

Pemantauan Lahan Terbangun dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember Tahun 2019-2023 Menggunakan *Google Earth Engine*

Syintia Bella^{1*}, Nursida Arif¹, dan Meily Sari¹

¹Program Studi Magister Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia; e-mail: syintiabella.2024@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Urbanisasi di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember, menyebabkan alih fungsi lahan hijau menjadi area terbangun, seperti perumahan dan fasilitas publik, yang mengurangi vegetasi dan mengganggu keseimbangan lingkungan. Penelitian ini menggunakan Google Earth Engine (GEE) untuk memantau perubahan spasio-temporal lahan terbangun dan vegetasi selama 2019–2023. Analisis dilakukan dengan indeks NDVI dan NDBI menggunakan citra Sentinel-2A-MSI beresolusi 30 meter. Hasil menunjukkan nilai NDVI berkisar antara -0,09 hingga 0,91, dengan penurunan kerapatan vegetasi dari 2019 hingga 2023. Sebaliknya, nilai NDBI meningkat, mencerminkan ekspansi lahan terbangun. Korelasi negatif antara NDVI dan NDBI menunjukkan urbanisasi berkontribusi pada penurunan area hijau. Nilai NDVI tertinggi terdapat di wilayah utara, sedangkan NDBI tertinggi terkonsentrasi di wilayah tengah dan selatan. Penggunaan GEE terbukti efisien untuk memantau perubahan tutupan lahan, mendukung perencanaan kota berkelanjutan dengan mempertimbangkan keseimbangan pembangunan infrastruktur dan pelestarian lingkungan. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengambilan kebijakan pembangunan ramah lingkungan di Kecamatan Ajung.

Kata kunci: Google Earth Engine, NDVI, NDBI, Urbanisasi, Lahan Terbangun, Vegetasi, Kecamatan Ajung, Analisis Spasio-Temporal.

ABSTRACT

Urbanization in Ajung Subdistrict, Jember Regency, has led to the conversion of green land into built-up areas, such as residential and public facilities, reducing vegetation and disrupting environmental balance. This study utilizes Google Earth Engine (GEE) to monitor spatio-temporal changes in built-up areas and vegetation from 2019 to 2023. The analysis was conducted using NDVI and NDBI indices with Sentinel-2A-MSI imagery at a 30-meter spatial resolution. The results show that NDVI values range from -0.09 to 0.91, with a decline in vegetation density observed from 2019 to 2023. Conversely, NDBI values increased, reflecting the expansion of built-up areas. The negative correlation between NDVI and NDBI indicates that urbanization contributes to the reduction of green spaces. The highest NDVI values are found in the northern region, while the highest NDBI values are concentrated in the central and southern regions. The use of GEE has proven efficient in monitoring land cover changes, supporting sustainable urban planning by balancing infrastructure development with environmental preservation. The findings of this study are expected to serve as a basis for environmentally friendly development policy-making in Ajung Subdistrict.

Keywords: Google Earth Engine, NDVI, NDBI, Urbanization, Built-Up Land, Vegetation, Ajung Subdistrict, Spatio-Temporal Analysis.

Citation: Bella, S., Arif, N., dan Sari, M. (2025). Pemantauan Lahan Terbangun dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember Tahun 2019-2023 Menggunakan *Google Earth Engine*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(6), 1681-1690, doi:10.14710/jil.23.6.1681-1690

1. PENDAHULUAN

Perencanaan kota dan manajemen sumber daya merupakan bagian penting dalam upaya mencapai pembangunan berkelanjutan, di mana pemetaan lahan terbangun menjadi aktivitas dasar yang diperlukan untuk memantau perkembangan lahan di suatu wilayah. Seiring perkembangan zaman dan meningkatnya jumlah penduduk mendorong manusia melakukan berbagai usaha untuk memenuhi kebutuhannya (Wahyuddin, 2024). Menurut

(Gafuraningtyas et al., 2022), Bertambahnya jumlah penduduk berpengaruh pada kebutuhan tempat tinggal sehingga menyebabkan peralihan lahan hijau menjadi perumahan, fasilitas publik, jalan raya dan sebagainya. Berkurangnya vegetasi menurunkan jasa lingkungan sedangkan beban atau demand dari semakin meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan ketidakseimbangan di lingkungan (Aldzahabi et al., 2024). Pemantauan perkembangan area terbangun di area terbangun di wilayah menjadi

penting untuk melihat bagaimana perkembangan wilayah yang sangat dinamis (Ally & Daniswara, 2023). Penginderaan jauh adalah perolehan informasi suatu objek tanpa adanya kontak fisik dengan objek tersebut. Informasi dalam penginderaan jauh diperoleh dengan mendeteksi dan mengukur perubahan dari objek tersebut. Informasi dalam penginderaan jauh diperoleh dengan mendeteksi dan mengukur perubahan dari objek yang sesuai dengan kondisi optik di sekitarnya (Budiyanto et al., 2020). *Google Earth Engine* (GEE) adalah platform berbasis cloud untuk pemrosesan penginderaan jauh geospasial yang menyediakan katalog data publik yang luas. Teknologi ini memungkinkan pemantauan wilayah terbangun secara multi-temporal tanpa memerlukan data tambahan dan memanfaatkan produk yang sudah tersedia di dalam GEE, sehingga memungkinkan pengolahan sejumlah besar citra satelit secara cepat dan efisien.

Salah satu tantangan utama dalam pemantauan lahan terbangun di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember, adalah ekspansi kawasan perkotaan yang pesat, yang dipicu oleh pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Perkembangan wilayah ini juga disertai dengan migrasi penduduk dari daerah pedesaan yang mencari peluang ekonomi di kota. Hal ini sering kali menyebabkan peningkatan tekanan pada lahan dan mempersulit pemetaan secara akurat dan tepat waktu. Sebagai salah satu daerah dengan tingkat pembangunan yang cukup tinggi, Kecamatan Ajung juga mengalami dampak dari meningkatnya permintaan ruang industri dan hunian, yang meningkatkan lahan terbangun dan mengurangi lahan hijau.

Teknologi GEE digunakan untuk mengolah citra satelit multi-temporal dengan resolusi yang cukup tinggi, yaitu 30 meter, untuk memantau lahan terbangun di Kecamatan Ajung dari tahun 2019 hingga 2023. GEE menyediakan beragam klasifikasi canggih berbasis piksel yang dapat mempercepat proses analisis. Studi ini juga memanfaatkan indeks spektral, seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI), yang masing-masing berfungsi untuk mengekstraksi fitur-fitur vegetasi, dan area terbangun dari citra satelit (Shogrkhodaei et al., 2023), (Myo Khine et al., 2018).

GEE sudah banyak digunakan untuk aplikasi yang luas seperti klasifikasi penutup lahan/ penggunaan lahan, hidrologi, perencanaan perkotaan, bencana alam, analisis iklim dan pemrosesan citra digital lainnya. Penggunaan *Google Earth Engine* (GEE) dalam pemantauan lahan terbangun di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember, menunjukkan potensi besar untuk mendukung perencanaan kota dan manajemen sumber daya yang berkelanjutan. GEE memungkinkan analisis spasial yang efisien dan akurat, memfasilitasi pemetaan perubahan penggunaan lahan secara real-time dengan memanfaatkan citra satelit yang tersedia.

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa GEE telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, 1682

termasuk klasifikasi penutup lahan dan analisis perubahan iklim. Misalnya, penelitian oleh (Gorelick et al., 2017) menekankan kemampuan GEE dalam menyediakan akses cepat ke data satelit dan meningkatkan efisiensi analisis geospasial. Selain itu, (Ganjirad & Bagheri, 2024) mengungkapkan bahwa GEE dapat digunakan untuk memantau perubahan penggunaan lahan dengan akurasi tinggi melalui algoritma pembelajaran mesin. Penelitian lain oleh (Li & Chen, 2018) juga menunjukkan bahwa penggunaan indeks seperti NDVI dan NDBI dalam GEE dapat meningkatkan akurasi klasifikasi lahan terbangun[3].

Dalam konteks urbanisasi, Zhang et al. (2022) menemukan bahwa pemantauan menggunakan GEE dapat membantu memahami dampak pertumbuhan kota terhadap lingkungan dan kualitas hidup masyarakat. Penelitian oleh (Safari Kagabo et al., 2024) juga menunjukkan bahwa GEE dapat digunakan untuk menganalisis dampak perubahan lahan terhadap ekosistem lokal, memberikan informasi penting untuk perencanaan tata ruang.

Dengan demikian, studi ini berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana teknologi seperti GEE dapat digunakan untuk mengatasi tantangan urbanisasi dan mempertahankan keberlanjutan lingkungan di Kecamatan Ajung. Melalui pendekatan berbasis indeks spektral dan algoritma klasifikasi canggih, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi perencanaan kota yang lebih responsif terhadap kebutuhan masyarakat dan lingkungan.

Dengan adanya platform GEE, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan terbaru tentang perubahan lahan terbangun di Kecamatan Ajung. Informasi ini sangat penting untuk mendukung perencanaan kebijakan pembangunan yang memperhatikan keberlanjutan lingkungan serta menyediakan dasar ilmiah bagi pemerintah daerah dalam mengelola lahan dan sumber daya secara berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian perubahan kerapatan vegetasi dan bangunan ini berada di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember. Secara geografis, Kecamatan Ajung merupakan salah satu kecamatan yang terdapat di Kabupaten Jember, Jawa Timur. Kecamatan Ajung berdasarkan letak astronomis, berada pada latitude atau Titik koordinat berada di 8°13'10"LS 113°39'17"LU (Gambar 1).

Kecamatan Ajung merupakan wilayah dengan perubahan yang sangat dinamis dan cepat, dengan tingkat perkembangan penduduk dan wilayah yang tinggi serta peningkatan lahan terbangun yang dinamis. Bagian utara kecamatan Ajung berbatasan langsung dengan kecamatan kaliwates dan sumpangsari, desa ini mencakup desa pancakarya. Area ini didominasi oleh lahan pertanian yang subur, berkat sistem irigasi yang baik. Tanah di sini sangat mendukung pertumbuhan tanaman seperti padi,

tembakau, dan berbagai sayuran, yang menjadi komoditas utama penduduk setempat.

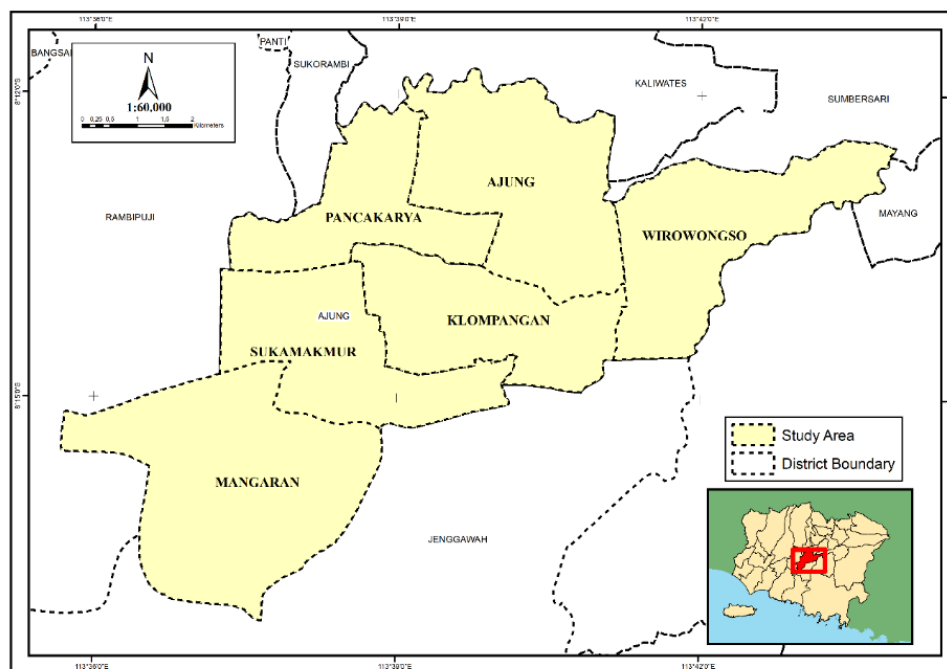
Wilayah bagian timur kecamatan ajung berbatasan langsung dengan kecamatan mumbulsari dan mayang yang mencakup desa ajung dan wirowongso. Wilayah ini merupakan sektor fasilitas publik seperti *Jember Sport Garden* (JSG), dan beberapa gudang tembakau untuk pengolahan komoditas perkebunan tembakau. Wilayah selatan kecamatan ajung berbatasan dengan jenggawah yang mencakup desa klompangan. Area ini cenderung lebih rural dan dikelilingi perdagangan, pusat perbelanjaan, pendidikan dan industri kecil. Di bagian barat, kecamatan Ajung berbatasan dengan kecamatan rambipuji dan sukorambi yang mencakup desa sukamakmur dan mangaran. Wilayah ini memiliki akses yang baik ke pusat-pusat ekonomi di sekitar Jember, serta menjadi jalur transportasi pending bagi distribusi produk pertanian. Selain itu, terdapat beberapa industri *home made* seeperti camilan kecil yang berkembang di sini, memberikan peluang kerja tambahan bagi masyarakat lokal.

Pusat pemerintahan kecamatan Ajung berada di Desa Klompangan. Desa ini berfungsi sebagai pusat administratif dan sosial bagi kecamatan, dengan fasilitas publik seperti sekolah dan layanan kesehatan yang mendukung kebutuhan masyarakat. Kecamatan Ajung secara keseluruhan menunjukkan potensi besar dalam sektor pertanian dan industri kecil, didukung oleh sumber daya alam yang melimpah serta komitmen masyarakat terhadap pengembangan

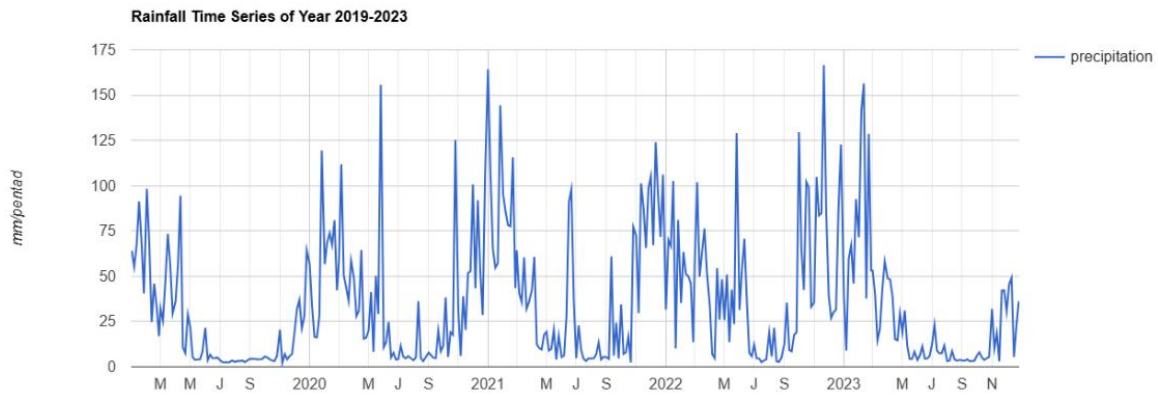
ekonomi lokal. Dengan memanfaatkan teknologi *Google Earth Engine* untuk memantau perubahan tutupan lahan, harapannya pemegang kepentingan kecamatan Ajung dapat mengelola sumber daya alamnya dengan lebih baik dan merencanakan pembangunan yang lebih berkelanjutan. Pemantauan ini tidak hanya memberikan informasi tentang perubahan fisik di wilayah tersebut, tetapi juga membantu dalam merumuskan strategi untuk menjaga keseimbangan antara pengembangan ekonomi dan pelestarian lingkungan.

Keandalan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dapat membantu perubahan spasial di suatu wilayah, termasuk wilayah terbangun. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengabalisis perubahan spasiotemporal wilayah terbangun selama lima tahun (2019-2023) dan memprediksi wilayah terbangun pada tahun 2026 menggunakan analisis kerapatan vegetasi dan kerapatan lahan terbangun.

Kecamatan Ajung mengalami iklim tropis basah dengan musim hujan antara November–April dan musim kemarau antara Mei–Oktober, sebagaimana ditunjukkan oleh data curah hujan yang diperoleh dari CHIRPS (<https://data.chc.ucsb.edu/>) selama periode 2019–2023 (Gambar 2). Gambar tersebut menunjukkan pola curah hujan yang konsisten, dengan curah hujan tinggi pada bulan Desember–April, yang menurun secara signifikan selama periode Mei–Oktober.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Curah Hujan Tahunan Kecamatan Ajung Tahun 2019-2023

Fluktuasi curah hujan terlihat bervariasi antar tahun, dengan puncak curah hujan tertinggi terjadi pada awal tahun 2021. Curah hujan rata-rata lebih rendah selama musim kemarau, dengan beberapa bulan, terutama di akhir tahun, menunjukkan penurunan curah hujan yang signifikan. Intensitas curah hujan pada tahun 2023 juga terlihat stabil dibandingkan tahun sebelumnya, dengan rata-rata curah hujan yang tidak melebihi 150 mm/perhari. Perbedaan pola curah hujan selama lima tahun ini dapat mencerminkan perubahan iklim mikro atau regional, yang dipengaruhi oleh fenomena atmosfer seperti La Niña atau El Niño. Peningkatan atau penurunan curah hujan musiman berimplikasi pada pola tanam dan manajemen sumber daya air di Kecamatan Ajung.

2.2. Pendekatan Metodologis dan Pengumpulan Data

Analisis citra dilakukan pada GEE dengan melakukan penyaringan dan penutupan dengan tutupan awan 20% pada citra Sentinel 2A-MSI. Operasi penyaringan dilakukan setiap tahun pada kumpulan data citra terbaik selama lima tahun. Kumpulan data citra 2019–2023 menggunakan Sentinel 2A-MSI dengan skrip: ee.ImageCollection ("COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED"). Kerangka waktu yang dipertimbangkan untuk analisis ini adalah dari tahun ke tahun, dan pengumpulan tahunan dilakukan berdasarkan nilai rata-rata indeks NDVI dan NDBI. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Difference Built-up Index (NDBI) merupakan indeks berbasis penginderaan jauh yang sering digunakan untuk memantau perubahan penggunaan lahan, khususnya terkait vegetasi dan area terbangun (Drešković et al., 2024). (Eramudadi & Rokhmana, 2024) NDVI mengukur tingkat kerapatan vegetasi dengan memanfaatkan perbedaan reflektansi pada pita merah (red) dan inframerah dekat (near-infrared) dari spektrum elektromagnetik. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, di mana nilai positif mendekati +1 menunjukkan vegetasi lebat, sedangkan nilai mendekati 0 atau negatif menunjukkan ketiadaan vegetasi, seperti area terbangun atau badan air. NDBI, di sisi lain, digunakan

untuk mendeteksi area terbangun dengan memanfaatkan perbedaan reflektansi pada pita tengah inframerah (shortwave infrared) dan inframerah dekat (near-infrared). Nilai NDBI yang lebih tinggi menunjukkan keberadaan lahan terbangun (Liu et al., 2018).

2.3. NDVI dan NDBI

Dengan metode NDBI tersebut lokasi penelitian akan tergambarkan dengan tingkat kerapatan dari bangunan dan menggunakan metode NDVI tersebut untuk melihat tingkat persebaran kerapatan vegetasi di lokasi penelitian (Calero et al., 2018). NDBI sendiri ialah indikator adanya suatu bangunan yang terdeteksi melalui saluran Band NIR (*Near-Infrared*) dan band SWIR1 (*Short Wave Infrared*) (Daroya & Ramos, 2017). Dengan penggabungan dua band ini akan tergambarkan bangunan yang ditemukan bahwa pola spektral daerah di wilayah kajian berbeda dengan tutupan lahan lainnya (Nandargi & Kamble, 2017). Adapun NDVI merupakan perhitungan band pada citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui sebaran kerapatan vegetasi (Zewdie et al., 2017). Nilai NDVI ini merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan pada daun dengan panjang gelombang inframerah (Ally & Daniswara, 2023). NDVI akan terdeteksi melalui saluran Band merah dan Band NIR (*Near-Infrared*) (Sim, 2017). Dengan penggabungan dua band ini akan tergambarkan vegetasi yang masih aktif dalam berfotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi (Kwon et al., 2017). Begitupun sebaliknya bagi tanaman yang dalam kondisi stress, tidak sehat, bahkan mati akan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat. persebaran kerapatan vegetasi yang ada Kecamatan Ajung pada citra Sentinel 2A-MSI dengan persebaran kerapatan vegetasi dan bangunan yang ada dilapangan menggunakan Google Earth Pro. Kombinasi NDVI dan NDBI dapat memberikan gambaran dinamis tentang pertumbuhan perkotaan dan perubahan penggunaan lahan, sehingga berharga untuk menilai pertumbuhan perkotaan spasio-temporal, perubahan penggunaan

lahan, dan dampak lingkungan dari urbanisasi yang cepat. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data dengan model analisis spatio-temporal, ialah teknik analisis menggunakan kajian SIG atau Sistem Informasi Geografis. Analisis spasial dan temporal tersebut dilakukan dengan penggunaan data multi temporal atau waktu.

2.4. Pengolahan Citra

a. Perhitungan Algoritma Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi yang digunakan ialah NDVI dengan algoritma :

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

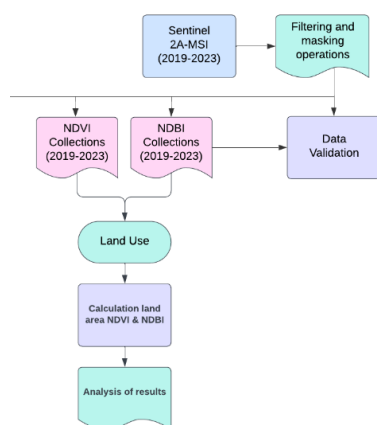
Untuk melakukan analisis vegetasi menggunakan metode NDBI, komposit band yang dibutuhkan adalah Band 8 sebagai NIR dan Band 4 sebagai RED pada citra sentinel 2A-MSI.

b. Perhitungan Algoritma Indeks Bangunan

Indeks vegetasi yang digunakan ialah NDBI dengan algoritma :

$$NDBI = \frac{SWIR1 - NIR}{SWIR1 + NIR}$$

Untuk melakukan analisis vegetasi menggunakan metode NDBI, komposit band yang dibutuhkan adalah Band 11 sebagai SWIR1 dan Band 8 sebagai NIR pada citra sentinel 2A-MSI. Model ini memberikan wawasan tentang dinamika perubahan vegetasi dan urbanisasi serta prediksi perubahan spasial berdasarkan pola historis dan indikator ekologis.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data

Berdasarkan diagram alir pengolahan data diatas menunjukkan serangkaian proses dalam pengolahan citra untuk melakukan pemantauan lahan terbangun dan dampaknya terhadap pembangunan berkelanjutan di Kecamatan Ajung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Distribusi Spasial NDVI dan NDBI

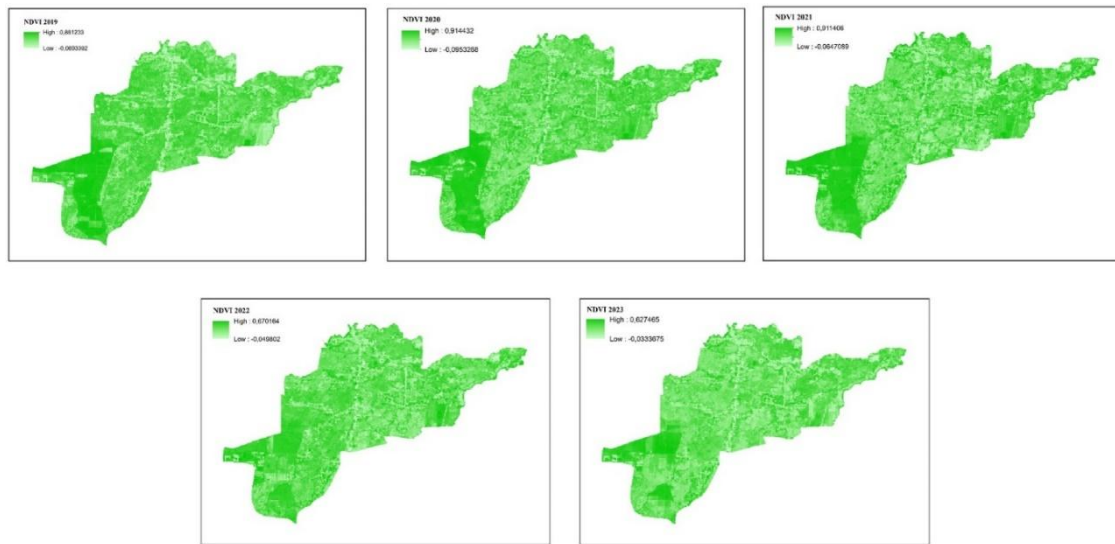
Gambar 4 menampilkan hasil analisis NDVI selama lima tahun (2019–2023), dengan rentang rata-rata maksimum berkisar antara 0,6–0,9, sedangkan nilai

minimum rata-rata berkisar antara -0,05 hingga -0,09. Selama lima tahun, nilai NDVI menunjukkan pola yang serupa, yaitu 2019 (0,08–0,88), 2020 (0,09–0,91), 2021 (0,06–0,91), 2022 (0,05–0,67), dan 2023 (0,03–0,63). Variasi dalam nilai NDVI dan indeks vegetasi mencerminkan dinamika serta tren vegetasi saat ini. Nilai maksimum NDVI pada peta cenderung berada pada kisaran 0,6 hingga 0,9 yang mengindikasikan area dengan tutupan vegetasi tinggi. Sebaliknya, nilai minimum berkisar antara -0,05 hingga 0,09 yang mengindikasikan area dengan tutupan vegetasi rendah atau lahan tidak produktif. Pada tahun 2019, nilai NDVI relatif stabil (0,08–0,88). Pada 2020, nilai maksimum meningkat menjadi 0,91 mencerminkan peningkatan vegetasi, tetapi mulai menurun pada 2022 (0,67) dan 2023 (0,63), menunjukkan degradasi vegetasi, yang memerlukan langkah konservasi untuk menjaga keberlanjutan ekosistem.

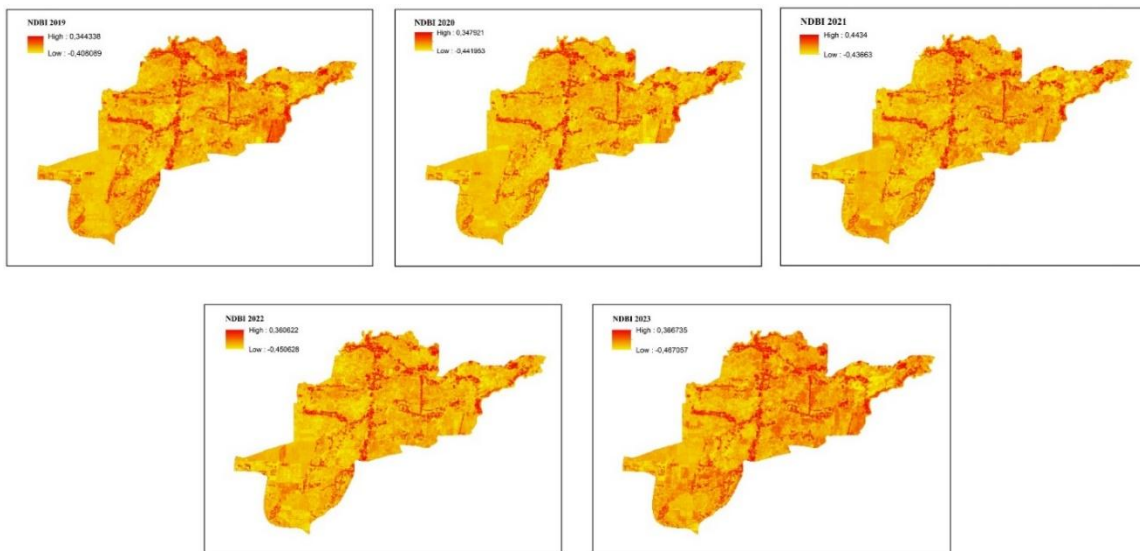
Gambar 4. menunjukkan distribusi nilai NDVI tertinggi tersebar di wilayah utara, sedangkan nilai NDVI terendah mendominasi wilayah selatan yang merupakan kawasan terbangun. Perbedaan nilai NDVI pada area terbangun berdasarkan pengujian beberapa sampel dapat dianalisis lebih lanjut. Hasil analisis NDVI mengindikasikan bahwa area terbangun memiliki refleksi yang kontras dibandingkan dengan area vegetasi, dan analisis ini menjadi lebih sulit karena NDVI hanya spesifik untuk vegetasi. Penurunan dan variasi nilai NDVI pada area vegetasi dan terbangun selama periode 2019–2023 dapat terlihat pada gambar-gambar yang disajikan.

Gambar 5. Menunjukkan Nilai NDBI selama periode 2019–2023, dengan nilai maksimum dan minimum yang mengalami variasi setiap tahun. Nilai maksimum NDBI meningkat dari tahun 2019 hingga 2021 (0,34 pada 2019 menjadi 0,43 pada 2021), mencerminkan peningkatan lahan terbangun di wilayah tersebut. Namun, nilai maksimum menurun pada tahun 2022 (0,36) dan stabil pada tahun 2023 (0,36), yang dapat menunjukkan adanya perlambatan urbanisasi atau stabilisasi area terbangun. Distribusi nilai NDBI tertinggi (warna merah terang) terlihat mendominasi wilayah tengah hingga bagian tertentu di utara, yang merupakan pusat aktivitas manusia dan permukiman. Sementara itu, nilai terendah (warna kuning) tetap terlihat di area yang didominasi lahan non-terbangun atau area vegetasi.

Distribusi nilai NDVI tertinggi terlihat di wilayah utara, yang merupakan area dengan tutupan vegetasi yang masih relatif tinggi, sementara nilai terendah terkonsentrasi di wilayah selatan yang merupakan kawasan terbangun. Dalam analisis NDBI, distribusi nilai tertinggi terkonsentrasi di wilayah tengah dan utara, mencerminkan lokasi pusat aktivitas manusia dan pemukiman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Seto et al., 2012), dinamika seperti ini umum terjadi di kawasan urban yang mengalami tekanan tinggi akibat urbanisasi (Seto et al., 2011).



Gambar 4. Distribusi Spasial NDVI di Kecamatan Ajung 2019-2023



Gambar 5. Distribusi Spasial NDBI di Kecamatan Ajung 2019-2023

Pola perubahan NDBI selama lima tahun terakhir menunjukkan adanya perkembangan lahan terbangun secara bertahap, yang berpotensi mengurangi area hijau atau vegetasi.

Hal ini mengindikasikan pentingnya perencanaan tata ruang yang berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan antara pembangunan infrastruktur dan pelestarian lingkungan.

3.2. Korelasi NDVI Dan NDBI

Korelasi antara NDVI dan NDBI umumnya bersifat negatif. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa peningkatan area terbangun (yang diukur oleh NDBI) sering kali berhubungan dengan penurunan vegetasi (yang diukur oleh NDVI). Penelitian menunjukkan bahwa Banyak studi menemukan bahwa ada korelasi negatif yang kuat antara NDVI dan NDBI. Misalnya, penelitian oleh Zhang et al. (2020) menunjukkan bahwa peningkatan NDBI berbanding terbalik dengan nilai NDVI, mencerminkan hilangnya vegetasi akibat urbanisasi. Adapun penelitian lain memaparkan

bahwasannya hubungan ini dapat bervariasi tergantung pada musim. Sebuah studi oleh Malik et al. (2017) mencatat bahwa meskipun ada korelasi negatif secara umum, kekuatan hubungan ini dapat berubah sepanjang tahun. Penelitian serupa oleh Chen et al. (2021) menegaskan bahwa pertumbuhan kota yang cepat menyebabkan konversi lahan hijau menjadi lahan terbangun, yang pada gilirannya mengurangi nilai NDVI. Korelasi antara NDVI dan NDBI memberikan wawasan penting tentang dinamika penggunaan lahan dan dampaknya terhadap lingkungan. Memahami hubungan ini sangat penting untuk perencanaan kota yang berkelanjutan dan pengelolaan sumber daya alam.

Di Kecamatan Ajung, korelasi NDVI dan NDBI menunjukkan dinamika perubahan penggunaan lahan yang signifikan akibat urbanisasi. Pemantauan berbasis Google Earth Engine memberikan data spasial yang akurat untuk mendukung perencanaan kota yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pendekatan ini dapat digunakan untuk mengelola dampak

pembangunan, melestarikan vegetasi, dan mendukung pembangunan yang ramah lingkungan di Kecamatan Ajung.

3.3. Luas Lahan

Berdasarkan Tabel 1 (NDVI tahun 2019) dan Tabel 2 (NDVI tahun 2023), dapat dilakukan analisis tentang perubahan luas lahan berdasarkan kategori tutupan vegetasi selama lima tahun terakhir di Kecamatan Ajung. Penurunan dan dinamika vegetasi di Kecamatan Ajung dapat dilihat dari perubahan luas kategori tutupan lahan. Kategori Non Vegetasi mengalami kenaikan luas dari 1.999 Ha pada tahun 2019 menjadi 2.509 Ha pada tahun 2023, yang menunjukkan peningkatan lahan tanpa tutupan vegetasi, kemungkinan besar akibat konversi lahan menjadi area terbangun. Kategori Vegetasi Tidak Rapat juga mengalami penurunan dari 2.032 Ha menjadi 1.947 Ha, yang mengindikasikan degradasi kualitas vegetasi. Selain itu, kategori vegetasi Cukup Rapat dan Rapat mengalami penurunan signifikan, dengan Cukup Rapat berkurang dari 969 Ha menjadi 835 Ha, dan Rapat turun dari 1.000 Ha menjadi 709 Ha. Penurunan luas vegetasi yang rapat dan cukup rapat mencerminkan tekanan urbanisasi, di mana area vegetasi alami semakin berkurang akibat alih fungsi lahan menjadi permukiman, infrastruktur, atau area terbangun lainnya (Kurnianto et al., 2024). Peningkatan luas kategori non vegetasi mengindikasikan bahwa pembangunan di Kecamatan Ajung cenderung mengabaikan konservasi area hijau. Urbanisasi yang tidak terkendali dapat menyebabkan berbagai dampak negatif, seperti penurunan kualitas udara akibat berkurangnya pohon penyerap polutan, peningkatan suhu (efek pulau panas perkotaan) karena kurangnya tutupan vegetasi, dan penurunan kapasitas resapan air tanah yang meningkatkan risiko banjir dan kekeringan (Vujovic et al., 2021). Hal ini sejalan dengan hasil analisis NDVI yang menunjukkan

penurunan nilai maksimum rata-rata NDVI dari 0,88 pada tahun 2019 menjadi 0,63 pada tahun 2023, yang menegaskan adanya degradasi vegetasi secara keseluruhan.

Berikutnya Tabel 3. (NDBI tahun 2019) dan Tabel 4 (NDBI tahun 2023) berdasarkan analisis Normalized Difference Built-Up Index (NDBI). Dari Tabel tersebut, terlihat tren peningkatan lahan terbangun tinggi dari 3.314 Ha (2019) menjadi 3.492 Ha (2023), serta kenaikan pada kategori lahan terbangun sedang dari 1.141 Ha (2019) menjadi 1.208 Ha (2023). Sebaliknya, luas lahan terbangun rendah dan tidak terbangun mengalami penurunan, masing-masing dari 908 Ha dan 637 Ha (2019) menjadi 800 Ha dan 500 Ha (2023). Peningkatan luas pada kategori lahan terbangun tinggi dan sedang mencerminkan intensifikasi urbanisasi di wilayah Kecamatan Ajung. Hal ini seringkali disebabkan oleh pengembangan infrastruktur, permukiman, serta fasilitas publik. Penurunan lahan tidak terbangun mengindikasikan alih fungsi lahan hijau menjadi area terbangun, yang dapat berdampak negatif pada ekosistem lokal, seperti meningkatnya risiko banjir, suhu perkotaan yang lebih panas (*urban heat island*), dan berkurangnya kapasitas resapan air tanah.

Kebijakan pembangunan berkelanjutan berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan mengurangi dampak negatif urbanisasi yang tidak terkendali terhadap jasa ekosistem. Urbanisasi yang pesat di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember, telah mengakibatkan alih fungsi lahan hijau menjadi area terbangun, sehingga strategi berbasis data menjadi krusial. Analisis dengan menggunakan Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) menunjukkan potensi besar untuk mengidentifikasi area prioritas konservasi dan merancang tata ruang yang lebih inklusif, dengan fokus pada perlindungan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Tabel 1. Luas Lahan NDVI 2019

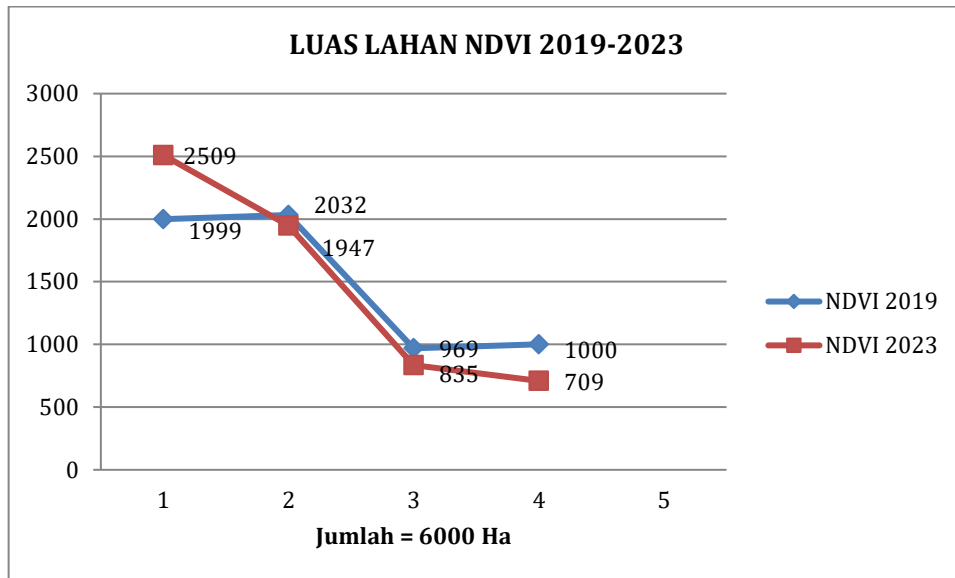
Kelas	Luas Hectare (Ha)
Non Vegetasi	1999
Tidak Rapat	2032
Cukup Rapat	969
Rapat	1000
Jumlah	6000

Sumber data diolah dari hasil perhitungan proyeksi ArcGIS

Tabel 2. Luas Lahan NDVI 2023

Kelas	Luas Hectare (Ha)
Non Vegetasi	2509
Tidak Rapat	1947
Cukup Rapat	835
Rapat	709
Jumlah	6000

Sumber data diolah dari hasil perhitungan proyeksi ArcGIS



Gambar 6. Luas Lahan NDVI (2019-2023)

Tabel 3. Luas Lahan NDBI 2019

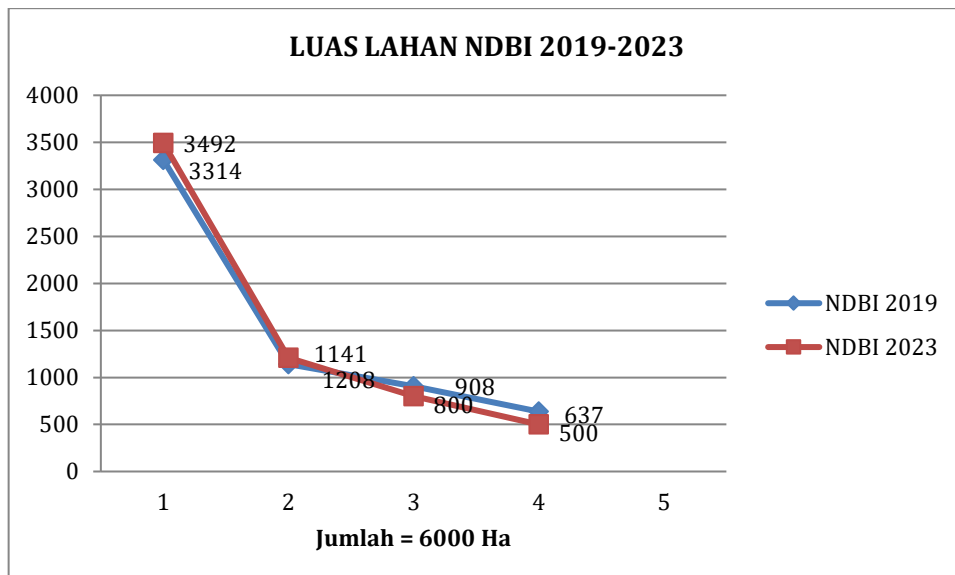
Kelas	Luas Hectare (Ha)
Lahan Terbangun Tinggi	3314
Lahan Terbangun Sedang	1141
Lahan Terbangun Rendah	908
Lahan Tidak Terbangun	637
Jumlah	6000

Sumber data diolah dari hasil perhitungan proyeksi ArcGIS

Tabel 4. Luas Lahan NDBI 2023

Kelas	Luas Hectare (Ha)
Lahan Terbangun Tinggi	3492
Lahan Terbangun Sedang	1208
Lahan Terbangun Rendah	800
Lahan Tidak Terbangun	500
Jumlah	6000

Sumber data diolah dari hasil perhitungan proyeksi ArcGIS



Gambar 7. Luas Lahan NDBI (2019-2023)

Upaya strategis yang dapat diterapkan meliputi konservasi area hijau yang tersisa dan pengembangan ruang terbuka hijau (RTH) terutama di wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi untuk

mengurangi risiko urban heat island effect dan meningkatkan kapasitas resapan air (Pena & Ulloa, 2017). Selain itu, integrasi teknologi berbasis sistem informasi geografis (GIS) dengan analisis NDBI

Bella, S., Arif, N., dan Sari, M. (2025). Pemantauan Lahan Terbangun dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember Tahun 2019-2023 Menggunakan *Google Earth Engine*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(6), 1681-1690, doi:10.14710/jil.23.6.1681-1690

memungkinkan pemantauan perubahan wilayah terbangun secara real-time (Nofrizal, 2017). Hal ini dapat mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data, yang lebih efisien dan akurat (Mardiyatmoko & Suhardiman, 2018).

Penting pula untuk mengimplementasikan regulasi tata ruang yang mengharmoniskan pembangunan infrastruktur dengan pelestarian lingkungan (Aggarwal & Misra, 2018). Kebijakan ini harus dirancang untuk mempertahankan ekosistem tanpa menghalangi pertumbuhan ekonomi lokal (Ubayo et al., 2019). Langkah-langkah ini mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan global, yaitu menciptakan lingkungan yang sehat, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, serta membangun ekonomi yang tangguh dan inklusif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perubahan spasiotemporal wilayah terbangun di Kecamatan Ajung menggunakan indeks NDVI dan NDBI dari citra Sentinel-2A MSI selama periode 2019–2023, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis NDVI menunjukkan adanya penurunan kualitas dan luas tutupan vegetasi di Kecamatan Ajung selama lima tahun terakhir. Nilai maksimum NDVI mengalami penurunan dari sekitar 0,88 pada tahun 2019 menjadi 0,63 pada tahun 2023, yang menunjukkan berkurangnya kerapatan vegetasi akibat alih fungsi lahan.

Analisis NDBI menunjukkan peningkatan luas lahan terbangun dari tahun ke tahun. Luas lahan terbangun tinggi meningkat dari 3.314 Ha pada tahun 2019 menjadi 3.492 Ha pada tahun 2023, sedangkan luas lahan tidak terbangun mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan terjadinya perkembangan wilayah terbangun yang cukup signifikan di Kecamatan Ajung.

Hubungan antara NDVI dan NDBI menunjukkan korelasi negatif, di mana peningkatan nilai NDBI yang merepresentasikan pertumbuhan wilayah terbangun diikuti oleh penurunan nilai NDVI yang menunjukkan berkurangnya vegetasi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa urbanisasi yang terjadi berkontribusi terhadap perubahan penggunaan lahan dari vegetasi menjadi area terbangun.

Pemanfaatan teknologi *Google Earth Engine* dan Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti efektif dalam memantau perubahan tutupan lahan secara spasiotemporal. Informasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang wilayah serta pengambilan kebijakan pembangunan yang lebih berkelanjutan di Kecamatan Ajung.

DAFTAR PUSTAKA

Aggarwal, S., & Misra, M. (2018). Comparison of NDVI, NDBI as indicators of surface heat island effects for Bangalore and New Delhi: Case Study. In *Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments III* (p. 44). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2325738>

Aldzahabi, M. A., Abrari, F. H., & Wibowo, A. F. (2024). Terhadap Perubahan Suhu Melalui Citra Landsat-8 LST, NDVI, dan NDBI. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(1), 5710–5725.

Ally, H., & Daniswara, A. P. (2023). Analisis Spatio-Temporal Dampak Pertumbuhan Penduduk pada Indeks NDVI di Kota Surakarta. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(6), 6057–6067.

Budiyanto, K. S., Pertiwi Windasari, I., Eko Windarto, Y., & Ulfiana, D. (2020). Sistem Informasi Geografis berbasis Web untuk Penentuan Prioritas Pembangunan Embung. *Jurnal Komputer Terapan*, 6(2), 169–181. <https://doi.org/10.35143/jkt.v6i2.3642>

Calero, D., Fernandez, E., Pares, M. E., & Angelats, E. (2018). NDVI Point Cloud Generator Tool Using Low-Cost RGB-D Sensor. In *2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp. 7860–7865). IEEE. <https://doi.org/10.1109/iros.2018.8594175>

Daroya, R., & Ramos, M. (2017). NDVI image extraction of an agricultural land using an autonomous quadcopter with a filter-modified camera. In *2017 7th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)* (pp. 110–114). IEEE. <https://doi.org/10.1109/iccsce.2017.8284389>

Drešković, N., Đug, S., & Osmanović, M. (2024). NDVI and NDBI Indexes as Indicators of the Creation of Urban Heat Islands in the Sarajevo Basin. *Geographica Pannonica*, 28(1), 34–43. <https://doi.org/10.5937/gp28-48216>

Eramudadi, D., & Rokhmana, C. A. (2024). Ekstraksi Permukiman dari Kombinasi Citra Sentinel-2 dan Sentinel-1 dengan Pendekatan Object-Based Image Analysis. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 7(1), 71. <https://doi.org/10.22146/jgise.91380>

Gafuraningtyas, D., Penelitian, T., Perubahan, T., Lahan, P., & Lahan Pertanian, D. (2022). Tren Penelitian tentang Perubahan Penggunaan Lahan dan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan di Indonesia RESEARCH TRENDS OF LAND USE CHANGES AND SUSTAINABLE FOOD AGRICULTURAL LAND IN INDONESIA. *Jurnal Pertahanan*, 12(2), 107–122.

Ganjirad, M., & Bagheri, H. (2024). Google Earth Engine-based mapping of land use and land cover for weather forecast models using Landsat 8 imagery. *Ecological Informatics*, 80(January), 102498. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102498>

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

Kurnianto, F. A., Nurdin, E. A., Pangastuti, E. I., & Bella, S. (2024). Monitoring Mining Impact for Geosites Using Time Series NDVI and Runoff in the Eastern Part of Southern Java Mountains, Indonesia. <https://doi.org/10.23917/forgeo.vx38i2.2996>

Kwon, Y.-J., Ban, H., & Hong, S. (2017). Elevation effect on TVDI-based soil moisture retrieval algorithm using MODIS LST and NDVI products. In *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIX* (p. 32). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2278020>

Li, K., & Chen, Y. (2018). A Genetic Algorithm-based urban cluster automatic threshold method by combining

- VIIRS DNB, NDVI, and NDBI to monitor urbanization. *Remote Sensing*, 10(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/rs10020277>
- Liu, X., Hu, G., Chen, Y., Li, X., Xu, X., Li, S., Pei, F., & Wang, S. (2018). High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform. *Remote Sensing of Environment*, 209(August 2016), 227–239. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.055>
- Mardiyatmoko, Y., & Suhardiman, A. (2018). CADANGAN KARBON DI WILAYAH PERKOTAAN TENGGARONG BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI NDVI PADA CITRA SENTINEL 2-A. In *ULIN: Jurnal Hutan Tropis* (Vol. 1, Issue 2). Mulawarman University. <https://doi.org/10.32522/u-jht.v1i2.899>
- Myo Khine, M., Maw, Y. Y., Mi, K., & Win, M. (2018). Change Analysis of Indices (Ndwi, Ndvi, Ndbi) for Mawlamyine City Area Using Google Earth Engine. *J. Myanmar Acad. Arts Sci*, 5(1). www.adpc.net
- Nandargi, S. S., & Kamble, A. S. (2017). Temporal and Spatial Analysis of Rainfall and Associated Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) over the Pune District, India. In *Focus on Sciences* (Vol. 3, Issue 4, pp. 1–6). Definitive International Institute of Life Science (DIIIL Publication). <https://doi.org/10.21859/focsci-03041452>
- Nofrizal, A. Y. (2017). Normalized Difference Built-Up index (NDBI) sebagai Parameter Identifikasi Perkembangan Permukiman Kumuh Pada Kawasan Pesisir Di Kelurahan Kalang Kawal, Kecamatan Gunung Kijang, KABUPATEN BINTAN. In *Tunas Geografi* (Vol. 6, Issue 2, p. 143). State University of Medan. <https://doi.org/10.24114/tgeo.v6i2.8572>
- Pena, M. A., & Ulloa, J. (2017). Mapping the post-fire vegetation recovery by NDVI time series. In *2017 First IEEE International Symposium of Geoscience and Remote Sensing (GRSS-CHILE)* (pp. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/grss-chile.2017.7996002>
- Safari Kagabo, A., Safari, B., Gasore, J., Kipkoech Mutai, B., & Ndakize Sebaziga, J. (2024). Assessing the impact of Land Use Land Cover changes on land surface temperature over Kigali, Rwanda in the past three decades. *Environmental and Sustainability Indicators*, 23(April), 100452. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100452>
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(40), 16083–16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- Shogrkhodaei, S. Z., Fathnia, A., Darebadami, S. H., & Corresponding, *. (2023). Investigating the Relationship between Air Pollutants and Remote Sensing Indices (NDVI, NDBI, LST, and ATI) in Tehran Open access. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 12(3), 123–144. <https://doi.org/10.22067/geoh.2023.79729.1305>
- Sim, S. (2017). Social vulnerability to heat in Greater Atlanta, USA: spatial pattern of heat, NDVI, socioeconomic and household composition. In *Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments II* (p. 4). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2278678>
- Ubaya, H., Sukemi, & Sari, A. P. (2019). New Model of Vegetation Monitoring Using Flying NIR Cameras with NDVI Parameters and C-means. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1196, p. 12024). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1196/1/012024>
- Vujovic, S., Haddad, B., Karaky, H., & Sebaibi, N. (2021). *Urban Heat Island: Causes, Consequences, and Mitigation Measures with Emphasis on Reflective and Permeable Pavements*. 459–484.
- Wahyuddin, E. P. (2024). *Development of a Green Economy Index (Gei) With Remote Sensing To Support a Sustainable Economy in East Java*. xx(xx), 215–243. <https://doi.org/10.53572/ejavec.v8i2.124>
- Zewdie, W., Csaplovics, E., & Inostroza, L. (2017). Monitoring ecosystem dynamics in northwestern Ethiopia using NDVI and climate variables to assess long term trends in dryland vegetation variability. In *Applied Geography* (Vol. 79, pp. 167–178). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.12.019>