

Analisis Perubahan Tutupan Lahan di Desa Indra Sari, Kalimantan Selatan menggunakan Metode Klasifikasi *Random Forest* pada Platform *Google Earth Engine*

Sugesti Aprillianti, Mohammad Abdul Basyid*

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung

*Koresponden email: basyid@gmail.com

Diterima: 19 Agustus 2025

Disetujui: 26 Agustus 2025

Abstract

Land cover change from vegetation and open land to built-up land has been increasing in line with the growing demand for land for development purposes. This study aims to analyze the dynamics of land cover change in Indra Sari Village, Banjar Regency, during the period 2019–2024. The data used are Sentinel-2A images, which are processed and classified using the Random Forest algorithm through the Google Earth Engine (GEE) platform. Three land cover classes are defined: vegetation, open land, and built-up land. The validation process is conducted using a confusion matrix along with the calculation of Overall Accuracy and Kappa Coefficient values. The classification results show fluctuations in the area of vegetation, increasing from 866,950 m² in 2019 to 940,290 m² in 2024, and a significant increase in built-up area from 724,352 m² to 1,142,721 m² during the same period. Uncommon land cover changes are also observed, such as settlements transforming into open land, which may result from changes in building function, demolition, or classification errors that require further validation.

Keywords: *land cover, sentinel-2a, random forest, google earth engine, indra sari village*

Abstrak

Perubahan tutupan lahan dari vegetasi, dan lahan terbuka menjadi lahan terbangun semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kebutuhan lahan untuk pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan tutupan lahan di Desa Indra Sari, Kabupaten Banjar, pada periode 2019–2024. Data yang digunakan berupa citra *Sentinel-2A*, yang diproses dan diklasifikasikan menggunakan algoritma *Random Forest* melalui platform *Google Earth Engine* (GEE). Tiga kelas tutupan lahan ditetapkan, yaitu vegetasi, lahan terbuka dan lahan terbangun. Proses validasi dilakukan menggunakan *confusion matrix* dan penghitungan nilai *Overall Accuracy* serta *Kappa Coefficient*. Hasil klasifikasi menunjukkan kenaikan dan penurunan luas vegetasi dari 866.950 m² pada tahun 2019 hingga menjadi 940.290 m² pada tahun 2024, serta peningkatan luas lahan terbangun dari 724.352 m² menjadi 1.142.721 m² pada periode yang sama. Ditemukan pula perubahan tutupan lahan yang tidak umum, seperti dari permukiman menjadi lahan terbuka, yang diduga akibat perubahan fungsi bangunan, pembongkaran, atau kesalahan klasifikasi yang memerlukan validasi lebih lanjut.

Kata Kunci: *tutupan lahan, sentinel-2a, random forest, google earth engine, desa indra sari*

1. Pendahuluan

Perubahan tutupan lahan merupakan proses yang terjadi karena lahan yang sebelumnya berupa vegetasi alami atau ruang terbuka mulai beralih fungsi menjadi kawasan terbangun, seperti permukiman, fasilitas industri, atau infrastruktur lainnya [1]. Perubahan ini berdampak pada kondisi fisik lingkungan, seperti perubahan suhu permukaan dan tutupan lahan [2]. Perubahan tutupan lahan juga berdampak pada penurunan kualitas udara, peningkatan risiko banjir, dan penurunan produktivitas lahan [1].

Desa Indra Sari, di Kecamatan Martapura Kota, Kabupaten Banjar, merupakan salah satu wilayah yang mengalami perubahan tutupan lahan. Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi peningkatan kawasan terbangun di desa ini. Berdasarkan Peraturan Bupati Banjar Nomor 9 Tahun 2022 tentang Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan Martapura Tahun 2022–2042, Desa Indra Sari termasuk dalam beberapa Satuan Wilayah Perencanaan (SWP), yakni SWP D, SWP E, dan SWP F [3]. Pembagian ini menunjukkan keberagaman fungsi ruang di wilayah tersebut, mulai dari area lahan terbangun hingga lahan terbuka. Perubahan tutupan lahan di Desa Indra Sari tidak lepas dari persoalan lingkungan yang mulai muncul. Dalam beberapa tahun terakhir, banjir dan genangan air telah menjadi kejadian berulang, terutama saat

musim hujan. Berdasarkan laporan berita lokal, wilayah Gg. Rahmat di Jalan Darussalam tergenang banjir dengan ketinggian 20–40 cm selama hampir satu minggu pada Desember 2021 [4]. Pada Januari 2025, banjir kembali melanda kawasan Komplek Megatama yang berlokasi di belakang Stadion Demang Lehman, hingga menyebabkan evakuasi warga oleh tim gabungan [5]. Selain itu, pada tahun 2022, Dinas PUPRP Kabupaten Banjar mengakui bahwa sebagian wilayah Indra Sari masih kekurangan sistem drainase, sehingga pemerintah melakukan pembangunan drainase secara bertahap berdasarkan usulan Masyarakat [6]. Berbagai kejadian ini menunjukkan bahwa berkurangnya area resapan dan belum optimalnya infrastruktur pengelolaan air hujan menjadi faktor penting dalam meningkatnya kerentanan banjir di tengah perkembangan lahan terbangun [7].

Dalam konteks tersebut, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh sangat penting untuk mengidentifikasi perubahan secara spasial dan temporal. Data citra satelit *Sentinel-2A* memiliki peran utama dalam menyediakan informasi detail tentang tutupan lahan dan kondisinya secara periodik [8]. Lebih lanjut, *platform* Google Earth Engine (GEE) mendukung pengolahan data tersebut secara efisien, memungkinkan analisis dalam skala luas dan berulang. Google Earth Engine (GEE) merupakan *platform* pemrosesan data geospasial berbasis *cloud* yang memungkinkan analisis citra satelit dalam skala besar secara efisien. GEE menyediakan akses ke berbagai data citra multi-temporal, seperti *Sentinel* dan *Landsat*, serta dilengkapi dengan algoritma *machine learning* untuk keperluan klasifikasi dan pemantauan perubahan lahan. Seluruh proses analisis dilakukan secara daring tanpa perlu mengunduh data. Hal ini mempercepat pemrosesan dan mempermudah akses bagi pengguna. Meskipun GEE memiliki banyak keunggulan, salah satu keterbatasannya adalah belum tersedianya fitur *layouting* peta secara detail seperti pada perangkat lunak GIS *desktop* [9].

Algoritma yang digunakan dalam proses klasifikasi lahan adalah *Random Forest*, yang telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi pola perubahan tutupan lahan secara akurat, terutama dalam mendeteksi peralihan dari vegetasi ke kawasan lahan terbangun. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Random Forest* memberikan hasil klasifikasi dengan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) hingga lebih dari 90% [8]. Sedangkan untuk klasifikasi dilakukan ke dalam tiga kelas utama, yaitu vegetasi, lahan terbangun, dan lahan terbuka. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di Desa Indra Sari pada periode 2019–2024 menggunakan data *Sentinel-2A* yang diproses melalui *platform* GEE dengan metode klasifikasi *Random Forest*. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang akurat dan objektif mengenai dinamika tutupan lahan di wilayah ini.

2. Metode Penelitian

2.1. Data dan Peralatan

Data dan peralatan yang digunakan terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data satelit, serta data pendukung lainnya. Peralatan yang digunakan meliputi Laptop Asus Vivobook (LAPTOP-6RA38FOG) yang berfungsi untuk menjalankan aplikasi Google Earth Engine (GEE), QGIS, serta melakukan pengolahan data. Google Earth Engine digunakan sebagai *platform* utama untuk pemrosesan dan klasifikasi citra satelit dengan akses melalui laman <https://earthengine.google.com/>. Selain itu, perangkat lunak QGIS Desktop versi 3.40.1 digunakan untuk visualisasi data spasial serta analisis tambahan. Peralatan pendukung lain berupa GPS *Handheld* digunakan dalam pengambilan koordinat titik validasi lapangan.

Data penelitian terdiri atas citra satelit *Sentinel-2A* periode 2019–2024 dengan kondisi tutupan awan $\leq 15\%$ yang diperoleh dari *platform* GEE sebagai data utama dalam analisis tutupan lahan. Data pendukung berupa *shapefile* batas administrasi Desa Indra Sari digunakan untuk menentukan area penelitian. Selain itu, titik koordinat dan foto lapangan diperoleh melalui survei lapangan langsung yang digunakan untuk melakukan validasi terhadap hasil klasifikasi citra.

2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Indra Sari, Kecamatan Martapura Kota, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan. Luas wilayah Desa Indra Sari menurut Badan Pusat Statistik (BPS) adalah 2,18 km², dengan jumlah penduduk sebanyak 8.696 jiwa pada tahun 2023. Hal ini menghasilkan tingkat kepadatan penduduk sebesar 3.989 jiwa per km² [10]. Sementara itu, data dari Pemerintah Desa Indra Sari menyebutkan bahwa luas wilayah desa adalah 256,95 hektar atau setara dengan 2,57 km² [11]. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan indikasi adanya perubahan tutupan lahan dalam beberapa tahun terakhir. Wilayah administratif desa digunakan sebagai batas studi. Peta lokasi penelitian ditampilkan **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Desa Indra Sari sebagai Wilayah Penelitian

2.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini disusun secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir **Gambar 2**, yang menggambarkan tahapan dari pengumpulan data hingga analisis perubahan tutupan lahan. Tahap awal dimulai dengan pengumpulan data, yang terdiri atas *shapefile* batas desa sebagai acuan wilayah studi, citra *Sentinel-2A* periode 2019–2024 yang diperoleh melalui Google Earth Engine, serta koordinat titik lapangan (*ground truth*) dengan *GPS hand* sebagai data validasi. *Ground Truth* merupakan data yang diperoleh secara langsung dari observasi lapangan yang merepresentasikan kondisi aktual objek yang diteliti [12]. Selanjutnya dilakukan pra pengolahan citra yang meliputi proses *masking* awan dengan memanfaatkan *band Scene Classification (SCL)* dan *Cloud Probability* untuk menghilangkan piksel tertutup awan, pemotongan (*clipping*) citra sesuai dengan batas wilayah desa, serta pembuatan komposit tahunan berdasarkan citra terpilih pada bulan-bulan dengan kondisi tutupan awan rendah.

Tahap berikutnya adalah penentuan sampel berupa *Region of Interest (ROI)* yang dibuat secara manual dalam bentuk poligon melalui interpretasi visual citra *Sentinel-2A* serta verifikasi dengan data lapangan. ROI ini disusun untuk setiap tahun antara 2019 hingga 2024, mencakup tiga kelas utama tutupan lahan, yaitu vegetasi, lahan terbangun, dan lahan terbuka. Setiap kelas memiliki 50 geometri ROI per tahun. Penentuan ROI dilakukan secara sistematis agar representatif terhadap kondisi lapangan serta mampu meningkatkan akurasi klasifikasi. Dari ROI yang diperoleh, dilakukan pembuatan titik *training* untuk membangun model klasifikasi dengan algoritma *Random Forest*. *Random Forest* merupakan algoritma klasifikasi berjenis *supervised learning* yang diperkenalkan oleh Leo Breiman pada tahun 2001. Dalam bidang penginderaan jauh, *Random Forest* banyak digunakan karena kemampuannya dalam menangani data berdimensi tinggi, seperti citra hiperspektral dan analisis berbasis objek, yang umum ditemukan dalam klasifikasi citra satelit [13]. Data sampel dibagi secara acak menjadi 70% untuk *training* dan 30% untuk *testing*. Proses klasifikasi *Random Forest* kemudian dijalankan dengan memanfaatkan nilai reflektansi citra, menghasilkan peta klasifikasi tutupan lahan untuk periode 2019–2024.

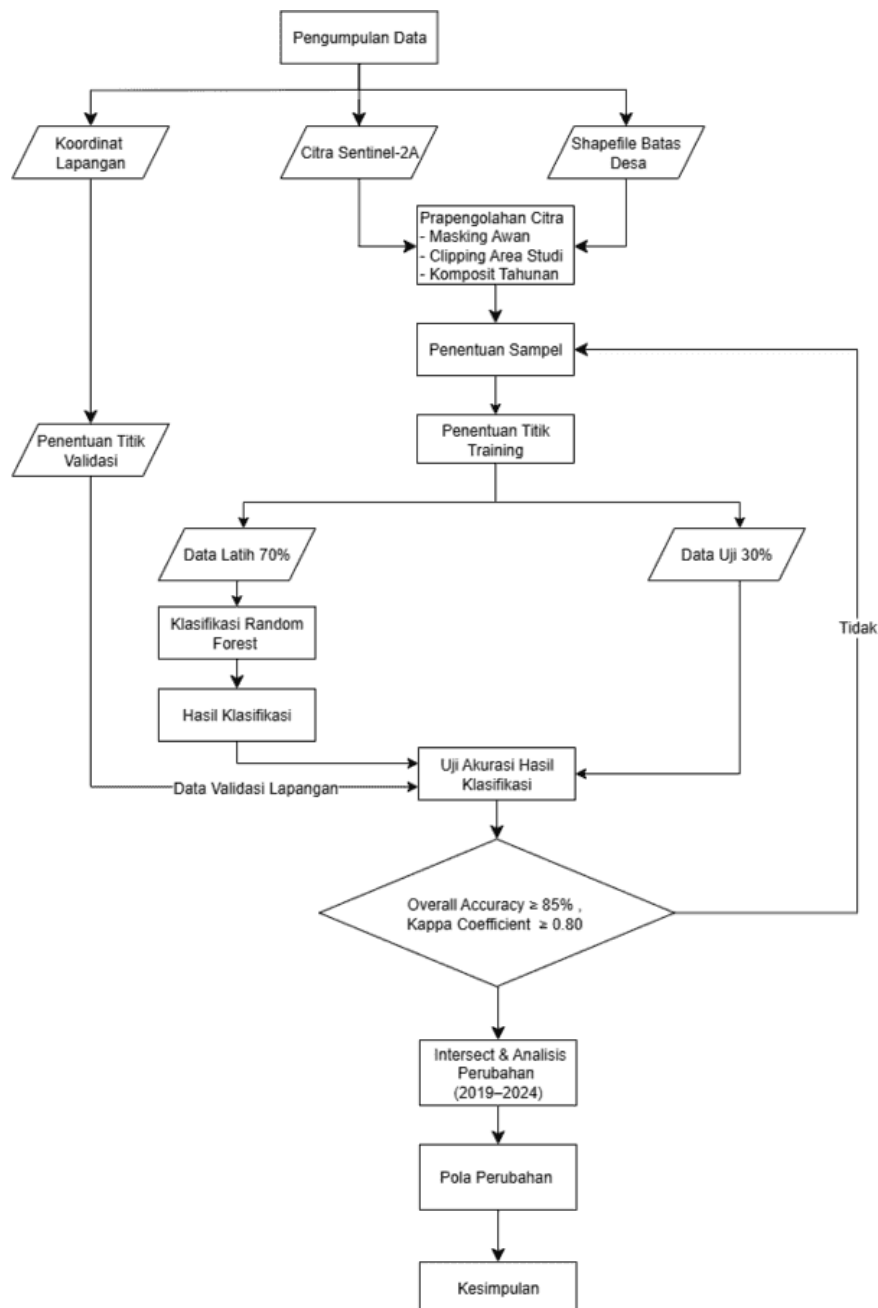
Tabel 1. *Confusion Matrix*

<i>Confusion Matrix</i>			
Aktual	Prediksi		Total
	0	1	
0	Xii		Xbi
1		Xii	
2			Xii
Total	Xki		N

Sumber: Nadzirah et al., (2023)

Hasil klasifikasi selanjutnya melalui tahap validasi dengan menggunakan 16 titik lapangan yang mewakili tiga kelas tutupan lahan. Evaluasi akurasi dilakukan melalui *confusion matrix*, *overall accuracy*, serta *kappa coefficient*. Pada *confusion matrix* (**Tabel 1**), *True Positive* (TP) adalah jumlah data kelas 1 yang berhasil diklasifikasikan dengan benar sebagai kelas 1 oleh model, sedangkan *True Negative* (TN) adalah jumlah data kelas 0 yang juga diklasifikasikan dengan benar sebagai kelas 0. Sebaliknya, *False Positive* (FP) merupakan jumlah data kelas 0 yang keliru diklasifikasikan sebagai kelas 1, dan *False Negative* (FN) adalah jumlah data kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0. Berdasarkan matriks ini, dapat dihitung nilai *overall accuracy* yang menggambarkan proporsi data yang benar-benar terklasifikasi dengan tepat oleh model [15].

Hasil klasifikasi diterima apabila menghasilkan nilai akurasi $\geq 85\%$ dan $kappa \geq 0,80$. Jika tidak tercapai, maka dilakukan perbaikan ROI dan klasifikasi diulang hingga memenuhi kriteria tersebut. Setelah klasifikasi tervalidasi, dilakukan analisis perubahan tutupan lahan dengan metode *overlay (intersect)* di QGIS untuk mengetahui perbedaan luasan tiap kelas antar tahun. Analisis ini menghasilkan informasi luas perubahan yang terjadi dari 2019 hingga 2024. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan kesimpulan yang merangkum dinamika perubahan tutupan lahan berdasarkan hasil klasifikasi dan analisis spasial.

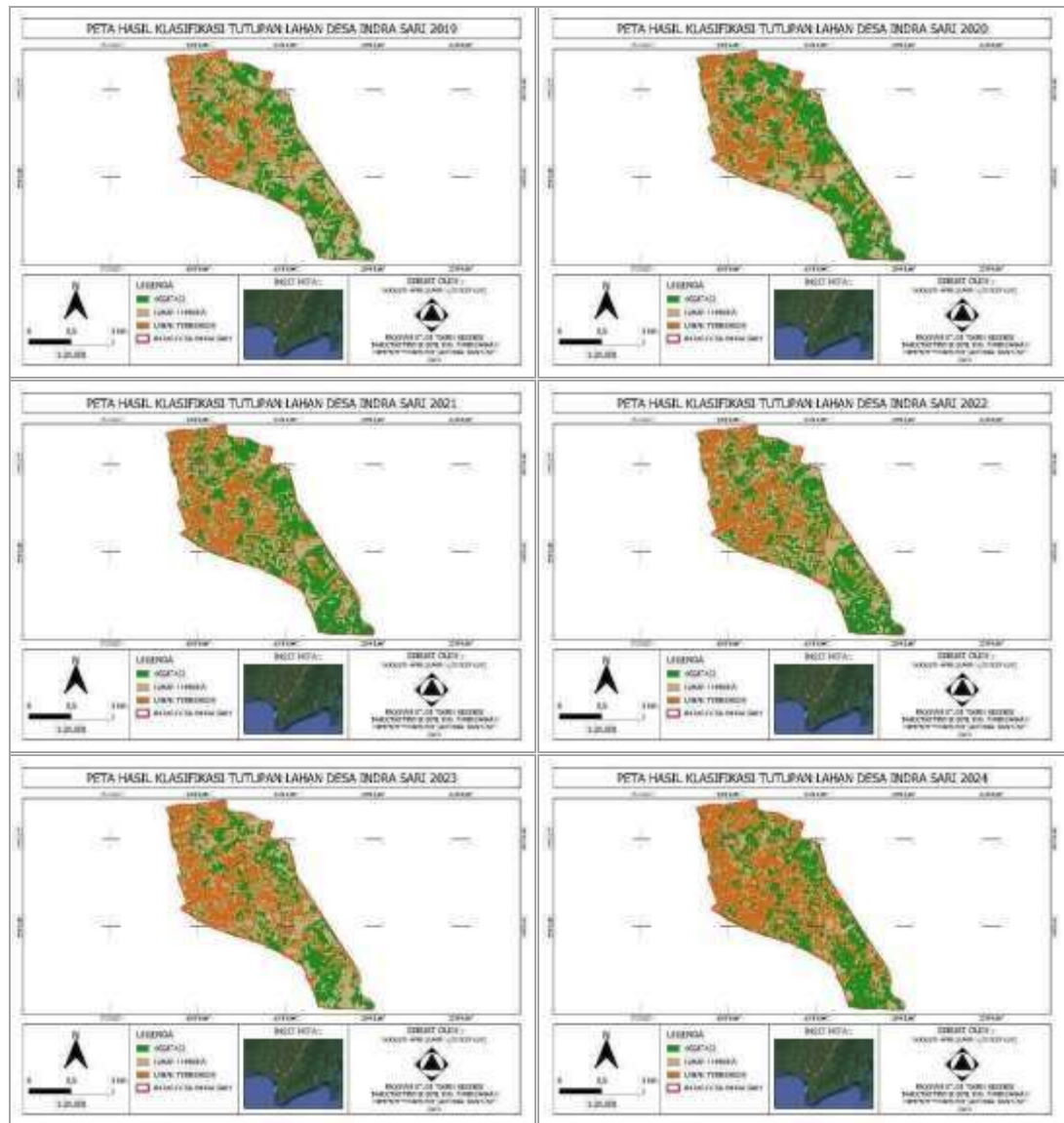


Gambar 2. Metode Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan

Gambar 3 memperlihatkan hasil perbandingan peta klasifikasi tutupan lahan tahun 2019-2024 sebagai representasi utama dari analisis spasial yang dilakukan dalam penelitian ini. Tiga kategori utama tutupan lahan yang dianalisis terdiri dari vegetasi yang ditampilkan dengan warna hijau tua, lahan terbuka dengan warna coklat pucat, dan lahan terbangun dengan warna coklat kemerahan.



Gambar 3. Peta Hasil Klasifikasi 2019-2024

Secara visual, tampak bahwa vegetasi mengalami fluktuasi luasan sepanjang periode pengamatan. Pada pertengahan tahun, area hijau tampak cukup meluas, namun kemudian mengalami penyusutan yang cukup jelas di tahun-tahun berikutnya sebelum kembali meluas menjelang akhir periode. Perubahan ini mengindikasikan adanya dinamika tutupan lahan yang dipengaruhi oleh aktivitas pembangunan maupun faktor alami.

Sementara itu, lahan terbuka menunjukkan penyusutan yang konsisten, di mana area berwarna coklat pucat terlihat semakin mengecil dari tahun ke tahun. Tren ini mencerminkan berkurangnya ruang terbuka yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara intensif, kemungkinan besar karena telah dialihfungsikan menjadi lahan terbangun atau ditumbuhi vegetasi kembali.

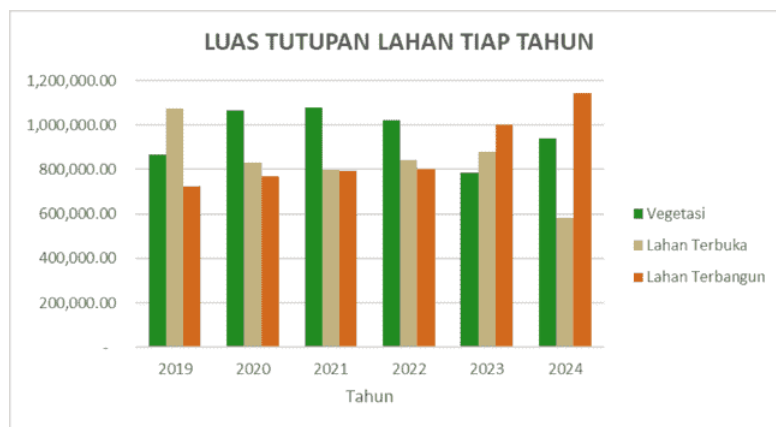
Sebaliknya, lahan terbangun memperlihatkan ekspansi yang stabil dan terus meningkat, terutama setelah pertengahan periode. Warna coklat kemerahan tampak semakin mendominasi area permukiman atau pembangunan, menunjukkan adanya pertumbuhan pembangunan fisik seperti rumah, fasilitas umum, atau infrastruktur lainnya. Pola ini secara tidak langsung berkaitan dengan berkurangnya luasan lahan terbuka dan sebagian vegetasi di wilayah tersebut.

3.2. Luas Tutupan Lahan Tiap Tahun

Grafik dan tabel berikut menampilkan perubahan luas tutupan lahan dalam satuan meter persegi (m²) untuk tiga kategori utama: vegetasi, lahan terbuka, dan lahan terbangun, dari tahun 2019 sampai 2024. Pada kategori vegetasi, terjadi fluktuasi dengan nilai tertinggi mencapai sekitar 1.077.024 m² pada tahun 2021, kemudian terjadi penurunan signifikan di tahun 2023 hingga sekitar 784.752 m² sebelum naik kembali ke angka 940.291 m² pada tahun 2024.

Tabel 2. Luas Tutupan Lahan Tiap Tahun

Luas Tutupan Lahan Tiap Tahun						
Kelas	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Vegetasi	866,950.25	1,065,668.38	1,077,024.48	1,023,104.87	784,752.05	940,290.74
Lahan Terbuka	1,075,815.32	830,032.52	796,261.51	843,794.96	880,575.56	584,106.64
Lahan Terbangun	724,352.95	771,417.62	793,832.53	800,218.69	1,001,790.90	1,142,721.15
Total	2,667,118.52	2,667,118.52	2,667,118.52	2,667,118.52	2,667,118.52	2,667,118.52



Gambar 4. Grafik Perubahan Luas Tutupan Lahan Tiap Tahun

Kategori lahan terbuka menunjukkan penurunan yang cukup konsisten dari nilai awal sekitar 1.075.815 m² pada 2019, menurun drastis hingga sekitar 584.106 m² pada tahun 2024. Penurunan lahan terbuka ini mengindikasikan adanya penyusutan area yang cukup signifikan selama lima tahun terakhir.

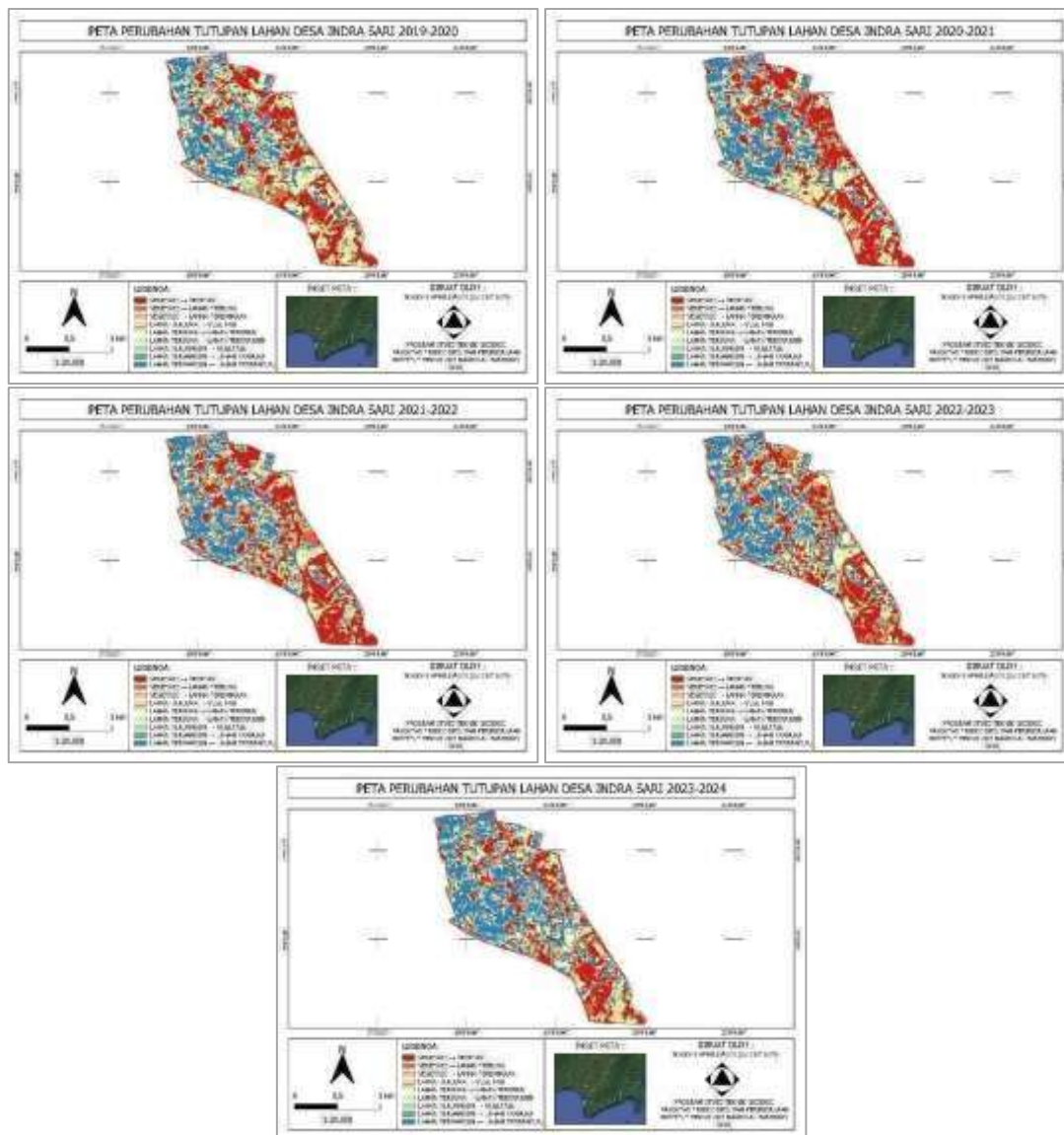
Sedangkan untuk lahan terbangun, tren justru menunjukkan kenaikan yang cukup stabil, terutama sejak tahun 2022, dari sekitar 800.219 m² naik tajam menjadi sekitar 1.142.721 m² pada tahun 2024. Hal ini menandakan adanya ekspansi lahan terbangun yang pesat, yang kemungkinan menjadi faktor utama dalam pengurangan lahan terbuka dan perubahan tutupan vegetasi dalam wilayah studi.

3.3. Hasil Overlay (Intersect) Perubahan Tutupan Lahan

Berikut disajikan peta *overlay (intersection)* perubahan tutupan lahan sebagai salah satu hasil analisis utama. Peta overlay perubahan tutupan lahan dari tahun 2019 hingga 2024 menyajikan visualisasi dinamika spasial yang kompleks, dengan skema warna yang merepresentasikan arah dan jenis perubahan antar kelas tutupan lahan. Warna-warna dalam peta menunjukkan kombinasi perubahan seperti vegetasi yang tetap sebagai vegetasi (merah tua), vegetasi menjadi lahan terbuka (jingga kemerahan), serta vegetasi menjadi lahan terbangun (oranye terang), yang mencerminkan degradasi vegetasi maupun ekspansi pembangunan.

Perubahan dari lahan terbuka ke vegetasi (kuning muda) menandakan adanya proses pemulihan lingkungan. Sedangkan perubahan dari lahan terbuka ke lahan terbuka (kuning pucat) menunjukkan stabilitas area yang belum dimanfaatkan secara intensif. Transisi dari lahan terbuka ke lahan terbangun (hijau muda) menggambarkan perubahan langsung menjadi permukiman atau infrastruktur, yang terlihat semakin meluas seiring waktu.

Selain itu, warna hijau kehijauan dan toska menunjukkan area lahan terbangun yang berubah menjadi vegetasi atau lahan terbuka, suatu fenomena yang lebih jarang terjadi, namun tetap penting untuk dicermati karena bisa berkaitan dengan pembongkaran bangunan, perubahan fungsi lahan, atau ketidaktepatan klasifikasi. Sementara itu, lahan terbangun yang tetap sebagai lahan terbangun ditunjukkan dengan warna biru gelap dan menggambarkan area yang sudah stabil secara fungsional dan penggunaan. Kecenderungan peningkatan wilayah terbangun, fluktuasi vegetasi, dan penyusutan lahan terbuka terlihat cukup konsisten dalam setiap periode tahunan.



Gambar 5. Perbandingan Hasil Peta Overlay (Intersect) Perubahan

3.4. Analisis Perubahan Tutupan Lahan Berdasarkan *Overlay (Intersect)*

Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan menggunakan metode overlay intersection di QGIS untuk mengidentifikasi dinamika spasial dan temporal antar tiga kategori utama: vegetasi, lahan terbuka, dan lahan terbangun.

3.4.1. Tahun 2019-2020

Hasil analisis perubahan tutupan lahan tahun 2019–2020 menunjukkan adanya dinamika yang cukup kompleks. Pemulihan vegetasi tercatat cukup signifikan dengan konversi lahan terbuka menjadi vegetasi seluas 323.597 m². Pembangunan juga mulai tampak melalui perubahan lahan terbuka menjadi lahan terbangun dengan luas 169.484 m², ditambah alih fungsi dari vegetasi ke lahan terbangun sebesar 10.809 m². Selain itu, terdapat pula peralihan dari lahan terbangun menuju lahan terbuka (109.880 m²) dan ke vegetasi (23.304 m²) yang kemungkinan terkait dengan perubahan fungsi bangunan atau aktivitas pembongkaran. Sementara itu, sebagian besar tutupan lahan masih relatif stabil, terutama pada kelas vegetasi (718.402 m²), lahan terbuka (582.634 m²), dan lahan terbangun (590.967 m²).

3.4.2. Tahun 2020-2021

Hasil analisis perubahan tutupan lahan tahun 2020–2021 memperlihatkan pola yang cukup beragam. Pemulihan vegetasi masih berlangsung dengan alih fungsi lahan terbuka menjadi vegetasi seluas 232.952 m² serta dari lahan terbangun ke vegetasi sebesar 21.420 m². Di sisi lain, pembangunan juga semakin meningkat, ditunjukkan oleh konversi lahan terbuka menjadi lahan terbangun seluas 157.583 m², ditambah dari vegetasi yang berubah menjadi lahan terbangun sebesar 37.883 m². Perubahan dari lahan terbangun ke lahan terbuka (151.137 m²) dan vegetasi ke lahan terbuka (204.392 m²) mengindikasikan adanya dinamika pemanfaatan lahan, baik karena aktivitas pembangunan baru maupun kemungkinan pembongkaran.

Sementara itu, sebagian besar tutupan lahan tetap stabil, khususnya pada kelas vegetasi (823.028 m²), lahan terbuka (439.926 m²), dan lahan terbangun (598.703 m²).

3.4.3. Tahun 2021-2022

Analisis perubahan tutupan lahan pada periode 2021–2022 menunjukkan adanya dinamika yang relatif seimbang antara pembangunan dan pemulihan vegetasi. Peningkatan pembangunan tercermin dari konversi lahan terbuka menjadi lahan terbangun seluas 148.261 m² serta dari vegetasi ke lahan terbangun sebesar 39.867 m². Di sisi lain, pemulihan vegetasi juga masih berlangsung, terutama melalui perubahan lahan terbuka menjadi vegetasi seluas 183.269 m² dan dari lahan terbangun ke vegetasi sebesar 20.032 m². Peralihan dari vegetasi ke lahan terbuka (217.681 m²) dan dari lahan terbangun ke lahan terbuka (162.145 m²) mengindikasikan adanya aktivitas pemanfaatan ulang lahan, baik karena pembukaan lahan baru maupun perubahan fungsi bangunan. Secara umum, sebagian besar tutupan lahan tetap stabil, terutama pada kelas lahan terbuka (819.855 m²), vegetasi (463.926 m²), dan lahan terbangun (611.992 m²).

3.4.4. Tahun 2022-2023

Perubahan tutupan lahan pada periode 2022–2023 memperlihatkan peningkatan pembangunan yang cukup menonjol. Hal ini ditandai dengan konversi lahan terbuka menjadi lahan terbangun seluas 254.077 m² serta dari vegetasi ke lahan terbangun sebesar 44.925 m². Di sisi lain, pemulihan vegetasi relatif lebih kecil, dengan peralihan dari lahan terbuka ke vegetasi seluas 100.361 m² dan dari lahan terbangun ke vegetasi hanya 3.868 m². Perubahan signifikan juga terjadi pada vegetasi yang beralih menjadi lahan terbuka dengan luas mencapai 310.110 m², mengindikasikan adanya aktivitas pembukaan lahan baru. Sementara itu, sebagian besar lahan masih tetap stabil, khususnya pada kelas vegetasi (668.121 m²), lahan terbuka (489.314 m²), serta lahan terbangun (700.850 m²).

3.4.5. Tahun 2023-2024



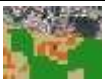












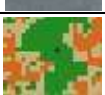





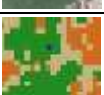
































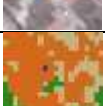







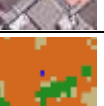

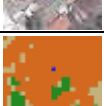






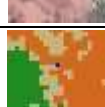












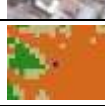



















Perubahan tutupan lahan pada periode 2023–2024 menunjukkan peningkatan pembangunan yang cukup besar. Hal ini ditunjukkan oleh konversi lahan terbuka menjadi lahan terbangun seluas 233.846 m², serta dari vegetasi ke lahan terbangun sebesar 53.454 m². Di sisi lain, pemulihan vegetasi juga cukup signifikan dengan alih fungsi lahan terbuka menjadi vegetasi seluas 300.886 m² dan dari lahan terbangun ke vegetasi sebesar 9.620 m². Sementara itu, konversi vegetasi ke lahan terbuka masih terjadi dengan luas 89.354 m², serta perubahan dari lahan terbangun ke lahan terbuka sebesar 135.170 m², yang mengindikasikan adanya aktivitas pembukaan lahan maupun penurunan fungsi bangunan. Secara umum, sebagian besar lahan tetap stabil, terutama pada kelas vegetasi (629.543 m²), lahan terbuka (360.092 m²), dan lahan terbangun (855.063 m²).















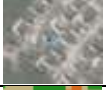



























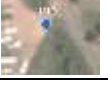

























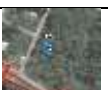






















3.5. Evaluasi Akurasi Hasil Klasifikasi

3.5.1. Tabel Perbandingan Titik Validasi Lapangan

Sebanyak 16 titik validasi digunakan secara konsisten untuk periode 2019–2024, sehingga diperoleh total 96 pengamatan. Hasilnya, 89 pengamatan (92,71%) sesuai dengan kondisi tutupan lahan aktual, sementara 7 pengamatan (7,29%) tidak sesuai. Temuan ini menunjukkan bahwa model klasifikasi memiliki akurasi tinggi (>90%), meski masih terdapat kesalahan kecil yang perlu diperbaiki. Sebagai pelengkap, disajikan tabel visual berisi koordinat titik validasi, bukti foto lapangan (2025), cuplikan citra Google Earth (2019–2024), dan hasil klasifikasi. Visualisasi ini menegaskan bahwa mayoritas titik validasi menunjukkan kestabilan kelas tutupan lahan sepanjang periode analisis.

Tabel 3. Perbandingan Titik Validasi Lapangan

Koordinat dan Foto Lapangan	2019	2020	2021	2022	2023	2024
-3.4251227, 114.8703252 	 	 	 	 	 	 
-3.4261047, 114.8662888 	 	 	 	 	 	 
-3.4454211, 114.8847735 	 	 	 	 	 	 
-3.4366104, 114.8756858 	 	 	 	 	 	 
-3.4300760, 114.8697525 	 	 	 	 	 	 
-3.4321847, 114.8677219 	 	 	 	 	 	 
-3.4347405, 114.8692716 	 	 	 	 	 	 
-3.4424203, 114.8820425 	 	 	 	 	 	 

Koordinat dan Foto Lapangan	2019	2020	2021	2022	2023	2024
-3.4418939, 114.8777222 						
						
-3.4405563, 114.8806877 						
						
-3.4445110, 114.8832419 						
						
-3.4364626, 114.8776265 						
						
-3.4385818, 114.8790972 						
						
-3.4388315, 114.8736373 						
						
-3.4351094, 114.8704557 						
						



3.6. Confusion Matrix, Overall Accuracy, dan Kappa Accuracy

Evaluasi akurasi klasifikasi tutupan lahan menunjukkan hasil yang konsisten pada setiap tahun penelitian. Tahun 2019 menghasilkan Overall Accuracy 91,7% dengan Kappa 0,876, tahun 2020 mencapai 97,4% dengan Kappa 0,960, tahun 2021 sebesar 92,0% dengan Kappa 0,880, tahun 2022 sebesar 97,2% dengan Kappa 0,957, tahun 2023 sebesar 93,6% dengan Kappa 0,904, dan tahun 2024 sebesar 96,4% dengan Kappa 0,944. Seluruh nilai Kappa berada pada kategori “kesepakatan hampir sempurna”, yang menegaskan bahwa model klasifikasi memiliki konsistensi dan keandalan tinggi. Dari hasil tersebut, akurasi tertinggi diperoleh pada tahun 2020 (97,4%) dan terendah pada tahun 2019 (91,7%).

Tabel 4. Hasil *Confusion Matrix*, *Overall Accuracy*, dan *Kappa Coefficient*

<i>Confusion Matrix 2019</i>					<i>Confusion Matrix 2020</i>				
Aktual	Prediksi			Total	Aktual	Prediksi			Total
	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun			Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	
Vegetasi	35	0	0	35	Vegetasi	41	1	0	42
Lahan Terbuka	0	38	2	40	Lahan Terbuka	0	43	1	44
Lahan Terbangun	1	7	38	46	Lahan Terbangun	0	1	27	28
Total	36	45	40	121	Total	41	45	28	114
<i>Overall Accuracy</i>	=	91.7%			<i>Overall Accuracy</i>	=	97.4%		
<i>Kappa Coefficient</i>	=	0.876			<i>Kappa Coefficient</i>	=	0.960		

<i>Confusion Matrix 2021</i>					<i>Confusion Matrix 2022</i>				
Aktual	Prediksi			Total	Aktual	Prediksi			Total
	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun			Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	
Vegetasi	41	0	0	41	Vegetasi	46	1	0	47
Lahan Terbuka	0	41	7	48	Lahan Terbuka	0	28	0	28
Lahan Terbangun	1	3	45	49	Lahan Terbangun	0	2	31	33
Total	42	44	52	138	Total	46	31	31	108
<i>Overall Accuracy</i>	=	92.0%			<i>Overall Accuracy</i>	=	97.2%		
<i>Kappa Coefficient</i>	=	0.880			<i>Kappa Coefficient</i>	=	0.957		

<i>Confusion Matrix 2023</i>					<i>Confusion Matrix 2024</i>				
Aktual	Prediksi			Total	Aktual	Prediksi			Total
	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun			Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	
Vegetasi	38	0	0	38	Vegetasi	48	0	0	48
Lahan Terbuka	0	29	2	31	Lahan Terbuka	0	31	1	32
Lahan Terbangun	0	5	36	41	Lahan Terbangun	0	3	27	30
Total	38	34	38	110	Total	48	34	28	110
<i>Overall Accuracy</i>	=	93.6%			<i>Overall Accuracy</i>	=	96.4%		
<i>Kappa Coefficient</i>	=	0.904			<i>Kappa Coefficient</i>	=	0.944		

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan citra Sentinel-2A dengan algoritma Random Forest di Google Earth Engine mampu memetakan dinamika tutupan lahan di Desa Indra Sari pada periode 2019–2024. Hasil klasifikasi menunjukkan penurunan area lahan terbuka, peningkatan yang stabil pada lahan terbangun, dan variasi pada vegetasi, yang mencerminkan perubahan fungsi lahan dari waktu ke waktu.

Perubahan area kelas tersebut mencerminkan adanya tekanan pembangunan terhadap ruang terbuka, sekaligus menunjukkan dinamika alami pada tumbuhan. Lahan terbuka mengalami penurunan signifikan dan sebagian besar berubah menjadi lahan terbangun, sedangkan vegetasi mengalami fluktuasi pada tahun-tahun tertentu disebabkan oleh faktor lingkungan serta kegiatan manusia. Pola ini menunjukkan bahwa Desa Indra Sari mengalami tahap perubahan penggunaan lahan yang sangat signifikan.

Metode *Random Forest* terbukti efektif dalam menghasilkan klasifikasi yang akurat, walaupun terdapat kemungkinan kesalahan klasifikasi karena kesamaan spektral antar kelas atau kualitas citra yang kurang baik. Secara umum, temuan dari penelitian ini memberikan data yang akurat untuk mendukung analisis spasial dan menjadi landasan dalam perencanaan pemanfaatan lahan di masa yang akan datang.

5. Daftar Pustaka

- [1] E. S. Djafar, F. Lihawa, And S. Maryati, “Monitoring Perubahan Lahan Terbangun Menggunakan Algoritma Ndbi Di Kecamatan Kabila Kabupaten Bone Bolango,” Vol. 2, No. 2, Pp. 288–295, 2025, Doi: 10.37905/Jrpi.V2i2.31265.
- [2] M. Chairuman, A. Wihadanto, And E. Rusdiyanto, “Perubahan Penggunaan Lahan Perkotaan Dan Fenomena Urban Heat Island Di Kota Tangerang Selatan,” *Ulin J. Hutan Trop.*, Vol. 7, No. 2, P. 142, 2023, Doi: 10.32522/Ujht.V7i2.10375.
- [3] Bupati Banjar, *Peraturan Bupati Nomor 9 Tahun 2022 Tentang Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan Martapura Tahun 2022-2042*. 2022.
- [4] Amnesia.Id, “Sepekan Diredam Banjir, Begini Curhatan Warga Desa Indrasari, Mulai Tidur Beralas Sterefoam Hingga Belum Terima Bantuan,” Amnesia.Id. [Online]. Available: <https://Amnesia.Id/Sepekan-Diredam-Banjir-Begini-Curhatan-Warga-Desa-Indrasari-Mulai-Tidur-Beralas-Sterefoam-Hingga-Belum-Terima-Bantuan/>
- [5] Inc.Kalsel, “Evakuasi Korban Banjir Yang Melanda Komplek Megatama Yang Berada Di Belakang Stadion Demang Lehman.” [Online]. Available: <https://www.instagram.com/reel/Dfsr2hyyhby/>
- [6] Heru Pamungkas, “Indrasari Sering Banjir, Puprp Banjar Bangun Drainase,” Teras7.Com. [Online]. Available: <https://teras7.com/indrasari-sering-banjir-puprp-banjar-bangun-drainase/>
- [7] A. Asrul, S. Eraku, R. R. Agu, A. A. Maini, M. Lasamu, And S. Massi, “Pengaruh Alih Fungsi Lahan Terhadap Kejadian Banjir Di Kelurahan Leato Selatan Kecamatan Kota Timur Kota Gorontalo,” *Geodika J. Kaji. Ilmu Dan Pendidik. Geogr.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 52–61, 2025, Doi: 10.29408/Geodika.V9i1.29256.
- [8] F. Al Farikhi And R. W. D. Pramono, “Perbandingan Algoritma Classification And Regression Tree (Cart) Dan Random Forest (Rf) Untuk Klasifikasi Penggunaan Lahan Pada Google Earth Engine,” *J. Spat. Wahana Komun. Dan Inf. Geogr.*, Vol. 23, No. 2, Pp. 170–179, 2023, Doi: 10.21009/Spatial.232.09.
- [9] B. Sukoco, Armijon, And R. Fadly, “Kajian Pemanfaatan Teknologi Google Earth Engine Untuk Bidang Penginderaan Jauh,” *J. Penelit. Geogr.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 142–149, 2022, Doi: 10.23960/Jpg.V10.I2.24219.
- [10] Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjar, “2024 Kecamatan Martapura Dalam Angka,” 2024.
- [11] “Sistem Informasi Desa Indra Sari.” Accessed: Apr. 30, 2025. [Online]. Available: <https://indrasari.banjarkab.go.id/>
- [12] M. I'zzuddiin, A. N. Alina, M. A. Mahardianti, F. Yahya, And S. E. Prabawa, “Analisis Perubahan Indeks Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Algoritma Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi) Di Pantai Timur Surabaya Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig),” Vol. 12, No. 4, 2025.
- [13] R. Dijaya And H. Setiawan, *Buku Ajar Pengolahan Citra Digital*, Vol. 11, No. 1. Jawa Timur: Umsida Press, 2013.
- [14] R. Nadzirah, I. Indarto, D. R. Widyaningsih, And M. I. T. Okiawan, “Analisis Perbandingan Tutupan Lahan (Land Cover) Wilayah Malang Raya Menggunakan Citra Sentinel,” *Rona Tek. Pertan.*, Vol. 16, No. 2, Pp. 160–174, 2023, Doi: 10.17969/Rtp.V16i2.33675.
- [15] H. Al Fathoni, A. Junaidi, And F. P. Aditiawan, “Klasifikasi Tutupan Lahan Pada Citra Sentinel-2 Di Kawasan Ikn Menggunakan Google Earth Engine,” *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, Vol. 9, No. 3, Pp. 4982–4991, 2025.