



Identifikasi Degradasi Tutupan Lahan dan Kerapatan Vegetasi Menggunakan Algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Sidoarjo

Sari Cahya Putri^{1*}, Sukma Perdana Prasetya¹

¹ Universitas Negeri Surabaya, Magister Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Surabaya, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2948>

Article Info:

Received : 21 Juni 2026
Revised : 27 Juni 2026
Accepted : 26 Juli 2026
Published : 01 Agustus 2026

Correspondence:

Sari Cahya Putri

Phone: 085792562722

Abstract: Land vegetation cover change is an important indicator for assessing the environmental condition of a region and can be influenced by various factors, including population growth. Sidoarjo Regency, as one of the buffer areas of Surabaya City, has experienced rapid regional development, which has the potential to affect vegetation conditions. This study aims to analyze changes in vegetation land cover in Sidoarjo Regency from 2020 to 2025 using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method based on Geographic Information Systems (GIS) and to examine its relationship with population growth. The data used consisted of Landsat satellite imagery from 2020–2025 and population data of Sidoarjo Regency obtained from the Central Statistics Agency (BPS). The analysis was conducted through satellite image processing to obtain NDVI values, spatial mapping of vegetation land cover, analysis of NDVI value changes, and Pearson correlation analysis between NDVI values and population size. The results showed that the average NDVI values of Sidoarjo Regency during the study period ranged from 0.38536 to 0.41624, indicating the dominance of moderate vegetation cover. The highest NDVI value occurred in 2022 at 0.41624, while the lowest value was recorded in 2023 at 0.38536. The correlation analysis produced a correlation coefficient of -0.294, indicating a weak negative relationship between population growth and changes in vegetation land cover. Thus, population growth has not been the dominant factor influencing vegetation land cover changes in Sidoarjo Regency during the 2020–2025 period. Other factors, such as land use, agricultural activities, environmental conditions, and spatial planning policies, are also suspected to contribute to vegetation dynamics in the study area.

Keywords: NDVI; Vegetation Land Cover; Geographic Information System (GIS); Population Growth; Sidoarjo Regency.

Citation: Putri, S. C., & Prasetya, S. P. (2026). Identifikasi Degradasi Tutupan Lahan dan Kerapatan Vegetasi Menggunakan Algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 4733–4738. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2948>

Pendahuluan

Tutupan lahan vegetasi merupakan salah satu komponen penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem karena berfungsi sebagai penyerap karbon, penghasil oksigen, pengendali iklim mikro, daerah resapan air, serta habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna. Kondisi vegetasi yang baik mampu mendukung keberlanjutan lingkungan sekaligus mengurangi dampak perubahan iklim dan degradasi lahan.

Sebaliknya, penurunan kualitas maupun kuantitas vegetasi dapat mengakibatkan meningkatnya risiko banjir, erosi, kenaikan suhu permukaan, serta penurunan kualitas lingkungan hidup. Identifikasi kondisi tutupan lahan dan kerapatan vegetasi menjadi salah satu indikator penting dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan (Husni et al., 2025).

Perkembangan wilayah perkotaan, pertumbuhan kawasan industri, serta meningkatnya kebutuhan ruang

untuk aktivitas manusia menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan di berbagai wilayah Indonesia. Alih fungsi lahan vegetasi menjadi kawasan terbangun merupakan fenomena yang terus meningkat dan memberikan tekanan terhadap keseimbangan lingkungan. Penurunan tutupan vegetasi tidak hanya memengaruhi kondisi ekologis, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan, berkurangnya kemampuan infiltrasi tanah, serta menurunnya kualitas ekosistem wilayah (Pramitha et al., 2023).

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu wilayah penyangga Kota Surabaya yang mengalami perkembangan kawasan secara pesat. Pertumbuhan kawasan permukiman, industri, pergudangan, serta infrastruktur memberikan tekanan terhadap keberadaan vegetasi. Kabupaten Sidoarjo masih memiliki kawasan pertanian, tambak, ruang terbuka hijau, serta vegetasi pesisir yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologis wilayah. Kondisi tersebut menjadikan Kabupaten Sidoarjo sebagai wilayah yang menarik untuk dikaji guna mengetahui kondisi aktual tutupan lahan dan tingkat kerapatan vegetasi sebagai dasar pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan (Hardianto et al., 2019).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah berkembang menjadi salah satu metode yang efektif dalam memantau kondisi vegetasi secara spasial maupun temporal. Integrasi penginderaan jauh dengan SIG mampu menghasilkan informasi spasial yang akurat sehingga banyak dimanfaatkan dalam kegiatan inventarisasi sumber daya lahan, evaluasi lingkungan, maupun perencanaan tata ruang wilayah (Anggraeni et al., 2025). Platform open source yang digunakan yaitu Google Earth Engine yang memanfaatkan big data berupa citra satelit. Salah satu algoritma yang paling banyak digunakan dalam identifikasi vegetasi adalah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI dihitung berdasarkan perbedaan normalisasi antara nilai reflektansi spektral kanal merah (red) dan inframerah dekat (near infrared/NIR), yang secara efektif merepresentasikan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi (Manggala et al., 2025). Indeks vegetasi merupakan parameter yang digunakan untuk melakukan analisis terhadap keadaan vegetasi suatu wilayah. (Hardianto et al., 2021)

Algoritma ini memanfaatkan perbedaan nilai reflektansi spektral pada kanal merah (Red) dan inframerah dekat (Near Infrared) sehingga mampu menggambarkan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi secara kuantitatif. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, di mana semakin tinggi nilai NDVI menunjukkan kondisi vegetasi yang semakin rapat dan sehat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa NDVI

memiliki tingkat akurasi yang baik dalam mengidentifikasi kondisi vegetasi maupun perubahan tutupan lahan pada berbagai karakteristik wilayah (Aryastana et al., 2023; Husni et al., 2025; Gahesa et al., 2025).

Penelitian mengenai identifikasi vegetasi menggunakan algoritma NDVI telah banyak dilakukan di berbagai wilayah Indonesia. Mangga et al. (2025) berhasil mengidentifikasi degradasi tutupan lahan dan kerapatan vegetasi di Kabupaten Murung Raya menggunakan citra Landsat 8 berbasis NDVI. Penelitian Aryastana et al. (2023) menunjukkan bahwa NDVI efektif digunakan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan di Kabupaten Klungkung, sedangkan penelitian I'zzuddiin et al. (2025) membuktikan bahwa algoritma NDVI mampu memantau dinamika vegetasi mangrove secara spasial di kawasan Pantai Timur Surabaya. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa algoritma NDVI merupakan metode yang efektif dalam pemantauan kondisi vegetasi dan perubahan tutupan lahan.

Meskipun penelitian mengenai NDVI telah banyak dilakukan, kajian yang secara khusus mengidentifikasi degradasi tutupan lahan dan tingkat kerapatan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian di Kabupaten Sidoarjo lebih banyak membahas hubungan perubahan tutupan lahan dengan suhu permukaan atau aspek penggunaan lahan, sedangkan kajian mengenai identifikasi kondisi vegetasi menggunakan algoritma NDVI berbasis Sistem Informasi Geografis masih belum banyak dilakukan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu dikaji lebih lanjut agar tersedia informasi spasial mengenai kondisi vegetasi sebagai dasar pengelolaan lingkungan dan pembangunan wilayah yang berkelanjutan (Hardianto et al., 2019; Mangga et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi degradasi tutupan lahan dan tingkat kerapatan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo menggunakan algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) berbasis Sistem Informasi Geografis. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi aktual vegetasi di Kabupaten Sidoarjo serta menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam penyusunan kebijakan pengelolaan lingkungan, konservasi sumber daya lahan, dan pembangunan wilayah yang berkelanjutan.

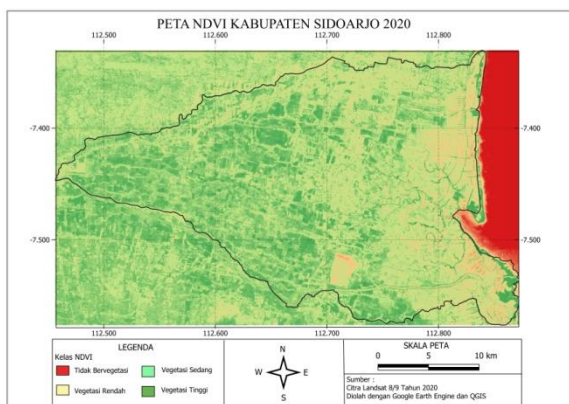
Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan

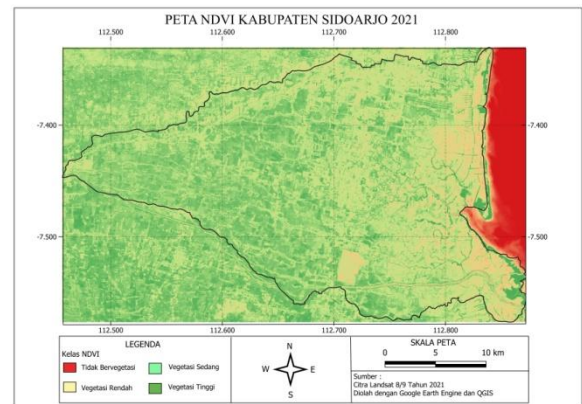
penginderaan jauh. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menganalisis dinamika tutupan lahan hijau di Kabupaten Sidoarjo selama periode 2020–2025 berdasarkan data citra satelit. Analisis spasial dilakukan untuk mengetahui pola persebaran serta perubahan tutupan lahan hijau yang terjadi pada wilayah penelitian. Variabel utama dalam penelitian ini adalah tutupan lahan hijau yang diukur berdasarkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dari citra satelit Landsat tahun 2020–2025. Nilai NDVI digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi dan perubahan luas tutupan lahan hijau di Kabupaten Sidoarjo. Selain itu, data jumlah penduduk digunakan sebagai variabel pendukung untuk memberikan gambaran perkembangan wilayah yang berpotensi memengaruhi perubahan tutupan lahan hijau selama periode penelitian. Penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa komputer atau laptop yang mendukung pengolahan data spasial. Adapun perangkat lunak yang digunakan meliputi QGIS untuk pengolahan dan analisis data spasial, *Google Earth Engine* sebagai data pendukung interpretasi visual, Microsoft Excel dan SPSS untuk pengolahan data tabular serta perangkat lunak pengolah kata untuk penyusunan laporan penelitian.

Hasil dan Diskusi

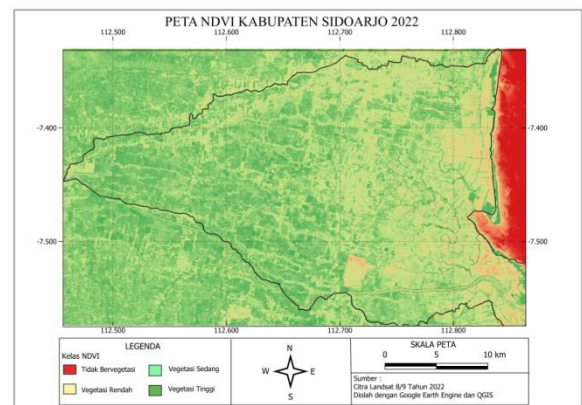
Analisis perubahan tutupan lahan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo dilakukan menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) berdasarkan citra Landsat 8 dan Landsat 9 periode tahun 2020–2025. Nilai NDVI digunakan untuk menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi yang terdapat pada suatu wilayah. Semakin tinggi nilai NDVI menunjukkan kondisi vegetasi yang semakin rapat dan sehat sedangkan nilai yang rendah menunjukkan wilayah terbangun, lahan terbuka, atau vegetasi yang jarang. Berdasarkan hasil pengolahan dan data dari citra melalui QGIS terbuatlah peta NDVI Kabupaten Sidoarjo dari tahun 2020 – 2025.



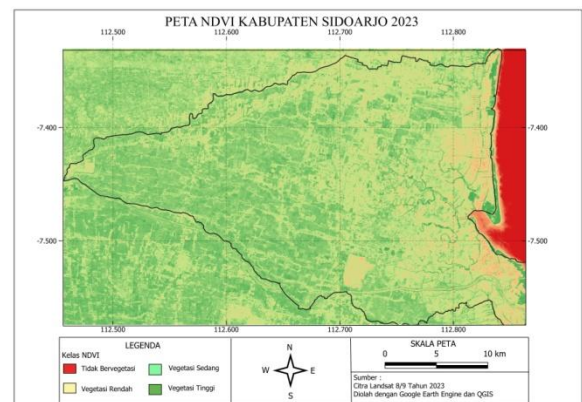
Gambar 3. Peta NDVI Kabupaten Sidoarjo 2020



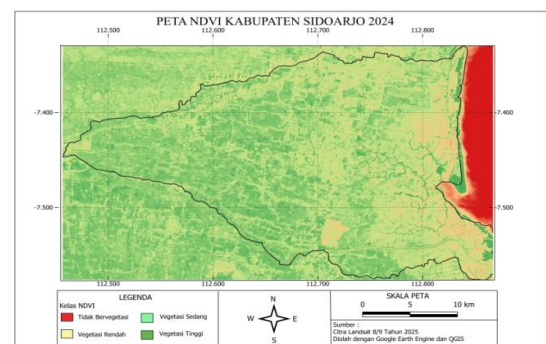
Gambar 4. Peta NDVI Kabupaten Sidoarjo 2021



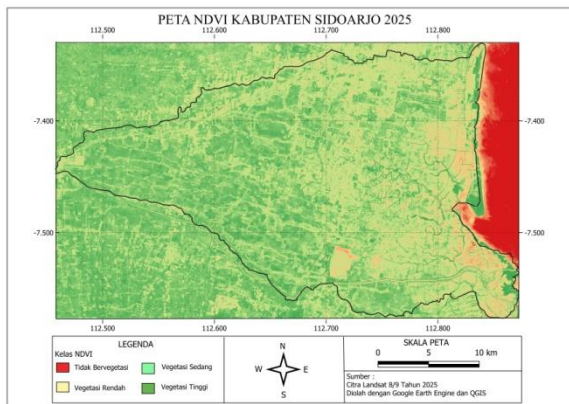
Gambar 5. Peta NDVI Kabupaten Sidoarjo 2022



Gambar 6. Peta NDVI Kabupaten Sidoarjo 2023



Gambar 7. Peta NDVI Kabupaten Sidoarjo 2024



Gambar 8. Peta NDVI Kabupaten Sidoarjo 2025

Data selain peta juga terdapat tabel yang menunjukkan nilai rata rata NDVI Kabupaten Sidoarjo dan dinamika jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo selama periode penelitian.

Tabel 2. Hasil Perhitungan NDVI dan Jumlah Penduduk Kabupaten Sidoarjo 2020-2025

Tahun	NDVI	Jumlah Penduduk (jiwa)
2020	0,40199	2.033.764
2021	0,38964	2.063.168
2022	0,41624	1.952.002
2023	0,38536	1.996.823
2024	0,38756	2.027.867
2025	0,41454	2.051.277

Berdasarkan hasil analisis NDVI kondisi vegetasi di Kabupaten Sidoarjo secara umum masih berada dalam kategori vegetasi sedang. Terjadi fluktuasi nilai NDVI yang menunjukkan adanya perubahan kondisi tutupan lahan vegetasi selama periode penelitian. Pada tahun 2020 hingga 2021 terjadi penurunan nilai NDVI sebesar 0,01235. Penurunan tersebut mengindikasikan berkurangnya tingkat kehijauan vegetasi yang dapat disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan, peningkatan aktivitas pembangunan, maupun faktor lingkungan lainnya. Penurunan nilai NDVI menunjukkan bahwa sebagian area vegetasi mengalami tekanan akibat perkembangan wilayah perkotaan dan kegiatan ekonomi.

Tahun 2022 menunjukkan nilai NDVI tertinggi yaitu sebesar 0,41624. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tutupan vegetasi pada tahun tersebut berada dalam kondisi yang relatif lebih baik dibandingkan tahun lainnya. Peningkatan nilai NDVI dapat dipengaruhi oleh kondisi vegetasi yang lebih subur, meningkatnya luas area pertanian yang aktif, serta kondisi curah hujan yang mendukung pertumbuhan tanaman. Pada tahun 2023 nilai NDVI kembali mengalami penurunan menjadi 0,38536. Penurunan ini dapat mengindikasikan berkurangnya kerapatan

vegetasi akibat alih fungsi lahan, ekspansi kawasan permukiman, maupun perubahan pola penggunaan lahan lainnya. Tahun 2024 menunjukkan sedikit peningkatan menjadi 0,38756, namun nilainya masih lebih rendah dibandingkan tahun 2020 dan 2022.

Pada tahun 2025 nilai NDVI meningkat secara signifikan hingga mencapai 0,41454. Nilai tersebut mendekati kondisi tahun 2022 sehingga menunjukkan adanya pemulihan atau peningkatan kondisi vegetasi di beberapa wilayah Kabupaten Sidoarjo. Peningkatan ini dapat berkaitan dengan keberadaan lahan pertanian produktif, ruang terbuka hijau, maupun kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan vegetasi. Perubahan nilai NDVI selama periode 2020–2025 menunjukkan bahwa kondisi vegetasi Kabupaten Sidoarjo relatif stabil dengan fluktuasi yang tidak terlalu besar. Selisih antara nilai NDVI tertinggi dan terendah hanya sebesar 0,03088. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi perkembangan wilayah dan pertumbuhan penduduk, kondisi tutupan vegetasi Kabupaten Sidoarjo masih dapat dipertahankan pada kategori vegetasi sedang.

Berdasarkan data diperoleh jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo mengalami fluktuasi selama periode 2020–2025. Jumlah penduduk tertinggi tercatat pada tahun 2021 sebesar 2.063.168 jiwa, sedangkan jumlah penduduk terendah terjadi pada tahun 2022 sebesar 1.952.002 jiwa. Sementara itu, nilai NDVI tertinggi tercatat pada tahun 2022 sebesar 0,41624 dan tahun 2025 sebesar 0,41454. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai NDVI tidak selalu berbanding terbalik ataupun berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Sebagai contoh, pada tahun 2022 jumlah penduduk mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya, namun nilai NDVI justru mencapai nilai tertinggi selama periode penelitian. Sebaliknya pada tahun 2025 jumlah penduduk kembali meningkat hingga mencapai 2.051.277 jiwa, tetapi nilai NDVI juga meningkat menjadi 0,41454.

Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo tidak hanya dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti pola penggunaan lahan, keberadaan lahan pertanian, kondisi iklim, curah hujan, ruang terbuka hijau, serta kebijakan tata ruang daerah. Peningkatan jumlah penduduk tidak secara langsung menyebabkan penurunan vegetasi secara signifikan selama periode penelitian. Wilayah Kabupaten Sidoarjo masih didominasi oleh vegetasi kategori sedang yang tersebar pada kawasan pertanian, tambak, dan ruang terbuka hijau. Keberadaan area-area tersebut berkontribusi dalam menjaga nilai NDVI tetap relatif stabil meskipun terjadi perubahan jumlah penduduk dari tahun ke tahun.

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara perubahan nilai NDVI dengan jumlah penduduk di Kabupaten Sidoarjo selama periode 2020–2025. Data yang digunakan berupa nilai rata-rata NDVI hasil pengolahan citra Landsat dan data jumlah penduduk yang diperoleh dari publikasi resmi statistik kependudukan. Analisis hubungan antara kedua variabel dilakukan menggunakan korelasi Pearson.

Uji korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai NDVI dan jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo selama periode 2020–2025. Hasil analisis menggunakan perangkat lunak SPSS menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi Pearson sebesar **-0,294** dengan nilai signifikansi sebesar **0,572**. Nilai koefisien korelasi yang bernilai negatif menunjukkan adanya kecenderungan hubungan berlawanan arah antara kedua variabel. Hal tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan jumlah penduduk cenderung diikuti oleh penurunan nilai NDVI. Namun demikian, berdasarkan klasifikasi tingkat korelasi, nilai sebesar 0,294 termasuk dalam kategori hubungan lemah. Nilai signifikansi sebesar 0,572 lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 menunjukkan hubungan antara pertumbuhan penduduk dan perubahan nilai NDVI di Kabupaten Sidoarjo selama periode penelitian tidak signifikan secara statistik. Hipotesis yang menyatakan adanya hubungan signifikan antara pertumbuhan penduduk dan perubahan tutupan lahan vegetasi ditolak. Tidak signifikannya hubungan antara pertumbuhan penduduk dan nilai NDVI menunjukkan bahwa perubahan kondisi vegetasi di Kabupaten Sidoarjo tidak hanya dipengaruhi oleh faktor jumlah penduduk.

Analisis spasial perubahan NDVI yang dilakukan melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi penting untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang mengalami perubahan vegetasi secara lebih rinci dibandingkan hanya menggunakan analisis statistik korelasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi tutupan lahan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo selama periode 2020–2025 mengalami fluktuasi namun cenderung stabil. Nilai NDVI rata-rata berkisar antara 0,38536 hingga 0,41624 yang menunjukkan dominasi vegetasi kategori sedang pada wilayah penelitian. Jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo menunjukkan kecenderungan meningkat selama periode penelitian. Peningkatan jumlah penduduk tersebut tidak diikuti oleh penurunan nilai NDVI yang signifikan. Hasil analisis korelasi menunjukkan hubungan negatif yang lemah antara pertumbuhan penduduk dan perubahan tutupan lahan vegetasi, sehingga mengindikasikan bahwa perubahan vegetasi tidak hanya dipengaruhi oleh faktor demografi, tetapi juga oleh faktor lain seperti penggunaan lahan, aktivitas pertanian, kondisi lingkungan, dan kebijakan tata ruang wilayah. Kondisi

tutupan lahan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo masih relatif terjaga meskipun terjadi dinamika pertumbuhan penduduk selama periode 2020–2025.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan citra Landsat dan Sistem Informasi Geografis (SIG) kondisi tutupan lahan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo selama periode 2020–2025 menunjukkan fluktuasi yang relatif kecil dengan nilai NDVI rata-rata berkisar antara 0,38536 hingga 0,41624. Nilai NDVI tertinggi terjadi pada tahun 2022 sebesar 0,41624 sedangkan nilai terendah terjadi pada tahun 2023 sebesar 0,38536. Kabupaten Sidoarjo didominasi oleh vegetasi kategori sedang yang tersebar pada kawasan pertanian, tambak, dan ruang terbuka hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan vegetasi selama periode penelitian cenderung stabil dan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Analisis terhadap data pertumbuhan penduduk menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo mengalami perubahan selama periode 2020–2025. Hasil korelasi antara nilai NDVI dan jumlah penduduk menunjukkan hubungan negatif yang lemah ($r = -0,294$). Hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan penduduk belum menjadi faktor dominan yang memengaruhi perubahan tutupan lahan vegetasi di Kabupaten Sidoarjo. Perubahan kondisi vegetasi di wilayah penelitian diduga juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti penggunaan lahan, aktivitas pertanian, kondisi lingkungan, dan kebijakan tata ruang wilayah.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam proses penelitian hingga penyusunan artikel ini

Referensi

- Anggy Septrya Manggala, Sigit Heru Murti Budi Santosa, Bakti Setiawan (2025). Identifikasi Degradasi Tutupan Lahan dan Kerapatan Vegetasi di Kabupaten Murung Raya Melalui Algoritma NDVI. *Jurnal Silvia Tropika*, Vol. 9, No. 2. <https://online-journal.unja.ac.id/STP/article/view/41470/23162>
- Arnas Hardianto, Pegita Urmala Dewi, Taufiq Feriansyah, Novia Fadillah Sekar Sari, Nadia Salsabila Rifiana (2021). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi : Kota Bandar Lampung). *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS)*, Vol. 2 No. 1 Hal. 8 - 15. <https://jgrs.eng.unila.ac.id/index.php/geo/article/view/38/27>
- Muhamad Fakhri Husni, Sugeng Wahyudiono, Tatik Suhartati (2024). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Penutup Lahan dengan Metode Indeks Vegetasi NDVI

- (Studi Kasus di Kawasan Hutan Rakyat Kabupaten Gunung Kidul). *Jurnal Wana Tropika*, Vol. 14, No. 02. Hal. 44 – 52.
<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JWT/article/view/1651/1003>
- Muhammad Syaifur Rohman, Afrinaldi, Ahmad Syauqani, Maya Safira (2025). Prediksi Perubahan Tutupan Lahandi Kabupaten Bogor Tahun 2026 Menggunakan Random Forest dengan Citra Satelit Sentinel-2 Terklasifikasi. *Jurnal Tunas Agraria*. Vol. 8(2), Hal. 192-218.
<https://jurnaltunasagraria.stpn.ac.id/index.php/JTA/article/view/413/235>
- Nor Lela Anggraeni, Auriel Suci Sekar Purnama, Arief Laila Nugraha, Andri Suprayogi (2025). Penilaian kerawanan cagar budaya dari ancaman multi bencana berbasis sig dan ahp di kota yogyakarta. *Jurnal Geodesi Undip*. Vol. 14, No. 2. Hal. 64.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/52662/34156>
- Putu Aryastana, I Gusti Ngurah Agung Widya, Gde Wikan Pradnya Dana, I Putu Suta Suyasa, Wayan Wahyu Adnyana Tamara (2021). Estimasi perubahantutupan lahan dengan menggunakan normalized difference vegetation index(ndvi) di kabupaten klungkung provinsi bali. *Jurnal Teknik Gradien*. Vol. 15, No. 01. Hal. 45-51.
<https://ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien/article/view/1014/856>
- Reza Hardianto, Abdul Wahid Hasyim, Ar. Rohman Taufiq Hidayat (2019). Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap suhu permukaan di kabupaten Sidoarjo. *Planning for Urban and Regional Environment*. Vol 8 No 3, Hal. 350
<https://purejournal.ub.ac.id/index.php/pure/article/view/362/294>