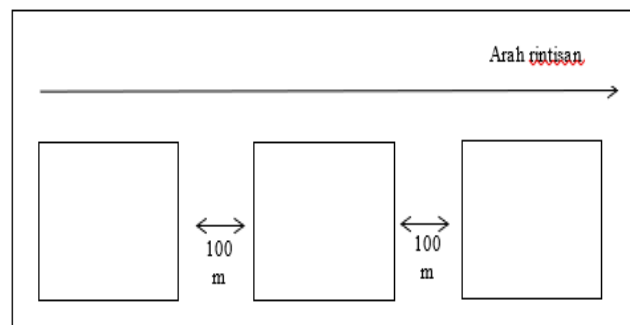
Tabel 1. Klasifikasi NDVI

Rentang klasifikasi	Jenis kerapatan
-1 < NDVI < -0,03	Lahan tidak bervegetasi
-0,03 < NDVI < 0,15	Vegetasi sangat rendah
0,15 < NDVI < 0,25	Vegetasi rendah
0,25 < NDVI < 0,35	Vegetasi sedang
0,35 < NDVI < 1	Vegetasi tinggi

Inventarisasi Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar

Secara umum, pengambilan data dilakukan menggunakan metode rapid survei (Direktorat Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial, 2021). Metode rapid survei dilakukan dengan peninjauan lapangan ke lokasi atau areal kerja untuk melihat tanda-tanda keberadaan tumbuhan dan satwa liar hingga melakukan wawancara kepada masyarakat sekitar sebagai informasi tambahan jika diperlukan.

Identifikasi jenis tumbuhan menggunakan analisis vegetasi dengan metode garis berpetak. Luas areal penelitian sebesar 98.232,85 Ha. Penelitian ini menggunakan Intensitas Sampling atau IS sebesar 1% sehingga plot penelitian berjumlah 25 plot. Pada setiap jalur dibuat plot berukuran 20 x 20 m. Jalur dibuat dengan arah tegak lurus kontur atau aliran sungai (Gambar 2).



Gambar 2. Desain Metode Garis Berpetak

Pengamatan jenis satwa liar menggunakan teknik langsung (pengamatan di lapangan) dan tidak langsung atau wawancara dengan masyarakat lokal. Pengamatan langsung dilakukan dengan kombinasi antara metode titik pengamatan *point abundance* (PA) dengan metode transek jalur (*strip transect*). Pengamatan ini dilakukan bersama-sama di dalam satu jalur pengamatan dengan jenis tumbuhan. Pengamatan satwa liar dilakukan pada pagi hari (05.30 – 09.00 Wib) dan sore hari (15.30 – 18.00 Wib).

Analisis Potensi Keanekaragaman Hayati Tinggi

Analisis mengacu pada Pedoman Penentuan Areal Kajian, Penyiapan serta Teknik Analisis Data dan Informasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi (Direktorat Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial, 2021). Metode pembobotan atau skoring memperhitungkan bobot yang berbeda pada setiap parameter yang digunakan. Penggunaan skoring atau *Weighted Linear Combination* (WLC) dilakukan untuk merepresentasikan tingkat kedekatan dan keterkaitan pada suatu fenomena secara spasial.

Tahapan yang dilakukan antara lain dimulai dengan mengumpulkan data pada setiap variabel. Format atribut pada setiap variabel tersebut diseragamkan dan dibagi ke dalam kelas yang masing-masing mempunyai nilai skor yang menunjukkan nilai keanekaragaman hayati tinggi. Skoring mengacu pada kriteria analisis skoring pada yang disajikan pada Tabel 2. Setelah masing-masing kelas pada setiap variabel telah diberi nilai skor, maka peta tersebut dilakukan *overlay* untuk menghasilkan nilai total skor dalam penentuan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi. Kategori kelas keanekaragaman hayati tinggi yaitu Kelas Tinggi, apabila total skor > 60; Kelas Sedang, apabila total skor antara 40 – 60 dan Kelas Rendah, apabila total skor < 40.

Tabel 2. Kriteria Skoring

No	Variabel	Kriteria	Bobot	Skor	Nilai
1	Ketersediaan Air	Permanen/Perennial (tersedia sepanjang tahun)	20 %	100	20
		Episodik/ Intermittent (tersedia selama musim hujan)		60	12
		Ephemeral (tersedia saat terjadi hujan)		20	4
2	Penutupan Lahan	Vegetasi Primer	30 %	100	30
		Vegetasi Sekunder		60	18
		Vegetasi campuran/ gangguan/ buatan		20	6
3	Tumbuhan dan Satwa Liar dengan kriteria: a. Dilindungi b. Endemisitas c. Distribusi populasi spesies terbatas/ terancam, spesies migran, dan d. Simbol masyarakat adat/ Pemerintah daerah	Data perjumpaan/ penemuan terkonfirmasi yang bersumber dari dokumen < 5 tahun terakhir	50 %	100	50
		Data perjumpaan/ penemuan terkonfirmasi yang Bersumber dari dokumen 5 – 10 tahun		60	30
		Tidak ada data Perjumpaan/ penemuan		20	10

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai NDVI

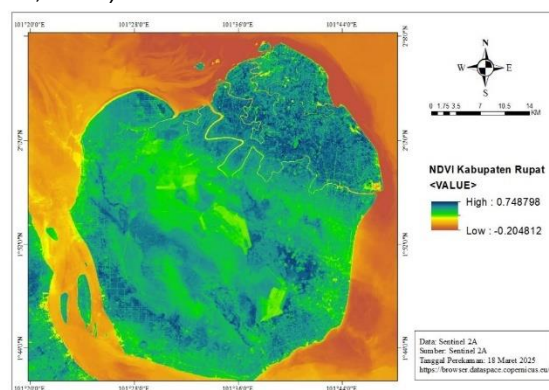
Hasil perhitungan NDVI menghasilkan peta NDVI yang menunjukkan informasi mengenai distribusi spasial suatu vegetasi. NDVI juga mampu menunjukkan indikasi keberadaan vegetasi yang baik hingga subur hingga dapat memantau vegetasi pesisir (Erasmu *et al.*, 2021; Ikhsani, 2021; Musyawah & Malik, 2024; Vélez *et al.*, 2023). Pengklasifikasian nilai NDVI menjadi 5 kelas antara lain lahan tidak bervegetasi, vegetasi sangat rendah, vegetasi rendah, vegetasi sedang dan vegetasi tinggi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Nilai dan Luas NDVI

Nilai NDVI	Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
-1 < NDVI < -0,03	Lahan tidak bervegetasi	1610.91	1.64
-0,03 < NDVI < 0,15	Vegetasi sangat rendah	538.44	0.55
0,15 < NDVI < 0,25	Vegetasi rendah	2063.24	2.10
0,25 < NDVI < 0,35	Vegetasi sedang	5030.82	5.12
0,35 < NDVI < 1	Vegetasi tinggi	88989.44	90.59
Jumlah		98232.85	100

Data NDVI yang diperoleh dari hasil pengolahan citra satelit menunjukkan distribusi vegetasi yang sangat mendominasi pada wilayah studi. Berdasarkan total luas wilayah sebesar 98.232,85 ha, kelas vegetasi tinggi mencakup 88.989,44 ha (90,59%), sedangkan sisanya terbagi pada kelas vegetasi sedang hingga lahan tidak bervegetasi. Distribusi ini mengindikasikan kondisi ekologis wilayah studi yang relatif baik dari segi kerapatan vegetasi. NDVI tidak hanya menunjukkan kepadatan vegetasi, tetapi juga bisa diinterpretasikan untuk mengidentifikasi jenis tutupan lahan berdasarkan tingkat kehijauan dan kerapatan kanopi.

Tingginya proporsi area dengan nilai NDVI > 0,35 (Gambar 3) mengindikasikan tutupan lahan yang padat vegetasi, seperti hutan lebat, lahan perkebunan yang sehat, atau ekosistem alami yang relatif belum terganggu. Hal ini sejalan dengan temuan Caruso *et al.*, (2023) dan Solihin *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa nilai NDVI > 0,35 umumnya menunjukkan kondisi vegetasi yang sehat dan produktif, dengan tingkat fotosintesis yang tinggi. Nilai NDVI yang tinggi berkorelasi positif dengan indeks kesehatan vegetasi, tingkat kelembaban tanah yang baik, dan penutupan tajuk yang rapat, sehingga kawasan tersebut memiliki peran penting dalam menjaga jasa ekosistem seperti penyimpanan karbon, pengaturan iklim mikro, dan perlindungan keanekaragaman hayati (Anees *et al.*, 2024; Bai *et al.*, 2025; Caruso *et al.*, 2023; Martinez & Labib, 2023).



Gambar 3. Peta NDVI Kecamatan Rupert, Riau

Nilai NDVI yang sangat tinggi ini umumnya berasosiasi dengan hutan primer, hutan sekunder yang lebat, perkebunan tahunan seperti kebun kelapa sawit atau karet dan vegetasi alami lain dengan struktur tajuk yang rapat. Menurut (Clark *et al.*, 2011), wilayah dengan NDVI > 0,35 umumnya di dominasi oleh tutupan hutan hujan tropis dan perkebunan yang memiliki indeks kehijauan tinggi karena daun-daun yang lebat dan berklorofil aktif. NDVI > 0,4,

menandakan kondisi vegetasi yang sangat baik dan tutupan tanah yang hampir penuh (Clark *et al.*, 2011; Gao *et al.*, 2022). Wilayah dengan NDVI dominasi > 90% pada umumnya merupakan kawasan berhutan lebat, hutan produksi alam, atau perhutanan sosial dengan kondisi vegetasi sehat.

Kelas vegetasi sedang ($0,25 < NDVI < 0,35$) mencakup sekitar 5,12% dari luas wilayah. Kategori ini sering dikaitkan dengan semak belukar, lahan pertanian musiman, atau wilayah yang mulai mengalami degradasi ringan. Sementara itu, kelas vegetasi rendah hingga tidak bervegetasi hanya menyumbang sekitar 4,29%, yang dapat mengindikasikan keberadaan permukiman, lahan terbuka, lahan kritis, atau badan air. Hasil ini konsisten dengan penelitian oleh (Karnieli *et al.*, 2010) yang menunjukkan bahwa area dengan NDVI di bawah 0,15 biasanya menunjukkan tutupan lahan yang minim vegetasi, seperti lahan terbangun, tambang, atau daerah kering dengan tingkat erosi tinggi. Nilai NDVI pada rentang ini menunjukkan tutupan lahan sedang, seperti lahan pertanian campuran, lahan semak, atau area hutan yang mulai terfragmentasi. Januar *et al.*, (2016) mengaitkan NDVI antara 0,25–0,35 dengan ladang berpindah, area peralihan antara hutan dan lahan pertanian, serta semak belukar yang tumbuh kembali di lahan bekas tebangan. Solihin *et al.*, (2020) juga menemukan nilai NDVI ini pada wilayah tegalan, yaitu lahan tadah hujan dengan rotasi musiman dan vegetasi yang tidak seragam.

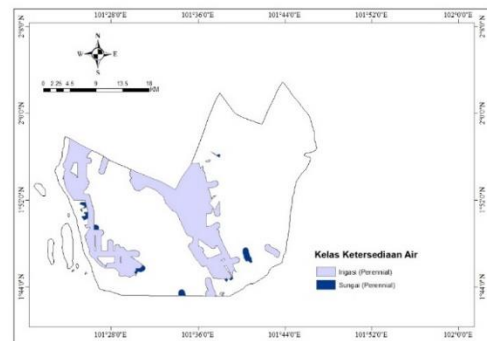
Vegetasi Rendah hingga tidak Bervegetasi ($NDVI < 0,25$) sebesar 4,29% umumnya menunjukkan area yang sangat sedikit atau tidak memiliki vegetasi, dan berkaitan dengan lahan terbangun (permukiman), jalan, badan air, atau lahan terbuka/kritis. $NDVI < 0,1$ berkaitan erat dengan area terbangun di permukiman, lahan kosong dan tambang terbuka, pantai terbuka, sawah pasca panen, dan lahan kritis erosi berat (Gao *et al.*, 2022; Kanjin & Alam, 2024).

Tingginya tutupan vegetasi alami sangat penting dalam konteks konservasi keanekaragaman hayati, terutama jika kawasan tersebut berada dalam ekosistem hutan tropis. Myers *et al.*, (2000) menyatakan bahwa kawasan dengan tutupan vegetasi tinggi berpotensi menjadi hotspot keanekaragaman hayati, terutama jika dikombinasikan dengan spesies endemik dan tekanan antropogenik yang rendah. Namun, wilayah dengan NDVI rendah tetap perlu diperhatikan, karena berpotensi menjadi indikator degradasi lahan yang jika tidak dikelola dengan baik, dapat menyebar dan berdampak pada ekosistem sekitarnya.

Potensi Keanekaragaman Hayati Tinggi di Kecamatan Rupert Ketersediaan Air

Ketersediaan air di Kecamatan Rupert didominasi oleh sistem irigasi perenial dengan jumlah yang terbatas (Gambar 4). Ketersediaan air di wilayah pulau umumnya menghadapi tantangan akibat keterbatasan sumber daya air tawar yang tersedia. Sumber air utama seperti air tanah dan air hujan yang

terbatas dan rentan terhadap kontaminasi serta intrusi air laut. Kondisi ini diperparah oleh perubahan iklim yang mengubah pola curah hujan dan menaikkan permukaan air laut, menyebabkan intrusi air asin ke akuifer air tawar (Cantelon *et al.*, 2024; Wu *et al.*, 2022). Banyak pulau kecil bergantung pada penampungan air hujan sebagai sumber utama air tawar. Selain itu, perubahan iklim juga memengaruhi pola curah hujan dan dapat mengancam keberlanjutan sumber daya air. Perubahan iklim memperparah kondisi ketersediaan air di pulau-pulau kecil dengan menurunkan curah hujan dan meningkatkan evaporasi (**Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**). Ketersediaan air juga dipengaruhi oleh pertumbuhan populasi dan aktivitas ekonomi seperti pariwisata yang meningkatkan kebutuhan air bersih. Aktivitas pariwisata juga sering dilakukan di wilayah ini karena dekat dengan beberapa objek wisata alam.



Gambar 4. Peta Ketersediaan Air di Kecamatan Rupert, Riau

Sumber air yang tersedia terlihat mengalir sangat lambat, berwarna kecokelatan, dikelilingi oleh vegetasi riparian berupa pohon kelapa sawit dan pohon kelapa, serta tumbuhan semak ditepiannya. Kondisi ini menunjukkan adanya sedimentasi dan aliran yang terbencong (Gambar 5a). Untuk sumber air lainnya, terlihat air tampak lebih luas dan tertutup vegetasi genangan/hijau, dengan ekosistem semak di sekitar tebing sungai. Aliran terlihat minimal, yang menandakan potensi tingkat oksigen rendah dan proses alami seperti pengendapan (Gambar 5b).



Gambar 5. Ketersediaan Air di Kecamatan Rupert: a. Dekat dengan Pemukiman Masyarakat; b. Tidak Ada Pemukiman Masyarakat di Sekitarnya

Vegetasi memegang peranan penting terhadap kondisi air di Kecamatan Rupert. Vegetasi tepi sungai yang lebat berfungsi sebagai keteduhan dan penahan sedimentasi, serta meningkatkan kualitas air dengan menyaring polutan. Tingkat kerentanan pantai juga

No	Nama Jenis	Nama Ilmiah	Titik Koordinat	
			X	Y
3	Burung Tekukur	<i>Streptopelia chinensis</i>	101.437505	1.785782
4	Burung Tekukur	<i>Streptopelia chinensis</i>	101.448563	1.766884
5	Burung Elang Brontok	<i>Spizaetus cirrhatus</i>	101.428493	1.814575
6	Burung Walet	<i>Collocalia linchi</i>	101.428101	1.813205
7	Burung Walet	<i>Collocalia linchi</i>	101.514872	1.749299
8	Burung Walet	<i>Collocalia linchi</i>	101.467757	1.795328
9	Burung Pelatuk	<i>Picus chlorolophus</i>	101.459802	1.838
10	Burung Jalak	<i>Sturnus contra</i>	101.490393	1.752517
11	Burung Bangau Putih	<i>Ciconia ciconia</i>	101.2552716	1.4744304
12	Babi Hutan	<i>Sus scrofa</i>	101.4362	1.779703
13	Babi Hutan	<i>Sus scrofa</i>	101.431275	1.795668
14	Tupai	<i>Scandentia</i>	101.464876	1.819347
15	Tupai	<i>Scandentia</i>	101.458624	1.836947
16	Monyet Ekor Panjang	<i>Macaca fascicularis</i>	101.44544	1.825958
17	Beruk	<i>Macaca nemestrina</i>	101.445767	1.79531
18	Duyung	<i>Dugong dugon</i>	101.729079	1.811059
19	Ular Piton	<i>Pythonidae</i>	101.463809	1.807117
20	Ular Piton	<i>Pythonidae</i>	101.524587	1.758467
21	Ular Jali	<i>Ptyas mucosa</i>	101.2558314	1.470156
22	Ular Bakau	<i>Fordonia leucobalia</i>	101.404716	1.87789
23	Buaya Muara	<i>Crocodylus porosus</i>	101.428602	1.806255
24	Biawak	<i>Varanus salvator</i>	101.2558314	1.470156
25	Biawak	<i>Varanus salvator</i>	101.404716	1.87789
26	Biawak	<i>Varanus salvator</i>	101.428602	1.806255
27	Biawak	<i>Varanus salvator</i>	101.2558314	1.470156
28	Kura-Kura	<i>Testudines</i>	101.2615816	1.4834704
29	Penyu	<i>Chelonioidea</i>	101.397568	1.886915

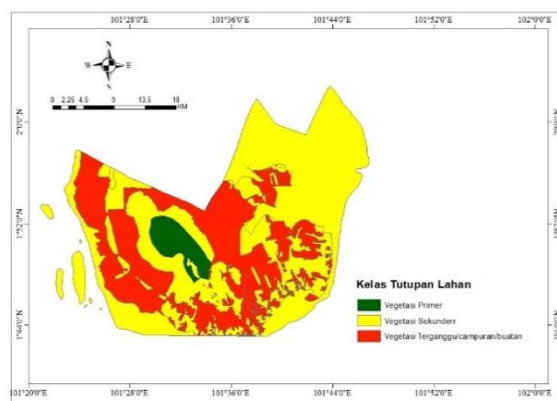
Tutupan Lahan

Pulau Rupaat merupakan salah satu pulau yang terdapat di Provinsi Riau, terletak di sisi timur Pulau Sumatera. Tanahnya di dominasi oleh substrat tanah organosol atau tanah gambut seluas 88.409,62 Ha dan tanah mineral seluas 52.613,46 Ha dengan Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Pulau Rupaat terdiri atas dua periode kondisi defisit setiap tahunnya (Kusairi *et al.*, 2024). Tanah gambut mempunyai kapasitas penyimpanan air yang besar.

Akan tetapi daya resistensi terhadap perubahan pH nya lebih signifikan dibandingkan dengan tanah mineral. Hal ini mengakibatkan kondisi air tanah bagi pertumbuhan tanaman secara umum kurang baik, karena memiliki sifat asam dengan pH sekitar 3 – 5 (Siregar *et al.*, 2021).

Data dan informasi penutupan lahan dapat menggambarkan kondisi secara umum apakah area tersebut memiliki vegetasi yang masih asli atau sudah terganggu. Secara tidak langsung kondisi tersebut dapat mengimplikasikan tinggi atau rendahnya keanekaragaman hayati di area tersebut (Gambar 10). Tutupan hutan berperan penting bagi kehidupan satwa liar yang menyediakan berbagai komponen penting bagi satwa liar seperti tempat berlindung dan sumber makanan.

Kondisi tutupan lahan yang terdapat di Kecamatan Rupaat antara lain kelas hutan rawa primer (4150,53 ha atau 6,6871 %), hutan rawa sekunder (11417,45 ha atau 18,40 %), Hutan Tanaman Industri atau HTI (8600,34 ha atau 13,86 %), lahan terbuka (6204,47 ha atau 9,99 %), perkebunan campuran (7923,89 ha atau 12,77 %), perkebunan kelapa sawit (12389,38 ha atau 19,96 %), pemukiman (0,099 ha atau 0,0002 %), rawa (11065,53 ha atau 17,83 %) dan semak belukar (316,03 ha atau 0,51 %) (Gambar 8). Dokumentasi lapangan pada kelas tutupan lahan tersebut ditampilkan pada Gambar 9.

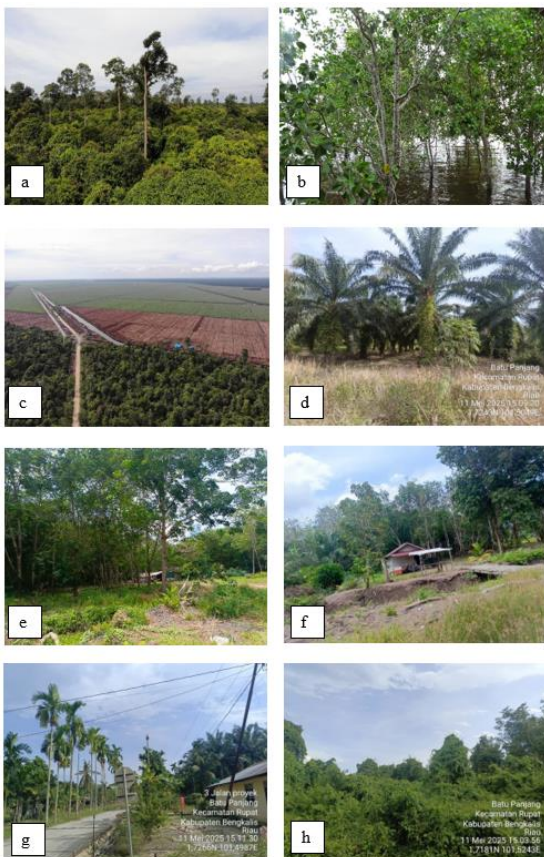


Gambar 8. Peta Penutupan Lahan Kecamatan Rupaat, Riau

Keberadaan tanaman kelapa sawit tidak hanya berada di perkebunan pada HGU (Hak Guna Usaha), tetapi juga sering ditemukan pada perkebunan skala kecil dan menengah milik perorangan atau kelompok tani. Mayoritas masyarakat menanam sawit di belakang rumah hingga disekitar pekarangan rumah seperti pada Gambar 10f. Selain itu, kecenderungan masyarakat di wilayah Riau, termasuk Kecamatan Rupaat untuk menanam kelapa sawit di pekarangan rumah serta mengembangkan sistem agroforestri dengan kombinasi tanaman kehutanan seperti karet, pinang, dan kelapa, mencerminkan adaptasi terhadap kondisi sosial-ekonomi dan lingkungan setempat. Kelapa sawit menjadi primadona di sektor pertanian karena memberikan pendapatan tetap bagi petani mandiri, meskipun ada tantangan seperti biaya perawatan yang tinggi dan perubahan praktik

pertanian. Kebun kelapa sawit juga memberikan dampak positif terhadap ekonomi masyarakat seperti meningkatkan pendapatan, membuka lapangan kerja, dan mempermudah aksesibilitas (Qiasa & Niswatin, 2024).

Kelas tutupan lahan tertinggi lainnya di Kecamatan Rupert adalah hutan rawa sekunder. Pulau Sumatra, khususnya di Provinsi Riau merupakan ekosistem yang mengalami regenerasi alami setelah gangguan seperti penebangan, kebakaran, atau konversi lahan. Meskipun telah mengalami degradasi, hutan ini tetap memiliki peran penting dalam konservasi keanekaragaman hayati dan penyimpanan karbon. Hutan rawa sekunder di kawasan konservasi PT National Sago Prima, Selat Panjang, Riau, menunjukkan bahwa hutan rawa sekunder memiliki kekayaan spesies yang tinggi dengan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener untuk pohon adalah 3,05, menunjukkan keanekaragaman yang tinggi (Gunawan & Mizuno, 2012). Begitu juga dengan struktur hutan rawa sekunder di Cagar Biosfer Giam Siak Kecil–Bukit Batu, Riau yang menunjukkan kemampuan regenerasi alami yang baik, dengan 135 spesies pohon teridentifikasi. Studi hutan rawa sekunder lainnya seperti di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa hutan rawa sekunder memiliki struktur yang berbeda dibandingkan hutan primer, dengan dominasi spesies pionir seperti *Macaranga motleyana*. Indeks Keanekaragaman Shannon lebih rendah di hutan sekunder (1,13) dibandingkan hutan primer (1,35–1,36), mencerminkan struktur yang lebih homogen akibat gangguan sebelumnya (Novita *et al.*, 2021).



Gambar 9. Tutupan Lahan di Kecamatan Rupert: a). Hutan Alam Lahan Kering; b). Hutan Alam Lahan Basah; c). Tanaman Industri; d). Kebun Sawit; e). Kebun Karet; f dan g). Pemukiman; h). Semak Belukar

Kelas Keanekaragaman Hayati Tinggi di Kecamatan Rupert

Penentuan skoring kelas keanekaragaman hayati merupakan proses penilaian tingkat keanekaragaman hayati (*biodiversity*) suatu wilayah berdasarkan berbagai parameter ekologis dan spasial. Melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografis, proses ini dilakukan secara terstruktur dan terintegrasi secara spasial sehingga menghasilkan kelas keanekaragaman hayati yang disajikan pada Tabel 7.

Sebagian besar kawasan, yaitu sekitar 87,7% (Gambar 10) dikategorikan memiliki potensi keanekaragaman hayati rendah. Ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti homogenitas habitat seperti monokultur atau kawasan hutan tanaman industri), tingkat degradasi yang tinggi, serta minimnya mikrohabitat yang mendukung tumbuhan dan satwa liar endemik. Berkenaan dengan nilai NDVI di kawasan Kecamatan Rupert yang dominan berada pada kelas vegetasi tinggi, ternyata berbanding terbalik dengan kelas keanekaragaman hayati pada lokasi tersebut. NDVI adalah indeks yang mengukur kehijauan atau kepadatan vegetasi berdasarkan pantulan cahaya merah dan inframerah dekat (Gao *et al.*, 2022; Hossain & Li, 2021; Roy, 2021). Meskipun NDVI tinggi sering diasosiasikan dengan vegetasi yang lebat dan sehat, ini tidak selalu mencerminkan keanekaragaman spesies yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Khairunnisa *et al.*, (2024) yang dilakukan di Taman Nasional Gunung Halimun Salak menunjukkan bahwa meskipun NDVI tinggi, keanekaragaman spesies tumbuhan dapat rendah karena praktik agroforestri yang mengurangi variasi spesies. Begitu juga dengan penelitian yang menunjukkan bahwa kelas tutupan lahan hutan dengan nilai NDVI tinggi tidak berbanding lurus dengan hasil deteksi keanekaragaman hayati akibat struktur komunitas hutan yang kurang mampu dideteksi secara menyeluruh hanya dari nilai spektral NDVI (Picard *et al.*, 2024).

Area dengan vegetasi homogen seperti perkebunan monokultur dapat memiliki NDVI tinggi namun keanekaragaman hayati yang rendah. Hal ini karena kurangnya variasi spesies tumbuhan dan habitat. Selain itu, kelas tutupan lahan pertanian monokultur dan perkebunan sejenis seperti kelapa sawit atau karet secara luas menghasilkan vegetasi yang seragam dan padat yang tercermin dalam nilai NDVI tinggi. Homogenitas ini menyebabkan keragaman spesies tumbuhan dan satwa liar serta sumber daya habitat yang diperlukan untuk berbagai spesies menjadi rendah. Perkebunan monokultur dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati secara signifikan dibandingkan dengan hutan alami. Hal ini sesuai dengan penelitian (Wang *et al.*,

2022) yang melakukan meta-analisis global dan menemukan bahwa *richness* (jumlah spesies) di perkebunan pohon rata-rata 32,7% lebih rendah dan *abundance* (kepadatan total) 15,7% lebih rendah dibanding hutan primer, dimana monokultur menunjukkan dampak paling buruk dibandingkan pola campuran.

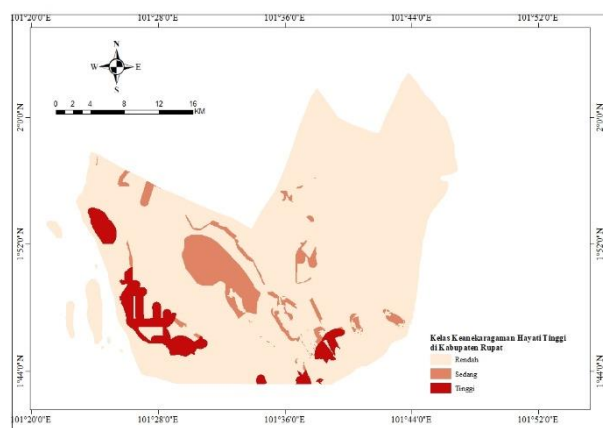
NDVI mengukur jumlah dan kesehatan vegetasi, tetapi tidak membedakan antara jenis vegetasi atau struktur habitat yang kompleks (Badourdine *et al.*, 2023; Zhao *et al.*, 2024). Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa area dengan NDVI tinggi merupakan hutan sekunder muda atau perkebunan yang kurang mendukung keanekaragaman hayati tinggi. Hubungan antara variabilitas spektral dan keanekaragaman spesies tidak selalu konsisten di berbagai lanskap karena keterbatasan NDVI sebagai indikator tunggal untuk keanekaragaman hayati. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa di kelas tutupan lahan berbentuk hutan dengan kanopi padat, nilai *red-edge* dan NIR penting, sementara vegetasi terbuka sering dipengaruhi oleh bayangan, fenologi, dan tinggi vegetasi, sehingga menyulitkan korelasi antara spektral dan keanekaragaman hayati di dalamnya (Wallis *et al.*, 2024; Zhao *et al.*, 2024).

Faktor monodominansi juga menjadi salah satu faktor pemicu kelas potensi keanekaragaman hayati rendah pada wilayah dengan nilai NDVI yang tinggi (Picard *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh menunjukkan bahwa Monodominansi terjadi ketika satu spesies pohon mendominasi kanopi lebih dari 60%, secara signifikan mengurangi jumlah dan distribusi spesies lain di suatu wilayah (Kearsley *et al.*, 2017). Hutan monodominan memiliki struktur yang homogen dan kurang mendukung keanekaragaman spesies lain. Monodominansi dapat muncul melalui kompetisi benih dan regenerasi yang kuat dari satu spesies, menghambat pertumbuhan spesies lain. Selain itu, proporsi keberadaan satwa liar yang rendah membuat kelas potensi keanekaragaman hayati menjadi rendah. Pada habitat yang homogen dan kurangnya variasi struktur vegetasi dalam hutan monodominan atau perkebunan monokultur dapat membatasi keberadaan satwa liar. Hal ini sesuai dengan penelitian Ashiagbor *et al.*, (2024) yang menemukan bahwa kelas tutupan lahan monokultur menyebabkan fragmentasi dan mengurangi *encounter rate* satwa, hal ini menunjukkan penurunan drastis kehadiran satwa liar. Satwa membutuhkan berbagai jenis habitat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, seperti tempat berlindung, sumber makanan, dan tempat berkembang biak. Kurangnya keanekaragaman tumbuhan dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman satwa liar.

Meskipun secara kuantitas hanya mencakup sekitar 12,3%, kawasan dengan potensi sedang dan tinggi ini sangat penting secara ekologis. Biasanya kawasan ini memiliki heterogenitas habitat tinggi, sebagai habitat satwa liar kunci atau spesies endemik dan menjadi zona prioritas dalam konservasi in-situ. NDVI adalah indeks yang mengukur kepadatan dan

kesehatan vegetasi berdasarkan pantulan cahaya merah dan inframerah dekat. Nilai NDVI yang tinggi (mendekati +1) menunjukkan vegetasi yang lebat dan sehat, seperti yang ditemukan pada hutan tropis primer. Studi oleh Zaitunah *et al.*, (2018) di DAS Besitang, Sumatera Utara, menunjukkan bahwa hutan kering primer memiliki nilai NDVI antara 0,804 hingga 0,876, mencerminkan vegetasi yang sangat lebat dan sehat. Ketersediaan air yang cukup di wilayah hutan alam mendukung pertumbuhan berbagai jenis vegetasi dan menyediakan habitat yang beragam bagi satwa liar. Sumber air yang melimpah memungkinkan terbentuknya mikrohabitat seperti rawa, sungai, dan genangan air musiman, yang penting bagi spesies amfibi, reptil, dan burung air. Kondisi ini meningkatkan kompleksitas ekosistem dan mendukung keanekaragaman hayati yang tinggi (Paudel *et al.*, 2023; Puig-Gironès *et al.*, 2024).

Hutan alam primer atau yang belum terganggu oleh aktivitas manusia menyediakan struktur vegetasi yang kompleks dan beragam, mulai dari lapisan kanopi hingga bawah. Struktur ini menciptakan berbagai *niche* ekologis yang mendukung keberadaan berbagai spesies tumbuhan dan satwa liar. Kacic & Kuenzer (2022) menjelaskan bahwa NDVI dapat digunakan untuk memantau keanekaragaman hayati hutan, meskipun dengan beberapa keterbatasan.



Gambar 10. Kelas Keanekaragaman Hayati Tinggi di Kabupaten Rupert, Riau

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis memiliki 5 kelas NDVI, diantaranya kelas lahan tidak bervegetasi dengan nilai $-1 < NDVI < -0,03$ seluas 1610,91 ha (1,64 %), kelas vegetasi sangat rendah dengan nilai $-0,03 < NDVI < 0,15$ seluas 538,44 ha (0,55 %), kelas vegetasi rendah dengan nilai $0,15 < NDVI < 0,25$ seluas 2063,24 ha (2,10 %), kelas vegetasi sedang dengan nilai $0,25 < NDVI < 0,35$ seluas 5030,82 ha (5,12 %) dan kelas vegetasi tinggi dengan nilai $0,35 < NDVI < 1$ seluas 88989,44 ha (90,59 %). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, kategori kelas keanekaragaman hayati di Kecamatan Rupert terdiri atas 3 (tiga) kelas, yaitu rendah (86136,15 ha), sedang (6949,43 ha) dan tinggi (5147,27 ha). Potensi keanekaragaman hayati sangat

ditentukan oleh kelas jenis tumbuhan dan satwa liar. Sebagian besar kawasan, yaitu sekitar 87,7% dikategorikan memiliki potensi keanekaragaman hayati rendah. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti homogenitas habitat seperti monokultur atau kawasan hutan tanaman industri dan kelapa sawit, tingkat degradasi yang tinggi, serta minimnya mikrohabitat yang mendukung tumbuhan dan satwa liar endemik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Fakultas Kehutanan dan Sains, Universitas Lancang Kuning yang mendanai pelaksanaan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S. W., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. 2018. Analisis Sebaran Vegetasi dengan Citra Satelit Sentinel Menggunakan Metode NDVI dan Segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip Januari*, 7(1).
- Anees, S. A., Mehmood, K., Rehman, A., Rehman, N. U., Muhammad, S., Shahzad, F., Hussain, K., Luo, M., Alarfaj, A. A., Alharbi, S. A., & Khan, W. R. 2024. Unveiling fractional vegetation cover dynamics: A spatiotemporal analysis using MODIS NDVI and machine learning. *Environmental and Sustainability Indicators*, 24, 100485. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100485>
- Ashiagbor, G., Abubakar, S. K., Inusah, S. S., Adjapong, A. O., Osei, G. N., & Laari, P. B. 2024. Analysis of the Impact of Agriculture and Logging on Forest Habitat Structure in the Ankasa and Bia Conservation Area of Ghana. *Ecology and Evolution*, 14(12). <https://doi.org/10.1002/ece3.70712>
- Badourine, C., Féret, J. B., Pélissier, R., & Vincent, G. 2023. Exploring the link between spectral variance and upper canopy taxonomic diversity in a tropical forest: influence of spectral processing and feature selection. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 9(2), 235–250. <https://doi.org/10.1002/rse2.306>
- Bai, Q., Wang, T., Han, Q., & Li, X. 2025. Vegetation dynamics induced by climate change and human activities: Implications for coastal wetland restoration. *Journal of Environmental Management*, 384, 125594. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125594>
- Cantelon, J. A., LeRoux, N. K., Mulligan, R. P., Swatridge, L., & Kurylyk, B. L. 2024. Interrelated Coastal Flooding, Erosion, and Groundwater Salinization on a Barrier Island During Hurricane Fiona. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 129(4). <https://doi.org/10.1029/2023JF007551>
- Caruso, G., Palai, G., Tozzini, L., D'Onofrio, C., & Gucci, R. 2023. The role of LAI and leaf chlorophyll on NDVI estimated by UAV in grapevine canopies. *Scientia Horticulturae*, 322, 112398. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112398>
- Clark, M. L., Roberts, D. A., Ewel, J. J., & Clark, D. B. 2011. Estimation of tropical rain forest aboveground biomass with small-footprint lidar and hyperspectral sensors. *Remote Sensing of Environment*, 115(11), 2931–2942. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.08.029>
- Direktorat Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial. 2021. *Pedoman Penentuan Areal Kajian, Penyiapan serta Teknik Analisis Data dan Informasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Tinggi*.
- Erasmii, S., Klinge, M., Dulamsuren, C., Schneider, F., & Hauck, M. 2021. Modelling the productivity of Siberian larch forests from Landsat NDVI time series in fragmented forest stands of the Mongolian forest-steppe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(4). <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08996-1>
- Fitmawati, F., Saputri, N. A., Kholifah, S. N., Sofiyanti, N., Wahibah, N. N., Biologi, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. 2021. Inventarisasi Keanekaragaman Bambu (Poaceae: Bambusoideae) di Pulau Rupa, Kabupaten Bengkalis. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 38(2), 69–78. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2021.38.2.1282>
- Fitriani, V., Gandri, L., Indriyani, L., Bana, S., & De Ahmaliun, L. 2023. Analisis Hubungan Land Surface Temperature (LST) dan Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) DAS Wanggu, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan*, 7(1).
- Gao, W., Zheng, C., Liu, X., Lu, Y., Chen, Y., Wei, Y., & Ma, Y. 2022. NDVI-based vegetation dynamics and their responses to climate change and human activities from 1982 to 2020: A case study in the Mu Us Sandy Land, China. *Ecological Indicators*, 137, 108745. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108745>
- Gunawan, H., & Mizuno, K. 2012. *Peat swamp forest types and their regeneration in Giam Siak Kecil-Bukit Batu Biosphere Reserve, Riau, East Sumatra, Indonesia*. <https://www.researchgate.net/publication/268271648>
- Hossain, M. L., & Li, J. 2021. NDVI-based vegetation dynamics and its resistance and resilience to different intensities of climatic events. *Global Ecology and Conservation*, 30, e01768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01768>
- Husaini, R. R., & Darfia, N. E. 2021. Analisis Kerentanan Pantai Pulau Rupa Provinsi Riau Berdasarkan Metode Indeks Kerentanan Pantai.

- Jurnal Teknik Sipil ITP*, 8(1), 6.
<https://doi.org/10.21063/jts.2021.v801.06>
- Ikhsani, H. 2021. Analisis Vegetasi Di Taman Wisata Alam (TWA) Sungai Dumai, Riau. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 16(1), 25–36.
<https://doi.org/10.31849/forestra.v16i1.5720>
- Januar, D., Suprayogi, A., & Prasetyo, Y. 2016. Studi Kasus : Wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah. In *Jurnal Geodesi Undip Januari* (Vol. 5, Issue 1).
- Jayakusuma, Z., Lestari, M. M., & Rasudin, N. 2023. Kearifan lokal masyarakat pesisir pantai yang berpotensi Blue Economy dalam rangka pencapaian SDG di Pulau Rupat Kabupaten Bengkalis. *Riau Law Journal*, 7(1), 114–134.
<https://doi.org/10.47753/sjir.v2i2.49>
- Kacic, P., & Kuenzer, C. 2022. Forest Biodiversity Monitoring Based on Remotely Sensed Spectral Diversity—A Review. *Remote Sensing*, 14(21), 1–32. <https://doi.org/10.3390/rs14215363>
- Kanjin, K., & Alam, B. M. 2024. Assessing changes in land cover, NDVI, and LST in the Sundarbans mangrove forest in Bangladesh and India: A GIS and remote sensing approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 36, 101289.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101289>
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G. G., Panov, N., & Goldberg, A. 2010. Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. *Journal of Climate*, 23(3), 618–633.
<https://doi.org/10.1175/2009JCLI2900.1>
- Kearsley, E., Verbeeck, H., Hufkens, K., Van de Perre, F., Doetterl, S., Baert, G., Beeckman, H., Boeckx, P., & Huygens, D. 2017. Functional community structure of African monodominant Gilbertiodendron dewevrei forest influenced by local environmental filtering. *Ecology and Evolution*, 7(1), 295–304.
<https://doi.org/10.1002/ece3.2589>
- Khairunnisa, S., Pamoengkas, P., & Hartoyo, A. P. P. 2024. Analysis of NDVI and Plant Vegetation Diversity in the Traditional Zone, Mount Halimun Salak National Park, Bogor. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 14(1), 109–118.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.14.1.109>
- Kier, G., Kreft, H., Lee, T. M., Jetz, W., Ibsch, P. L., Nowicki, C., Mutke, J., & Barthlott, W. 2025. A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions.
- Kim, H. J., Lazurko, A., Linney, G., Maskell, L., Díaz-General, E., Březovská, R. J., Keune, H., Laspidou, C., Malinen, H., Oinonen, S., Raymond, J., Rounsevell, M., Vaño, S., Venâncio, M. D., Viesca-Ramirez, A., Wijesekera, A., Wilson, K., Ziliaskopoulos, K., & Harrison, P. A. 2024. Understanding the role of biodiversity in the climate, food, water, energy, transport and health nexus in Europe. In *Science of the Total Environment* (Vol. 925). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171692>
- Kusairi, M., Sutikno, S., Yusa, M., Hendri, A., & Rinaldi, R. 2024. Analisis Neraca Air Lahan Gambut pada Kesatuan Hidrologis Gambut Pulau Rupat Provinsi Riau. In S. H. et al (Ed.), *Revitalisasi Lahan Suboptimal Secara Berkelanjutan Berbasis Pertanian Presisi dan Pemberdayaan Petani Milenial* (pp. 649–658). Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Martinez, A. de la I., & Labib, S. M. 2023. Demystifying normalized difference vegetation index (NDVI) for greenness exposure assessments and policy interventions in urban greening. *Environmental Research*, 220, 115155.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115155>
- Musyawah, R., & Malik, A. 2024. Analisis Kesehatan Vegetasi Mangrove Pada Citra Landsat 8 Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Studi Kasus: Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju). *Jurnal Environmental Science*, 6(2), 115–123.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.
<https://doi.org/10.1038/35002501>
- Novita, N., Kauffman, J. B., Hergoualc'h, K., Murdiyarto, D., Tryanto, D. H., & Jupesta, J. 2021. Chapter 10 Carbon Stock from Peat Swamp Forest and Oil Palm Plantation in Central Kalimantan, Indonesia. In *Springer Climate* (pp. 203–227). Springer Science and Business Media B.V. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55536-8_16
- Paudel, J., Khanal, L., Pandey, N., Upadhyaya, L. P., Sunar, C. B., Thapa, B., Bhatta, C. R., Pant, R. R., & Kyes, R. C. 2023. Determinants of Herpetofaunal Diversity in a Threatened Wetland Ecosystem: A Case Study of the Ramaroshan Wetland Complex, Western Nepal. *Animals*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/ani13010135>
- Picard, J., Nungi-Pambu Dembi, M. M., Barbier, N., Cornu, G., Couteron, P., Forni, E., Gibbon, G., Lim, F., Ploton, P., Pouteau, R., Tresson, P., van Loon, T., Viennois, G., & Réjou-Méchain, M. 2024. Combining satellite and field data reveals Congo's forest types structure, functioning and composition. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. <https://doi.org/10.1002/rse2.419>
- Puig-Gironès, R., Bel, G., Cid, N., Cañedo-Argüelles, M., Fernández-Calero, J. M., Quevedo-Ortiz, G., Fortuño, P., Vinyoles, D., Real, J., Pujol-Buxó, E., & Bonada, N. 2024. Water availability and biological interactions shape amphibian abundance and diversity in Mediterranean temporary rivers. *Science of the Total Environment*, 953.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175917>

- Purhartanto, L. N., Danoedoro, P., & Wicaksono, P. 2019. Kajian Transformasi Indeks Vegetasi Citra Satelit Sentinel-2a Untuk Estimasi Produksi Daun Kayu Putih Menggunakan Linear Spectral Mixture Analysis. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 3(1), 47–70.
- Qiasa, A. P., & Niswatin, D. 2024. Kelapa Sawit Primadona Perkebunan Yang Mampu Meningkatkan Pendapatan Petani Mandiri Di Desa Sumber Jaya Kecamatan Sisingi Hilir. *Jurnal Pendidikan Sosiologi Dan Antropologi*, 8(1), 53–69.
- Roy, B. 2021. Optimum machine learning algorithm selection for forecasting vegetation indices: MODIS NDVI & EVI. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100582.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100582>
- Schrader, J., Weigelt, P., Cai, L., Westoby, M., Fernández-Palacios, J. M., Cabezas, F. J., Plunkett, G. M., Ranker, T. A., Triantis, K. A., Trigas, P., Kubota, Y., & Kreft, H. 2024. Islands are key for protecting the world's plant endemism. *Nature*, 634(8035), 868–874.
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08036-1>
- Setiawan, A. 2022. Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah dan Upaya Konservasinya. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), 13–21.
- Sharma, R., Nehren, U., Rahman, S. A., Meyer, M., Rimal, B., Seta, G. A., & Baral, H. 2018. Modeling land use and land cover changes and their effects on biodiversity in Central Kalimantan, Indonesia. *Land*, 7(2).
<https://doi.org/10.3390/land7020057>
- Siregar, A., Walida, H., Sitanggang, K. D., Harahap, F. S., & Triyanto, Y. 2021. Karakteristik Sifat Kimia Tanah Lahan Gambut di Perkebunan Kencur Desa Sei Baru Kecamatan Panai Hilir Kabupaten Labuhanbatu. *Agrotechnology Research Journal*, 5(1), 56.
<https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v5i1.48434>
- Solihin, M. A., Putri, N., Setiawan, A., Siliwangi, D., & Arifin, M. 2020. Karakteristik indeks vegetasi pada berbagai penggunaan lahan di hulu sub DAS Cikapundung melalui interpretasi citra satelit Landsat 8. *Kultivasi*, 19(3).
<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.28625>
- Syahrial, Ezraneti, R., Amin, B., Safira, N., & Fan Halen Siregar, D. 2021. Karakteristik ekologi, kondisi kesehatan dan tingkat kerawanan degradasi mangrove saat penginisiasian KKPD Rupert Utara 2018. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 8(1), 1–10.
<https://doi.org/10.31258/dli.8.1.p.1-10>
- Vélez, S., Martínez-Peña, R., & Castrillo, D. 2023. Beyond Vegetation: A Review Unveiling Additional Insights into Agriculture and Forestry through the Application of Vegetation Indices. *J*, 6(3), 421–436. <https://doi.org/10.3390/j6030028>
- Wallis, C. I. B., Kothari, S., Jantzen, J. R., Crofts, A. L., St-Jean, S., Inamdar, D., Pablo Arroyo-Mora, J., Kalacska, M., Bruneau, A., Coops, N. C., Laliberté, E., & Vellend, M. 2024. Exploring the spectral variation hypothesis for α - and β -diversity: a comparison of open vegetation and forests. *Environmental Research Letters*, 19(6).
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad44b1>
- Wang, C., Zhang, W., Li, X., & Wu, J. 2022. A global meta-analysis of the impacts of tree plantations on biodiversity. *Global Ecology and Biogeography*, 31(3), 576–587.
<https://doi.org/10.1111/geb.13440>
- Wu, C. L. R., Stigter, T. Y., & Craig, S. G. 2022. Assessing the Quantity and Quality Controls of the Freshwater Lens on a Semi-Arid Coral-Limestone Island in Sri Lanka. *Frontiers in Water*, 4.
<https://doi.org/10.3389/frwa.2022.832227>
- Zaitunah, A., Samsuri, S., Ahmad, A. G., & Safitri, R. A. 2018. Normalized difference vegetation index (ndvi) analysis for land cover types using landsat 8 oli in besitang watershed, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012112>
- Zhao, Q., Yu, L., Li, X., Xu, Y., Du, Z., Kanniah, K., Li, C., Cai, W., Lin, H., Peng, D., Zhang, Y., & Gong, P. 2024. The expansion and remaining suitable areas of global oil palm plantations. *Global Sustainability*, 7.
<https://doi.org/10.1017/sus.2024.8>
- Zhao, Y., Schmid, B., Zheng, Z., Wang, Y., Wu, J., Wang, Y., Chen, Z., Zhao, X., Zhao, D., Zeng, Y., & Bai, Y. 2024. Remotely Sensed Variables Predict Grassland Diversity Better at Scales Below 1,000 km as Opposed to Abiotic Variables That Predict It Better at Larger Scales. *Earth's Future*, 12(11).
<https://doi.org/10.1029/2024EF004648>