

Profil Indeks Vegetasi Citra Sentinel 2 Dampak Perubahan Tutupan Hutan: Studi Kasus Kabupaten Enrekang Periode 2019 – 2024

Profile of Sentinel 2 Vegetation Index as Impact of Forest Change: Case Study Enrekang Regency 2019 – 2024 Periods

Syamsu Rijal^{1*}, Munajat Nursaputra¹, Afandi Ahmad¹, Chairil A¹, Revalina Theresia Sinaga¹, Helen Natalia Kasang¹, Yulanda Angel Tangdilintin¹, Anugrahandini Natsir², Nurul Muchlisah Basri¹

¹Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Makassar

*Email : syamsurijal@unhas.ac.id

ABSTRACT: *Land cover change is one of the key factors influencing environmental quality and ecosystem dynamics, especially in areas experiencing pressure from land use and the growth of anthropogenic activities. The Indonesian Government's commitment to reducing greenhouse gas emissions from the land-use sector by national FOLU Net Sink 2030. This study was conducted to provide a quantitative of the vegetation indices as a response to forest cover dynamic. The study showed that the SAVI and NDVI are able to describe the change of forest to other vegetated land cover. Meanwhile, EVI index only sensitive to the change of forest to settlement area. It could be concluded that monitoring of forest change could be done by utilizing vegetation indices from Sentinel 2 satellite imagery. However, it is also necessary to pay attention to variables such as weather data, pioneer vegetation on the shrub or bareland area, as well as band processing of satellite imagery that could affect the sensitivity of vegetation indices to land cover changes in an area.*

Keywords: *FOLU Net Sink, Enrekang Regency, vegetation index, land cover change*

DOI: 10.24259/jhm.v17i2.48920

1. PENDAHULUAN

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu faktor kunci yang memengaruhi kualitas lingkungan dan dinamika ekosistem, terutama pada wilayah yang mengalami tekanan penggunaan lahan dan pertumbuhan aktivitas antropogenik. Dalam konteks global, perubahan tutupan lahan berkaitan erat

dengan isu perubahan iklim, karena konversi hutan dan vegetasi alami menjadi lahan terbangun atau pertanian berkontribusi signifikan terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca. Hilangnya tutupan vegetasi menyebabkan berkurangnya kapasitas penyerapan karbon (*carbon sequestration*), peningkatan suhu permukaan, serta terganggunya keseimbangan siklus hidrologi.

Komitmen Pemerintah Indonesia dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dari sektor penggunaan lahan telah dituangkan dalam program nasional FOLU Net Sink 2030. Fokus utama program ini adalah pengendalian deforestasi dan degradasi hutan melalui penerapan prinsip pengelolaan hutan lestari dan pelibatan berbagai pihak dalam pengelolaan hutan (KLHK, 2022). Sehingga monitoring hutan dan penggunaan lahan lainnya sangat diperlukan untuk mengetahui dinamika tutupan lahan dan estimasi emisi gas rumah kaca yang timbul akibat aktivitas penggunaan lahan.

Pemanfaatan indeks vegetasi seperti NDVI, EVI, dan SAVI meningkat dalam kajian perubahan tutupan lahan karena kemampuannya menggambarkan dinamika kesehatan dan kepadatan vegetasi. Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa NDVI tetap menjadi indikator paling luas digunakan dalam pemantauan perubahan vegetasi multitemporal, diantaranya penelitian evaluasi tren kehijauan dan degradasi ekologis (Fahmi et. al., 2023; Priya et. al., 2023). Untuk mengatasi keterbatasan NDVI pada wilayah berkanopi rapat, berbagai penelitian mutakhir menekankan efektivitas EVI yang sensitif terhadap variasi struktur kanopi serta mampu memberikan informasi lebih stabil pada kondisi atmosfer yang berubah-ubah (Setiawan dan Yushino, 2013; Priya et. al., 2023). Sementara itu, pada area dengan tutupan vegetasi jarang atau bercampur dengan permukaan tanah, beberapa studi menunjukkan bahwa SAVI lebih mampu membedakan kondisi vegetasi dan non-vegetasi, terutama pada analisis perubahan lahan pertanian, padang rumput, dan semak (da Silva et. al., 2019; Hyvärinen et. al., 2019). Kombinasi ketiga indeks ini, sebagaimana ditunjukkan dalam berbagai penelitian

terbaru, memberikan gambaran spasial-temporal yang komprehensif dalam mendeteksi pola konversi lahan, degradasi vegetasi, dan peningkatan aktivitas antropogenik di kawasan daratan, sehingga memperkuat akurasi interpretasi perubahan tutupan lahan pada periode analisis.

Analisis perubahan tutupan lahan berbasis raster dilakukan dengan pendekatan klasifikasi citra komposit baik menggunakan algoritma machine learning (Shetty et al., 2021), klasifikasi terbimbing (da Silva et. al., 2020; Fahmi et. al., 2023) atau klasifikasi tidak terbimbing. Selain itu, kajian tutupan lahan juga menggunakan indeks vegetasi sebagai variabel input selain saluran (band) yang dimiliki oleh citra satelit (Huang et al., 2020).

Berdasarkan hal tersebut di atas, kajian dinamika profil indeks vegetasi multitemporal perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan profil indeks vegetasi pada waktu tertentu dan responnya terhadap perubahan tutupan lahan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai profil indeks vegetasi EVI, NDVI, dan SAVI sebagai dampak perubahan tutupan hutan dalam mendukung pemantauan hutan untuk target nasional FOLU Net Sink 2030.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2025 yang berokasi di Kabupaten Enrekang Provinsi Sulawesi Selatan. Selanjutnya, analisis data dilakukan di Laboratorium Sistem Informasi Spasial Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2. Analisis Data

Data penelitian terdiri atas data primer yakni pengumpulan data lapangan di Kabupaten Enrekang berupa data tutupan lahan dan komposisi vegetasi pada suatu tutupan lahan. Adapun klasifikasi tutupan lahan terbagi atas 6 (enam) kelas

yakni Badan Air, Hutan, Semak Belukar, Pertanian Lahan Kering, Lahan Terbuka dan Pemukiman. Selain itu, dalam penelitian ini digunakan data sekunder yang terdiri atas Citra Sentinel 2 tahun 2024, data tutupan lahan Kementerian Kehutanan tahun 2024.

Citra Sentinel 2 digunakan sebagai data input untuk klasifikasi menggunakan machine learning dengan algoritma random forest pada Google Earth Engine. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengurangi tutupan awan dengan algoritma *sentinel2-cloud-detector*. Tahap berikutnya adalah membuat indeks vegetasi dari band Sentinel 2 yang digunakan sebagai input dalam klasifikasi tutupan lahan. Indeks vegetasi diantaranya sebagai berikut:

Tabel 1. Indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian

No.	Indeks Vegetasi	Persamaan
1	Normalized difference vegetation index (NDVI)	$NDVI = \frac{B8 - B4}{B8 + B4}$
2	Enhanced vegetation index (EVI)	$EVI = 2.5 \times \frac{B8 - B4}{B8 + 6 \times B4 - 7.5 \times B2 + 1}$
3	Soil adjusted vegetation index (SAVI)	$SAVI = \frac{(B8 - B4)}{(B8 + B4 + L)} \times (1 + L)$

Keterangan:

B2 = Saluran Biru (Band 2, 490 nm)

B4 = Saluran Merah (Band 4, 665 nm)

B8 = Saluran Infra Merah Dekat - NIR (Band 8)

L = Nilai faktor koreksi tanah (umumnya menggunakan **0.5** untuk areal bervegetasi) (Huete, 1988)

Selain indeks vegetasi, analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah klasifikasi tutupan lahan tahun 2019 dan 2024 menggunakan komposit Citra Sentinel 2. Hasil klasifikasi tutupan lahan pada masing-masing periode

selanjutnya diuji akurasi menggunakan *overall accuracy* dan *kappa accuracy* dengan kategori akurasi berdasarkan yakni < 40% kurang, 40% - 55% cukup, 55% - 70% baik, 70% - 85% sangat baik dan > 85% sangat baik sekali. Persamaan akurasi sebagai berikut:

$$\text{Overall accuracy (OA)} = \frac{\sum x_{ii}}{N} 100\% \quad (1)$$

$$\text{Kappa accuracy } (\kappa) = \frac{N \sum_{i=1}^n x_{ii} - \sum_{i=1}^n x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum x_{i+} x_{+i}} \times 100\% \quad (2)$$

2.3. Profil indeks vegetasi dan perubahan tutupan lahan

Penelitian ini membandingkan profil indeks vegetasi yang dihasilkan dari Citra Sentinel 2 sebagai dampak dari perubahan tutupan lahan di Kabupaten Enrekang periode 2019 dan 2024. Persamaan untuk perbandingan profil indeks vegetasi adalah sebagai berikut:

$$\Delta NDVI = NDVI_{t2} - NDVI_{t1} \quad (3)$$

$$\Delta EVI = EVI_{t2} - EVI_{t1} \quad (4)$$

$$\Delta SAVI = SAVI_{t2} - SAVI_{t1} \quad (5)$$

Hasil perbandingan indeks vegetasi difokuskan untuk analisis perubahan kelas hutan menjadi bukan hutan. Selanjutnya profil indeks vegetasi dianalisis lebih lanjut dengan statistik deskriptif dan penyajian dalam bentuk plot violin yang menunjukkan ketersebaran nilai profil indeks vegetasi pada setiap perubahan tutupan hutan menggunakan JupyterLab Notebook.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perubahan tutupan lahan Kabupaten Enrekang tahun 2019 dan 2024

Klasifikasi citra Sentinel 2 tahun 2019 dan 2024 menunjukkan hasil yang baik dengan overall accuracy sebesar 83 % dan 88 % serta nilai kappa accuracy sebesar 69 % dan 72 % masing-masing untuk tahun 2019 dan 2024. Berdasarkan hasil klasifikasi dan nilai uji akurasi dengan kategori baik, maka hasil klasifikasi

multitemporal citra Sentinel di Kabupaten enrekang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut mengenai perubahan tutupan hutan.

Hasil analisis tutupan lahan menunjukkan terjadi perubahan tutupan lahan antara periode 2019 dan 2024. Bentuk perubahan tersebut umumnya terjadi pada areal vegetasi yakni hutan, semak belukar, dan pertanian lahan kering. Dalam penelitian ini, perubahan lahan difokuskan pada tutupan hutan menjadi tutupan lahan lain (Tabel 2).

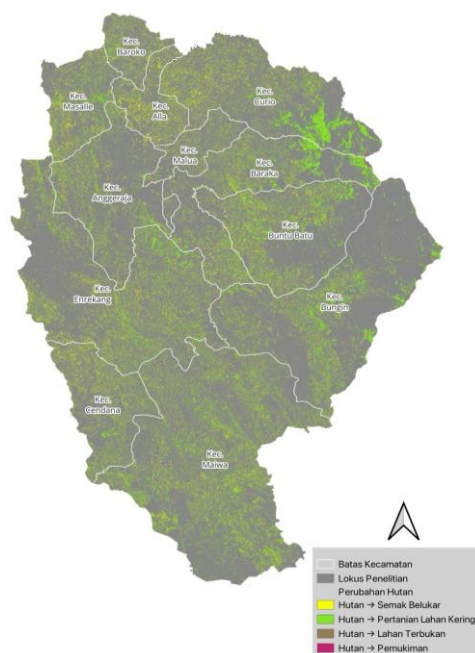
Tabel 2. Perubahan tutupan hutan di Kabupaten Enrekang tahun 2019 dan 2024

Kecamatan	Tetap Hutan (Hektar)	Hutan - Semak Belukar (Hektar)	Hutan - Pertanian Lahan Kering (Hektar)	Hutan - Lahan Terbuka (Hektar)	Hutan – Pemukiman (Hektar)
Alla	1.182,23	476,8	350,18	0,46	3,96
Anggeraja	2.569,09	622,17	922,21	1,91	7,78
Baraka	5.138,84	669,22	1.837,61	0,97	26,43
Baroko	966,82	259,47	304,2	0,13	2,2
Bungin	1.7871,9	720,06	2.118,02	1,21	24,18
Buntu Batu	8.082,42	741,61	1.615,46	0,43	7,91
Cendana	2.257,33	593,88	795,17	2,96	5,94
Curio	8.389,03	885,94	2.154,66	0,64	31,5
Enrekang	6.041,63	151,8	2.197,15	10,01	12,03
Maiwa	11.765,75	1.690,66	3.946,79	7,44	48,68
Malua	1.301,38	236,53	231,2	0,72	4,84
Masalle	1.763,48	468,23	744,16	0,33	10,01
Total	67.329,9	8.879,37	17.216,81	27,21	185,46

Berdasarkan Tabel 2, perubahan hutan di Kabupaten Enrekang terjadi akibat konversi menjadi areal pertanian lahan kering seluas 17.216 hektar atau sekitar 18 persen dari luas total hutan di tahun 2019. Selain itu, konversi hutan juga terjadi akibat perubahan menjadi semak belukar seluas 8.879 hektar. Menurut Rijal et. al., (2019) perubahan tutupan hutan di Sulawesi disebabkan oleh konversi hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan. Hasil pengamatan lapangan

menunjukkan bahwa aktivitas pertanian di Kabupaten Enrekang dilakukan dengan budidaya beberapa komoditi unggulan daerah diantaranya bawang merah, tanaman sayur, jagung dan komoditas perkebunan berupa kopi.

Selain konversi hutan, di Kabupaten Enrekang juga ditemukan adanya area bukan hutan yang bertumbuh (*growth*) atau mengalami reforestasi. Kelas tutupan lahan yang berkontribusi pada penambahan luas hutan adalah semak belukar. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekitar 19.127 hektar semak belukar bertumbuh menjadi hutan pada tahun 2024.



Gambar 1. Sebaran spasial perubahan tutupan hutan menjadi non hutan

Berdasarkan sebaran spasial, perubahan terbesar terjadi pada wilayah Kecamatan Curio, Kecamatan Maiwa dan Kecamatan Enrekang (Gambar 1).

3.2. Profil Indeks Vegetasi Citra Sentinel 2

Indeks vegetasi merupakan bentuk transformasi spektral yang diterapkan pada citra satelit multispektral untuk menonjolkan fenomena tutupan lahan atau vegetasi di permukaan bumi (Danoedoro, 2012). Dalam penelitian ini analisis profil indeks

vegetasi dilakukan untuk menggambarkan kejadian perubahan tutupan lahan di Kabupaten Enrekang. Perubahan tutupan lahan akibat pengembangan suatu wilayah dapat terdeteksi salah satunya dengan perubahan NDVI (Hyvärinen et. al., 2019; Suwiji et al., 2025).

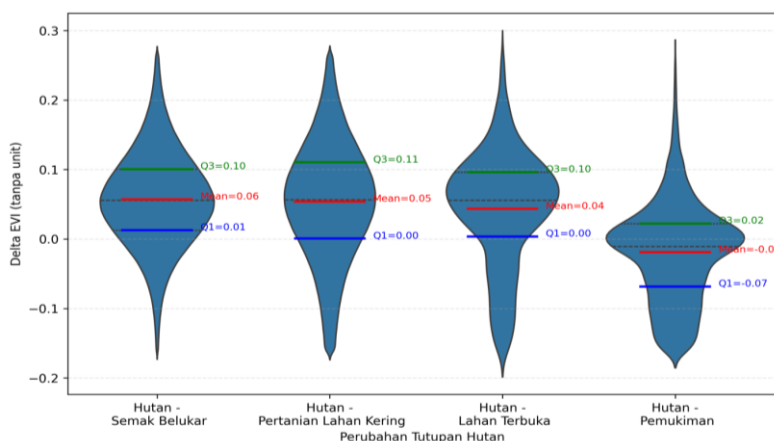
Indeks vegetasi yang pertama adalah *enhanced vegetation index* (EVI). Hasil transformasi Citra Sentinel 2 ke dalam EVI menunjukkan rentang nilai yang berkisar antara -0,218 – 2,237 untuk EVI tahun 2019, sedangkan tahun 2024 rentang EVI berkisar antara -5,031 – 2,067. Menurut Priya et. al, (2023) rentang nilai EVI dapat menunjukkan variasi tutupan lahan bervegetasi. Bai (2021) menyatakan bahwa masih ditemukan inkonsistensi pada nilai indeks EVI yang dipengaruhi oleh perbedaan musim dan ketinggian tempat (elevasi) sehingga berpengaruh juga terhadap dinamika kondisi vegetasi. Analisis perubahan tutupan hutan di Kabupaten Enrekang menunjukkan perubahan rentang nilai EVI antara tahun 2019 dan 2024 yakni nilai minimum -0,137 dan nilai maksimum 0,255 (Tabel 3).

Tabel 3. Statistik deskriptif nilai Δ EVI perubahan hutan di Kabupaten Enrekang

Perubahan Hutan	Jumlah Piksel	Rataan	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Hutan - Semak Belukar	857737	0,056	0,065	-0,137	0,255
Hutan - Pertanian Lahan Kering	1435905	0,062	0,075	-0,137	0,255
Hutan - Lahan Terbuka	1962	0,064	0,058	-0,132	0,239
Hutan - Pemukiman	10817	-0,002	0,057	-0,137	0,254

Keterangan: Statistik deskriptif disajikan berdasarkan nilai EVI yang telah dibersihkan dari pencilan (outlier) menggunakan metode Rentang Antar-Kuartil (Interquartile Range, IQR).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3 diketahui bahwa perubahan hutan menjadi areal vegetasi lainnya berupa semak belukar, pertanian lahan kering dan tanah terbuka menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Analisis lebih lanjut yang dilakukan adalah plot viloin untuk melihat sebaran nilai Δ EVI pada setiap perubahan tutupan hutan (Gambar 2).



Gambar 2. Sebaran nilai Δ EVI perubahan tutupan hutan menjadi tutupan lain

Hasil analisis sebaran nilai Δ EVI pada perubahan hutan menjadi semak belukar, pertanian lahan kering dan lahan terbuka sebagian besarnya berada pada rentang nilai 0,0 sampai 0,1. Nilai Δ EVI yang terkonsentrasi di 0,0 – 0,1 pada perubahan areal bervegetasi disebabkan nilai EVI hutan dengan tutupan vegetasi lainnya yang tidak berbeda signifikan. Nilai EVI hutan berkisar antara 0,3 – 1,07, dimana dengan rentang nilai ini terdapat juga kelas tutupan lahan belukar dan sebagian pertanian lahan kering. Hussein, *et. al.* (2017) menyatakan bahwa peningkatan nilai EVI pada lahan perkebunan terjadi akibat meningkatnya kepadatan vegetasi akibat aktivitas budidaya di wilayah tersebut. Hasil berbeda ditunjukkan pada perubahan hutan menjadi areal permukiman dimana tingkat kepadatan Δ EVI terkonsentrasi diantara nilai -0,035 sampai 0,029 dengan rata-ran berada pada nilai -0,02.

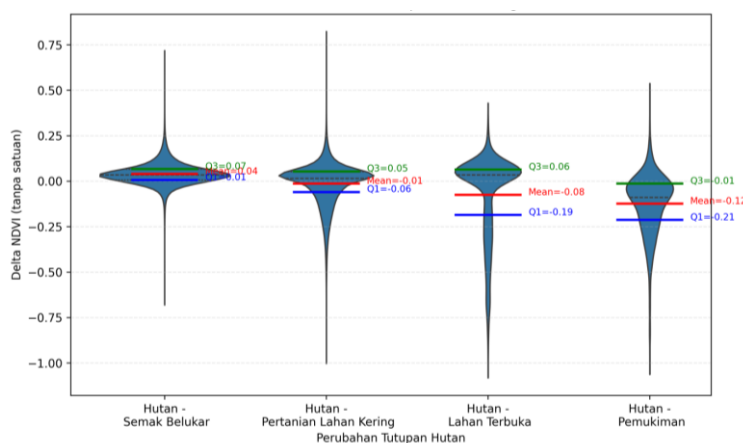
Indeks vegetasi berikutnya adalah *normalized difference vegetation index* (NDVI) adalah indeks vegetasi yang dihasilkan dari teknik penisbahan dan teknik pengurangan nilai piksel (Danoedoro, 2012). NDVI memiliki kemampuan untuk menganalisis tingkat kepadatan dan kesehatan vegetasi (kehijauan). Hasil transformasi citra Sentinel 2 di wilayah Kabupaten Enrekang didapatkan rentang nilai NDVI tahun 2019 antara -0,493 sampai 0,925 sedangkan untuk tahun NDVI 2024 berkisar antara -0,493 sampai 1,00. Sementara itu hasil analisis

perbandingan nilai NDVI antara tahun 2019 dan 2024 diketahui bahwa nilai minimum Δ NDVI -0,155 dan maksimum 0,187 (Tabel 4).

Tabel 4. Statistik deskriptif nilai Δ NDVI perubahan hutan di Kabupaten Enrekang

Perubahan Hutan	Jumlah Piksel	Rataan	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Hutan - Semak Belukar	888313	0,039	0,059	-0,674	0,711
Hutan - Pertanian Lahan Kering	1722575	-0,014	0,116	-0,990	0,810
Hutan - Lahan Terbuka	2766	-0,076	0,232	-0,987	0,335
Hutan - Pemukiman	18621	-0,124	0,168	-1,016	0,491

Nilai Δ NDVI perubahan hutan menjadi pemukiman tersebar antara 0,491 sampai -1,016. Pola sebaran nilai pada grafik violin terlihat bahwa kepadatan tertinggi berada di antara 0 dan -0,124 (**Gambar 3**). Hal yang serupa ditunjukkan oleh sebaran Δ NDVI perubahan hutan menjadi lahan terbuka dengan sebaran nilai dari 0,335 sampai -0,987 (**Gambar 3**). Perubahan hutan menjadi pertanian lahan kering juga menunjukkan ada penurunan nilai NDVI, terlihat dari sebaran nilai di bawah rata-ran -0,01 bahkan masih cukup banyak tersebar di bawah nilai Q1 (-0,06). Perubahan nilai NDVI akibat degradasi hutan juga dinyatakan oleh Priya et. al., (2023) yang menganalisis pola indeks vegetasi di wilayah Tamil Nadu dari tahun 2011 sampai 2021.



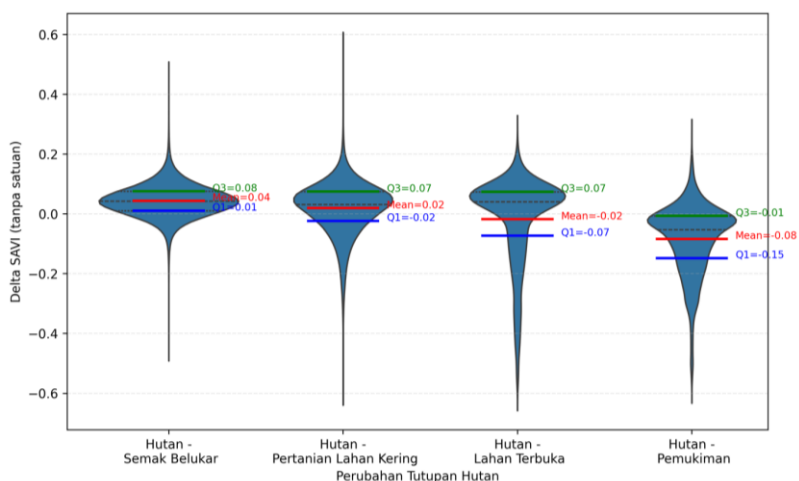
Gambar 3. Sebaran nilai Δ NDVI perubahan tutupan menjadi tutupan lain

Indeks lain yang menjadi objek analisis dalam penelitian ini adalah soil adjusted vegetation index (SAVI). Menurut Hyvärinen et. al. (2019) indeks vegetasi SAVI dapat mendeteksi perubahan vegetasi sehingga baik digunakan dalam monitoring perubahan tutupan lahan. Hasil analisis indeks vegetasi SAVI di Kabupaten Enrekang menunjukkan rentang nilai antara -0,186 sampai 0,870 pada tahun 2019 sedangkan nilai SAVI pada tahun 2024 antara -0.209 sampai maksimum 0,831. Kemudian setelah dilakukan analisis Δ SAVI untuk mengetahui perubahan akibat konversi hutan, didapatkan statistik nilai SAVI sebagai berikut:

Tabel 5. Statistik deskriptif nilai Δ SAVI perubahan hutan di Kabupaten Enrekang

Perubahan Hutan	Jumlah Piksel	Rataan	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Hutan - Semak Belukar	888313	0,044	0,053	-0,485	0,502
Hutan - Pertanian Lahan Kering	1722575	0,019	0,087	-0,630	0,598
Hutan - Lahan Terbuka	2766	-0,018	0,147	-0,598	0,269
Hutan - Pemukiman	18621	-0,084	0,117	-0,601	0,284

Nilai Δ SAVI perubahan hutan menjadi semak belukar dan pertanian lahan kering menunjukkan pola yang hampir sama. Hal ini terlihat dari kepadatan tertinggi berada pada rentang nilai 0,0 sampai 0,2 meskipun sebaran Δ SAVI pertanian lahan kering cenderung mengarah pada nilai minus (Gambar 4). Pola sebaran berbeda terlihat pada grafik perubahan hutan menjadi lahan terbuka, dimana nilai Δ SAVI terkonsentrasi pada -0,02 sampai maksimum 0,07 meskipun nilai sebagian nilai Δ SAVI berada di bawah nilai rataan antara -0,02 sampai -0,06. Perubahan tutupan hutan menjadi pemukiman menunjukkan pola sebaran Δ SAVI yang cukup berbeda. Kepadatan nilai Δ SAVI berada diantara Q1 (-0,15) sampai Q3 (0,01), namun sebaran nilai juga terlihat dibawah Q1 sampai -0,06 (Gambar 4).



Gambar 4. Sebaran nilai Δ SAVI perubahan tutupan hutan menjadi tutupan lain

Hasil analisis perubahan indeks vegetasi EVI, NDVI dan SAVI menunjukkan profil dan sebaran nilai yang berbeda. Perubahan hutan menjadi semak belukar dan pertanian lahan kering memiliki kemiripan pola sebaran nilai indeks vegetasi. Setiawan dan Yoshino (2014) menyatakan bahwa kemiripan nilai indeks vegetasi pada analisis tutupan lahan multiwaktu disebut pencampuran piksel (*pixel mixing*). Hal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya tingkat kehijauan vegetasi yang dipengaruhi oleh cuaca (Setiawan dan Yushino, 2014; da Silva et. al., 2019). Berdasarkan hal tersebut, perubahan tutupan hutan di Kabupaten Enrekang dapat digambarkan dengan baik menggunakan indeks vegetasi NDVI dan SAVI dibandingkan dengan EVI. Hal ini terlihat dari sebaran nilai Δ SAVI dan Δ NDVI pada grafik violin ke arah minus yang mengindikasikan degradasi hutan antara tahun 2019 dan 2024. Sementara itu, indeks vegetasi EVI pada penelitian ini menunjukkan pola sebaran nilai yang cukup identik antara perubahan hutan menjadi semak belukar, pertanian lahan kering dan lahan terbuka. Rocha dan Saver (2009) menyebutkan bahwa indeks EVI sangat baik mendeteksi struktur kanopi dan kepadatan vegetasi namun kurang sensitif terhadap perubahan tingkat kecerahan tanah. Sedangkan NDVI sangat sensitif terhadap tingkat kesehatan

vegetasi yang ditandai dengan derajat kehijauan (*greenes*) suatu tutupan lahan. Perbedaan antar indeks vegetasi dapat terjadi disebabkan fungsi dan kepekaan indeks vegetasi terhadap kondisi di lapangan. Karakteristik Kabupaten Enrekang yang masih didominasi vegetasi hutan kemudian lahan pertanian yang bercampur dengan semak/belukar menghasilkan respon variatif dari indeks vegetasi dalam mendeteksi perubahan tutupan hutan.

4. KESIMPULAN

Perubahan tutupan hutan di Kabupaten Enrekang masih cukup tinggi selama periode 2019 dan 2024 dimana sekitar 17.234 hektar terkonversi menjadi areal pertanian lahan kering. Dalam penelitian ini kemampuan indeks vegetasi SAVI dan NDVI menggambarkan perubahan tutupan hutan di Kabupaten Enrekang dengan baik. Hal tersebut dapat terlihat dari konsentrasi nilai Δ NDVI dan Δ SAVI yang disajikan dalam grafik violin. Sedangkan indeks Δ EVI diketahui bahwa perubahan hutan menjadi vegetasi lain menunjukkan perbedaan yang kurang signifikan, terlihat dari nilai piksel yang terkonsentrasi pada nilai 0,0 sampai 0,1.

Penelitian ini hanya menggunakan citra digital dengan dua titik waktu sehingga tren dinamika tahunan indeks vegetasi belum bisa dianalisis. Kajian deteksi perubahan tutupan hutan dan lahan yang memanfaatkan indeks vegetasi dikembangkan lebih jauh dengan data multiwaktu yang lebih banyak dan disinkronkan dengan variabel lain misalnya curah hujan pada periode analisis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan dan Sains Teknologi Republik Indonesia melalui hibah Penelitian Fundamental (Nomor Hibah 069/C3/DT.05.00/PL/2025). Kami juga menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Hasanuddin atas fasilitasi dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Mata Allo, Saddang 1, dan Saddang 2 atas

dukungan dalam kegiatan survei lapangan. Para penulis juga mengucapkan terima kasih kepada reviewer atas curahan waktu dan usaha untuk menelaah manuskrip ini. Kami sangat menghargai semua komentar dan saran yang membantu meningkatkan kualitas manuskrip ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bai, Y. (2021). Analysis of vegetation dynamics in the Qinling-Daba Mountains region from MODIS time series data. *Ecological Indicators*, 129, 108029.

da Silva, J. L. B., de Albuquerque Moura, G. B., de França, Ê. F., Lopes, P. M. O., da Silva, T. T. F., Lins, F. A. C., Silva, D. A. O dan Ortiz, P. F. S. (2019). Spatial-temporal dynamics of the Caatinga vegetation cover by remote sensing in municipality of the Brazilian semi-arid. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14(4), 1-10.

Fahmi, S., Somantri, L., & Ridwana, R. (2023). Pemanfaatan Citra Sentinel-2a Multi Temporal Untuk Monitoring Perubahan Kanopi Hutan Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka Menggunakan Analisis Forest Canopy Density. *Jurnal Hutan Tropis*, 11(3), 380-394

Huang, C., Zhang, C., He, Y., Liu, Q., Li, H., Su, F., Liu, G., & Bridhikitti, A. (2020). Land cover mapping in cloud-prone tropical areas using Sentinel-2 data: Integrating spectral features with Ndvi temporal dynamics. *Remote Sensing*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/rs12071163>

Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, 25(3), 295-309.

Hussein, Shwan O., Ferenc Kovács, and Zolán Tobak. 2017. Spatiotemporal Assessment of Vegetation Indices and Land Cover for Erbil City and Its Surrounding Using Modis Imageries. *Journal of Environmental Geography* 10 (1-2):31-39. <https://doi.org/10.1515/jengeo-2017-0004>.

Jaya, INS. (2014). *Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor: IPB Press

Ministry of Environment and Forestry (MoEF) Government of Indonesia. 2022. Operational Planning of Indonesia's FOLU Net Sink 2030. MoEF. Jakarta.

Olli Hyvärinen, M Timm Hoffman & Chevonne Reynolds (2019) *Vegetation*

dynamics in the face of a major land-use change: a 30-year case study from semi-arid South Africa, African Journal of Range & Forage Science, 36:3, 141-150, DOI: 10.2989/10220119.2019.1627582

Priya, M V et al. (2023). Monitoring vegetation dynamics using multi-temporal Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Enhanced Vegetation Index (EVI) images of Tamil Nadu. Journal of Applied and Natural Science, 15(3), 1170 - 1177. <https://doi.org/10.31018/jans.v15i3.4803>

Rijal, S., Barkey, R. A., Nasri, & Nursaputra, M. (2019). Profile, level of vulnerability and spatial pattern of deforestation in Sulawesi Period of 1990 to 2018. *Forests*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/f10020191>

Rocha, A.V.; Shaver, G.R. Advantages of a Two Band EVI Calculated from Solar and Photosynthetically Active Radiation Fluxes. *Agric. For. Meteorol.* 2009, 149, 1560–1563

Shetty, S., Gupta, P. K., Belgiu, M., & Srivastav, S. K. (2021). Assessing the effect of training sampling design on the performance of machine learning classifiers for land cover mapping using multi-temporal remote sensing data and google earth engine. *Remote Sensing*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/rs13081433>

Suwiji, N. S. Z., Jaya, I. N. S., Puspaningsih, N., Tiryana, T. (2025). Application of Machine Learning and Change Vector Analysis for Monitoring Forest Cover Change in Lore Lindu National Park, Indonesia. *European Journal of Forest Engineering*, 11(2), 160-173. <https://doi.org/10.33904/ejfe.1675580>

Yudi Setiawan dan Kunihiro Yoshino (2014) *Detecting land-use change from seasonal vegetation dynamics on regional scale with MODIS EVI 250-m time-series imagery*, Journal of Land Use Science, 9:3, 304-330, DOI: 10.1080/1747423X.2013.786151