DINAMIKA TUTUPAN LAHAN DAN KETERKAITANNYA DENGAN SUHU PERMUKAAN DARATAN (LST) DI KABUPATEN SIDOARJO PERIODE 2005–2025

Land Cover Dynamics and Its Relationship with Land Surface Temperature (LST) in Sidoarjo Regency, 2005–2025

Achmad Muchlas Alfarizi* dan Adi Mulsandi

Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG), Tangerang, Indonesia

ABSTRACT

Land cover changes caused by urbanization and built-up area expansion can affect surface temperature. This study aims to analyze land cover changes and their relationship with Land Surface Temperature (LST) in Sidoarjo Regency from 2005 to 2025. Landsat 7 ETM+ imagery from 2005 and Landsat 8 OLI/TIRS imagery from 2015 and 2025 were processed using Google Earth Engine. The analysis employed the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built-up Index (NDBI), and LST. The results show that low vegetation area decreased from 362.69 km² in 2005 to 341.24 km² in 2025, while non-vegetated areas increased from 344.78 km² to 354.00 km². The mean NDBI increased from −0.082 to −0.075. Meanwhile, mean LST increased from 38.35°C in 2005 to 38.82°C in 2015 and 40.15°C in 2025, with a maximum temperature of 47.26°C. Spatially, areas with lower vegetation cover and positive NDBI values tended to have higher LST, while vegetation, agricultural land, ponds, and water bodies were relatively cooler. These findings indicate that decreasing vegetation and expanding non-vegetated and built-up areas coincided with increasing surface temperature in Sidoarjo Regency.

Keywords: land cover, NDVI, NDBI, LST, Landsat, Sidoarjo.

ABSTRAK

Perubahan tutupan lahan akibat urbanisasi dan perkembangan kawasan terbangun dapat memengaruhi suhu permukaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan tutupan lahan dan keterkaitannya dengan variasi *Land Surface Temperature* (LST) di Kabupaten Sidoarjo tahun 2005–2025. Penelitian menggunakan citra Landsat 7 ETM+ tahun 2005 dan Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2015 dan 2025 yang diolah melalui Google Earth Engine. Analisis dilakukan menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), dan LST. Hasil menunjukkan bahwa luas vegetasi rendah menurun dari 362.69 km² pada 2005 menjadi 341.24 km² pada 2025, sedangkan nonvegetasi meningkat dari 344.78 km² menjadi 354.00 km². Rata-rata NDBI meningkat dari −0.082 menjadi −0.075. Sejalan dengan perubahan tersebut, rata-rata LST meningkat dari 38.35°C pada 2005 menjadi 38.82°C pada 2015 dan 40.15°C pada 2025, dengan suhu maksimum mencapai 47.26°C. Secara spasial, area dengan vegetasi rendah dan NDBI positif cenderung memiliki LST lebih tinggi, sedangkan vegetasi, pertanian, tambak, dan badan air relatif lebih sejuk. Hasil ini menunjukkan bahwa berkurangnya vegetasi dan meluasnya kawasan nonvegetasi serta terbangun beriringan dengan peningkatan suhu permukaan di Kabupaten Sidoarjo.

Kata kunci: tutupan lahan, NDVI, NDBI, LST, Landsat

PENDAHULUAN

Peningkatan laju urbanisasi dan pesatnya pertumbuhan penduduk di berbagai wilayah telah mendorong terjadinya alih fungsi lahan yang sangat masif, terutama pada konversi lahan bervegetasi menjadi kawasan terbangun dengan material kedap air (Fitriani *et al*., 2023). Transformasi tutupan lahan ini memberikan dampak langsung terhadap perubahan iklim mikro dan keseimbangan ekosistem, di mana hilangnya tutupan hijau secara signifikan menurunkan kapasitas lahan dalam menyimpan air dan menyerap panas (Ilmi *et al*., 2025). Akibatnya, peningkatan serapan radiasi matahari oleh permukaan infrastruktur perkotaan memicu anomali suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah pedesaan atau penyangga di sekitarnya, sebuah fenomena yang secara luas dikenal sebagai *Urban Heat Island* (UHI) (Putra *et al*., 2018; Izah *et al*., 2023). Berbagai studi menegaskan bahwa keberadaan vegetasi memegang peranan esensial dalam memoderasi suhu udara melalui mekanisme evapotranspirasi dan penyediaan naungan. Oleh sebab itu, degradasi tingkat kerapatan vegetasi senantiasa menunjukkan korelasi negatif yang kuat dengan peningkatan suhu permukaan tanah atau Land Surface Temperature (Ilmi *et al*., 2025).

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu wilayah dengan dinamika perkembangan kota yang sangat tinggi. Lokasinya yang berbatasan langsung dengan Kota Surabaya menjadikan Sidoarjo sebagai daerah tujuan utama bagi permukiman pekerja komuter, yang berdampak pada peningkatan jumlah penduduk hingga menyentuh angka sekitar dua juta jiwa (Intakhiya *et al*., 2021). Tingginya desakan demografi ini memaksa terjadinya transformasi ruang alami secara besar-besaran. Berdasarkan rekam historis, sejak tahun 2004 tingkat konversi lahan tidak terbangun menjadi area perumahan di wilayah ini mencapai 400 hingga 1.200 hektare setiap bulannya (Rukmana *et al*., 2024). Di samping itu, status Sidoarjo sebagai pusat kegiatan industri turut mengeskalasi laju perubahan penggunaan lahan, yang diindikasikan oleh tingginya sebaran industri berskala besar dan sedang di wilayah tersebut (Nugraheni *et al*., 2011). Topografi Kabupaten

**) Penulis Korespondensi: Telp. +6287853932037; Email: am.much145@gmail.com* *DOI: http://dx.doi.org/10.29244/jitl.28.2.65-72*

Copyright (c) 2026 Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan *Journal of Soil Science and Environment*
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Sharealike (CC BY SA) 4.0 International License

Sidoarjo yang berkarakteristik dataran delta dengan kemiringan lereng 0–8% juga menjadi faktor fisik yang memengaruhi pola distribusi suhu di wilayah tersebut (Fatikasari & Jumadi, 2022).

Ekspansi lahan terbangun yang tidak terkendali telah berdampak nyata terhadap variasi suhu permukaan di Kabupaten Sidoarjo. Kajian terdahulu mencatat bahwa selama periode 2008 hingga 2018, Kabupaten Sidoarjo mengalami peningkatan persentase lahan terbangun sebesar 13.83% yang ekuivalen dengan penyusutan lahan sawah sebesar 17.12% (Rukmana *et al*., 2024; Karim & Ariastita, 2017). Fenomena konversi lahan ini secara linier memicu kenaikan LST, di mana tercatat peningkatan suhu permukaan rata-rata sebesar 2 °C dalam satu dekade, yakni dari 23 °C pada tahun 2008 menjadi 25 °C pada tahun 2018 (Rukmana *et al*., 2024). Analisis pemantauan suhu pada rentang tahun 2019 hingga 2022 juga memperlihatkan bahwa suhu permukaan Sidoarjo berfluktuasi secara dinamis pada interval 22.05 °C hingga 36.47 °C (Fatikasari & Jumadi, 2022). Konsentrasi suhu terekstrem umumnya ditemukan pada wilayah dengan tingkat kerapatan vegetasi yang sangat rendah, kawasan terbangun padat, serta pada area yang dipengaruhi oleh anomali aktivitas geologis seperti pusat semburan lumpur Lapindo (Mau et al., 2023). Pendekatan penginderaan jauh menggunakan citra satelit Landsat secara konsisten mengonfirmasi bahwa ekstraksi Indeks Kerapatan Vegetasi (*Normalized Difference Vegetation Index* atau NDVI) berbanding terbalik secara spasial dengan distribusi suhu permukaan di Sidoarjo (Muslim, 2021; Ilmi *et al*., 2025).

Meskipun sejumlah literatur telah meneliti dinamika suhu dan transformasi lahan di Kabupaten Sidoarjo pada rentang waktu yang parsial, analisis spasio-temporal berskala multi-dekade sangat krusial untuk dilakukan guna memetakan tren jangka panjang serta memprediksi arah perkembangan iklim mikro di masa mendatang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap variasi suhu permukaan di Kabupaten Sidoarjo dalam kurun waktu dua puluh tahun, yakni pada tahun 2005, 2015, dan 2025, menggunakan citra satelit Landsat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam terkait dinamika ekologi perkotaan dan menjadi basis landasan ilmiah bagi pemangku kebijakan dalam merancang perencanaan tata ruang yang berkelanjutan serta perumusan strategi mitigasi pemanasan suhu permukaan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

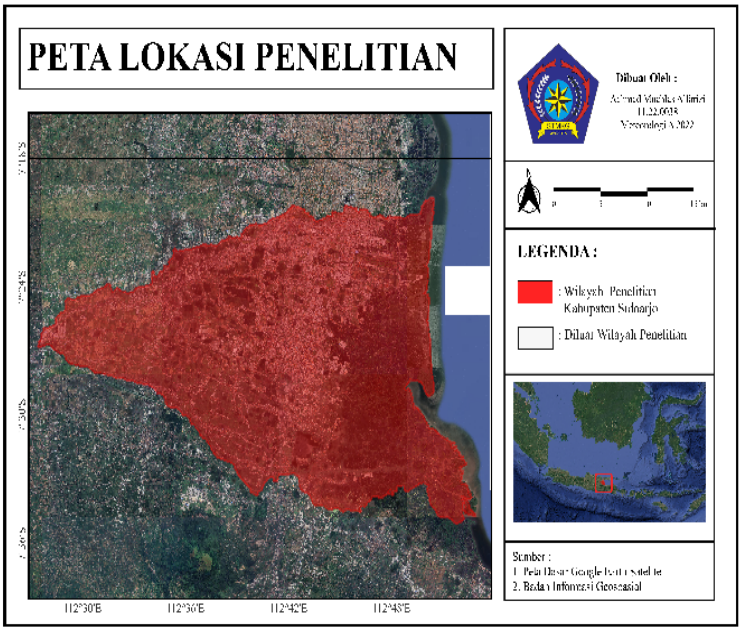
Penelitian ini dilaksanakan di wilayah administratif Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, yang secara astronomis terletak di antara 112°5’ hingga 112°9’ Bujur Timur dan 7°3’ hingga 7°5’ Lintang Selatan (Gambar 1). Batas-batas geografis wilayah studi ini meliputi Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik di sebelah utara, Kabupaten Pasuruan di sebelah selatan, Selat Madura di sebelah timur, serta Kabupaten Mojokerto di sebelah barat (Karim & Ariastita, 2017). Kabupaten Sidoarjo memiliki topografi berkarakteristik dataran delta dengan tingkat kemiringan lereng yang didominasi oleh 0–8% dan mencakup luasan sekitar 720.74 km² (Fatikasari & Jumadi, 2022). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada posisinya yang berbatasan langsung dengan Kota Surabaya sehingga memicu dinamika mobilitas penduduk serta pesatnya pembangunan infrastruktur (Zulkarnain, 2016). Fenomena tersebut secara langsung mendorong tingginya laju konversi lahan tidak terbangun menjadi kawasan permukiman dan industri, yang secara historis dilaporkan mencapai 400 hingga 1.200 hektare per bulan. Tingginya desakan urbanisasi ini memengaruhi fungsi ekologis ruang alami sehingga berpotensi memicu anomali suhu (Intakhiya *et al*., 2021). Adapun periode yang dianalisis pada studi ini difokuskan pada tiga titik waktu temporal, yakni tahun 2005, 2015, dan 2025, guna mengkaji tren perubahan secara spasio-temporal dalam dua dekade terakhir.

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif keruangan dengan memanfaatkan data sekunder berupa citra satelit penginderaan jauh multitemporal (Wilks, 2019). Dataset utama yang digunakan terdiri atas citra satelit Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) untuk merekam kondisi penutupan lahan tahun 2005, serta citra Landsat 8 *Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor* (OLI/TIRS) untuk tahun 2015 dan 2025 (Koutsias & Pleniou, 2015). Landsat 7 dilengkapi sensor ETM+ dan telah beroperasi sejak 1999, sedangkan Landsat 8 membawa sensor OLI/TIRS dan mulai beroperasi pada 2013, sehingga sesuai untuk periode pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini (Flood, 2014). Citra yang digunakan dipilih berdasarkan kesesuaian waktu perekaman dan kondisi tutupan awan yang rendah untuk meminimalkan gangguan dalam proses analisis. Data citra selanjutnya digunakan untuk memperoleh informasi indeks vegetasi, kawasan terbangun, dan suhu permukaan melalui parameter NDVI, NDBI, dan LST. Seluruh data citra satelit diperoleh melalui platform komputasi awan *Google Earth Engine* (GEE) dan portal *United States Geological Survey* (USGS), yang menyediakan arsip data Landsat secara multitemporal untuk penelitian penginderaan jauh.

Spesifikasi Data

Resolusi spasial yang digunakan untuk saluran multispektral adalah 30 meter, sedangkan saluran termal dilakukan proses resampling agar selaras dengan resolusi 30 meter tersebut. Resolusi temporal dari data Landsat ini adalah 16 hari (USGS, 2024). Rincian spesifikasi data citra satelit yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Spesifikasi Data Citra Satelit

Jenis Data Citra	Tahun	Resolusi Spasial	Resolusi Temporal	Sumber Data	Jalur/Baris (Path/Row)
Landsat 7 ETM+	2005	30 m	16 Hari	USGS / GEE	118 / 65
Landsat 8 OLI/TIRS	2015 / 2025	30 m	16 Hari	USGS / GEE	118 / 65

Tahapan Pengolahan

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan citra Landsat tahun 2005, 2015, dan 2025. Pemilihan citra dilakukan berdasarkan metadata, terutama persentase tutupan awan, untuk memperoleh citra dengan kualitas pengamatan yang baik (Gorelick *et al*., 2017). Data yang digunakan berupa Landsat 7 ETM+ untuk tahun 2005 dan Landsat 8 OLI/TIRS untuk tahun 2015 dan 2025. Selanjutnya dilakukan pra-pemrosesan berupa pemotongan citra menggunakan shapefile batas administrasi Kabupaten Sidoarjo sebagai area of interest (AOI). Citra yang digunakan telah melalui tahapan koreksi dan pemrosesan pada produk Level-2, sehingga data reflektansi permukaan dan suhu permukaan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut (Fatikasari & Jumadi, 2022).

Setelah tahap pra-pemrosesan selesai, dilakukan ekstraksi indeks spektral berupa *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). NDVI digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi berdasarkan perbandingan reflektansi saluran *Near Infrared* (NIR) dan merah. Nilai NDVI selanjutnya diklasifikasikan menjadi lima kelas, yaitu badan air (NDVI < 0), nonvegetasi (0 ≤ NDVI < 0.2), vegetasi rendah (0.2 ≤ NDVI < 0.4), vegetasi sedang (0.4 ≤ NDVI < 0.6), dan vegetasi tinggi (NDVI ≥ 0.6) (Wang *et al*., 2026). Sementara itu, NDBI dihitung berdasarkan perbandingan reflektansi saluran Shortwave Infrared (SWIR) dan Near Infrared (NIR) untuk mengidentifikasi karakteristik lahan terbangun. Nilai NDBI kemudian diklasifikasikan menjadi lima tingkat, yaitu vegetasi/air dominan (NDBI < 0), terbangun rendah (0 ≤ NDBI < 0.1), terbangun sedang (0.1 ≤ NDBI < 0.2), terbangun tinggi (0.2 ≤ NDBI ≤ 0.3), dan terbangun sangat tinggi (NDBI > 0.3). Hasil klasifikasi kedua indeks tersebut selanjutnya digunakan untuk menggambarkan kondisi dan perubahan tutupan lahan di wilayah penelitian pada masing-masing periode pengamatan (Aquino *et al*., 2018).

Estimasi *Land Surface Temperature* (LST) dilakukan menggunakan produk Surface Temperature pada citra Landsat Collection 2 Level-2. Nilai suhu permukaan diperoleh dengan mengonversi nilai *Surface Temperature* dari satuan Kelvin menjadi derajat Celsius. Dengan menggunakan produk Level-2 tersebut, tahapan perhitungan radian spektral, *Brightness Temperature* (BT), *Fractional Vegetation Cover* (Pv), dan *Land Surface Emissivity* (LSE) tidak dilakukan secara terpisah karena koreksi suhu permukaan telah tersedia pada produk Surface Temperature (Natalie *et al*., 2025).

Hasil pengolahan NDVI, NDBI, dan LST kemudian digunakan untuk menggambarkan perubahan kondisi permukaan Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2005, 2015, dan 2025. Statistik LST disajikan menggunakan nilai rata-rata serta persentil ke-5 (P5) dan persentil ke-95 (P95) sebagai batas bawah dan batas atas distribusi suhu. Penggunaan P5–P95 dilakukan untuk mengurangi pengaruh nilai ekstrem (*outlier*) sehingga rentang suhu yang ditampilkan lebih merepresentasikan distribusi utama nilai LST pada wilayah penelitian (Botje & Dewan, 2022; Simó *et al*., 2016). Pendekatan berbasis persentil juga telah digunakan dalam analisis data penginderaan jauh untuk merangkum distribusi nilai dan membatasi pengaruh nilai ekstrem (Khadka, 2025). Selanjutnya, hasil NDVI, NDBI, dan LST dioverlay secara spasial untuk melihat keterkaitan

perubahan tutupan lahan dengan variasi suhu permukaan. Analisis hubungan statistik dilakukan menggunakan korelasi Pearson product-moment untuk mengetahui hubungan antara NDVI, NDBI, dan LST pada setiap tahun pengamatan.

Persamaan

Perhitungan secara digital dalam mengekstraksi data pada citra satelit mengaplikasikan beberapa persamaan matematis algoritma penginderaan jauh (Amliana *et al*., 2016). Ekstraksi kerapatan vegetasi dihitung melalui model matematis NDVI berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

di mana NIR adalah nilai reflektansi saluran inframerah dekat (*Near Infrared*) dan Red adalah nilai reflektansi saluran merah spektrum tampak. Nilai NDVI kemudian diklasifikasikan menjadi lima kelas berdasarkan Wang *et al*. (2026), sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

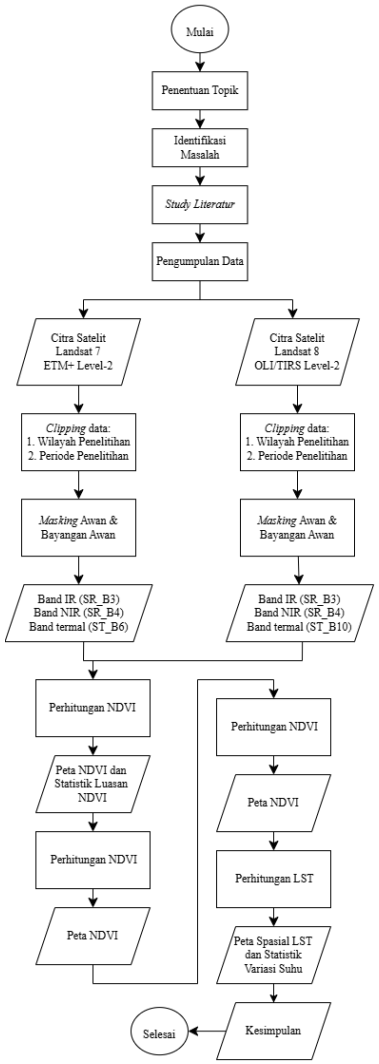
Tabel 2. Klasifikasi Indeks Vegetasi (Wang *et al*., 2026)

Nilai NDVI	Interpretasi
< 0	Air / awan / non-permukaan
0 – 0.2	Non-vegetasi / sangat jarang
0.2 – 0.4	Vegetasi jarang
0.4 – 0.6	Vegetasi sedang
> 0.6	Vegetasi rapat

Untuk mengidentifikasi perluasan lahan dengan objek material bersuhu tinggi, diekstraksi menggunakan formula NDBI:

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

di mana SWIR merupakan saluran inframerah gelombang pendek (*Shortwave Infrared*) dan NIR merupakan saluran inframerah dekat. Nilai NDBI selanjutnya diklasifikasikan menjadi lima tingkat berdasarkan Aquino *et al*. (2018) seperti ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 3. Klasifikasi Indeks Keterbangunan (Aquino *et al*., 2018)

Nilai NDVI	Interpretasi

< 0	Vegetasi / air dominan
0 – 0.1	Terbangun rendah
0.1 – 0.2	Terbangun sedang
0.2 – 0.3	Terbangun tinggi
> 0.3	Terbangun sangat tinggi

Ekstraksi LST dilakukan menggunakan produk *Surface Temperature* pada Landsat Collection 2 Level-2. Nilai *Surface Temperature* yang tersimpan dalam *digital number* (DN) dikonversi menjadi suhu dalam Kelvin menggunakan faktor penskalaan produk, kemudian dikonversi ke derajat Celsius dengan mengurangi 273,15. Produk *Surface Temperature* Level-2 telah melalui tahapan koreksi dan pemrosesan yang diperlukan dalam estimasi suhu permukaan, sehingga penelitian ini tidak melakukan perhitungan ulang *Brightness Temperature* (BT), fraksi vegetasi (*Proportion of Vegetation*, Pv), maupun emisivitas permukaan secara terpisah. Nilai LST yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menganalisis variasi suhu permukaan Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2005, 2015, dan 2025 (USGS, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Tutupan Lahan dan Kerapatan Vegetasi (NDVI)

Hasil analisis NDVI menunjukkan distribusi spasial kerapatan vegetasi Kabupaten Sidoarjo tahun 2005, 2015, dan 2025 (Gambar 3). Secara umum, wilayah Kabupaten Sidoarjo didominasi oleh kelas vegetasi rendah (NDVI 0.2–0.4) dan non-vegetasi (NDVI 0–0.2). Sebaran vegetasi rendah relatif banyak dijumpai pada bagian barat hingga selatan wilayah, sedangkan kelas non-vegetasi lebih dominan di bagian tengah hingga timur yang merupakan kawasan perkotaan, industri, dan permukiman.

Pada tahun 2025 terlihat peningkatan persebaran kelas non-vegetasi dibandingkan tahun 2005 dan 2015, yang ditunjukkan oleh semakin luasnya area non-vegetasi. Sebaliknya, luasan vegetasi rendah tampak berkurang, terutama di wilayah tengah Kabupaten Sidoarjo. Selain itu, area badan air di bagian timur dan pesisir juga terlihat semakin luas pada tahun 2025. Secara keseluruhan, pola spasial tersebut menunjukkan adanya penurunan tutupan vegetasi yang mengindikasikan perubahan penggunaan lahan menuju kawasan terbangun.

Perubahan luas masing-masing kelas NDVI Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2005, 2015, dan 2025 mencatat bahwa luas vegetasi rendah mengalami penurunan dari 362.69 km² pada tahun 2005 menjadi 341.24 km² pada tahun 2025. Sebaliknya, luas non-vegetasi meningkat dari 344.78 km² menjadi 354.00 km², sedangkan luas badan air juga bertambah dari 32.78 km² menjadi 44.60 km². Sementara itu, vegetasi sedang hanya mengalami perubahan yang relatif kecil dan vegetasi tinggi tidak ditemukan selama periode pengamatan.

Perkembangan Lahan Terbangun (NDBI)

Distribusi spasial NDBI Kabupaten Sidoarjo tahun 2005, 2015, dan 2025 mengindikasikan perkembangan kawasan terbangun yang cukup pesat (Gambar 5). Secara umum, wilayah penelitian masih didominasi oleh nilai NDBI < 0, yang mengindikasikan keberadaan vegetasi, badan air, dan lahan non-terbangun. Sebaliknya, nilai NDBI positif yang merepresentasikan kawasan terbangun terkonsentrasi pada bagian tengah hingga timur Kabupaten Sidoarjo.

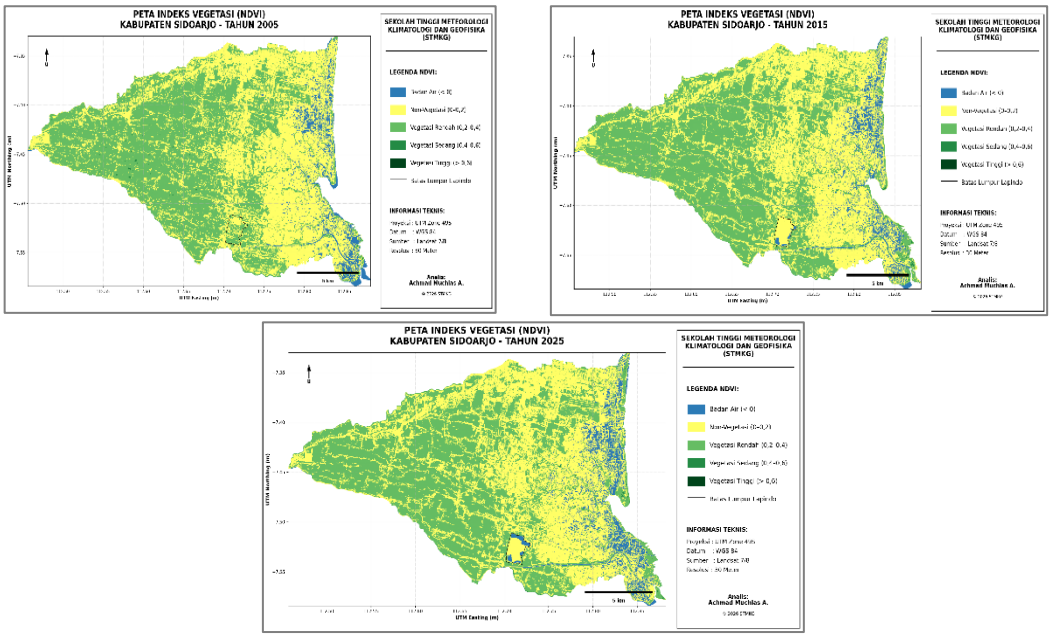
Secara spasial, pada tahun 2025 terlihat peningkatan persebaran area dengan nilai NDBI positif dibandingkan tahun 2005 dan 2015. Hal ini ditunjukkan oleh semakin meluasnya area yang mengindikasikan perkembangan kawasan terbangun. Kondisi tersebut didukung oleh peningkatan nilai rata-rata NDBI dari −0.082 pada tahun 2005 menjadi −0.078 pada tahun 2015 dan −0.075 pada tahun 2025. Selain itu, luas kelas NDBI < 0 menurun dari 683.02 km² menjadi 626.68 km², sedangkan kelas 0–0.1 meningkat dari 54.76 km² menjadi 110.06 km². Kelas 0.1–0.2 juga mengalami sedikit peningkatan dari 3.00 km² menjadi 4.22 km², sementara kelas dengan nilai NDBI > 0.2 memiliki luasan yang sangat kecil pada seluruh periode pengamatan.

Dinamika Suhu Permukaan Daratan (LST)

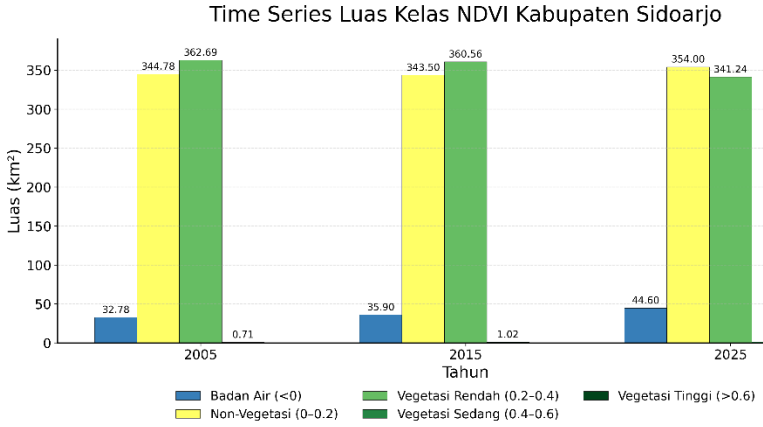
Distribusi spasial Land Surface Temperature (LST) Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2005, 2015, dan 2025 memperlihatkan bahwa suhu permukaan yang lebih tinggi tersebar pada wilayah tengah hingga utara Kabupaten Sidoarjo yang didominasi oleh kawasan terbangun, sedangkan suhu yang relatif lebih rendah berada pada wilayah pesisir dan area yang masih memiliki tutupan vegetasi. Pola sebaran ini terlihat konsisten pada seluruh tahun pengamatan, namun intensitas area bersuhu tinggi semakin meluas pada tahun 2025.

Dinamika spasial suhu permukaan di Kabupaten Sidoarjo selama periode 2005–2025 memperlihatkan tren peningkatan suhu rata-rata secara konsisten. Peningkatan kondisi termal ini berbanding lurus dengan ekspansi spasial area bersuhu tinggi, yang pada tahun 2005 terkonsentrasi di kawasan perkotaan dan industri bagian tengah hingga utara, kemudian meluas ke wilayah terdampak endapan Lumpur Lapindo di Porong pada periode 2015, hingga mendominasi hampir seluruh koridor tengah–utara pada tahun 2025 seiring melonjaknya suhu yang mengonfirmasi semakin menyusutnya zona bersuhu rendah, kendati area pesisir, tambak, dan lahan pertanian di sektor selatan serta timur tetap konsisten menjadi penahan panas dengan mempertahankan suhu yang relatif lebih sejuk sepanjang periode pengamatan.

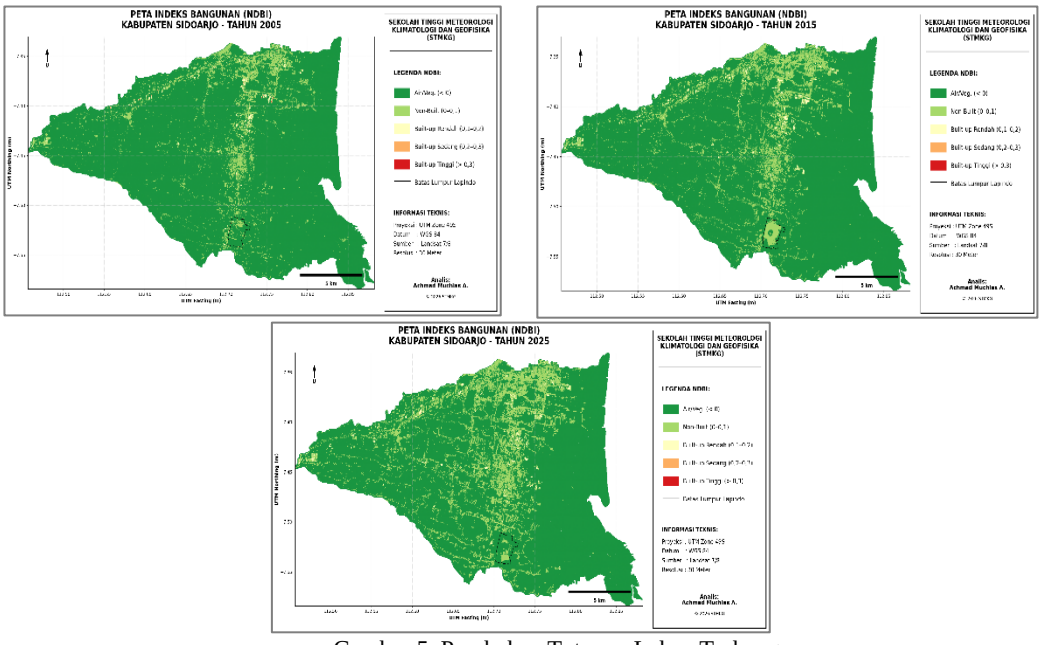
Secara umum, suhu permukaan rata-rata memperlihatkan tren peningkatan yang konsisten selama periode pengamatan dua dekade, yaitu dari 38.35°C pada tahun 2005 menjadi 38.82°C pada tahun 2015, dan meningkat lebih tajam hingga mencapai 40,15°C pada tahun 2025 (Gambar 7). Kenaikan suhu rata-rata yang melampaui ambang 40°C pada tahun 2025 ini mengindikasikan bahwa kondisi termal lingkungan di Kabupaten Sidoarjo secara menyeluruh mengalami pemanasan yang cukup nyata.



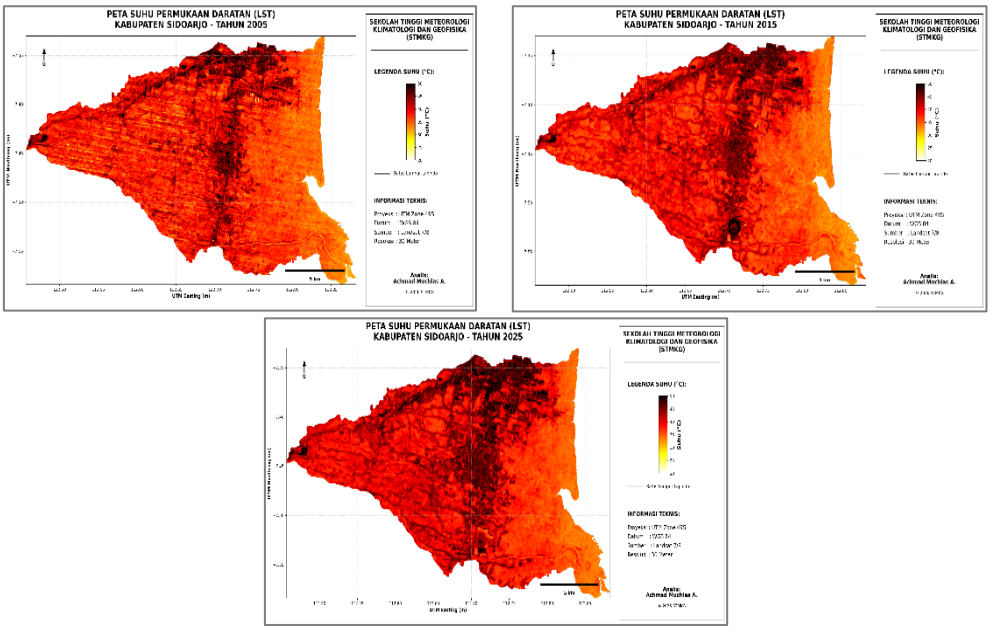
Gambar 3. Distribusi Spatial NDVI



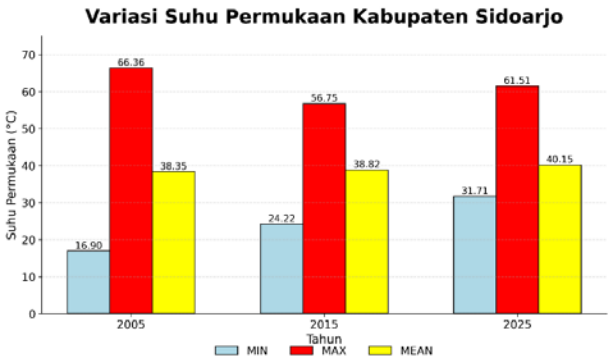
Gambar 4. Perubahan Tutupan Lahan



Gambar 5. Perubahan Tutupan Lahan Terbangun



Gambar 6. Citra Land Surface Temperature



Gambar 7. Variasi Suhu Permukaan di Sidoarjo

Sementara itu, nilai LST minimum relatif stabil pada dekade pertama, yakni tercatat sebesar 33,25°C pada tahun 2005 dan sedikit terkoreksi menjadi 33,15°C pada tahun 2015, sebelum kemudian mengalami kenaikan menjadi 34,11°C pada tahun 2025. Peningkatan batas bawah suhu permukaan ini menunjukkan berkurangnya luasan area bersuhu sejuk. Pada parameter LST maksimum, nilai fluktuatif teramati dengan penurunan minor dari 46.19°C (2005) ke 45.89°C (2015), namun melonjak signifikan hingga menyentuh angka tertinggi sebesar 47.26°C pada tahun 2025. Peningkatan simultan pada nilai rata-rata dan maksimum di tahun 2025 mengonfirmasi intensifikasi akumulasi panas permukaan, yang sejalan dengan ekspansi lahan terbangun dan aktivitas antropogenik di wilayah tersebut.

Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Sidoarjo selama periode 2005–2025 menunjukkan keterkaitan yang jelas dengan variasi suhu permukaan. Penurunan luas vegetasi rendah dari 362.69 km² menjadi 341.24 km² yang diikuti peningkatan area nonvegetasi dari 344.78 km² menjadi 354.00 km² serta peningkatan kawasan terbangun berdasarkan NDBI menunjukkan adanya perubahan karakteristik permukaan menuju kondisi yang lebih didominasi oleh lahan terbangun dan permukaan terbuka. Secara spasial, wilayah dengan nilai NDBI positif dan tutupan vegetasi yang lebih rendah cenderung berasosiasi dengan suhu permukaan yang lebih tinggi, terutama pada bagian tengah hingga utara Kabupaten Sidoarjo. Sebaliknya, wilayah yang masih memiliki tutupan vegetasi, lahan pertanian, tambak, dan badan air menunjukkan suhu permukaan yang relatif lebih rendah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Estoque *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan, khususnya peningkatan area terbangun dan berkurangnya vegetasi, berhubungan dengan peningkatan suhu permukaan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kabupaten Sidoarjo mengalami perubahan tutupan lahan selama periode 2005–2025 yang ditandai dengan penurunan tutupan vegetasi dan peningkatan area nonvegetasi serta kawasan terbangun. Berdasarkan NDVI, luas vegetasi rendah menurun dari 362.69 km² pada tahun 2005 menjadi 341.24 km² pada tahun 2025, sedangkan area nonvegetasi meningkat dari 344.78 km² menjadi 354,00 km². Perubahan tersebut diperkuat oleh hasil NDBI yang menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari −0.082 pada tahun 2005 menjadi −0.075 pada tahun 2025 serta peningkatan luas kelas terbangun rendah (NDBI 0–0.1) dari 54.76 km² menjadi 110.06 km². Secara spasial, perkembangan

kawasan terbangun terutama terkonsentrasi pada bagian tengah hingga timur Kabupaten Sidoarjo.

Perubahan tutupan lahan tersebut menunjukkan keterkaitan dengan peningkatan suhu permukaan. Wilayah dengan tutupan vegetasi lebih rendah dan nilai NDBI positif cenderung memiliki LST lebih tinggi, sedangkan area vegetasi, pertanian, tambak, dan badan air relatif lebih sejuk. Suhu permukaan rata-rata meningkat dari 38.35°C pada tahun 2005 menjadi 38.82°C pada tahun 2015 dan 40.15°C pada tahun 2025, sementara LST maksimum meningkat hingga 47.26°C pada tahun 2025. Dengan demikian, selama periode 2005–2025, berkurangnya tutupan vegetasi dan meluasnya kawasan nonvegetasi serta terbangun beriringan dengan peningkatan suhu permukaan Kabupaten Sidoarjo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG), khususnya Program Studi Meteorologi, atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, serta dukungan dalam proses pengumpulan data, analisis, dan penyusunan naskah hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, I. G., Rai, A., Agung, A., Sugianthara, G., & Wardi, I. N. (2020). Identifikasi suhu permukaan terhadap penutupan lahan dari Landsat 8: studi kasus Kota Denpasar. *Jurnal Arsitektur Lansekap*, 6(2), 240–246.

Amliana, D. R., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2016). Analisis Perbandingan Nilai NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 pada Kelas Tutupan Lahan. *Jurnal Geodesi Undip*, 5, 264–274.

Estoque, R. C., Murayama, Y., & Myint, S. W. (2017). Effects of greenery loss and surface urban heat island intensity in South and Southeast Asian megacities. *Building and Environment*, 115, 151–167.

Fatikasari, Z. M., & Jumadi. (2022). Analisis Dinamika Suhu Permukaan Tahun 2019–2022 di Kabupaten Sidoarjo. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1–24.

Fitriani, V., Gandri, L., Indriyani, L., Bana, S., & Ahmaliun, L. De. (2023). Analisis Hubungan Land Surface Temperature (Lst) Dan Indeks Kerapatan Vegetasi (Ndvi) Das Wanggu, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan*, 7(1).

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

Ilmi, B., Ayuningtyas, E. A., & Bisa, G. A. (2025). Analisis Hubungan NDVI dan LST Berdasarkan Citra Landsat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 16(2), 31–44.

Intakhiya, D. M., Santoso, U. P., & Mutiarin, D. (2021). Strategi dalam Penanganan Kasus Lumpur Lapindo pada Masyarakat Terdampak Lumpur Lapindo Porong–Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Moderat*, 7(3), 565–585.

Izah, A., Shafarani, F. K., Afrianto, F., & Permana, M. (2023). Hubungan antara Kepadatan Vegetasi dan Land Surface Temperature di Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Plano Buana*, 4(1), 12–21.

Karim, I., & Ariastita, P. G. (2017). Penentuan Nilai Insentif dan Disinsentif Pada Pajak Bumi dan Bangunan Sebagai Instrumen Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian di Sidoarjo. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2).

Mau, K. F., Subagiada, K., & Supriyanto. (2023). Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Suhu. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 6(1), 1–9.

Muslim, S. (2021). Analisis Anomali Suhu dan Kerapatan Vegetasi Berdasarkan Citra Satelit Landsat 8 untuk Pemetaan Potensi Panas Bumi di Wilayah Kerja Panas Bumi Rantau Dedap Provinsi Sumatera Selatan. In Universitas Sriwijaya.

Natalie, T., Usman, F., & Hasyim, A. W. (2025). Dinamika Tutupan Lahan dan Suhu Permukaan Lahan di Kota Tangerang. *Journal of Urban and Regional Planning Society*, 01(04), 91–96.

Nugraheni, W. P., Aritua, S., & Sagala, H. (2011). Analisis perubahan tutupan lahan kabupaten sidoarjo setelah bencana semburan lumpur sidoarjo. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 1.

Putra, A. K., Sukmono, A., & Sasmito, B. (2018). Analisis Hubungan Perubahan Tutupan Lahan terhadap Suhu Permukaan Terkait Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus: Kota Surakarta). *Jurnal Geodesi Undip*, 7, 22–31.

Rukmana, S. N., Shofwan, M., Agung, A., & Alit, S. (2024). Pengaruh Tutupan Lahan dan Suhu Permukaan Terhadap Potensi Risiko Bencana di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 339–347.

Setyawan, F., & Dimyati, M. (2022). Tinjauan Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Parameter Cuaca. *Jurnal Geografi*, 12(2), 138–146.

USGS. (2024). Landsat 7 (L7) Data Users Handbook (Vol. 7, May).

Wilks, D. S. (2019). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences* (4th ed.). Academic Press.

Zulkarnain, R. C. (2016). Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap perubahan suhu permukaan di kota surabaya. Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1–306.