



Dinamika Kerapatan Vegetasi di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Lambung Mangkurat Menggunakan Indeks EVI (2019–2024)

(Vegetation Density Dynamics in the Special Purpose Forest Area of Lambung Mangkurat University Using Enhanced Vegetation Index (2019–2024))

Hadi Rosadi^{1*}, Wirawan Noor Hadi¹, & Yasinta Nur Shiba¹

¹ Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan A. Yani KM 35,6, Banjarbaru, 70714 Provinsi Kalimantan Selatan

* Corresponding Author: hadirosadi@ulm.ac.id

Article History

Received : September 30, 2025

Revised : October 2, 2025

Approved : October 9, 2025

Keywords: EVI, GEE, remote sensing, KHDTK ULM, tropical vegetation, net change

© 2025 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Sejarah Artikel

Diterima : 30 September 2025

Direvisi : 2 Oktober 2025

Disetujui : 9 Oktober 2025

Kata Kunci: KHDTK ULM, EVI, Google Earth Engine, vegetasi tropis, penginderaan jauh

© 2025 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRACT

The Special Purpose Forest Area (KHDTK) of Lambung Mangkurat University plays a vital role as a natural laboratory for research, education, and conservation. Monitoring vegetation cover is essential to evaluate the effectiveness of sustainable forest management. This study analyzes the temporal and spatial dynamics of vegetation cover in KHDTK ULM during 2019–2024 using the Enhanced Vegetation Index (EVI) derived from Google Earth Engine (GEE) and assesses the net change over the period. Sentinel-2 imagery was processed into annual composites in GEE and analyzed through EVI classification combined with spatial analysis in ArcGIS. The results show that mean EVI increased from 0.438 in 2019 to 0.529 in 2024, representing a 20.77% rise. Dense vegetation expanded by +1163.26 ha (+111.74%), while medium and non-vegetation classes declined significantly. These changes indicate a major transition from medium to dense vegetation, particularly in the forest core, where as reductions were concentrated along edges dominated by grasslands and open areas. The findings demonstrate that conservation, rehabilitation, and management efforts in KHDTK ULM have effectively enhanced forest recovery and provide a scientific basis for adaptive and sustainable forest education management.

ABSTRAK

Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat memiliki peran penting sebagai laboratorium alam untuk penelitian, pendidikan, dan konservasi. Pemantauan vegetasi diperlukan untuk menilai efektivitas pengelolaan kawasan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika temporal dan spasial kerapatan vegetasi di KHDTK ULM periode 2019–2024 menggunakan Enhanced Vegetation Index (EVI) berbasis Google Earth Engine (GEE) serta menilai perubahan bersih yang terjadi. Data yang digunakan berupa citra Sentinel-2 dengan komposit tahunan yang diproses melalui GEE dan dianalisis menggunakan klasifikasi EVI serta pendekatan spasial di ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata EVI meningkat dari 0,438 pada tahun 2019 menjadi 0,529 pada tahun 2024 atau naik sebesar 20,77%. Luas vegetasi rapat bertambah +1163,26 ha (+111,74%), sedangkan vegetasi sedang dan non-vegetasi menurun signifikan. Peningkatan ini terutama terjadi di zona inti hutan, sementara penurunan terbatas muncul di tepi kawasan yang didominasi padang ilalang dan lahan terbuka. Temuan ini membuktikan bahwa upaya konservasi, rehabilitasi, dan pengelolaan di KHDTK ULM berhasil mendorong pemulihan biomassa hutan serta memberikan dasar ilmiah bagi strategi pengelolaan hutan pendidikan yang adaptif dan berkelanjutan.

1. Pendahuluan

Hutan hujan tropis Asia Tenggara, termasuk Indonesia, merupakan salah satu ekosistem terpenting di dunia karena

menyimpan keanekaragaman hayati yang tinggi sekaligus menyediakan fungsi ekologis penting, seperti pengaturan tata air, penyerapan karbon, dan penyedia oksigen (Gibson et. al.

2011; Corlett 2014). Namun, ekosistem ini terus mengalami tekanan akibat alih fungsi lahan, penebangan, dan eksploitasi sumber daya, yang diperparah oleh perubahan iklim global. Tekanan tersebut mempercepat degradasi hutan dan perubahan tutupan lahan di Indonesia (Margono et. al. 2014; Hansen et. al. 2013), sehingga pemantauan kondisi vegetasi secara berkelanjutan menjadi sangat penting.

Salah satu kawasan yang memiliki nilai penting adalah Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat (ULM). Kawasan ini berperan sebagai laboratorium alam yang dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan konservasi, sehingga keberadaannya mendukung upaya pengelolaan hutan berkelanjutan sekaligus menjadi pusat pembelajaran bagi pengembangan ilmu kehutanan.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah memberikan instrumen efektif untuk memantau ekosistem secara spasial dan temporal. Enhanced Vegetation Index (EVI) dipandang lebih sensitif terhadap variasi biomassa serta lebih tahan terhadap gangguan atmosfer dibandingkan NDVI (Huete et al. 2002). Selain itu, Google Earth Engine (GEE) memungkinkan analisis data satelit dalam skala besar dengan pemrosesan berbasis komputasi awan yang efisien (Gorelick et. al. 2017). Aplikasi GEE di berbagai studi terbaru di

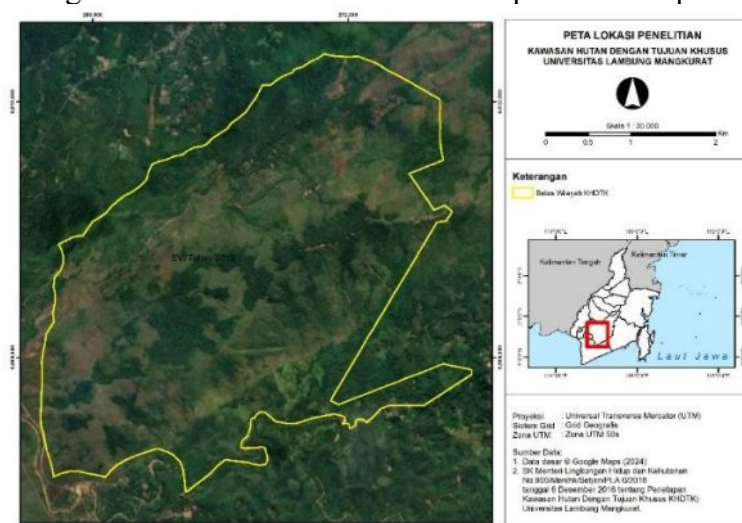
kawasan tropis menunjukkan efektivitasnya dalam menilai perubahan vegetasi (Pham et. al. 2020; Vu et. al. 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika temporal dan spasial kerapatan vegetasi di KHDTK ULM selama periode 2019–2024 menggunakan EVI berbasis GEE serta menilai perubahan bersih (net change) yang terjadi antarperiode tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah yang tidak hanya memperbarui kajian vegetasi tropis berbasis EVI di Asia Tenggara, tetapi juga menjadi acuan penting bagi strategi pengelolaan hutan pendidikan yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat. Pengambilan data penelitian meliputi pengolahan data citra satelit, analisis indeks vegetasi, serta pemetaan hasil. Data yang digunakan adalah citra satelit Sentinel-2 dengan periode pengamatan tahunan dari Januari hingga Desember pada setiap tahun penelitian, yaitu tahun 2019 hingga 2024. Sentinel-2 dipilih karena memiliki resolusi spasial menengah (10–20 m) dan ketersediaan data terbuka, sehingga sesuai untuk analisis vegetasi jangka panjang (Drusch et al. 2012). Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat

2.2. Prosedur Penelitian

2.2.1 Pemilihan Citra

Citra satelit Sentinel-2 digunakan sebagai sumber data utama dengan periode pengamatan tahun 2019 hingga 2024. Pemilihan citra dilakukan untuk setiap tahun dengan mempertimbangkan tingkat tutupan awan (cloud cover) kurang dari 20% agar hasil analisis tidak terpengaruh oleh gangguan atmosfer. Tahapan ini bertujuan memperoleh citra yang paling representatif.

2.2.2 Pemrosesan Citra

Pemrosesan citra dilakukan menggunakan Google Earth Engine (GEE). Tahapan yang dilakukan meliputi masking awan untuk menghilangkan piksel yang tertutup awan dan pembuatan komposit tahunan (annual composite) menggunakan metode median composite. Pemrosesan dilakukan sepenuhnya di GEE melalui tahapan masking awan dan pembuatan komposit tahunan.

2.2.3 Ekstraksi Nilai Vegetasi

Setelah komposit tahunan diperoleh, dilakukan perhitungan Enhanced Vegetation Index (EVI) pada setiap piksel citra. Nilai Enhanced Vegetation Index (EVI) dihitung untuk setiap piksel dari hasil komposit tahunan. Nilai EVI yang dihasilkan menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi di kawasan KHDTK, di mana semakin tinggi nilai EVI menandakan semakin rapat tutupan vegetasinya. Tahapan ini menghasilkan peta nilai EVI tahunan yang siap digunakan untuk klasifikasi vegetasi.

2.2.4 Klasifikasi Vegetasi

Nilai EVI diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kerapatan vegetasi, yaitu:

$< 0,3$ = non-vegetasi (permukiman, lahan terbuka, air),

$0,3-0,5$ = vegetasi sedang (campuran vegetasi dan bangunan), dan

$> 0,5$ = vegetasi rapat (sepenuhnya bervegetasi).

Klasifikasi ini mengacu pada kriteria dari Rahmawati & Apriyanti (2022) dan digunakan untuk membedakan kondisi penutupan lahan pada setiap tahun. Keterangan lengkap nilai dan klasifikasi disajikan pada **Tabel 1**.

2.3 Analisis Data

Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk menilai dinamika vegetasi di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat selama periode 2019–2024. Tahapan analisis meliputi:

2.3.1 Perhitungan Nilai EVI

Nilai EVI dihitung menggunakan rumus (Huete et al. 2002):

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C_1 \times RED - C_2 \times BLUE + L)}$$

Keterangan:

NIR : Reflektansi band inframerah dekat (Band 8 Sentinel-2)

RED : Reflektansi band merah (Band 4 Sentinel-2)

BLUE : Reflektansi band biru (Band 2 Sentinel-2)

G : Faktor penguatan (Gain, 2,5)

L : Faktor koreksi tanah (1)

C1 : koefisien resistensi aerosol merah (6)

C2 : koefisien resistensi aerosol biru (7,5)

2.3.2 Klasifikasi Kerapatan Vegetasi

Berdasarkan nilai EVI tahunan yang telah diperoleh, dilakukan pengelompokan ke dalam 3 kelas kerapatan (Rahmawati & Apriyanti 2022).

Tabel 1. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Berdasarkan Nilai Enhanced Vegetation Index (EVI)

Nilai EVI	Klasifikasi
$< 0,3$	Non-vegetasi (permukiman, lahan terbuka, air)
$0,3 - 0,5$	Vegetasi sedang (campuran dengan bangunan/jalan)
$> 0,5$	Vegetasi rapat (sepenuhnya bervegetasi)

Sumber: Rahmawati & Apriyanti 2022

2.3.3 Analisis Perubahan Bersih (Net Change)

Untuk mengetahui perubahan antara tahun 2019 dan 2024 digunakan rumus:

$$\text{Net Change} = \text{Nilai}_{2024} - \text{Nilai}_{2019}$$

Keterangan:

Net Change : Perubahan bersih selama periode penelitian

Nilai2024 : nilai rata-rata EVI atau luas kelas vegetasi pada tahun 2024

Nilai2019 : nilai rata-rata EVI atau luas kelas vegetasi pada tahun 2019

2.3.4 Analisis Temporal dan Spasial

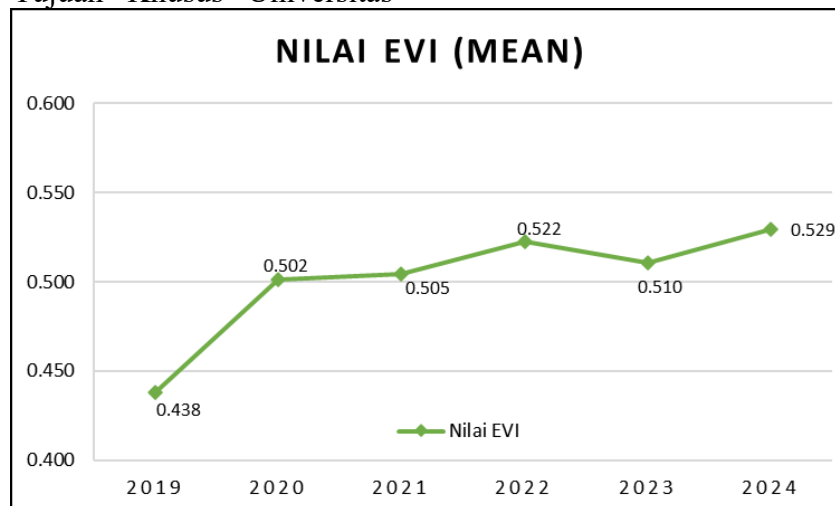
Nilai rata-rata EVI serta luas tiap kelas vegetasi dibandingkan antar tahun untuk menilai tren peningkatan atau penurunan vegetasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rata-rata EVI Tahunan (2019 – 2024)

Tren perubahan vegetasi di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas

Lambung Mangkurat dianalisis menggunakan nilai rata-rata *Enhanced Vegetation Index* (EVI) tahunan. Analisis ini menunjukkan fluktuasi dan arah perubahan vegetasi selama periode 2019–2024. Analisis nilai rata-rata EVI menunjukkan adanya peningkatan kerapatan vegetasi di KHDTK ULM selama periode pengamatan. Nilai rata-rata EVI meningkat dari 0,438 pada 2019 menjadi 0,529 pada 2024 dengan kenaikan total 0,091 (+20,77%). Dinamika antar-tahun memperlihatkan fluktuasi, dengan peningkatan tajam pada 2019–2020 (+0,064), penurunan kecil pada 2023 (-0,012), dan kembali meningkat pada 2024 (+0,019).

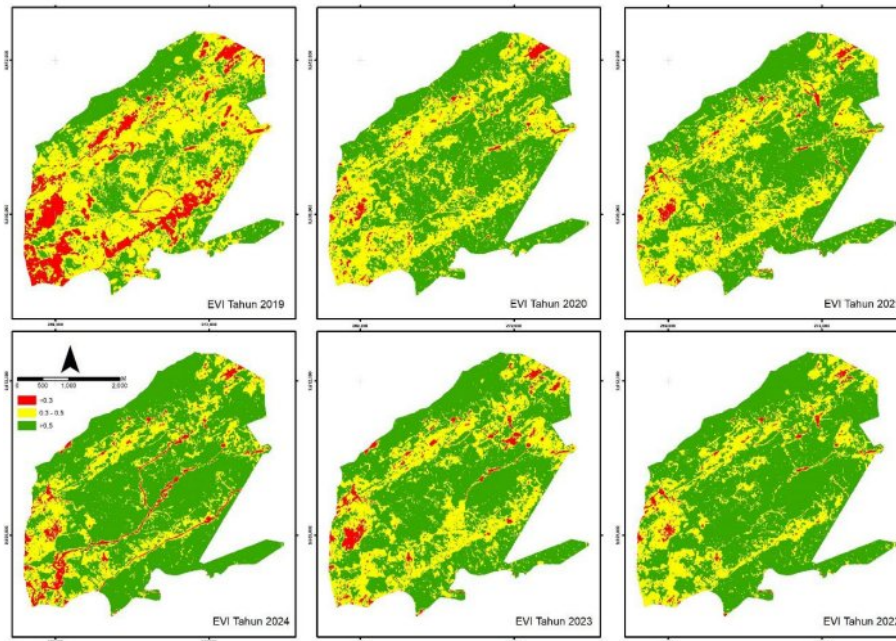


Gambar 2. Grafik tren rata-rata EVI periode 2019 – 2024

Pola grafik memperlihatkan bahwa meskipun terdapat variasi tahunan, tren umum tetap menunjukkan peningkatan kerapatan vegetasi. Hal ini mengindikasikan keberhasilan pengelolaan kawasan dan kondisi ekologis yang mendukung. Fluktuasi kecil yang muncul kemungkinan terkait faktor iklim musiman atau gangguan lokal, sebagaimana juga dicatat dalam penelitian vegetasi tropis (Didan 2015).

3.2 Distribusi Spasial EVI Tahunan

Peta distribusi EVI tahunan dari 2019 hingga 2024 disajikan pada Gambar 3. Analisis spasial ini memungkinkan identifikasi area dengan kepadatan vegetasi tinggi, sedang, dan rendah di seluruh kawasan KHDTK Universitas Lambung Mangkurat.



Gambar 3. Peta Distribusi EVI Tahunan (2019 – 2024)

Hasil peta EVI menunjukkan bahwa zona dengan EVI tinggi ($>0,5$), yang mencerminkan vegetasi rapat dan tutupan kanopi penuh, sebagian besar terkonsentrasi di inti kawasan hutan. Area dengan EVI rendah ($<0,3$) sebagian besar terdapat di padang ilalang, lahan terbuka, badan air, atau lahan terbuka, sedangkan vegetasi sedang ($0,3-0,5$) tersebar di zona transisi atau campuran dengan elemen manusia seperti jalan dan bangunan.

Tren tahunan menunjukkan ekspansi zona EVI tinggi ke area sebelumnya tergolong vegetasi sedang, menandakan peningkatan kerapatan vegetasi. Perubahan ini kemungkinan dipengaruhi oleh kombinasi faktor, termasuk pengelolaan hutan dan rehabilitasi, kondisi iklim yang mendukung pertumbuhan vegetasi, serta pengaruh faktor lokal seperti topografi dan drainase (Huete et. al. 2002; Pettorelli et. al. 2005).

Penurunan EVI relatif terbatas dan tersebar sporadis, terutama di tepi kawasan atau dekat area non-vegetasi. EVI terbukti sensitif terhadap perubahan biomassa selama fase vegetatif panjang dan lebih tahan terhadap gangguan atmosfer dibandingkan NDVI,

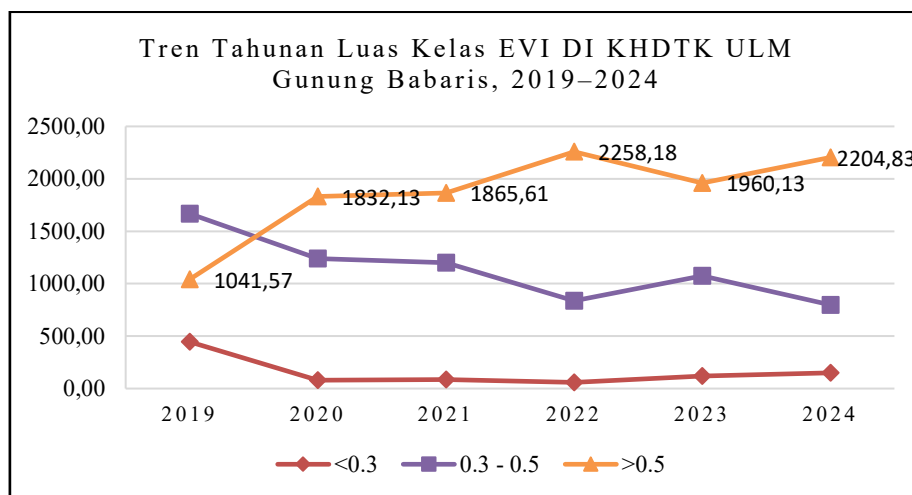
sehingga peta distribusi EVI memberikan representasi yang andal mengenai kondisi vegetasi tahunan (Huete et. al. 2002; Didan 2015). Peta ini juga memungkinkan identifikasi hotspot perubahan vegetasi, yang dapat menjadi indikator keberhasilan pengelolaan hutan atau area yang membutuhkan intervensi restorasi (Zhu et al. 2013).

3.3 Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Berbasis EVI

Klasifikasi kerapatan vegetasi dilakukan berdasarkan nilai EVI tahunan, yang dibagi ke dalam tiga kategori: non-vegetasi ($<0,3$), vegetasi sedang ($0,3-0,5$), dan vegetasi rapat ($>0,5$). Klasifikasi ini mengikuti standar yang dikembangkan oleh Huete et. al. (2002) dan Didan (2015), serta memungkinkan evaluasi dinamika tutupan vegetasi sekaligus identifikasi perubahan spasial pada periode 2019–2024. Perubahan luas vegetasi dari tahun ke tahun dapat dilihat pada **Tabel 2** dan divisualisasikan dalam **Gambar 3**. Grafik ini menunjukkan bahwa vegetasi rapat meningkat pesat sejak 2019 hingga 2022, meskipun terjadi sedikit penurunan pada 2023, sebelum akhirnya kembali meningkat pada 2024.

Tabel 2. Luas kelas vegetasi per tahun di KHDTK ULM (2019 – 2024)

Klasifikasi Nilai EVI	Tahun					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<0,3	445,03	80,36	86,53	58,67	119,42	150,42
0,3–0,5	1.666,90	1.241,01	1.201,36	836,65	1.073,95	798,26
>0,5	1.041,57	1.832,13	1.865,61	2.258,18	1.960,13	2.204,83



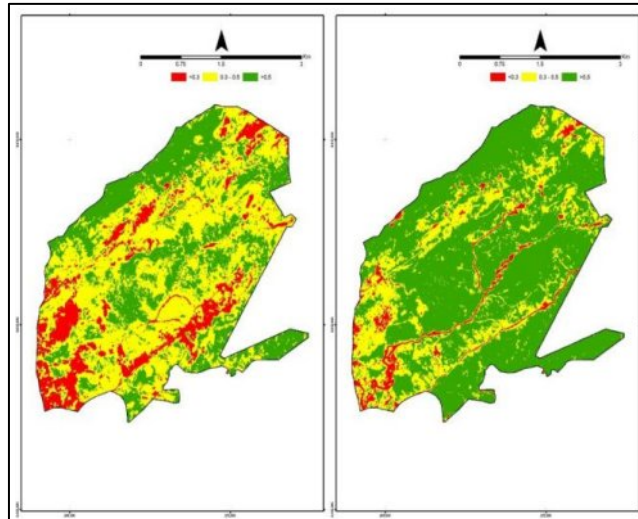
Gambar 4. Grafik luas kelas vegetasi per

Analisis klasifikasi menunjukkan pergeseran signifikan menuju dominasi vegetasi rapat (>0,5), yang meningkat dari 33,03% pada 2019 menjadi 69,92% pada 2024. Peningkatan ini terjadi bersamaan dengan penurunan luas vegetasi sedang (0,3–0,5), dari 52,86% menjadi 25,31%, menandakan bahwa area vegetasi sedang banyak yang bertransisi menjadi vegetasi rapat. Non-vegetasi (<0,3) menurun drastis pada 2020, tetapi mengalami kenaikan kembali hingga 2024, terutama di padang ilalang, lahan terbuka dan badan air.

Perubahan ini menegaskan bahwa kawasan KHDTK ULM mengalami peningkatan kerapatan vegetasi secara konsisten selama

periode pengamatan. Peningkatan EVI dan perluasan area vegetasi rapat sejalan dengan pengelolaan hutan yang baik, rehabilitasi vegetasi, serta faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan biomassa (Pettorelli et. al. 2005). Klasifikasi ini juga memudahkan identifikasi area prioritas untuk konservasi atau restorasi di masa mendatang.

Untuk memberikan gambaran spasial yang lebih jelas, **Gambar 4** menyajikan perbandingan klasifikasi kerapatan vegetasi antara tahun awal (2019) dan akhir periode pengamatan (2024). Peta ini memperlihatkan transisi besar-besaran dari vegetasi sedang ke vegetasi rapat di sebagian besar area inti hutan.



Gambar 5. Peta klasifikasi vegetasi KHDTK ULM tahun 2019 dan 2024

Hasil klasifikasi menegaskan bahwa KHDTK ULM mengalami peningkatan kerapatan vegetasi yang konsisten sepanjang 2019–2024. Peningkatan luas vegetasi rapat sejalan dengan upaya pengelolaan hutan, rehabilitasi lahan kritis, serta kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan biomassa. Peta perbandingan 2019 dan 2024 memperkuat temuan numerik tersebut, menunjukkan bahwa area yang pada awal periode masih didominasi vegetasi sedang telah berubah menjadi vegetasi rapat pada 2024. Sebaliknya, area non-vegetasi relatif tetap stabil di sekitar badan air, padang ilalang serta lahan terbuka. Visualisasi spasial ini juga menegaskan pentingnya zona inti sebagai pusat konservasi, sementara zona tepi menjadi prioritas restorasi karena lebih rentan terhadap tekanan antropogenik (Asner et. al. 2017).

Temuan ini konsisten dengan studi (Pettorelli et. al. 2005) yang menekankan pentingnya pemantauan vegetasi berbasis indeks. Selain itu, pola transisi vegetasi sedang ke rapat di KHDTK ULM sejalan dengan

penelitian Rosadi et. al. (2024) di Banjarbaru, yang menunjukkan bahwa analisis penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk menilai kesesuaian dan perencanaan ruang hijau perkotaan. Dengan demikian, klasifikasi EVI tidak hanya relevan bagi evaluasi hutan pendidikan, tetapi juga memiliki implikasi praktis bagi tata kelola lingkungan di skala regional.

3.4 Perubahan Bersih (*Net Change*) 2019 → 2024

Analisis *Net Change* dilakukan untuk menilai besaran perubahan kerapatan vegetasi antara tahun awal (2019) dan tahun akhir (2024). Hasil perhitungan menunjukkan peningkatan luas vegetasi rapat sebesar +1163,26 ha (+111,74%), penurunan vegetasi sedang sebesar -868,64 ha (-52,12%), serta penurunan non-vegetasi sebesar -294,61 ha (-66,26%). Secara umum, angka ini mengindikasikan bahwa sebagian besar area vegetasi sedang dan non-vegetasi mengalami transisi menjadi vegetasi rapat selama periode pengamatan.

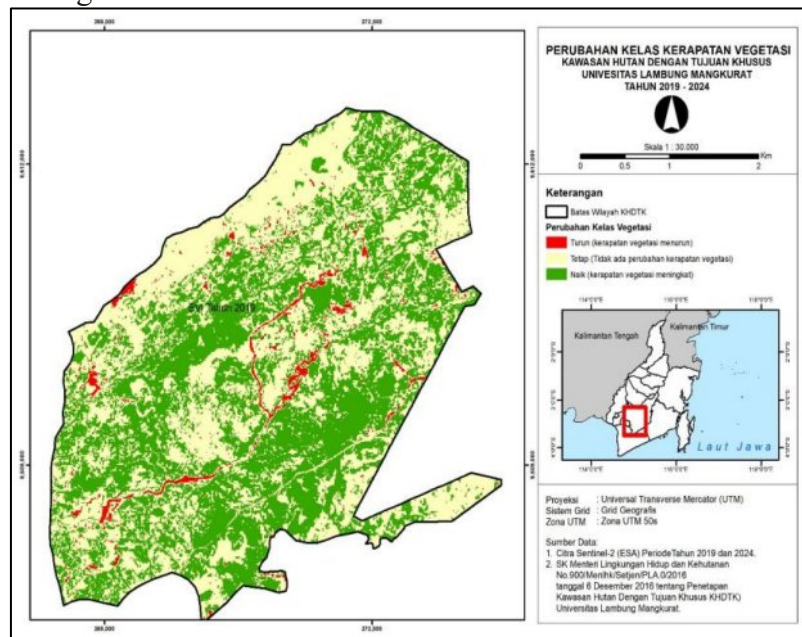
Tabel 3. *Net Change* dan Persentase *Change* Rata-rata EVI dan Luas Kelas Vegetasi di KHDTK ULM

Variabel	2019	2024	<i>Net Change</i>	% <i>Change</i>
<i>Mean</i> EVI	0.438	0.529	+0.091	+20.77%
<0.3 (ha)	445.03	150.42	-294.61	-66.26%
0.3–0.5 (ha)	1666.90	798.26	-868.64	-52.12%
>0.5 (ha)	1041.57	2204.83	+1163.26	+111.74%

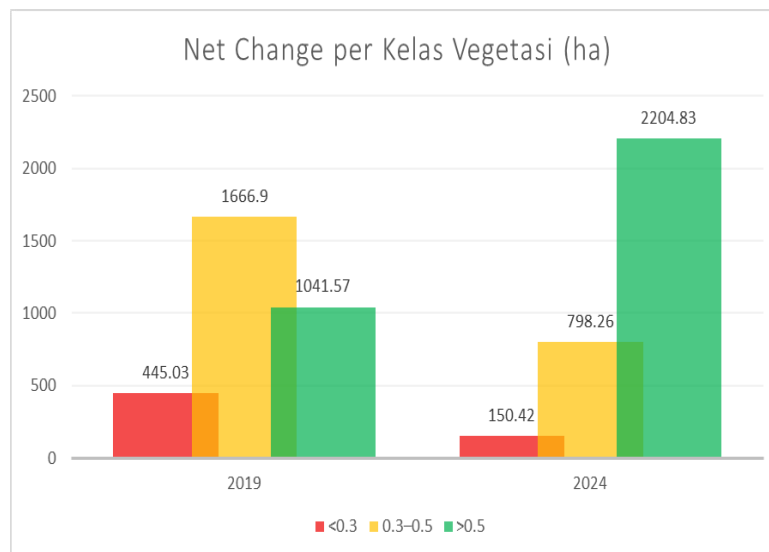
Perubahan spasial antara 2019 dan 2024 divisualisasikan dalam bentuk peta selisih EVI serta diagram batang *Net Change*. Peta

menggambarkan lokasi peningkatan atau penurunan vegetasi, sedangkan grafik

menampilkan besaran perubahan luas pada masing-masing kelas vegetasi.



Gambar 6. Peta perubahan kelas kerapatan vegetasi KHDTK ULM tahun (2019 – 2024)



Gambar 7. Diagram batang *Net Change* per kelas vegetasi

Peta perubahan EVI memperlihatkan bahwa peningkatan vegetasi rapat terkonsentrasi di zona inti hutan, sementara penurunan vegetasi terjadi di tepi kawasan yang berdekatan dengan padang ilalang, lahan terbuka dan badan air. Diagram batang mempertegas dominasi kenaikan vegetasi rapat yang mengimbangi penurunan dua kelas lainnya. Pola ini menandakan efektivitas program konservasi dan rehabilitasi di KHDTK ULM, meskipun tekanan antropogenik di

wilayah tepi masih menjadi tantangan utama bagi pengelolaan kawasan.

Hasil *Net Change* menunjukkan bahwa dalam kurun lima tahun KHDTK ULM mengalami pemulihan vegetasi yang signifikan, dengan peningkatan luas vegetasi rapat sebesar +1163,26 ha (+111,74%) dan kenaikan rata-rata EVI sebesar 0,091 (+20,77%). Sebaliknya, vegetasi sedang mengalami penurunan -868,64 ha (-52,12%) dan non-vegetasi berkurang -294,61 ha (-66,26%). Kondisi ini sejalan

dengan temuan (Hansen et. al. 2019) yang menunjukkan bahwa kawasan hutan dengan intervensi konservasi aktif cenderung memiliki laju pemulihan lebih tinggi dibandingkan hutan yang tidak dilindungi. Penekanan pada zona inti sebagai area konservasi utama juga sejalan dengan rekomendasi (Achard et. al. 2014) mengenai pentingnya menjaga keberlanjutan hutan tropis di Asia Tenggara.

Secara spasial, peta perbedaan EVI menegaskan bahwa peningkatan vegetasi terutama terjadi pada area yang sebelumnya tergolong vegetasi sedang, sementara penurunan EVI relatif sporadis di tepi kawasan dan sekitar badan air. Pola ini konsisten dengan studi Huete et. al. (2002) yang menekankan sensitivitas EVI terhadap variasi kepadatan vegetasi, serta dengan penelitian (Jha et al. 2020) tentang pemulihan biomassa hutan sekunder di Thailand, yang menunjukkan bahwa regenerasi dan biomassa pulih secara spasial ketika pengelolaan atau intervensi restoratif dilakukan. Dengan demikian, analisis *Net Change* tidak hanya mengonfirmasi keberhasilan strategi konservasi di KHDTK ULM, tetapi juga memberikan dasar ilmiah untuk menetapkan zona prioritas restorasi, khususnya di area penyangga yang berinteraksi langsung dengan aktivitas manusia.

3.5 Diskusi Faktor Pengendali Perubahan

Perubahan kerapatan vegetasi di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat selama periode 2019–2024 dipengaruhi oleh kombinasi faktor pengelolaan dan kondisi alami. Peningkatan rata-rata EVI serta meluasnya area vegetasi rapat terutama disebabkan oleh kegiatan konservasi, rehabilitasi lahan kritis, dan penanaman kembali spesies asli. Upaya ini mendukung pemulihan biomassa hutan dan mempercepat transisi vegetasi sedang menjadi vegetasi rapat (Chazdon 2014; Sloan et. al. 2019). Selain itu, kondisi iklim turut menjadi pengendali penting. Curah hujan tahunan yang relatif tinggi dan distribusi musiman yang stabil mendukung pertumbuhan vegetasi secara konsisten, meskipun fluktuasi iklim tertentu dapat menjelaskan variasi EVI antar-tahun.

Di sisi lain, area non-vegetasi tetap relatif stabil karena berupa padang ilalang, lahan terbuka, badan air, atau infrastruktur yang secara alami sulit kembali menjadi hutan tanpa intervensi restorasi aktif (Malhi et. al. 2014; Phillips et. al. 2009). Secara keseluruhan, dinamika vegetasi di KHDTK ULM lebih dominan dipengaruhi oleh intervensi pengelolaan dibanding faktor alami semata. Hal ini terlihat dari keberhasilan pemulihan vegetasi pada zona inti hutan yang dikelola dengan baik, sementara zona tepi yang berdekatan dengan aktivitas manusia masih menunjukkan kerentanan terhadap degradasi.

3.6 Implikasi Pengelolaan KHDTK

Hasil analisis EVI menunjukkan peningkatan kerapatan vegetasi secara keseluruhan di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat selama periode 2019–2024, terutama pada area yang sebelumnya tergolong vegetasi sedang. Temuan ini memiliki implikasi langsung terhadap strategi pengelolaan kawasan hutan pendidikan, sekaligus menegaskan peran KHDTK ULM sebagai model pengelolaan hutan berkelanjutan. Zona dengan EVI tinggi yang meluas menunjukkan keberhasilan upaya konservasi dan rehabilitasi vegetasi. Oleh karena itu, area dengan kerapatan tinggi perlu dipertahankan melalui pemantauan tahunan, perlindungan dari gangguan antropogenik, serta pembatasan akses yang dapat merusak tutupan hutan (Nepstad et. al. 2014).

Sebaliknya, area dengan EVI rendah atau yang mengalami penurunan, meskipun cakupannya terbatas, tetap penting untuk diperhatikan. Zona-zona tersebut sebaiknya dijadikan prioritas restorasi melalui penanaman kembali spesies asli yang sesuai dengan kondisi setempat. Upaya tambahan berupa perbaikan drainase dan rehabilitasi lahan kritis akan mendukung percepatan pemulihan vegetasi. Inventarisasi vegetasi lapangan juga akan memperkuat akurasi pengelolaan berbasis citra satelit serta memastikan intervensi yang dilakukan berjalan efektif (Holl & Aide 2011).

4. Kesimpulan

Selama periode 2019–2024, KHDTK Universitas Lambung Mangkurat menunjukkan peningkatan kerapatan vegetasi yang signifikan dengan nilai rata-rata EVI naik dari 0,438 menjadi 0,529 (+20,77%). Luas vegetasi rapat bertambah +1163,26 ha (+111,74%), sementara vegetasi sedang dan non-vegetasi menurun. Perubahan bersih ini menegaskan adanya transisi besar dari vegetasi sedang menuju vegetasi rapat, khususnya di zona inti hutan, sementara penurunan vegetasi lebih banyak terjadi di tepi kawasan yang berdekatan dengan bangunan dan badan air. Temuan ini membuktikan bahwa pengelolaan, konservasi, dan rehabilitasi yang dilakukan di KHDTK ULM berhasil mendorong pemulihan biomassa hutan dan memberikan dasar ilmiah bagi strategi pengelolaan hutan pendidikan yang lebih adaptif dan berkelanjutan. Pemantauan vegetasi berbasis EVI sebaiknya dilanjutkan secara rutin untuk memastikan keberlanjutan pemulihan hutan di KHDTK ULM. Zona inti hutan yang sudah menunjukkan peningkatan kerapatan vegetasi perlu dijaga dengan perlindungan berkelanjutan, sedangkan zona tepi yang rentan terhadap tekanan dari aktivitas manusia harus menjadi prioritas restorasi. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan rujukan dalam pengelolaan kawasan hutan pendidikan lain di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Achard, F., Beuchle, R., Mayaux, P., Stibig, HJ., Bodart, C., Brink, A., Carboni, S., Desclée, B., Donnay, F., Eva, HD., Lupi, A. 2014. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. *Global change biology*, **20**(8): 2540-2554. doi: 10.1111/gcb.12605.
- Asner, GP., Martin, RE., Anderson, CB., Knapp, DE., & Vaughn, N. 2017. Airborne laser-guided imaging spectroscopy to map forest trait diversity and guide conservation. *Science*, **355**(6323): 385–389. doi: 10.1126/science.aaj1987.
- Chazdon, RL. 2014. *Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press. doi: 10.7208/chicago/9780226118109.001.0001.
- Corlett, RT. 2014. *The ecology of tropical East Asia (2nd ed.)*. Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780199679588.001.0001.
- Didan, K. 2015. *MODIS Vegetation Index (MOD13) User's Guide (Version 3)*. University of Arizona / NASA EOS. <https://modis-land.gsfc.nasa.gov> (diakses September 2025).
- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A. 2012. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. *Remote sensing of Environment*, **120**: 25-36. doi: 10.1016/j.rse.2011.11.026.
- Gibson, L., Lee, TM., Koh, LP., Brook, BW., Gardner, TA., Barlow, J., Peres, CA., Bradshaw, CJ., Laurance, WF., Lovejoy, TE., Sodhi, NS., 2011. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, **478**(7369): 378-381. doi: 10.1038/nature10425.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, **202**: 18–27. doi: 10.1016/j.rse.2017.06.031.
- Hansen, AJ., Wang, L., Song, X-P., Tyukavina, A., Turubanova, S., Potapov, PV., Stehman, SV. 2020. The fate of tropical forest fragments. *Science Advances*, **6**(11), eaax8574. doi: 10.1126/sciadv.aax8574.
- Hansen, MC., Potapov, PV., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, SA., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, SV., Goetz, SJ., Loveland, TR., Kommareddy, A. 2013. High-resolution global maps of

- 21st-century forest cover change. *Science*, **342**(6160): 850–853. doi: 10.1126/science.1244693.
- Holl, KD., Aide, TM. 2011. When and where to actively restore ecosystems?. *Journal of Applied Ecology*, **48**(1): 1–6. doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01973.x.
- Huete, AR., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, EP., Gao, X., Ferreira, LG. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, **83**(1–2): 195–213. doi: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
- Jha, N., Tripathi, NK., Chanthorn, W., Brockelman, W., Nathalang, A., Pélissier, R., Pimmasarn, S., Ploton, P., Sasaki, N., Virdis, SGP., Réjou-Méchain, M. 2020. Forest aboveground biomass stock and resilience in a tropical landscape of Thailand. *Biogeosciences*, **17**(1): 121–134. doi: 10.5194/bg-17-121-2020.
- Malhi, Y., Gardner, TA., Goldsmith, GR., Silman, MR., Zelazowski, P. 2014. Tropical forests in the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, **39**: 125–159. doi: 10.1146/annurev-environ-030713-155141.
- Margono, BA., Potapov, PV., Turubanova, S., Stolle, F., Hansen, MC. 2014. Primary forest cover loss in Indonesia over 2000–2012. *Nature Climate Change*, **4**(8): 730–735. doi: 10.1038/nclimate2277.
- Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, T., DiGiano, M., Shimada, J., Seroa da Motta, R., Armijo, E. 2014. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *science*, **344**(6188): 1118–1123. doi: 10.1126/science.1248525.
- Pettorelli, N., Vik, JO., Mysterud, A., Gaillard, J-M., Tucker, CJ., Stenseth, NC. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, **20**(9): 503–510. doi: 10.1016/j.tree.2005.05.011.
- Phillips, OL., Aragão, LE., Lewis, SL., Fisher, JB., Lloyd, J., López-González, G., Malhi, Y., Monteagudo, A., Peacock, J., Quesada, CA., Van Der Heijden, G. 2009. Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science*, **323**(5919): 1344–1347. doi: 10.1126/science.1164033.
- Pham, TD., Xia, J., Ha, NT., Bui, DT., Le, NN., Dixit, A. 2020. Estimating mangrove above-ground biomass using Sentinel-2 data and machine-learning: A case study from Vietnam. *Remote Sensing*, **12**(5): 777. doi:10.3390/rs12050777.
- Rahmawati, SD., Apriyanti, D. 2023. Klasifikasi area vegetasi dan non-vegetasi pada citra Sentinel-2 menggunakan metode EVI dengan *Google Earth Engine* (Studi kasus: Kabupaten Klaten). *Jurnal Ilmiah Geomatika*, **3**(1): 1–13. doi: 10.31315/imagi.v3i1.7484.
- Rosadi, H., Hatta, GM., Soendjoto, MA. 2024. Model kesesuaian ruang terbuka hijau dengan pendekatan analisis penginderaan jauh wilayah Kota Banjarbaru. *Jurnal Hutan Tropis*, **12**(2): 163–170. doi: 10.20527/jht.v12i2.19752.
- Sloan, S., Campbell, MJ., Alamgir, M., Engert, J., Ishida, FY., Senn, N., Huther, J., Laurance, WF. 2019. The forest transformation: Planted tree cover and regional dynamics of tropical deforestation. *Global Environmental Change*, **59**, 101982. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2019.101982.
- Stibig, H-J., Achard, F., Carboni, S., Raši, R., Miettinen, J. 2014. Change in tropical forest cover of Southeast Asia from 1990 to 2010. *Biogeosciences*, **11**(2): 247–258. doi: 10.5194/bg-11-247-2014.
- Vu, TTP., Pham, LTH., Nguyen, DTH., Nguyen, TTH., Srestasathien, P., Takeuchi, W. 2022. Mapping multi-decadal mangrove extent in the northern coast of Vietnam through Google Earth

Engine. *Remote Sensing*, **14**(18), 4664.
doi: 10.3390/rs14184664.

Zhu, Z., Woodcock, CE. 2014. Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data (CCDC). *Remote Sensing of Environment*, **144**: 152–171. doi: 10.1016/j.rse.2014.01.011.