



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 1 Tahun 2024 Page 5710-5725

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Identifikasi Pengaruh Vegetasi dan Kepadatan Bangunan Kabupaten Klaten Terhadap Perubahan Suhu Melalui Citra Landsat-8 LST, NDVI, dan NDBI

Muhammad Adib Aldzahabi<sup>1✉</sup>, Faisya Haqqin Abrari<sup>2</sup>, Ardia Fajar Wibowo<sup>3</sup>

Universitas Sebelas Maret

Email: [Aldzahabiadib@student.uns.ac.id](mailto:Aldzahabiadib@student.uns.ac.id)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Vegetasi dan kepadatan bangunan berpengaruh terhadap perubahan suhu di Kabupaten Klaten dilakukan uji menggunakan citra Landsat-8. Indeks utama yang digunakan: Suhu Permukaan Tanah (LST), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). Metode pemrosesan citra Landsat-8 digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan guna menghitung ketiga indeks tersebut di wilayah studi. Analisis dilakukan untuk memahami hubungan antara vegetasi, kepadatan bangunan, dan perubahan suhu permukaan tanah. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara NDVI dengan tingkat vegetasi dan LST dengan suhu permukaan tanah. Sementara itu, NDBI menggambarkan kepadatan bangunan dan lahan perkotaan di wilayah tersebut. Penelitian ini memberikan wawasan yang penting tentang bagaimana vegetasi dan kepadatan bangunan mempengaruhi perubahan suhu permukaan tanah di wilayah studi. Temuan ini dapat mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lingkungan dan perencanaan perkotaan yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan efek dari aspek lingkungan fisik seperti vegetasi dan penggunaan lahan bangunan terhadap suhu.

Kata Kunci: *Kenaikan Suhu, Klaten, Landsat-8, Perubahan Lahan*

## Abstract

The influence of vegetation and building density on temperature changes in Klaten Regency was examined using Landsat-8 imagery. The primary indices used were the Land Surface Temperature (LST), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and Normalized Difference Built-up Index (NDBI). Landsat-8 image processing methods were employed to obtain the necessary data to calculate these three indices within the study area. Analysis was conducted to understand the relationship between vegetation, building density, and changes in land surface temperature. The research findings revealed a significant correlation between NDVI and vegetation levels, and between LST and land surface temperature. Meanwhile, NDBI depicted building density and urban areas in the region. This study provides valuable insights into how vegetation and building density affect changes in land surface temperature within the study area. These findings could support decision-making in environmental management and sustainable urban planning by considering the effects of physical environmental aspects such as vegetation and building land use on temperature.

*Keywords: Temperature Rise, Klaten, Landsat-8, Land Changes*

## PENDAHULUAN

Seiring perkembangan modernisasi dan meningkatnya jumlah penduduk mendorong manusia melakukan berbagai usaha untuk memenuhi kebutuhannya. Bertambahnya jumlah penduduk berpengaruh pada kebutuhan tempat tinggal sehingga menyebabkan peralihan lahan hijau menjadi perumahan, apartemen, jalan raya dan sebagainya (Mukmin dkk, 2016). Peralihan lahan tersebut menyebabkan penurunan jasa lingkungan terutama suhu atau udara mengingat tanaman mampu menyerap CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> dan polutan lainnya. Berkurangnya vegetasi menurunkan jasa lingkungan sedangkan beban atau demand dari semakin meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan ketidakseimbangan di lingkungan.

Kabupaten Klaten terletak pada lokasi yang cukup strategis di Provinsi Jawa Tengah, terletak pada koordinat antara 110°20' sampai 110°50' Bujur Timur dan 7°15' sampai 7°45' lintang Selatan dengan luas 655,56 km<sup>2</sup>. Klaten berbatasan dengan Kabupaten Boyolali di sebelah utara, sebelah baratnya Kota Surakarta dan Kabupaten Sukoharjo, sedangkan selatan berbatasan dengan Kabupaten Wonogiri dan Sleman dan sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Sukoharjo dan Boyolali. Kabupaten Klaten secara topografi sebagian besar dataran rendah dan perbukitan yang terletak pada bagian selatan dan tenggara. Berdasarkan data BPS Kabupaten Klaten, jumlah penduduk Kota Klaten pada tahun 2013 adalah 1.148.994 jiwa sedangkan pada tahun 2023 Proyeksi Penduduk Interim adalah 1.275.850 jiwa. Terdapat peningkatan jumlah penduduk 126.856 jiwa dalam kurun waktu 10 tahun, peningkatan tersebut mempengaruhi luasan lahan maupun peralihan lahan dari lahan hijau untuk menunjang kebutuhan masyarakat dalam berbagai aspek kehidupan

terutama kebutuhan lahan hunian, industri, pertokoan bahkan jalan raya. Proses urbanisasi selalu beriringan dengan peningkatan perubahan fungsi lahan dan mempengaruhi perubahan iklim (Sumaryana dkk, 2022). Urbanisasi membawa perubahan bagi rona permukaan bumi, dimana vegetasi digantikan oleh permukaan yang sulit berevaporasi dan bertranspirasi seperti logam, aspal, dan beton. Keadaan seperti ini akan mempengaruhi redistribusi radiasi matahari, dan membuat perbedaan yang mencolok antara radiasi permukaan dan suhu udara antara daerah rural dan urban (Adiyanti dkk, 2013).

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 yang sesuai dengan kondisi optik di sekitarnya (Budiputra, 2021). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan metode perolehan citra dengan menggunakan indeks kehijauan vegetasi atau aktivitas fotosintesis. NDVI merupakan indeks yang menampilkan perbedaan antara reflektansi tutupan vegetasi yang nampak (Ariani dkk, 2019). NDVI didasari dari penggunaan pita near-infrared dan saluran merah (red). Normal Difference Built-up Index (NDBI) adalah indeks yang menggunakan gelombang inframerah tengah (IMTg) dan inframerah dekat (IMD) yang dihitung dengan membagi selisih jumlah reflectance kedua saluran tersebut menggunakan band 5 dan band 6. NDBI digunakan untuk lebih menonjolkan built-up area perkotaan (Isnaeni dan Prasetyo, 2022). Land Surface Temperature (LST) berperan penting dalam untuk meneliti tentang iklim, udara suhu, dan lingkungan perkotaan skala lokal dan global. metode ini digunakan dengan menggunakan interpretasi data visual, berbasis spektral aplikasi dan spasial pemodelan. Tanah suhu permukaan merupakan salah satu indikatornya fenomena pulau panas perkotaan (Hidayati and Suharyadi, 2019). LST adalah pengukuran yang diperuntukan seberapa panas (suhu) dari permukaan tanah. Suhu tersebut diukur dari emisi panas permukaan tanah yang berasal dari radiasi matahari. Emisi panas permukaan tanah ditangkap oleh sensor citra satelit dalam rentang spektrum infra merah thermal. Sensor kemudian mengubah emisi panas menjadi berbagai kecerahan yang berbeda pada sebuah saluran (band) citra. Landsat 8 adalah salah satu citra yang memiliki saluran (band) inframerah termal, saluran tersebut adalah TIRS (Thermal Infrared Red Sensor) (Sasmito dan Suprayogi, 2017).

## METODE PENELITIAN

### Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Secara geografis, Kota Klaten terletak antara garis bujur 115.173698 hingga 115.274271 Timur dan lintang 8.591728 hingga 8.752372 Selatan. Wilayah utara Kabupaten Klaten berbatasan dengan Kabupaten Boyolali, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Sukoharjo, sementara pada barat dan selatan berbatasan Provinsi Yogyakarta. Terdapat 25 kecamatan di Kabupaten Klaten.

### Bahan dan Data

Data yang digunakan adalah citra Landsat 8 dengan waktu perekaman tanggal 28 September 2013 dan 8 September 2023. Pemilihan waktu perekaman didasarkan pada citra terkini Kabupaten Klaten pada saat penelitian ini dilakukan dan untuk memastikan keakuratan data diatur dengan tutupan awan maksimal 30%. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengunduh data citra landsat adalah website United States Geological Survey (USGS). Pengolahan data citra ArcGIS 10.8 untuk pengolahan citra satelit dan visualisasi data.

### Pengolahan Data

Metode pengolahan citra dilakukan untuk mendapatkan hasil data berupa klasifikasi NDVI serta klasifikasi LST. Sedangkan metode survey dimaksudkan sebagai uji akurasi dari hasil pengolahan citra yang telah dilakukan. Selain terdapat beberapa tahapan pengolahan data pada penelitian ini seperti :

1. Pemotongan Citra

Proses pemotongan citra diperlukan agar batas citra tersebut sesuai dengan batas administrasi wilayah Kabupaten Klaten.

2. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan koreksi dasar pada sebuah citra yang dilakukan guna menghilangkan noise yang terdapat pada sebuah citra, cara ini dapat dilakukan dengan metode Top of Atmosphere (ToA) dengan melakukan ubahan nilai Digital Number (DN).

$$TOA(L) = ML * QCAL + AL$$

Keterangan:

ML = RADIANCE\_MULT\_BAND\_10

QCAL = Band 10

AL = RADIANCE\_ADD\_BAND\_10

3. Analisis BT

$$BT = (K2/Ln ((K1/L) + 1)) - 273.15$$

Keterangan:

K1 = K1\_CONSTANT\_BAND\_band 10

K2 = K2\_CONSTANT\_BAND\_band 10

L = Hasil Analisis TOA

#### 4. Transformasi NDVI

NDVI (Normalized Different Vegetation Index) merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk menghitung sebuah kerapatan vegetasi dimana semakin tinggi nilai NDVI maka semakin tinggi pula tingkat kerapatan vegetasinya.

$$NDVI = \text{Float}(\text{Band 5} - \text{Band 4}) / \text{Float}(\text{Band 5} + \text{Band 4})$$

#### 5. Perhitungan Nilai PV (Propotional Vegetation)

PV (Propotional Vegetation) merupakan salah satu proses penskalaan NDVI guna mengurangi gangguan yang muncul dari kelembapan tanah.

$$PV = \text{Square} ((NDVI - NDVI_{\min}) / (NDVI_{\max} - NDVI_{\min}))$$

#### 6. Error Correction/Emissivity ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = 0.004 * PV + 0.986$$

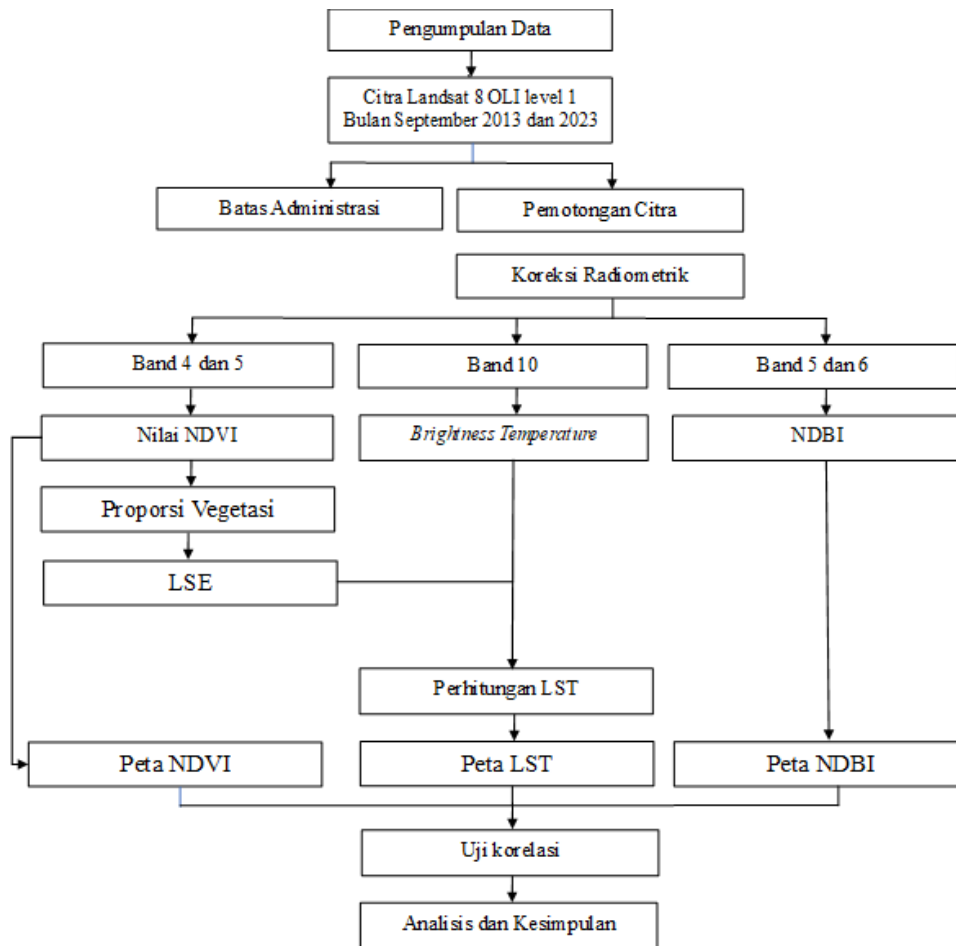
#### 7. Transformasi LST

LST (Land Surface Temperature) didefinisikan sebagai suhu permukaan bumi yang dimana didapatkan dari pantulan objek yang terekam oleh citra satelit.

$$LST = (BT / (1 + (\lambda * BT / 14388) * \text{Ln}(\epsilon)))$$

Kemudian dilakukan perhitungan bangunan dengan NDBI. NDBI memiliki tujuan melihat kerapatan bangunan di area perkotaan.

$$NDBI = \text{Float}(\text{Band 6} - \text{Band 5}) / \text{Float}(\text{Band 6} + \text{Band 5})$$



Gambar 1. Diagram Alir Pengambilan Data

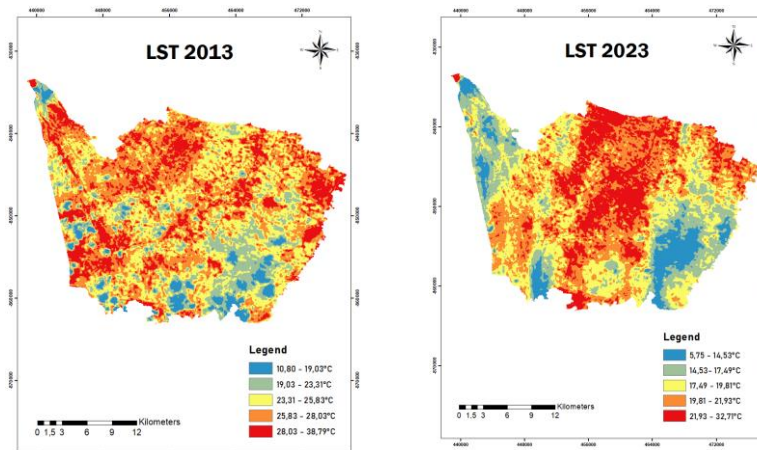
## HASIL DAN PEMBAHASAN

NDVI, NDBI, dan LST adalah indeks untuk memahami vegetasi, bangunan, dan suhu permukaan bumi. Mereka menggunakan data Landsat untuk analisis besar dan berulang (Dammayatri et al, 2023). Ketiganya membantu memeriksa perubahan suhu baik secara temporal maupun spasial. NDVI mengukur vigor vegetasi dengan membandingkan reflectance di NIR dan merah, nilai tinggi menunjukkan vegetasi lebih tebal. Menurut Wicaksana dkk (2021) NDBI mengukur lahan terbangun dengan membandingkan reflectance di SWIR dan merah, nilai tinggi menunjukkan lahan terbangun lebih luas. LST adalah suhu permukaan yang dipengaruhi oleh faktor seperti tutupan lahan, vegetasi, dan kelembaban.

Klaten merupakan kabupaten yang termasuk ke dalam provinsi Jawa Tengah dan berbatasan langsung dengan Provinsi Yogyakarta. Klaten memiliki wilayah yang cukup luas meliputi pedesaan dan juga perkotaan. dibandingkan dengan lingkungan pedesaan yang memiliki sedikit bangunan, jalan, dan area penyerap panas, daerah perkotaan cenderung mengalami suhu yang lebih tinggi karena adanya konsentrasi tinggi bangunan, infrastruktur

jalan, dan permukaan yang dapat menyerap panas dengan lebih intens. Urban Heat Island effect, yang merupakan fenomena ini, memiliki potensi untuk meningkatkan suhu secara signifikan dalam daerah perkotaan. Berdasarkan citra yang digunakan, yaitu dengan perbedaan 10 tahun (2013 dan 2023) dapat diketahui sejauh apa perubahan lahan yang terjadi di Kabupaten Klaten sehingga dapat berdampak pada kenaikan suhu.

Pada peta LST Kabupaten Klaten tahun 2013, tergambar variasi suhu permukaan lahan (LST) yang mencapai rentang antara 10,80 hingga 38,79°C. Wilayah pegunungan di bagian selatan, khususnya di Kecamatan Tawang Sari, Bayat, dan Wedi, menunjukkan suhu LST terendah. Sebaliknya, wilayah dataran rendah di bagian utara, seperti Kecamatan Jatinom, Juwiring, dan Wonosari, menampilkan suhu LST yang paling tinggi. Legenda peta, variasi suhu LST ini direpresentasikan dalam beberapa kisaran. Wilayah dengan suhu LST 10,80 hingga 19,03°C digambarkan dengan warna biru, sedangkan kisaran suhu 19,03 hingga 23,31°C direpresentasikan dengan warna hijau. Wilayah dengan suhu LST 23,31 hingga 25,83°C diwakili dengan warna kuning, sementara yang berada pada kisaran 25,83 hingga 28,03°C memiliki warna oranye. Sedangkan wilayah dengan suhu LST tertinggi ditandai dengan warna merah dengan suhu yang berada di atas 28,03°C. Peta ini memberikan informasi yang jelas mengenai pola distribusi suhu LST di Kabupaten Klaten pada tahun 2013, dengan perbedaan yang signifikan antara daerah pegunungan dan dataran rendah serta variasi suhu yang tergambar melalui penggunaan warna dalam legenda peta.



Gambar 2. Peta LST Kabupaten Klaten 2013 & 2023

Peta Suhu Permukaan Lahan (LST) di Kabupaten Klaten pada tahun 2023 memperlihatkan adanya variasi suhu yang berkisar antara 05,75 hingga 32,71°C. Daerah pegunungan di bagian selatan, seperti Kecamatan Tawang Sari, Bayat, dan Wedi, menunjukkan suhu LST terendah, sementara wilayah dataran rendah di bagian utara, seperti Kecamatan Jatinom, Juwiring, dan Wonosari, menampilkan suhu LST yang paling tinggi.

Pada legenda peta, variasi suhu LST ini direpresentasikan dalam beberapa rentang tertentu. Daerah dengan suhu LST antara 05,75 hingga 17,49°C diwakili oleh warna biru, sementara kisaran suhu 17,49 hingga 19,81°C direpresentasikan dengan warna hijau. Wilayah yang memiliki suhu LST antara 19,81 hingga 21,93°C ditandai dengan warna kuning, dan yang berada pada kisaran suhu tertinggi, yaitu 21,93 hingga 32,71°C, direpresentasikan dengan warna merah. Perubahan ini mencerminkan pola baru dari distribusi suhu LST di Kabupaten Klaten pada tahun 2023, dengan rentang suhu yang sedikit berbeda dari sebelumnya.

Tabel 1. Persentase LST Wilayah Klaten tahun 2013.

	Keterangan LST 2013	Total Luas Wilayah (Ha) 2013	Persentase (%) 2013
Suhu	10,80 - 19,03° C	3163,45	5%
	19,03 - 23,31° C	8738,38	12%
	23,31 - 25,83° C	20953,67	30%
	25,83 - 28,03° C	24566,91	35%
	28,03 - 38,79° C	12647,92	18%
	Grand Total	70070,32	100%

Tabel 2. Persentase LST Wilayah Klaten Tahun 2023.

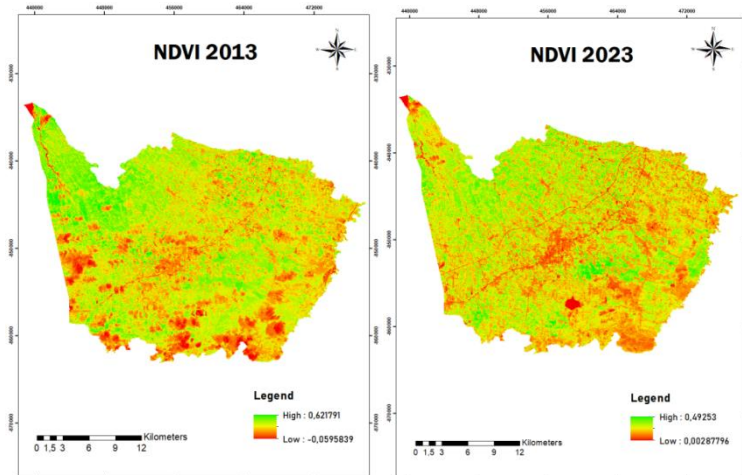
	Keterangan LST 2023	Total Luas Wilayah (Ha) 2023	Persentase (%) 2023
Suhu	5,75 - 14,53° C	5396,25	8%
	14,53 - 17,49° C	11293,93	16%
	17,49 - 19,81° C	18769,26	27%
	19,81 - 21,93° C	21094,14	30%
	21,93 - 32,71° C	13529,04	19%
	Grand Total	70082,62	100%

Peta LST Kabupaten Klaten tahun 2023 menampilkan beberapa perbedaan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan peta tahun 2013. Salah satunya adalah perbedaan dalam luas wilayah yang memiliki suhu LST rendah. Pada tahun 2023, terlihat peningkatan luas wilayah di bagian selatan Kabupaten Klaten yang mencatat suhu LST berkisar antara 10,80 hingga 17,49°C. Ini menandakan adanya perluasan wilayah dengan suhu rendah menunjukkan perubahan yang cukup mencolok dari tahun sebelumnya. Sebaliknya, perbedaan lainnya terletak pada luas wilayah dengan suhu LST tinggi. Pada tahun 2023, teramati bahwa wilayah dengan suhu tinggi, khususnya di bagian utara Kabupaten Klaten dengan suhu yang melebihi 28,03 hingga 38,79°C, mengalami penyempitan. Ini menunjukkan adanya pengurangan luas wilayah yang mencatat suhu

tinggi dibandingkan dengan tahun 2013, menandakan perubahan signifikan dalam distribusi suhu. Selain itu, perbedaan ketiga tergambar pada perbedaan suhu LST antar wilayah. Pada tahun 2023, terlihat bahwa perbedaan suhu antar wilayah di Kabupaten Klaten cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan tahun 2013. Rentang suhu antar kelas yang semakin sempit mengindikasikan adanya pengurangan perbedaan suhu yang sebelumnya lebih luas di antara daerah-daerah tersebut. Ini menandakan adanya perubahan yang sangat terlihat dalam distribusi suhu LST di Kabupaten Klaten, dengan pergeseran yang signifikan dalam luas wilayah yang mencatat suhu rendah dan tinggi, serta pengurangan perbedaan suhu yang tercatat di antara berbagai wilayah di Kabupaten tersebut. Tabel di atas menunjukkan persentase luas wilayah berdasarkan suhu permukaan di Kabupaten Klaten pada tahun 2013 dan 2023. Tabel tersebut menunjukkan bahwa suhu permukaan di Kabupaten Klaten mengalami peningkatan dari rata-rata  $24,73^{\circ}\text{C}$  pada tahun 2013 menjadi rata-rata  $25,47^{\circ}\text{C}$  pada tahun 2023. Perbedaan dan peningkatan suhu LST antar wilayah di Kabupaten Klaten dapat berasal dari berbagai faktor yang mempengaruhi kondisi lingkungan, seperti perubahan dalam tutupan lahan, penggundulan hutan juga konversi lahan pertanian menjadi kawasan non-pertanian dapat mempengaruhi suhu permukaan. Proses pembangunan dan kegiatan industri dapat menciptakan polusi udara yang berkontribusi pada peningkatan suhu udara di suatu wilayah.

Gambar yang disajikan (Gambar 3) merupakan peta yang memvisualisasikan tingkat kerapatan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Indonesia pada tahun 2013 dan 2023. Menurut Singgalen (2023), NDVI dapat digunakan sebagai model untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di suatu wilayah guna memperoleh informasi tentang faktor-faktor yang menyebabkan perubahan-perubahan rona lingkungan serta dampaknya terhadap ekonomi masyarakat lokal. NDVI digunakan sebagai indikator produktivitas vegetasi. Ketika nilai NDVI tinggi, itu menandakan vegetasi yang sehat serta produktif, sementara nilai NDVI yang rendah menunjukkan vegetasi yang lebih lemah atau kurang produktif. Sistem legenda pada peta mengartikan bahwa hijau tua menandakan area dengan vegetasi padat, sementara hijau muda mencerminkan daerah dengan vegetasi yang lebih jarang. Dari gambar peta tersebut, terlihat bahwa titik puncak kerapatan NDVI terletak di sebelah utara dan barat Kabupaten Klaten, yang berada di wilayah pegunungan dan perbukitan. Daerah ini ditandai dengan curah hujan yang tinggi dan tanah yang subur, memberikan kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman yang subur, menandakan daerah tersebut memiliki vegetasi hijau yang sehat dengan reflektansi klorofil tertinggi (Saputra dkk, 2022). Sebaliknya, kerapatan NDVI yang paling rendah terdapat di wilayah selatan dan timur Kabupaten Klaten, yang merupakan

dataran rendah. Wilayah ini cenderung memiliki curah hujan yang lebih rendah dan tanah yang kurang subur, mengurangi potensi pertumbuhan tanaman yang optimal di daerah tersebut.



Gambar 3. Peta NDVI Kabupaten Klaten 2013 & 2023

Sedangkan pada peta NDVI Kabupaten Klaten 2023 diatas menampilkan masih adanya kerapatan vegetasi yang cukup tinggi secara umum, terlihat dari dominasi warna hijau walau dalam beberapa titik sudah terjadi penurunan nilai kerapatan dalam representasi peta. Sebagian besar wilayah utara, tengah, dan selatan Kabupaten Klaten, yang secara khusus meliputi area hutan, perkebunan, serta lahan pertanian, teridentifikasi sebagai zona dengan kerapatan vegetasi yang masih tinggi. Di sisi lain, bagian barat dan timur, yang terutama terdiri dari pemukiman, industri, dan lahan terbuka, menunjukkan kerapatan vegetasi yang lebih rendah. Dari peta, terlihat adanya potensi besar Kabupaten Klaten dalam sumber daya alam berupa vegetasi yang memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem, mencegah erosi, serta mengurangi dampak dari perubahan iklim. Selain itu, melalui peta ini, informasi tambahan dapat diekstraksi berupa adanya daerah dengan vegetasi padat memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai destinasi wisata alam, konservasi alam, dan juga untuk praktik pertanian berkelanjutan. Di sisi lain, wilayah dengan vegetasi yang lebih jarang menawarkan peluang untuk pengembangan pemukiman, industri, serta infrastruktur.

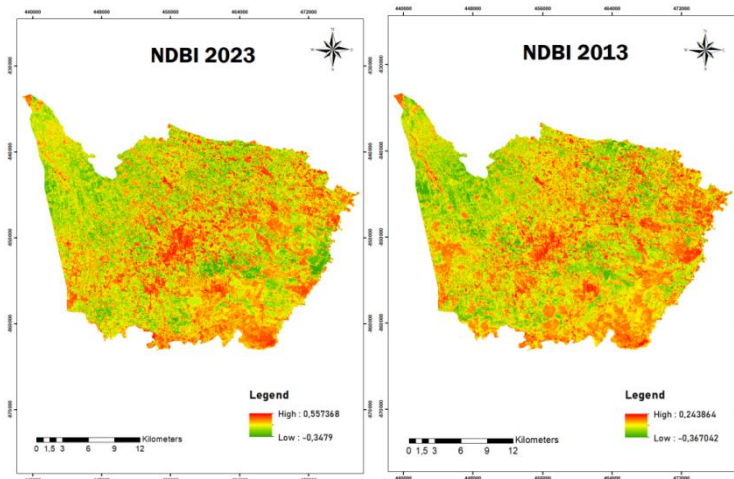
Peta-peta tersebut memberikan gambaran tentang kerapatan vegetasi di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Indonesia. Peta pertama menggunakan data NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dari citra satelit Landsat 8 tahun 2013, sementara peta kedua menggunakan data serupa dari citra satelit yang sama tahun 2023. Dari peta pertama, terlihat bahwa kepadatan vegetasi di Kabupaten Klaten cenderung tinggi, dengan sebagian besar wilayah berwarna hijau tua. Wilayah dengan kerapatan vegetasi tertinggi terdapat di bagian barat dan tengah Kabupaten Klaten, yang merupakan daerah pegunungan dan

dataran tinggi dengan curah hujan yang melimpah. Pada peta kedua, terlihat adanya penurunan kerapatan vegetasi dibandingkan dengan data tahun 2013. Meskipun wilayah dengan kerapatan vegetasi tertinggi masih terletak di bagian barat dan tengah Kabupaten Klaten, wilayah dengan kerapatan vegetasi rendah telah meluas hingga ke bagian tengah dan timur Kabupaten Klaten.

Terdapat penurunan signifikan dalam kepadatan vegetasi di Kabupaten Klaten dari tahun 2013 hingga 2023, yang mungkin disebabkan oleh deforestasi, degradasi lahan, serta perubahan iklim. Wilayah dataran rendah cenderung mengalami penurunan kerapatan vegetasi yang lebih drastis, hal ini dapat disebabkan oleh adanya peningkatan aktivitas pembangunan dan perumahan. Penurunan kerapatan vegetasi ini memiliki implikasi yang serius bagi lingkungan dan masyarakat sekitar. Fungsi-fungsi ekologis vegetasi seperti konservasi air dan tanah, penyerapan karbon, serta fungsi sebagai habitat bagi flora dan fauna bisa berubah menjadi negatif, kualitas udara dan air di wilayah tersebut bisa menurun, risiko terjadinya bencana alam seperti banjir dan longsor bisa meningkat. Untuk mencegah dan mengurangi penurunan kerapatan vegetasi di Kabupaten Klaten. Vegetasi yang lebat dapat membantu menurunkan suhu udara secara keseluruhan, selain itu menurut (Karyati dkk, 2018) pada saat tanaman melakukan fotosintesis dengan pemanfaatan langsung energi, air, dan pantulan radiasi dari matahari terjadi penurunan suhu dalam lingkup mikro yang secara tidak langsung dapat membantu berkontribusi pada penurunan suhu permukaan tanah. Akibatnya, daerah dengan tutupan vegetasi yang kaya cenderung memiliki suhu LST yang lebih rendah daripada daerah dengan vegetasi yang minim. Selain itu, aktivitas manusia juga menjadi faktor yang signifikan dalam mempengaruhi suhu LST.

Pembangunan di suatu wilayah pasti melibatkan perubahan fungsi lahan yang pada akhirnya akan memengaruhi kondisi area tersebut. Area yang sebelumnya tidak terpakai dan ditumbuhi oleh beragam tanaman akan berubah menjadi tempat perumahan dan bangunan. Perubahan ini tentu akan berdampak pada berkurangnya area yang dulu ditumbuhi vegetasi. Salah satu dampak konkret dari pembangunan wilayah adalah peningkatan suhu di permukaan tanah (Sari & Wenang Anurogo, 2018). Kabupaten Klaten memiliki kepadatan lahan terbangun yang tinggi. Hal ini terlihat dari warna peta (Gambar 4) yang cenderung berwarna terang, terutama di wilayah perkotaan. Wilayah perkotaan dengan kerapatan lahan terbangun tinggi ditandai dengan nilai NDBI yang tinggi, yaitu di atas 0,2. Berdasarkan legenda peta, wilayah dengan nilai NDBI 0,243864 dikategorikan sebagai wilayah dengan kerapatan lahan terbangun tinggi. Wilayah ini meliputi sebagian besar wilayah perkotaan Klaten, seperti Kota Klaten, Kecamatan Klaten Tengah, Kecamatan

Klaten Utara, Kecamatan Klaten Selatan, dan Kecamatan Klaten Timur. Wilayah dengan kerapatan lahan terbangun sedang ditandai dengan nilai NDBI 0,153932 hingga 0,2. Wilayah ini meliputi sebagian wilayah perkotaan Klaten, seperti Kecamatan Klaten Barat, Kecamatan Klaten Selatan, Kecamatan Klaten Timur, dan Kecamatan Klaten Utara. Wilayah dengan kerapatan lahan terbangun rendah ditandai dengan nilai NDBI di bawah 0,153932. Wilayah ini meliputi sebagian besar wilayah pedesaan Klaten, seperti Kecamatan Bayat, Kecamatan Trucuk, Kecamatan Prambanan, Kecamatan Polanharjo, Kecamatan Karangdowo, Kecamatan Gantiwarno, Kecamatan Juwiring, Kecamatan Ceper, Kecamatan Delanggu, Kecamatan Tulung, Kecamatan Wonosari, Kecamatan Wedi, Kecamatan Jogonalan, Kecamatan Jatinom, Kecamatan Manisrenggo, dan Kecamatan Kalikotes.



Gambar 4. Peta NDBI Kabupaten Klaten 2013 & 2023

Peta NDBI Kabupaten Klaten 2023 menunjukkan adanya kerapatan lahan terbangun lebih rapat, yang tercermin dalam representasi peta yang didominasi oleh nuansa-warna cerah, terutama ketika fokus pada kawasan *urban*. Bagian *urban* ini, yang ditandai dengan nilai NDBI (Normalized Difference Built-up Index) yang tinggi, mengacu pada area dengan nilai di atas 0,5. Peta legenda mengindikasikan bahwa wilayah yang memiliki nilai NDBI sebesar 0,557368 terklasifikasi sebagai wilayah dengan kerapatan lahan terbangun tinggi. Kawasan ini merangkul sebagian besar bagian *urban* Klaten, termasuk Kota Klaten, Klaten Tengah, Klaten Utara, Klaten Selatan, dan Klaten Timur.

Sementara wilayah dengan kerapatan lahan terbangun sedang ditunjukkan oleh nilai NDBI antara 0,3479 hingga 0,2. Kawasan ini termasuk beberapa bagian dari kawasan *urban* Klaten, seperti Klaten Barat, Klaten Selatan, Klaten Timur, dan Klaten Utara. Di sisi lain, wilayah dengan kerapatan lahan terbangun yang lebih rendah, tercermin dari nilai NDBI di bawah 0,3479, umumnya terletak di sebagian besar wilayah pedesaan Klaten. Kawasan-kawasan ini termasuk Bayat, Trucuk, Prambanan, Polanharjo, Karangdowo, Gantiwarno,

Juwiring, Ceper, Delanggu, Tulung, Wonosari, Wedi, Jogonalan, Jatinom, Manisrenggo, dan Kalikotes.

Kerapatan bangunan dan kerapatan tanaman memiliki peran penting dalam kenaikan suhu permukaan di suatu daerah (Syahputra dkk, 2021), yang dapat terlihat dalam hubungannya dengan peta suhu permukaan lahan (LST). Pertama, dalam peta yang menampilkan suhu permukaan Kabupaten Klaten, terlihat bahwa daerah dengan kerapatan bangunan yang tinggi cenderung memiliki suhu LST yang lebih tinggi. Bangunan menyerap panas dari matahari dan memancarkan kembali panas tersebut, yang dapat meningkatkan suhu permukaan di sekitarnya. Area dengan pembangunan yang padat atau urbanisasi yang tinggi seringkali memiliki suhu LST yang lebih tinggi karena perubahan dalam albedo (reflektivitas permukaan) dan peningkatan dalam aktivitas termal dari bangunan. Kedua, kerapatan tanaman atau tutupan vegetasi yang tinggi dapat memiliki efek pendinginan pada suhu permukaan. Tanaman menyerap sebagian sinar matahari untuk fotosintesis dan mengeluarkan uap air melalui proses transpirasi. Ini menghasilkan efek penyejukan di sekitar tanaman dan mengurangi suhu permukaan. Wilayah dengan tutupan tanaman yang rapat atau vegetasi yang lebat cenderung memiliki suhu LST yang lebih rendah. Jika melihat perbandingan kerapatan bangunan dan tanaman, daerah yang menunjukkan peningkatan suhu LST lebih tinggi cenderung berkorelasi dengan kerapatan bangunan yang lebih besar dan tutupan tanaman yang lebih rendah. Daerah yang memiliki lebih banyak bangunan daripada tanaman dapat menunjukkan kenaikan suhu permukaan yang lebih signifikan, sementara daerah dengan kerapatan tanaman yang tinggi cenderung memiliki suhu LST yang lebih rendah.

NDVI dan NDBI Berbanding terbalik: semakin tinggi NDVI, semakin rendah NDBI. Ini karena vegetasi memiliki reflectance tinggi di NIR dan rendah di merah, sementara bangunan punya reflectance tinggi di SWIR dan rendah di merah. Alademomi dkk (2022) menunjukkan NDVI berkorelasi negatif dengan LST, sedangkan NDBI berkorelasi positif dengan LST. Vegetasi mendinginkan suhu permukaan, sedangkan bangunan memanaskannya. Perubahan suhu di wilayah tertentu dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan, terutama vegetasi dan bangunan. Alih fungsi lahan vegetasi ke bangunan akan meningkatkan suhu permukaan karena bangunan memiliki albedo lebih rendah daripada vegetasi. Albedo adalah rasio pantulan radiasi matahari terhadap radiasi yang diterima, permukaan dengan albedo rendah menyerap lebih banyak radiasi, mengakibatkan suhu lebih tinggi.

## SIMPULAN

Pada analisis peta Suhu Permukaan Lahan (LST), terlihat adanya kecenderungan peningkatan suhu di Kabupaten Klaten dari tahun 2013 ke tahun 2023. Data menunjukkan bahwa rentang nilai suhu permukaan lahan pada tahun 2023 berkisar antara 5,75°C hingga 32,71°C, mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun 2013 yang berkisar antara 10,80°C hingga 38,79°C. Selanjutnya, pada peta NDBI, teramati bahwa nilai Kabupaten Klaten cenderung lebih tinggi pada tahun 2023 dibandingkan dengan tahun 2013. Peningkatan ini terlihat dari rentang nilai NDBI pada tahun 2013 yang berada antara -0,367042 hingga 0,243864, sedangkan pada tahun 2023, rentangnya adalah antara -0,3479 hingga 0,557368. Kemudian, pada peta NDVI, terdapat kecenderungan penurunan nilai Indeks Vegetasi Daerah (NDVI) Kabupaten Klaten dari tahun 2013 ke tahun 2023. Nilai NDVI pada tahun 2023 menunjukkan rentang lebih rendah, yaitu berkisar antara -0,00287796 hingga 0,49253, dibandingkan dengan rentang nilai pada tahun 2013 yang mencapai -0,0595839 hingga 0,6221791. Dapat disimpulkan bahwa berkurangnya kerapatan tanaman dan meningkatnya kepadatan lahan terbangun berdampak pada kenaikan suhu permukaan. Peralihan lahan menjadi lahan terbangun membuat lahan hijau semakin berkurang, hal ini berdampak pada kenaikan suhu. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga vegetasi dan peralihan lahan, menjadi pedoman stakeholder dalam menentukan regulasi sebagai upaya menekan aktivitas yang berdampak buruk pada vegetasi, mendukung pemerintah untuk meningkatkan jalur hijau sebagai bentuk implementasi SDG's serta mengadopsi praktik-praktik pengelolaan lahan yang berkelanjutan untuk melestarikan vegetasi secara efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditiyanti, A. H., Sabri, L. M., & Sasmito, B. 2013. "Analisis Pengaruh Perubahan NDVI dan Tutupan Lahan Terhadap Suhu Permukaan di Kota Semarang". *Jurnal Geodesi Undip*, 2(3).
- Al Mukmin, S. A., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. 2016. "Analisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap distribusi suhu permukaan dan keterkaitannya dengan fenomena Urban Heat Island". *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 224-233.
- Alademomi, A. S., Okolie, C. J., Daramola, O. E., Akinnusi, S. A., Adediran, E., Olanrewaju, H. O., Alabi, A. O., Salami, T. J., & Odumosu, J. 2022. "The interrelationship between LST, NDVI, NDBI, and land cover change in a section of Lagos metropolis, Nigeria". *Applied Geomatics*, 14(2), 299-314.

- Ariani, D., Prasetyo, Y., & Sasmito, B. 2019. "Estimasi tingkat produktivitas padi berdasarkan algoritma NDVI, EVI dan SAVI menggunakan citra Sentinel-2 multitemporal (Studi kasus: Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah)". *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 207-216.
- Dammayatri, R., Susantoro, T. M., & Wikantika, K. 2023. "Green Open Space and Barren Land Mapping for Flood Mitigation in Jakarta, the Capital of Indonesia". *The Indonesian Journal of Geography*, 55(2), 197-205.
- Hidayati, I. N., & Suharyadi, R. 2019. "A comparative study of various indices for extraction urban impervious surface of Landsat 8 OLI". In *Forum Geografi*, 33(2), 162-172).
- Karyati, K., Putri, R. O., & Syafrudin, M. 2018. "Suhu dan kelembaban tanah pada lahan revegetasi pasca tambang di PT Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur". *AGRIFOR: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 17(1), 103-114.
- Saputra, M. A. A., Ghozali, A., Pramesti, B. G. P., & Purwanto, M. Q. (2022). Pola distribusi ruang terbuka hijau terhadap temperatur wilayah Kota Samarinda. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 419-436.
- Sari, R., & Wenang Anurogo, M. Z. L. 2018. "Pemetaan Sebaran Suhu Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Di Pulau Batam". *Jurnal Integrasi*, 10(1), 32-39. <https://doi.org/ISSN: 2548 9828>.
- Sasmito, B., & Suprayogi, A. 2017. Model Kekritisan Indeks Lingkungan Dengan Algoritma Urban Heat Island Di Kota Semarang. *Majalah Ilmiah GLOBë*, 19(1), 45-52.
- Singgalen, Y. A. 2023. "Penerapan Metode Spatio-Temporal Analysis dalam Analisis Dinamika Tutupan dan Penggunaan Lahan Berbasis NDVI dan NDWI". *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(2), 1052-1061.
- Sumaryana, H., Buchori, I., & Sejati, A. W. 2022. "Dampak perubahan tutupan lahan terhadap suhu permukaan di Perkotaan Temanggung: Menuju realisasi program infrastruktur hijau". *Maj. Geogr. Indones*, 36(1), 68.
- Syahputra, A., Jatmiko, R. H., Hizbaron, D. R., & Fariz, T. R. 2021. "Perbandingan Indeks Lahan Terbangun NDBI dan Land Surface Temperature Dalam Memetakan Kepadatan Bangunan di Kota Medan". *Journal of Science, Technology, and Visual Culture*, 1(1), 16-22.
- Wicaksono, C. S. A., Sukmono, A., & Hadi, F. 2021. "Analysis Of The Effect Of Changes In Vegetation Composition And Build Up Area To Surface Temperature (Study Case: Tegal City) Analysis Of The Effect Of Changes In Vegetation Composition And Build Up Area To Surface Temperature (Study Case: Tegal City)". *Jurnal Geodesi UNDIP*, 10(3), 11-20.