

Analisis Perubahan Penutup Lahan di Kecamatan Monano, Kabupaten Gorontalo Utara Menggunakan Data Esri Sentinel-2 Land Cover Multitemporal

Eki Nurhadi Modanggu¹, Sri Maryati^{1*}, Moch. Rio Pambudi¹

¹ Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo
*e-mail: sri.maryati@ung.ac.id

Abstract

This study aims to analyze land cover dynamics in Monano District, North Gorontalo Regency, using Esri Sentinel-2 Land Cover data for the 2022–2025 period. The data used consisted of ready-to-use land cover products derived from Sentinel-2 imagery. The research methods included data collection, clipping based on the administrative boundaries of the study area, identification of land cover classes, calculation of the area and percentage of each class, and analysis of proportional changes between years. The land cover classes analyzed consisted of water bodies, trees, bare ground, and grass. The results showed that the tree class was the dominant land cover during most of the observation period. In 2025, the tree class covered 84.65 ha or 59.18% of the study area, while the grass class covered 12.28 ha or 8.58%. The largest proportional changes occurred in the grass class, which decreased from 41.18% to 8.58%, and the tree class, which increased from 39.37% to 59.18%. These findings indicate that Esri Sentinel-2 Land Cover data can be utilized as a preliminary source of information for monitoring multitemporal land cover dynamics.

Keywords: Esri Sentinel-2 Land Cover; Land Cover Change; Remote Sensing

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika penutup lahan di Kecamatan Monano, Kabupaten Gorontalo Utara, menggunakan data Esri Sentinel-2 Land Cover periode 2022–2025. Data yang digunakan berupa produk penutup lahan siap pakai berbasis citra Sentinel-2. Metode penelitian meliputi pengumpulan data, pemotongan berdasarkan batas administrasi wilayah, identifikasi kelas penutup lahan, perhitungan luas dan persentase tiap kelas, serta analisis perubahan proporsi antartahun. Kelas penutup lahan yang dianalisis terdiri atas badan air, pohon, area terbuka, dan rumput. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas pohon menjadi penutup lahan dominan pada sebagian besar periode pengamatan. Pada tahun 2025, luas kelas pohon mencapai 84,65 ha atau 59,18% dari wilayah penelitian, sedangkan kelas rumput sebesar 12,28 ha atau 8,58%. Perubahan proporsi terbesar terjadi pada kelas rumput yang menurun dari 41,18% menjadi 8,58%, serta kelas pohon yang meningkat dari 39,37% menjadi 59,18%. Temuan ini menunjukkan bahwa data Esri Sentinel-2 Land Cover dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi awal untuk memantau dinamika penutup lahan secara multitemporal.

Kata kunci: Esri Sentinel-2 Land Cover; Perubahan Penutup Lahan; Penginderaan Jauh

1. PENDAHULUAN

Lahan merupakan bagian dari bentang alam yang terdiri atas berbagai unsur lingkungan fisik, seperti iklim, topografi, sistem hidrologi, tanah, dan tutupan vegetasi alami. Unsur-unsur tersebut berperan penting dalam menentukan pola pemanfaatan lahan pada suatu wilayah. Dalam cakupan yang lebih luas, lahan tidak hanya mencerminkan kondisi alamiah, tetapi juga menunjukkan ruang yang telah dipengaruhi oleh aktivitas manusia, baik pada masa lampau maupun saat ini. Oleh karena itu, lahan tidak hanya dipahami sebagai tanah secara fisik, tetapi juga sebagai ruang yang memiliki fungsi, nilai, serta status penguasaan tertentu bagi berbagai kegiatan manusia (Rusmawan, 2007).

Perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas pembangunan mendorong bertambahnya kebutuhan ruang. Kondisi tersebut dapat memengaruhi pola penggunaan lahan, terutama ketika lahan yang semula berfungsi sebagai area pertanian atau ruang terbuka mengalami perubahan menjadi kawasan permukiman, infrastruktur, maupun bentuk pemanfaatan lainnya. Fenomena peralihan lahan dari sektor pertanian ke sektor nonpertanian merupakan salah satu bentuk alih fungsi lahan yang banyak terjadi di berbagai wilayah (Angraini et al., 2020). Penggunaan lahan (*land use*) berkaitan dengan cara manusia memanfaatkan ruang untuk berbagai kegiatan, sehingga dipengaruhi oleh faktor sosial, budaya, ekonomi, kondisi alam, dan hubungan antara manusia dengan lingkungannya (Misa et al., 2018).

Berbeda dengan penggunaan lahan, penutup lahan menggambarkan kondisi fisik dan biologis yang menutupi permukaan bumi, seperti vegetasi, badan air, lahan terbuka, dan area terbangun. Penutup lahan dapat diamati secara langsung melalui citra penginderaan jauh karena lebih menekankan pada kenampakan fisik permukaan bumi, bukan pada aktivitas manusia yang berlangsung di atasnya. Seiring waktu, penutup lahan dapat mengalami perubahan akibat perkembangan kebutuhan masyarakat, perluasan aktivitas ekonomi, pembukaan lahan, maupun proses alami yang terjadi di suatu wilayah (Ramadhan et al., 2025).

Penutup lahan juga dapat terbentuk secara alami maupun akibat campur tangan manusia, sehingga informasi mengenai perubahan penutup lahan penting untuk memahami dinamika lingkungan suatu wilayah (Wahyuni et al., 2021). Perubahan tersebut umumnya terjadi karena suatu wilayah memiliki potensi tertentu untuk dikembangkan, baik berdasarkan kondisi aktual maupun kebutuhan pembangunan pada masa mendatang (Deliar et al., 2023).

Perubahan penutup lahan merupakan salah satu indikator penting dalam menilai dinamika lingkungan dari waktu ke waktu. Informasi ini dapat digunakan untuk mengetahui perubahan vegetasi, perkembangan area terbuka, perubahan badan air, serta kecenderungan pemanfaatan ruang pada suatu wilayah. Kemajuan teknologi penginderaan jauh yang didukung oleh Sistem Informasi Geografis (SIG) telah mempermudah proses pemantauan penutup lahan secara spasial dan multitemporal, sehingga informasi yang dihasilkan menjadi lebih cepat, efisien, dan mudah dianalisis (Laudji et al., 2026). Teknologi penginderaan jauh juga banyak dimanfaatkan dalam kajian wilayah karena mampu menyediakan data dengan cakupan luas, biaya relatif terjangkau, serta waktu pengolahan yang lebih efisien. Dalam kajian perubahan lahan, citra satelit beresolusi spasial menengah dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi penutup lahan, perkembangan kawasan terbangun, dan dinamika aktivitas wilayah dari waktu ke waktu (Womsiwor et al., 2019).

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi mengenai objek, wilayah, atau fenomena melalui analisis data yang direkam oleh sensor tanpa kontak langsung dengan objek yang diamati (Gifari & Yuana, 2023). Salah satu citra satelit yang banyak digunakan dalam kajian penutup lahan adalah Sentinel-2. Satelit Sentinel-2 merupakan satelit pengamatan bumi yang dikembangkan oleh European Space Agency (ESA) melalui Program Copernicus dan menyediakan citra dengan resolusi spasial 10 meter, 20 meter, dan 60 meter sesuai karakteristik pita spektralnya. Sentinel-2 memiliki 13 pita spektral yang dapat merekam berbagai informasi permukaan bumi, seperti vegetasi, badan air, area terbuka, dan kawasan terbangun. Ketersediaan data yang terbuka dan dapat diakses melalui berbagai platform menjadikan Sentinel-2 banyak dimanfaatkan dalam penelitian lingkungan, perencanaan wilayah, pertanian, serta mitigasi bencana (Fathoni et al., 2025).

Citra satelit banyak dimanfaatkan dalam identifikasi tutupan lahan karena mampu menyediakan data secara berkala dengan jangkauan wilayah yang luas. Salah satu sumber data yang sering digunakan adalah citra Sentinel-2. Satelit ini memiliki 13 band spektral yang terdiri atas 4 band beresolusi 10 meter, 6 band beresolusi 20 meter, dan 3 band beresolusi 60 meter, dengan cakupan perekaman mencapai 290 km. Karakteristik tersebut menjadikan Sentinel-2 efektif untuk pemantauan kondisi lahan, penyusunan informasi penggunaan lahan, serta mendukung berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan lingkungan (Awaliyan, 2018).

Citra Sentinel-2 memiliki keunggulan dalam pemantauan penutup lahan karena menyediakan data secara berkala dengan jangkauan wilayah yang luas. Sentinel-2 memiliki 13 band spektral yang terdiri atas 4 band beresolusi 10 meter, 6 band beresolusi 20 meter, dan 3 band beresolusi 60 meter, dengan cakupan perekaman mencapai 290 km. Karakteristik tersebut menjadikan Sentinel-2 efektif untuk pemantauan kondisi lahan, penyusunan informasi penutup lahan, serta mendukung kegiatan perencanaan dan pengelolaan lingkungan (Awaliyan, 2018). Selain itu, Sentinel-2 memiliki periode

perekaman sekitar 10 hari dengan satu satelit dan 5 hari dengan dua satelit, sehingga sesuai untuk analisis perubahan penutup lahan secara multitemporal (Sinabang et al., 2024).

Selain citra Sentinel-2 mentah, saat ini tersedia produk penutup lahan siap pakai seperti Esri Sentinel-2 Land Cover. Data ini merupakan hasil klasifikasi berbasis citra Sentinel-2 yang menyajikan kelas-kelas penutup lahan secara tahunan. Penggunaan data tersebut dapat membantu proses analisis karena peneliti tidak perlu melakukan klasifikasi citra dari awal, tetapi dapat langsung melakukan pemotongan wilayah kajian, identifikasi kelas, perhitungan luas, dan perbandingan perubahan antartahun. Dengan demikian, data Esri Sentinel-2 Land Cover dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi awal untuk memetakan dinamika penutup lahan secara lebih praktis dan efisien.

Kecamatan Monano merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Gorontalo Utara yang memiliki variasi penutup lahan, seperti vegetasi, badan air, area terbuka, dan lahan yang dimanfaatkan untuk aktivitas masyarakat. Dinamika pembangunan dan pemanfaatan ruang di wilayah ini berpotensi menyebabkan perubahan penutup lahan dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, pemetaan perubahan penutup lahan secara multitemporal diperlukan untuk memberikan gambaran spasial mengenai kondisi dan kecenderungan perubahan yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan penutup lahan di Kecamatan Monano, Kabupaten Gorontalo Utara, menggunakan data Esri Sentinel-2 Land Cover multitemporal. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi informasi dasar dalam pemantauan lingkungan dan pengelolaan wilayah secara berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Monano, Kabupaten Gorontalo Utara. Data utama yang digunakan adalah Esri Sentinel-2 Land Cover multitemporal tahun 2022, 2023, 2024, dan 2025. Data tersebut merupakan produk penutup lahan siap pakai berbasis citra Sentinel-2 yang telah diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas penutup lahan. Oleh karena itu, penelitian ini tidak melakukan klasifikasi citra satelit dari awal, tetapi memanfaatkan data penutup lahan yang telah tersedia untuk dianalisis secara spasial dan multitemporal.

Data penutup lahan dipotong berdasarkan batas administrasi Kecamatan Monano agar analisis hanya mencakup wilayah penelitian. Kelas penutup lahan yang dianalisis meliputi badan air, pohon, area terbuka, dan rumput. Setiap kelas dihitung luasnya dalam satuan hektare, kemudian dikonversi menjadi persentase terhadap total luas wilayah kajian. Analisis dilakukan dengan membandingkan persentase luas masing-masing kelas antartahun untuk mengetahui kecenderungan perubahan proporsi penutup lahan selama periode 2022–2025.

Persentase luas setiap kelas dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{Li}{Lt} \times 100$$

Keterangan:

P = persentase kelas penutup lahan

Li = luas masing-masing kelas penutup lahan

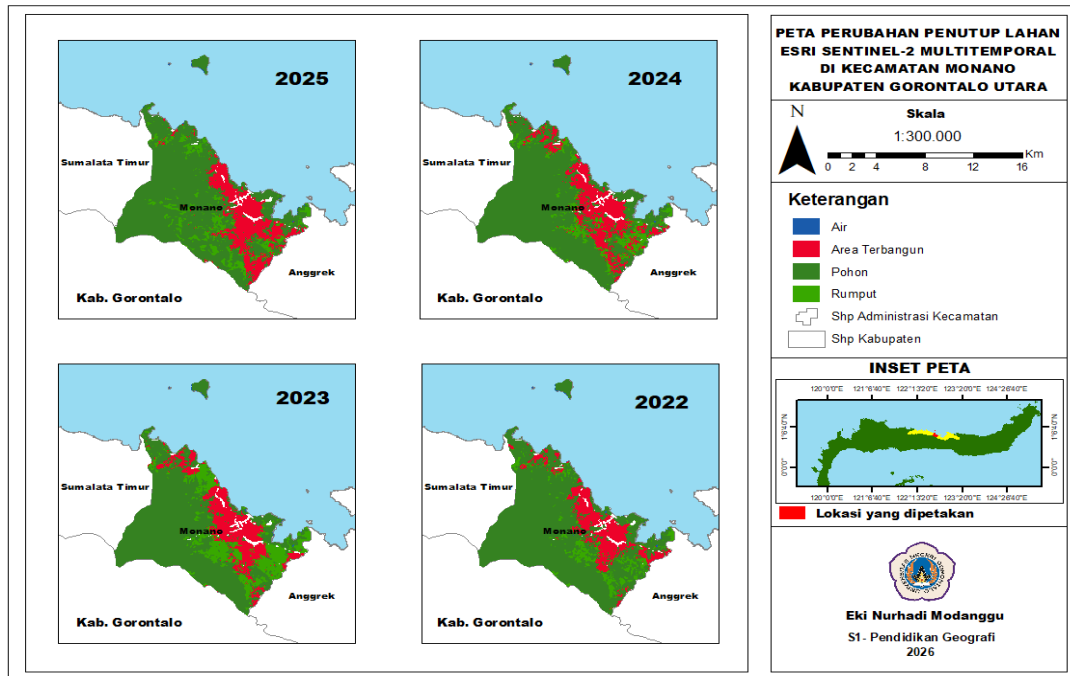
Lt = luas total wilayah penelitian

Hasil analisis disajikan dalam bentuk peta penutup lahan multitemporal, tabel luas dan persentase penutup lahan, serta deskripsi perubahan penutup lahan di Kecamatan Monano. Informasi tersebut digunakan untuk menggambarkan dinamika penutup lahan pada periode pengamatan dan sebagai dasar awal dalam pemantauan lingkungan serta pengelolaan wilayah secara lebih terarah.

Perubahan penutup lahan dianalisis berdasarkan perbandingan luas dan persentase setiap kelas pada periode pengamatan. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan dinamika penutup lahan berdasarkan hasil klasifikasi Esri Sentinel-2 Land Cover.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis perubahan penutup lahan di Kecamatan Monano dilakukan menggunakan data Esri Sentinel-2 Land Cover multitemporal periode 2022–2025. Hasil analisis disajikan dalam bentuk peta dan tabel untuk menggambarkan sebaran spasial, luas, serta persentase masing-masing kelas penutup lahan. Berdasarkan hasil pengolahan data, kelas penutup lahan yang teridentifikasi terdiri atas badan air, pohon, area terbuka, dan rumput. Peta penutup lahan multitemporal Kecamatan Monano tahun 2022–2025 disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Penutup Lahan Kecamatan Monano Tahun 2022–2025

Gambar 1 menunjukkan bahwa penutup lahan di Kecamatan Monano mengalami variasi antartahun. Secara spasial, kelas pohon terlihat sebagai kelas yang dominan pada sebagian besar wilayah daratan, terutama pada tahun 2023, 2024, dan 2025. Kelas rumput dan area terbuka tersebar pada beberapa bagian wilayah yang memiliki tutupan vegetasi rendah atau permukaan yang relatif terbuka. Sementara itu, kelas badan air mengikuti pola perairan yang terdapat di wilayah penelitian. Variasi sebaran tersebut menunjukkan adanya dinamika kelas penutup lahan selama periode pengamatan.

Hasil perhitungan luas dan persentase penutup lahan Kecamatan Monano pada tahun 2025 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Penutup Lahan Tahun 2025

Klasifikasi	Luas Area (Ha)	Persentase (%)
Air	24.27	16.97
Pohon	84.65	59.18
Area Terbuka	21.85	15.27
Rumput	12.28	8.58
Total	143.05	100

Berdasarkan Tabel 1, kelas pohon merupakan kelas penutup lahan paling dominan dengan luas 84,65 ha atau 59,18% dari total wilayah penelitian. Kelas badan air memiliki luas 24,27 ha atau 16,97%, sedangkan area terbuka memiliki luas 21,85 ha atau 15,27%. Kelas rumput memiliki proporsi paling kecil, yaitu 12,28 ha atau 8,58%. Komposisi ini menunjukkan bahwa pada tahun 2025 wilayah penelitian didominasi oleh kelas pohon, sedangkan kelas rumput memiliki proporsi yang lebih kecil dibandingkan kelas lainnya.

Hasil perhitungan luas dan persentase penutup lahan Kecamatan Monano pada tahun 2024 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Penutup Lahan Tahun 2024

Klasifikasi	Luas Area (Ha)	Persentase (%)
Air	24.33	17.03
Pohon	85.73	60.00
Area Terbuka	21.41	14.98
Rumput	11.43	7.99
Total	142.90	100

Berdasarkan Tabel 2, kelas pohon juga menjadi kelas penutup lahan dominan dengan luas 85,73 ha atau 60,00%. Kelas badan air memiliki luas 24,33 ha atau 17,03%, area terbuka seluas 21,41 ha atau 14,98%, dan rumput seluas 11,43 ha atau 7,99%. Jika dibandingkan dengan tahun 2025, komposisi penutup lahan tahun 2024 tidak menunjukkan perbedaan yang besar. Kelas pohon sedikit menurun pada tahun 2025, sedangkan kelas area terbuka dan rumput mengalami sedikit peningkatan.

Hasil perhitungan luas dan persentase penutup lahan Kecamatan Monano pada tahun 2023 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Penutup Lahan Tahun 2023

Klasifikasi	Luas Area (Ha)	Persentase (%)
Air	24.93	17.40
Pohon	76.71	53.53
Area Terbuka	21.25	14.84
Rumput	20.40	14.24
Total	143.09	100

Berdasarkan Tabel 3, kelas pohon memiliki luas 76,71 ha atau 53,53%, sehingga tetap menjadi kelas penutup lahan terbesar. Kelas badan air memiliki luas 24,93 ha atau 17,40%, area terbuka seluas 21,25 ha atau 14,84%, dan rumput seluas 20,40 ha atau 14,24%. Proporsi kelas rumput pada tahun 2023 lebih besar dibandingkan tahun 2024 dan 2025. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2023 masih terdapat proporsi vegetasi rendah yang lebih luas berdasarkan hasil klasifikasi Esri Sentinel-2 Land Cover.

Hasil perhitungan luas dan persentase penutup lahan Kecamatan Monano pada tahun 2022 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Penutup Lahan Tahun 2022

Klasifikasi	Luas Area (Ha)	Persentase (%)
Air	16.82	11.76
Pohon	56.32	39.37
Area Terbuka	11.02	7.70
Rumput	58.89	41.18
Total	143.05	100

Berdasarkan Tabel 4, kelas rumput merupakan kelas penutup lahan terbesar dengan luas 58,89 ha atau 41,18%. Kelas pohon menempati urutan kedua dengan luas 56,32 ha atau 39,37%. Sementara itu, kelas badan air memiliki luas 16,82 ha atau 11,76%, dan area terbuka memiliki luas 11,02 ha atau 7,70%. Komposisi ini berbeda dengan tahun 2023, 2024, dan 2025 karena pada tahun 2022 proporsi kelas rumput masih sedikit lebih besar dibandingkan kelas pohon.

Perbandingan persentase penutup lahan tahun 2022–2025 menunjukkan adanya perubahan proporsi pada setiap kelas. Perubahan tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perubahan Persentase Penutup Lahan Tahun 2022–2025

Kelas	2022 (%)	2025 (%)	Perubahan Persentase
Badan air	11,76	16,97	+5,21 poin persentase
Pohon	39,37	59,18	+19,81 poin persentase
Area terbuka	7,70	15,27	+7,57 poin persentase
Rumput	41,18	8,58	-32,60 poin persentase

Berdasarkan Tabel 5, perubahan proporsi terbesar terjadi pada kelas rumput dan pohon. Kelas rumput mengalami penurunan dari 41,18% pada tahun 2022 menjadi 8,58% pada tahun 2025, atau berkurang sebesar 32,60 poin persentase. Sebaliknya, kelas pohon meningkat dari 39,37% pada tahun 2022 menjadi 59,18% pada tahun 2025, atau bertambah sebesar 19,81 poin persentase. Perubahan ini menunjukkan adanya pergeseran proporsi kelas penutup lahan dari kelas rumput menuju kelas pohon berdasarkan hasil klasifikasi Esri Sentinel-2 Land Cover.

Kelas area terbuka juga menunjukkan peningkatan proporsi dari 7,70% pada tahun 2022 menjadi 15,27% pada tahun 2025, atau meningkat sebesar 7,57 poin persentase. Peningkatan ini menunjukkan bertambahnya proporsi permukaan terbuka berdasarkan hasil klasifikasi data. Namun, peningkatan tersebut tidak dapat langsung diartikan sebagai pembukaan lahan atau perubahan penggunaan lahan tertentu tanpa dukungan data lapangan atau citra resolusi lebih tinggi. Dengan demikian, kelas area terbuka dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai indikasi awal adanya perubahan permukaan lahan yang perlu dikaji lebih lanjut.

Kelas badan air mengalami peningkatan dari 11,76% pada tahun 2022 menjadi 16,97% pada tahun 2025, atau meningkat sebesar 5,21 poin persentase. Pada periode 2023–2025, proporsi badan air relatif stabil, yaitu 17,40% pada tahun 2023, 17,03% pada tahun 2024, dan 16,97% pada tahun 2025. Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan badan air lebih terlihat ketika dibandingkan antara tahun 2022 dan tahun-tahun berikutnya, sedangkan pada periode 2023–2025 perubahannya relatif kecil. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh kondisi perekaman citra, kondisi musiman, maupun hasil klasifikasi data.

Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa kelas pohon menjadi kelas penutup lahan yang dominan pada sebagian besar periode pengamatan. Pada tahun 2023, 2024, dan 2025, proporsi kelas pohon selalu berada di atas 50%. Sebaliknya, kelas rumput menunjukkan kecenderungan menurun setelah tahun 2022. Pola ini menunjukkan adanya perubahan proporsi kelas vegetasi di Kecamatan Monano berdasarkan data Esri Sentinel-2 Land Cover. Meskipun demikian, perubahan tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati karena data yang digunakan merupakan produk klasifikasi siap pakai.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Esri Sentinel-2 Land Cover dapat digunakan sebagai sumber informasi awal untuk memantau dinamika penutup lahan secara multitemporal. Data ini membantu mempercepat proses identifikasi kelas penutup lahan karena peneliti tidak perlu melakukan klasifikasi citra dari awal. Namun, hasil analisis sebaiknya diposisikan sebagai gambaran awal mengenai perubahan kelas penutup lahan. Validasi lapangan, interpretasi visual citra resolusi tinggi, atau analisis tambahan menggunakan data pendukung diperlukan untuk memperkuat penjelasan mengenai penyebab perubahan yang terjadi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data Esri Sentinel-2 Land Cover multitemporal periode 2022–2025, penutup lahan di Kecamatan Monano menunjukkan dinamika pada kelas badan air, pohon, area terbuka, dan rumput. Kelas pohon menjadi penutup lahan dominan pada sebagian besar periode pengamatan, terutama pada tahun 2023, 2024, dan 2025. Pada tahun 2025, kelas pohon memiliki luas 84,65 ha atau 59,18% dari total wilayah penelitian, sedangkan kelas rumput memiliki luas 12,28 ha atau 8,58%.

Perubahan proporsi paling menonjol terjadi pada kelas rumput dan pohon. Kelas rumput menurun dari 41,18% pada tahun 2022 menjadi 8,58% pada tahun 2025, atau berkurang sebesar 32,60 poin persentase. Sebaliknya, kelas pohon meningkat dari 39,37% pada tahun 2022 menjadi 59,18% pada tahun 2025, atau bertambah sebesar 19,81 poin persentase. Kelas area terbuka juga mengalami peningkatan dari 7,70% menjadi 15,27%, sedangkan badan air meningkat dari 11,76% menjadi 16,97%.

Perubahan tersebut menunjukkan adanya dinamika proporsi kelas penutup lahan berdasarkan hasil klasifikasi Esri Sentinel-2 Land Cover.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data Esri Sentinel-2 Land Cover dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi awal untuk memantau dinamika penutup lahan secara multitemporal. Namun, interpretasi terhadap penyebab perubahan perlu dilakukan secara hati-hati karena penelitian ini menggunakan produk klasifikasi siap pakai dan belum dilengkapi dengan verifikasi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, F., Selpiyanti, S., & Walid, A. (2020). *Dampak Alih Fungsi Lahan Terhadap Degradasi Lingkungan : Studi Kasus Lahan Pertanian Sawan Menjadi Lahan Non Pertanian*. 5(2), 35–42.
- Awaliyan, M. R. (2018). *Klasifikasi Penutupan Lahan Pada Citra Satelit Sentinel-2a Dengan Metode Tree Algorithm M. Rakhmat Awaliyan 1 * dan Yohanes Budi Sulistioadi 2 I. 2*(September), 98–104.
- Deliar, A., Santoso, P., & Virtriana, R. (2023). *Analisis Pola Perubahan Tutupan Lahan Berdasarkan Metode Spatial Cluster di Provinsi Jawa Barat*. 7(36), 53–62. <https://doi.org/10.29408/geodika.v7i1.7105>
- Fathoni, H. Al, Junaidi, A., Aditiawan, F. P., Pembangunan, U., Veteran, N., Timur, J., Forest, R., Engine, G. E., & Timur, P. K. (2025). *KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN PADA CITRA SENTINEL-2. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 4982–4991.
- Gifari, O. I., & Yuana, K. A. (2023). *Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Terbimbing Pada Data Citra Penginderaan Jauh Kota Samarinda- Kalimantan Timur. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 18(2).
- Laudji, M., Maryati, S., & Pratama, I. (2026). *Pemanfaatan SIG dalam Pemetaan Tutupan Lahan sebagai Suplemen Pembelajaran Geografi SMA Kelas X. 3*(2), 337–344.
- Misa, D., Moniaga, I., & Lahamendu, V. (2018). *Penggunaan Lahan Kawasan Perkotaan Berdasarkan Fungsi Kawasan. Jurnal Spasial*, 5(2), 171–178.
- Ramadhan, M., Nurfaika, & Pratama, I. (2025). *Analisis Perubahan Tutupan Lahan Di DAS Limboto Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo*. 2(3), 2022–2026. <https://doi.org/10.37905/jrpi.v2i3.31780>
- Rusmawan. (2007). *Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian Ke Non-Pertanian Dalam Perspektif Sosial Budaya. Geomedia*, 5.
- Sinabang, I., Waruwu, K. D., & Sihombing, A. (2024). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Kecamatan Percut Sei Tuan Tahun 2018 - 2022*. 9(2), 120–129.
- Wahyuni, N., Hasyim, A., & Soemarno. (2021). *Dinamika Perubahan Penggunaan Dan Tutupan Lahan Di Kabupaten Banyuwangi Periode 1995 – 2019*. 121–132. <https://doi.org/10.20886/jwas.v8i2.6707>
- Womsiwor, F., Kesaulija, F., & Manuhua, D. (2019). *Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) Dan Penginderaan Jauh di Distrik Oransbari, Manokwari Selatan. Jurnal Kehutanan Papuaasia*, 3.