

ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL HUBUNGAN KERAPATAN VEGETASI DAN SUHU PERMUKAAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA MODIS DI PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2014 DAN 2021

Hashifah Febrian F., Hamim Zaky Hadibasyir, S.Si., M. GIS.
Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta
E-mail: hashifahff@gmail.com

Abstrak

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu pusat perekonomian yang berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan dari vegetasi menjadi non vegetasi, hal tersebut menjadi salah satu pemicu naiknya suhu permukaan lahan. Penelitian ini bertujuan menganalisis agihan suhu permukaan lahan dan kerapatan vegetasi menggunakan Citra MODIS dan menganalisis hubungan antara kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan di Provinsi Jawa Tengah tahun 2014 dan 2021. Metode dalam penelitian ini yaitu pemanfaatan produk MODIS LST MOD11 dan NDVI MOD13 dengan melakukan kalibrasi nilai suhu permukaan lahan dan kerapatan vegetasi. Hasil penelitian ini yaitu persebaran suhu permukaan lahan dengan kelas tertinggi ($31,5^{\circ}\text{C}$ - $37,92^{\circ}\text{C}$) pada tahun 2014 hanya berada pada pusat kota dengan nilai kerapatan vegetasi rendah, sedangkan pada tahun 2021 suhu dengan kelas tertinggi menyebar di daerah sekitar perkotaan. Suhu dengan kelas terendah pada tahun 2014 dan 2021 ($13,28^{\circ}\text{C}$ - $23,5^{\circ}\text{C}$) berada pada daerah dengan nilai kerapatan vegetasi tinggi. Hubungan antara kerapatan vegetasi dan suhu permukaan lahan memiliki korelasi yang kuat dengan nilai negatif, sehingga daerah yang memiliki suhu tinggi ditemukan pada daerah dengan kerapatan vegetasi yang rendah, begitupun sebaliknya daerah dengan suhu rendah dijumpai pada kerapatan vegetasi yang tinggi. Pengaruh tertinggi kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan berada pada *time series* musiman tahun 2014 dengan pengaruh sebesar 49% dan 51% lainnya merupakan variabel yang tidak diteliti, persamaan regresi pada *time series* tersebut adalah $\text{suhu} = 41,642 - (18,509 \cdot \text{NDVI})$.

Kata kunci: MODIS, LST, NDVI, Korelasi, Regresi Sederhana.

Abstract

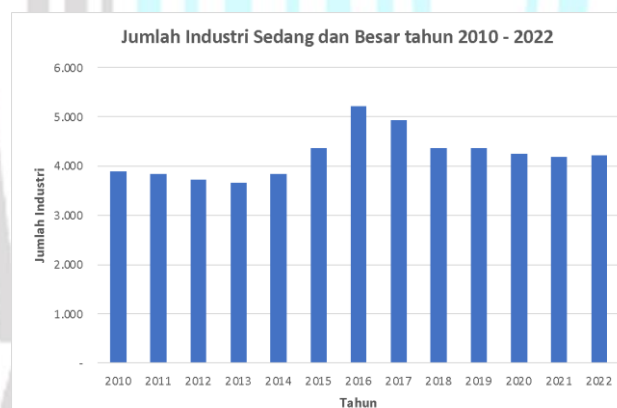
Central Java Province is one of the economic centers that influences changes in land use from vegetation to non-vegetation and is one of the triggers for rising land surface temperatures. This study aims to analyze the distribution of land surface temperature and vegetation density using MODIS imagery and analyze the relationship between vegetation density and land surface temperature in Central Java Province in 2014 and 2021. The method used in this research is the use of MODIS products LST MOD11 and NDVI MOD13 by calibrating land surface temperature values and vegetation density. The results of this study are that the distribution of land surface temperature with the highest class (31.5°C - 37.92°C) in 2014 is only in the city center with a low vegetation density value, whereas in 2021 the temperature with the highest class spreads in the surrounding area. urban. The temperatures with the lowest class in 2014 and 2021 (13.28°C - 23.5°C) are in areas with high vegetation density values. The relationship between vegetation density and land surface temperature has a strong correlation with a negative value, so areas with high temperatures are found in areas with low vegetation

*density, and conversely areas with low temperatures are found in high vegetation densities. The highest effect of vegetation density on land surface temperature was in the seasonal time series in 2014 with an effect of 49% and the other 51% was a variable not examined, the regression equation for this time series is $LST = 41.642 - (18.509 * NDVI)$.*

Keywords: MODIS, LST, NDVI, Correlation, Simple Regression.

1. PENDAHULUAN

Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi yang meningkat di setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2023). Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu pusat perekonomian dengan penyumbang perekonomian terbesar keempat di Pulau Jawa setelah Provinsi Jawa Barat, Jawa Timur, dan DKI Jakarta dengan kontribusi sebesar 14,54%. Naiknya jumlah industri (**Gambar 1**) diiringi oleh semakin meningkatnya jumlah penduduk di Provinsi Jawa Tengah. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan seperti meningkatnya permukiman, berkurangnya luas vegetasi, serta perubahan suhu permukaan lahan (Zulkarnain, 2016).



Gambar 1. Jumlah Industri Sedang dan Besar tahun 2010 - 2022

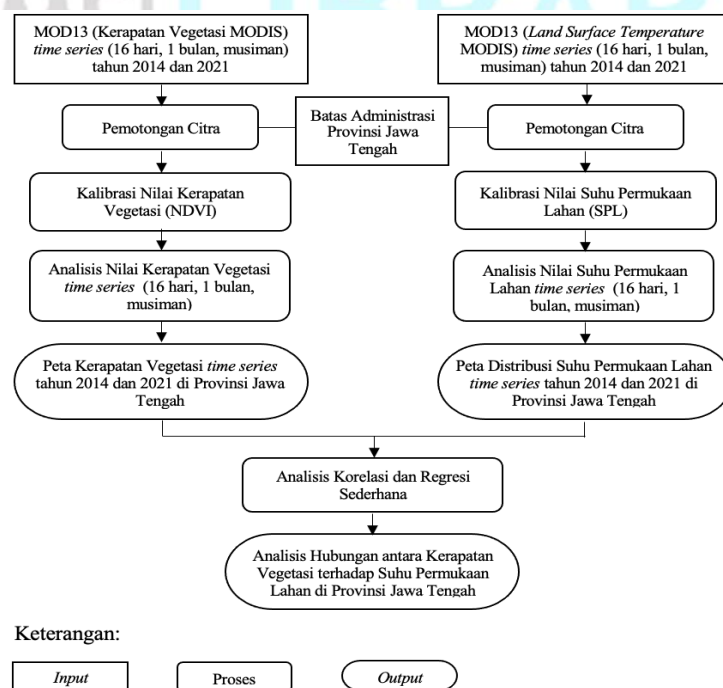
Beberapa daerah di Indonesia yang mengalami kenaikan suhu permukaan lahan salah satunya yaitu Provinsi Jawa Tengah. Menurut Kepala BMKG, Dwikora Karnawati, suhu udara di Jawa Tengah telah meningkat dalam kurun waktu 30 tahun terakhir dengan besar $0,7^{\circ}\text{C}$ (Makdori, 2021). Naiknya suhu permukaan lahan diakibatkan karena adanya kenaikan emisi gas rumah kaca dan meningkatnya laju perubahan penggunaan lahan. Dinamika perubahan penggunaan lahan dari vegetasi menjadi non-vegetasi di tengah pesatnya perkembangan sebuah daerah sulit dihindari, hal tersebut dapat terjadi karena jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan sehingga mendorong masyarakat untuk melakukan alih fungsi lahan. Alih fungsi lahan yang terjadi secara terus menerus menyebabkan berkurangnya kerapatan vegetasi. Penurunan kerapatan vegetasi akan memberikan dampak terhadap peningkatan suhu permukaan (Singh & Grover, 2015). Selain itu, menurut Zhou et al. (2011) bentuk penutup

lahan yang sangat berpengaruh terhadap kenaikan suhu permukaan adalah lahan terbangun, sebaliknya tutupan vegetasi cenderung akan menurunkan suhu permukaan.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yaitu Citra Terra MODIS merupakan salah satu metode untuk menghasilkan informasi berupa suhu permukaan lahan dan indeks kerapatan vegetasi. Baru-baru ini penelitian mengenai hubungan kerapatan vegetasi dengan perubahan suhu permukaan lahan di beberapa kabupaten/ kota telah dilakukan. Untuk memperkaya kajian mengenai perubahan suhu permukaan lahan khususnya Provinsi Jawa Tengah, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan kerapatan vegetasi terhadap perubahan suhu permukaan lahan di Provinsi Jawa Tengah menggunakan citra MODIS pada tahun 2014 dan 2021. Berdasarkan paparan tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu: (a) Menganalisis agihan suhu permukaan lahan dan kerapatan vegetasi menggunakan Citra MODIS tahun 2014 dan 2021 di Provinsi Jawa Tengah, (b) Menganalisis hubungan antara kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan di Provinsi Jawa Tengah tahun 2014 dan 2021.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode kuantitatif. Metode analisis kuantitatif pada penelitian ini menggunakan teknik regresi dan korelasi untuk mencari hubungan kerapatan vegetasi terhadap perubahan suhu permukaan lahan. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu kerapatan vegetasi, sedangkan variabel terikat / variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu suhu permukaan lahan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengambilan Sampel

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Probability Sampling* jenis *Systematic Random Sampling* dengan pengambilan sampel secara random untuk unit-unit sampel yang pertama dan unit-unit selanjutnya dipilih secara sistematis. Metode grid sampling diimplementasikan menggunakan *Tools Create Fishnet* di ArcGIS dengan jarak pengambilan sampel yang sama antara satu sampel dengan sampel lainnya yaitu 30 km. Jumlah sampel keseluruhan dengan luas seluruh wilayah Jawa Tengah (32.800,69 km²) sebanyak 400 sampel.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder yang dilakukan pada penelitian ini antara lain batas administrasi, produk Citra MODIS LST, dan produk Citra MODIS NDVI. Batas administrasi Provinsi Jawa Tengah diperoleh melalui laman <https://tanahair.indonesia.go.id>. Produk Citra MODIS MOD11A2 dan MOD13A2 diperoleh melalui laman website <https://modis.gsfc.nasa.gov>. Pemilihan tahun perekaman produk Citra MODIS yang digunakan pada penelitian ini yaitu tahun 2014 dan tahun 2021.

2.3 Teknik dan Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan pemotongan citra dan kalibrasi nilai untuk menghasilkan nilai suhu permukaan lahan (LST) dan kerapatan vegetasi. Seluruh pengolahan data ini dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcMap, sedangkan untuk mengetahui hubungan kerapatan vegetasi dan suhu permukaan lahan menggunakan perangkat lunak SPSS.

- Kalibrasi Nilai Suhu Permukaan Lahan

Menurut Wan (2013) produk dari MODIS LST masih dalam bentuk nilai SDS, maka perlu dilakukan kalibrasi nilai untuk menjadi nilai LST dalam satuan Kelvin

$$\begin{aligned} \text{LST (K)} &= \text{Nilai SDS} * \text{scale factor} \\ &= \text{Nilai SDS} * 0,02 \end{aligned}$$

(1)

Kemudian, untuk mengubah ke dalam satuan Celcius maka perlu dikurangi 273,15.

$$\text{LST (}^{\circ}\text{C)} = \text{Nilai LST} - 273,15$$

(2)

- Kalibrasi Nilai Kerapatan Vegetasi

Produk dari MODIS IV ini masih dalam bentuk nilai SDS, maka perlu dilakukan kalibrasi nilai untuk menjadi nilai NDVI (Didan dkk, 2013).

$$\begin{aligned} \text{NDVI} &= \text{Nilai SDS} * \text{scale factor} \\ &= \text{Nilai SDS} * 0,0001 \end{aligned}$$

(3)

- Korelasi dan Regresi Sederhana

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel kerapatan vegetasi dan suhu permukaan lahan (**Tabel 1.**). Sedangkan Regresi sederhana digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel bebas (kerapatan vegetasi) mempengaruhi variabel terikat (suhu permukaan lahan), sehingga dapat digunakan untuk memprediksi nilai suatu variabel berdasarkan variabel lain. Rumus dari regresi linear sederhana yaitu

$$Y = a + b X$$

(4)

Dimana: a = Konstanta, b = Koefisien Regresi

Tabel 1. Klasifikasi Kekuatan Hubungan

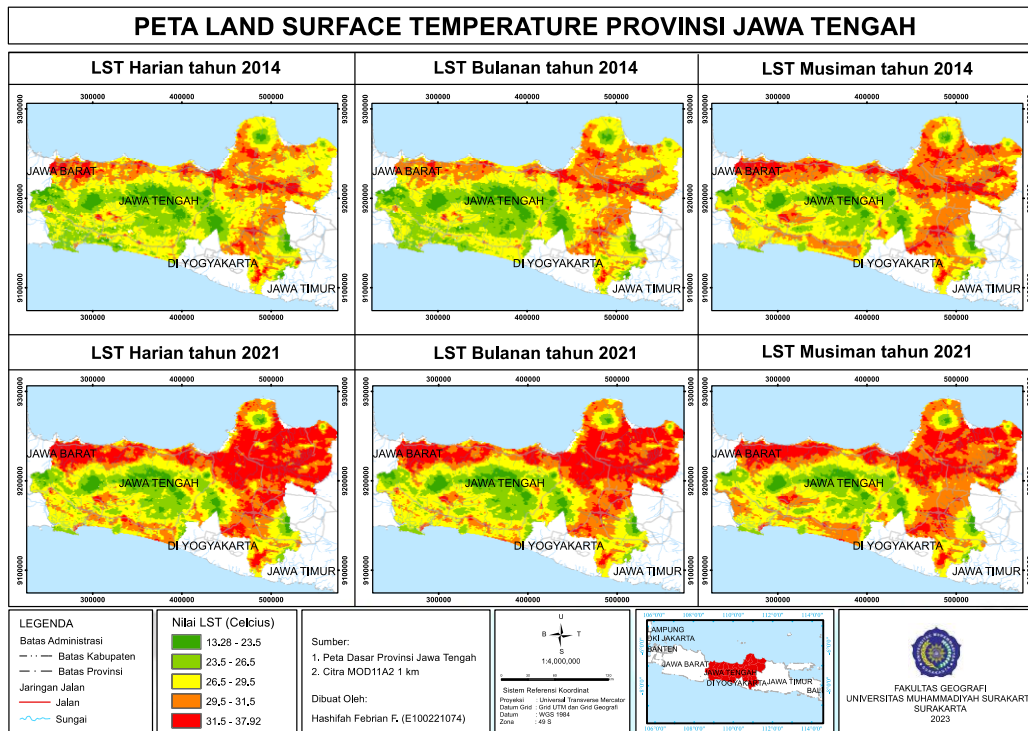
No	Nilai r	Keterangan
1	$r = 0$	Tidak ada korelasi
2	$0 < r < 0,25$	Korelasi sangat lemah
3	$0,25 < r < 0,50$	Korelasi cukup
4	$0,50 < r < 0,75$	Korelasi kuat
5	$0,75 < r < 0,99$	Korelasi sangat kuat
6	$r = 1$	Korelasi kuat sempurna

Sumber: Sarwono, 2009

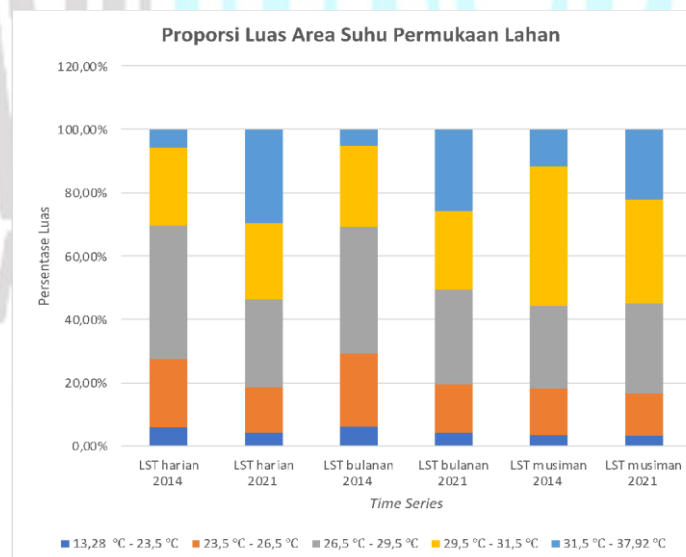
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Distribusi Suhu Permukaan Lahan *Time Series* Harian, Bulanan, dan Musiman tahun 2014 dan 2021

Nilai suhu permukaan lahan merupakan hasil kalibrasi nilai citra MODIS. Kelas suhu permukaan lahan terbagi menjadi 5 kelas ($13,28^{\circ}\text{C}$ - $23,5^{\circ}\text{C}$; $23,5^{\circ}\text{C}$ - $29,5^{\circ}\text{C}$; $29,5^{\circ}\text{C}$ - $31,5^{\circ}\text{C}$; dan $31,5^{\circ}\text{C}$ - $37,92^{\circ}\text{C}$) dengan memperhatikan nilai terkecil dan terbesar setiap periode suhu permukaan lahan. Warna gradasi merah menuju hijau pada peta mewakili kelas pada suhu permukaan lahan. Semakin hijau warna pada peta, maka menunjukkan semakin rendah suhu di daerah tersebut.



Gambar 3. Peta Land Surface Temperature Provinsi Jawa Tengah



Gambar 4. Proporsi Luas Area Suhu Permukaan Lahan

- Suhu Permukaan Lahan *Time Series* Harian

Berdasarkan **Gambar 3**. Persebaran suhu di Provinsi Jawa Tengah secara harian pada tahun 2014 di dominasi oleh suhu 23,5°C - 29,5°C dengan luas sebesar 1.428.053 ha atau 42,2% dari luas wilayahnya (Gambar 4.). Suhu tersebut tersebar di sebagian daerah Kabupaten Blora, Rembang, Jepara, Kebumen, dan sekitarnya. Suhu dengan kisaran 31,5°C- 36,99°C berada di daerah perkotaan seperti Kota Tegal, Kota Semarang, Kota Pekalongan, dan daerah yang berada di sekitar perkotaan seperti Kabupaten Klaten, Sukoharjo, dan Kudus. Luas daerah

dengan suhu antara 31,5°C - 36,99°C adalah sebesar 190.052 ha atau sekitar 24,45%. Sedangkan suhu dengan kisaran 13,28°C - 23,5°C tersebar di daerah perbatasan antara Banjarnegara - Temanggung - Wonosobo dan perbatasan Banyumas - Pemalang - Purbalingga.

Persebaran LST harian pada tahun 2021 dapat dilihat pada Gambar 3. Besaran suhu harian yang mendominasi Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 31,5°C - 37,16°C dengan luas sebesar 992.992 ha atau 29,3% dari luas wilayah. Suhu tersebut mendominasi Jawa Tengah bagian timur dan utara tepatnya di Kabupaten Blora, Grobongan, Rembang, Demak, Kendal, Pemalang, Tegal, Brebes, Sragen, dan seluruh kota yang terdapat di Jawa Tengah. Suhu dengan kelas terendah 14,22°C - 23,5°C tersebar di perbatasan antara Banjarnegara - Wonosobo - Batang - Temanggung memiliki luas sebesar 145.813 ha atau 4,3%.

Tabel 1. Statistik LST time series harian

Tahun	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std. Deviasi
2014	13,28°C	36,99°C	27,84°C	2,73
2021	14,22°C	37,16°C	29,34°C	3,18

Terdapat perbedaan antara suhu harian pada tahun 2014 dan 2021 diantaranya adalah suhu terendah di kedua tahun tersebut memiliki selisih sebesar 0,94 °C, dengan suhu yang lebih tinggi terdapat di tahun 2021 sebesar 14,22 °C, sedangkan di tahun 2014 suhu terendah hanya mencapai 13,28 °C (**Tabel 1.**). Selain itu, suhu maksimum pada tahun 2014 dan 2021 juga memiliki selisih sebesar 0,17°C, dengan suhu maksimum pada tahun 2014 yaitu 36,99°C, sedangkan pada tahun 2021 sebesar 37,16°C. Rata-rata suhu harian pada tahun 2014 sebesar 27,84°C, sedangkan pada tahun 2021, suhu rata-ratanya sebesar 29,34°C. Perbedaan rata-rata suhu tersebut memiliki selisih yang cukup besar yaitu sebesar 1,5°C.

Berdasarkan visualisasi pada peta persebaran, daerah yang berada di Jawa Tengah bagian timur dan bagian utara mengalami kenaikan suhu yang cukup signifikan karena visualisasi pada daerah tersebut mengalami perubahan warna menjadi kelas tertinggi. Daerah Kabupaten Kebumen dan Purworejo juga mengalami kenaikan suhu pada tahun 2021, karena mengalami perubahan warna hijau menjadi oranye. Perubahan luas pada tahun 2014 dan 2021 mengalami kenaikan yang cukup signifikan pada kelas tertinggi (31,5°C -37,92°C) dengan peningkatan luas sebesar 802.939 ha. Sedangkan suhu <31,5°C mengalami pengurangan luas di setiap kelasnya.

- Suhu Permukaan Lahan *Time Series* Bulanan

LST bulanan diambil pada bulan July karena berada pada musim kemarau sehingga mengurangi *noise* berupa awan. Persebaran LST bulanan pada tahun 2014 didominasi oleh

kelas LST dengan suhu sebesar 26,5°C - 29,5°C. Kelas ini tersebar hampir di seluruh Provinsi Jawa Tengah, beberapa Kabupaten yang didominasi oleh suhu dengan kelas ini yaitu Kabupaten Kebumen, Purworejo, Boyolali, Batang, Rembang, dan sekitarnya. Luas kelas dengan suhu tersebut sebesar 1.354.597,13 ha atau 39,98% dari luas wilayahnya. Kelas dengan suhu 31,5°C - 36,82°C berada di pusat kota yang ada di Jawa Tengah dengan total luasan sebesar 175.635,20 ha atau 5,18%. Persebaran LST bulanan pada tahun 2021 dapat dilihat pada **Gambar 4**. Sama seperti LST bulanan pada tahun 2014, pada tahun 2021 juga didominasi oleh kelas LST dengan kisaran suhu sebesar 26,5°C - 29,5°C yang tersebar di bagian selatan Provinsi Jawa Tengah, luas kelas ini sebesar 1.014.144,12 ha atau 29,92% dari luas wilayah.

Tabel 2. Statistik LST *time series* bulanan

Tahun	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std. Deviasi
2014	13,44°C	36,82°C	27,77°C	2,76
2021	14,44°C	37,03°C	29,11°C	3,06

Perbedaan LST bulanan pada tahun 2014 dan 2021 diantaranya yaitu nilai suhu minimum pada tahun 2014 sebesar 13,44 °C; sedangkan pada tahun 2021 sebesar 14,44 °C (**Tabel 2.**). Selisih suhu minimum pada tahun 2014 dan 2021 sebesar 1,0 °C. Suhu maksimum pada tahun 2014 dan 2021 memiliki selisih sebesar 0,21°C dengan suhu pada 2014 sebesar 36,82°C, sedangkan pada tahun 2021 sebesar 37,03. Rata-rata suhu bulanan pada tahun 2014 dan 2021 yaitu 27,77°C dan 29,11 °C; selisih suhu tersebut cukup besar yaitu sebesar 2,66°C. Selain itu, secara visual persebaran suhu di bagian timur dan utara Jawa Tengah pada tahun 2021 didominasi oleh kelas 29,5°C - 37,03°C, sedangkan pada tahun 2014 di dominasi oleh kelas dengan suhu 26,5°C - 31,5°C. Beberapa kabupaten dengan suhu yang meningkat pada tahun 2021 yaitu Kabupaten Rembang, Pati, dan Blora, hal tersebut dapat dilihat bahwa suhu pada rentang 29,5°C - 31,5°C meluas cukup banyak. Luas suhu tertinggi (31,5°C -37,92°C) mengalami peningkatan yang cukup tinggi pada tahun 2021 yaitu 694.734 ha, sedangkan kelas 26,5°C - 29,5°C mengalami penurunan sebesar 340.543 ha.

- Suhu Permukaan Lahan *Time Series* Musiman

LST musiman diambil pada bulan April hingga September karena pada bulan tersebut telah memasuki musim kemarau di Indonesia. Hasil LST musiman pada tahun 2014 didominasi oleh LST dengan suhu antara 29,5°C - 31,5°C, kelas LST ini menyebar di bagian timur dan utara Jawa Tengah khususnya Kabupaten Pati, Sragen, Blora, Pemalang, dan sekitarnya. Luas kelas LST ini yaitu 1.494.986,33 ha atau 44,10% dari luas keseluruhan. Kelas paling atas dengan suhu sekitar 31,5°C - 37,64°C berada di pusat perkotaan di Jawa Tengah seperti Kota

Surakarta, Kota Semarang, Kota Magelang, Kota Tegal, Kota Salatiga, dan Kota Pekalongan. Luas kelas dengan suhu 31,5°C - 37,64°C yaitu 392.172,71 ha atau 11,67% dari luas wilayahnya.

LST musiman pada tahun 2021 didominasi oleh suhu dengan kelas 29,5°C - 31,5°C, kelas LST ini menyebar di bagian utara dan bagian timur, serta sedikit di bagian selatan Jawa Tengah. Beberapa kabupaten yang masuk ke dalam kelas ini antara lain Kabupaten Sragen, Kebumen, dan Purworejo. Luas LST pada kelas ini sebesar 1.112.037,67 ha atau memiliki persentase 32,81% dari luas wilayahnya. Luas kelas tertinggi dengan kisaran 31,5°C - 37,92°C mengalami peningkatan pada tahun 2021 sebesar 355.641 ha, sedangkan kelas yang mendominasi (29,5°C - 31,5°C) di tahun 2014 mengalami penurunan luas pada tahun 2021 sebanyak 382.948 ha.

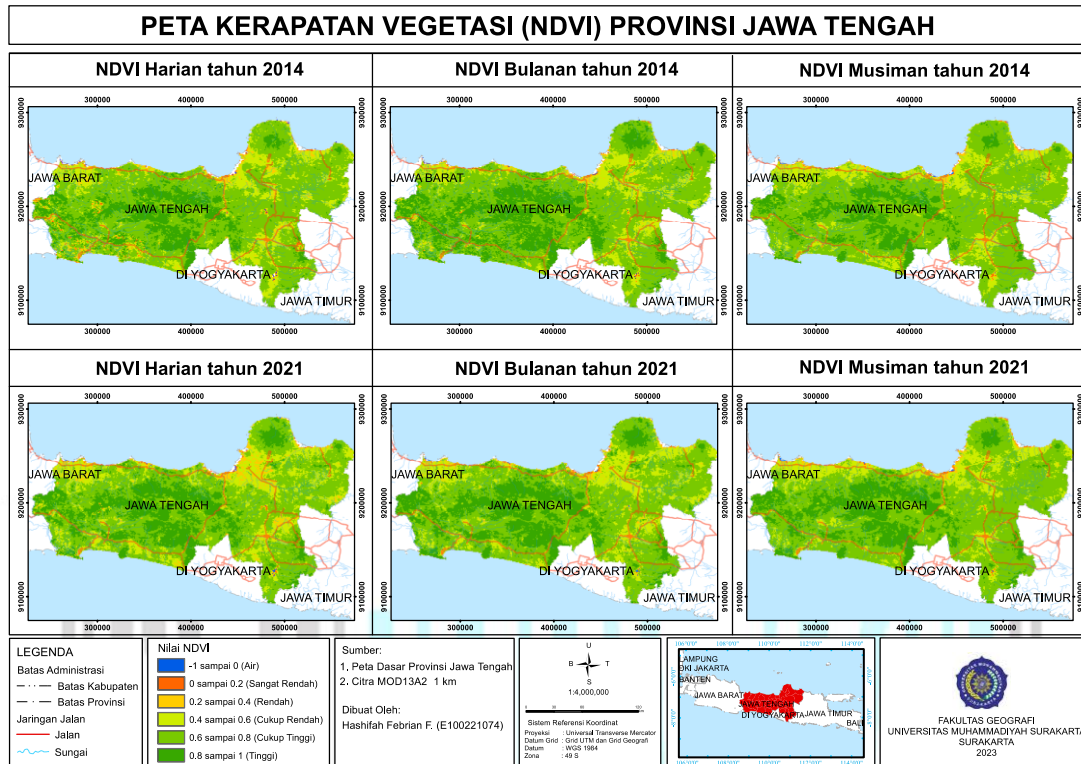
Tabel 3. Statistik LST time series musiman

Tahun	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std. Deviasi
2014	14,23°C	37,64°C	28,79°C	2,71
2021	14,79°C	37,92°C	29,29°C	2,84

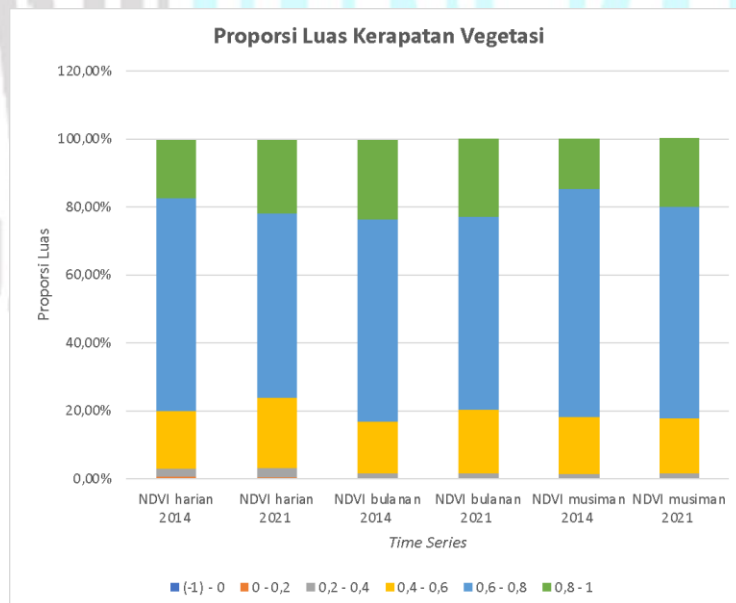
Perbedaan LST pada tahun 2014 dan 2021 diantaranya adalah nilai minimum pada tahun 2014 dan 2021 secara berturut - turut yaitu 14,23 °C dan 14,79°C yang memiliki selisih sebesar 0,56°C (**Tabel 3.**). Nilai maksimum pada tahun 2014 adalah 37,64 °C, sedangkan pada tahun 2021 adalah 37,92°C dengan selisih suhu sebesar 0,28°C. Rata-rata suhu pada tahun 2021 mengalami peningkatan dari tahun 2014 sebesar 0,50°C dengan nilai 28,79°C menjadi 29,29°C. Persebaran wilayah pada tahun 2014 dan 2021 pada LST musiman tidak mengalami perbedaan yang cukup besar, hanya saja suhu dengan kelas 31,5°C - 37,0°C mengalami sebaran yang lebih luas di beberapa kabupaten dan kota diantaranya yaitu Kabupaten Brebes, Tegal, Pemalang, Klaten, Grobogan, dan Rembang.

3.2 Distribusi Kerapatan Vegetasi *Time Series* Harian, Bulanan, dan Musiman tahun 2014 dan 2021

Tingkat kerapatan vegetasi pada penelitian ini merupakan hasil transformasi NDVI yang ditunjukkan dengan tingkat kehijauan. Nilai kerapatan vegetasi terbagi menjadi 6 kelas dengan nilai mendekati -1 menunjukkan bahwa di daerah tersebut merupakan air/non vegetasi. Sedangkan nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa di daerah tersebut memiliki tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi. Visualisasi warna biru tua pada peta menunjukkan air/ non vegetasi, sedangkan gradasi warna oranye menuju hijau menunjukkan bahwa semakin hijau gambar di peta, maka kerapatan vegetasi di daerah tersebut semakin tinggi.



Gambar 5. Peta Kerapatan Vegetasi di Provinsi Jawa Tengah



Gambar 6. Proporsi Luas Kerapatan Vegetasi

- Kerapatan Vegetasi *Time Series* Harian.

Kerapatan Vegetasi harian pada tahun 2014 dan 2021 didominasi oleh kelas cukup tinggi dengan besaran nilai kerapatan vegetasi sebesar 0,6 - 0,8. Berdasarkan **Gambar 5**, persebaran kerapatan vegetasi harian dengan kelas 0,6-0,8 tersebar hampir di seluruh Provinsi Jawa Tengah, diantaranya Kabupaten Blora, Pemalang, Batang, Grobongan, dan sekitarnya. Luas

kelas ini sebesar 2.138.671,99 ha atau 62,8% dari luas wilayah. Kelas kerapatan vegetasi dengan nilai antara (-1) - 0 memiliki luasan yang kecil pada tahun 2014 maupun 2021. Luas pada tahun 2014 sebesar 2.672,33 ha atau hanya 0,08%; sedangkan pada tahun 2021 sebesar 2.459,16 ha yang mengalami penurunan sebesar 0,01%. Kelas ini tersebar di bagian utara Kabupaten Demak yakni pantai utara Jawa dan bagian kecil Kabupaten Wonogiri yakni Waduk Gadjahmungkur. Identifikasi citra pada kelas (-1) - 0 merupakan air, sehingga pada kelas ini air yang terdeteksi sangat sedikit.

Perbedaan kerapatan vegetasi harian pada tahun 2014 dan 2021 yaitu kelas cukup rendah dan tinggi mengalami peningkatan luas dari tahun 2014 dan 2021. Kelas sangat tinggi mengalami peningkatan pada tahun 2021 sebesar 153.146 ha. Sedangkan kelas cukup tinggi mengalami penurunan luas dari tahun 2014 dan 2021 sebesar 285.896 ha. Selain itu, berdasarkan persebarannya, Kabupaten Demak dan Kabupaten Sragen mengalami penurunan kerapatan vegetasi dari kelas cukup tinggi menjadi cukup rendah. Sedangkan pada perbatasan Kabupaten Banjarnegara - Batang - Temanggung mengalami kerapatan vegetasi yang semakin tinggi dari kelas cukup tinggi menjadi tinggi.

- Kerapatan Vegetasi *Time Series* Bulanan

Kerapatan Vegetasi bulanan pada tahun 2014 dan 2021 didominasi oleh kelas cukup tinggi dengan nilai kerapatan vegetasi sebesar 0,6 - 0,8. Pada tahun 2014 luas pada kelas tersebut yaitu 2.034.251,46 ha (59,57%) kemudian menurun sebanyak 2,65% pada tahun 2021 menjadi 1.935.786,99 ha (56,82%). Persebaran kelas cukup tinggi berada di hampir seluruh Provinsi Jawa Tengah khususnya bagian tengah yang mencakup Kabupaten Temanggung, Wonosobo, Purbalingga, Banyumas dan sekitarnya. Sedangkan kelas tinggi berada di perbatasan daerah Banjarnegara Pekalongan - Batang - Temanggung. Kelas rendah berada di seluruh pusat kota yang ada di Jawa Tengah diantaranya Kota Tegal, Kota Pekalongan, Kota Magelang, Kota Semarang, Kota Surakarta, dan Kota Salatiga

Berdasarkan Gambar 6. kelas air, sangat rendah, dan rendah mengalami peningkatan luas dari tahun 2014 dan 2021 sebesar 0,02% atau 610,78 ha. Sedangkan kelas cukup tinggi mengalami penurunan pada tahun 2021 dengan luas sebesar 984.646 ha. Berbeda dengan kelas cukup tinggi yang mengalami pengurangan, kelas rendah mengalami peningkatan pada tahun 2021 sebesar 114.709 ha. Perbedaan kerapatan vegetasi bulanan pada tahun 2014 dan 2021 yaitu beberapa kabupaten mengalami penurunan kelas kerapatan vegetasi dari kelas cukup tinggi menjadi kelas cukup rendah diantaranya Kabupaten Brebes, Kebumen, Sragen Grobogan, Pati, Demak, dan sekitarnya. Kelas kerapatan tinggi di beberapa daerah pada tahun 2021 bertambah di sebagian Kabupaten Kebumen dan Wonosobo.

- Kerapatan Vegetasi *Time Series* Musiman

Kelas kerapatan vegetasi pada tahun 2014 dan 2021 didominasi oleh kelas cukup tinggi dengan luasan pada tahun 2014 yaitu 2.299.343,58 ha (67,18%) dan pada tahun 2021 yaitu 2.122.317,48 ha (62,29%). Kelas tersebut tersebar di bagian timur dan selatan Provinsi Jawa Tengah yang meliputi Kabupaten Blora, Sragen, Kebumen, Cilacap, Magelang, Wonogiri, dan sekitarnya. Kelas rendah dengan nilai kerapatan vegetasi 0,2 - 0,4 berada di pusat kota yang ada di Provinsi Jawa Tengah seperti Kota Semarang, Kota Surakarta, Kota Pekalongan, Kota Magelang, dan Kota Tegal. Persebaran kerapatan vegetasi kelas tinggi dengan nilai kerapatan vegetasi 0,8 - 1 berada di perbatasan Kabupaten Temanggung - Batang - Pekalongan - Banjarnegara - Purbalingga - Wonosobo - Purworejo.

Perbedaan kerapatan vegetasi musiman pada tahun 2014 dan 2021 diantaranya yaitu tahun 2021 luas kelas rendah mengalami peningkatan sebesar 4.806 ha dan kelas tinggi sebesar 184.482 ha atau sekitar 5,49%. Sedangkan kelas cukup rendah dan cukup tinggi mengalami pengurangan luas pada tahun 2021 sebesar 13.258 ha dan 177.026 ha atau sekitar 4,89%. Berdasarkan persebarannya, Kabupaten Purworejo, Wonosobo, dan Pekalongan mengalami peningkatan luas pada kerapatan vegetasi kelas tinggi. Sedangkan sebagian Kabupaten Demak mengalami penurunan kerapatan vegetasi dari kelas cukup tinggi menjadi cukup rendah.

3.3 Korelasi dan Regresi Sederhana

- Korelasi Kerapatan Vegetasi dan LST *time series* Harian, Bulanan, dan Musiman

Nilai Signifikansi (2-tailed) antara kerapatan vegetasi dan LST *time series* harian, bulanan, dan musiman) pada tahun 2014 dan 2021 adalah sebesar $0,000 < 0,05$ (**Tabel 4.**), hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara variabel kerapatan vegetasi dan LST. Derajat hubungan antara kerapatan vegetasi dan LST pada semua tahun dan semua *time series* memiliki korelasi yang kuat karena memiliki nilai derajat korelasi $>0,5$. Secara keseluruhan, korelasi antara kerapatan vegetasi dan LST menghasilkan arah negatif (-), artinya hubungan antara variabel kerapatan vegetasi dan LST bersifat berlawanan dengan kata lain, semakin meningkatnya nilai kerapatan vegetasi, maka nilai suhu LST akan semakin menurun. Nilai korelasi yang paling besar pada ketiga *time series* tersebut adalah korelasi musiman pada tahun 2014 dengan nilai derajat hubungan kedua variabel yaitu -0,700. Sehingga, pada periode tersebut hubungan antara kerapatan vegetasi dan LST semakin kuat dibandingkan periode yang lain.

Tabel 4. Korelasi NDVI dan LST

<i>Time Series</i>	Tahun	Signifikansi	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan Korelasi
Harian	2014	0.000	-0,508	Korelasi Kuat
	2021	0.000	-0,668	Korelasi Kuat
Bulanan	2014	0.000	-0,649	Korelasi Kuat
	2021	0.000	-0,696	Korelasi Kuat
Musiman	2014	0.001	-0,7	Korelasi Kuat
	2021	0.002	-0,691	Korelasi Kuat

- Regresi Sederhana Kerapatan Vegetasi terhadap LST Time Series Harian

Regresi sederhana digunakan untuk mencari besaran pengaruh variabel kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan. Berdasarkan **Tabel 5.** diketahui nilai R^2 atau R square pada tahun 2014 *time series* harian adalah 25,9%. Nilai tersebut menunjukkan besarnya pengaruh kerapatan vegetasi terhadap LST pada tahun 2014 adalah sebesar 25,9% sedangkan 74,1% lainnya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti. Nilai Rsquare pada tahun 2021 *time series* harian meningkat menjadi 44,6%, sehingga kerapatan vegetasi memiliki pengaruh terhadap LST sebesar 44,6% dan 55,4% lainnya adalah variabel lain yang tidak diteliti. Semakin besar nilai Rsquare, maka variabel *independent* memberi pengaruh yang banyak terhadap naiknya variabel *dependent*.

Tabel 5. Regresi Sederhana NDVI terhadap LST

<i>Time Series</i>	Tahun	Rsquare	Contant	Unstandardized Coefficient	Sig	Persamaan
Harian	2014	0,259	35,518	-11,104	0.000	$y = 35,518 - 11,104 x.$
	2021	0,446	39,862	-15,258	0.000	$y = 39,862 - 15,258 x.$
Bulanan	2014	0,421	38,347	-14,865	0.000	$y = 38,347 - 14,865 x.$
	2021	0,484	40,793	-16,671	0.000	$y = 40,793 - 16,671 x.$
Musiman	2014	0,49	41,642	-18,509	0.000	$y = 41,642 - 18,509 x.$
	2021	0,478	41,531	-17,509	0.000	$y = 41,531 - 17,509 x.$

Tahun 2014 *time series* bulanan, nilai Rsquare memiliki besaran 42,1%, nilai tersebut menunjukkan bahwa pengaruh kerapatan vegetasi terhadap LST *time series* bulanan pada tahun 2014 sebesar 42,1%. Kemudian pada tahun 2021 *time series* bulanan kontribusi kerapatan vegetasi terhadap LST naik menjadi 48,4%, sedangkan 51,6% lainnya dipengaruhi oleh variabel lain di luar dari variabel yang digunakan pada penelitian ini. Nilai Rsquare tahun 2014 *time series* musiman memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan tahun 2021 *time series* musiman. Berdasarkan **Tabel 5.** Pengaruh tertinggi kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan berada pada *time series* musiman tahun 2014 dengan pengaruh sebesar 49% dan 51% lainnya merupakan variabel yang tidak diteliti, persamaan regresi pada *time series* tersebut adalah $y = 41,642 - 18,509 x.$

3.4 Analisis Distribusi Spasial LST dan Kerapatan Vegetasi

Analisis spasial suhu permukaan di Provinsi Jawa Tengah *time series* harian, bulanan, dan musiman secara keseluruhan mengalami kenaikan suhu dalam waktu 7 tahun dari tahun 2014 ke 2021. Pada tahun 2014, suhu dengan kelas paling tinggi atau yang bernilai $>31,5^{\circ}\text{C}$ hanya berada di pusat kota, sedangkan pada tahun 2021 suhu tersebut telah menyebar di bagian timur dan utara Jawa Tengah yang berada di sekitar pusat perkotaan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Triyanto (2021) bahwa suhu yang tinggi di area perkotaan akan menyebar ke sekitar tepi kota karena adanya pembangunan pabrik-pabrik, kenaikan jumlah kendaraan bermotor, dan pembangunan lainnya. Suhu permukaan tanah yang semakin tinggi dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi yang rendah, sedangkan kerapatan vegetasi yang tinggi akan menyebabkan suhu permukaan lahan menjadi lebih rendah. Rendahnya suhu di daerah perbatasan Kabupaten Wonosobo - Banjarnegara - Purbalingga pada tahun 2014 dan 2021 dikarenakan daerah tersebut adalah dataran tinggi. Berdasarkan penelitian Sagita, dkk (2022) kemiringan lereng merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi suhu. Semakin tinggi kemiringan lereng suatu daerah, maka suhu permukaannya akan semakin rendah.

3.5 Analisis Hubungan Kerapatan Vegetasi terhadap LST

Hasil korelasi antara variabel NDVI dan LST dengan *time series* harian, bulanan, dan musiman pada tahun 2014 dan 2021 menghasilkan adanya hubungan dengan tingkat korelasi yang kuat karena memiliki nilai tingkat keeratan sebesar >0.5 . Nilai suhu permukaan lahan dan kerapatan vegetasi memiliki arah yang berlawanan dengan dibuktikan oleh hasil korelasi dan regresi yang bernilai negatif (-). Hal ini menunjukkan bahwa daerah yang memiliki suhu yang rendah dapat dijumpai pada kerapatan vegetasi yang tinggi begitupun sebaliknya daerah yang memiliki suhu tinggi ditemukan pada daerah dengan kerapatan vegetasi yang rendah. Sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya bahwa kerapatan vegetasi mempengaruhi suhu permukaan lahan dimana semakin tinggi nilai suhu permukaan lahan, maka semakin rendah kerapatan vegetasinya. Begitupun sebaliknya, semakin rendah nilai suhu permukaan lahan, maka semakin tinggi kerapatan vegetasinya (Sabarati dkk, 2020; Zulfa & Triyanto, 2020). Berdasarkan penelitian Wibisono dkk (2022), hubungan kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan di Perkotaan Surakarta memiliki pengaruh sebesar 30,2%; sedangkan penelitian yang dilakukan di Provinsi Jawa Tengah memiliki pengaruh lebih dari 40%. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan tingkat hubungan yang cukup besar antara level kabupaten/ kota dengan level provinsi sehingga penelitian dengan lingkup daerah yang lebih kecil tidak dapat mewakili level provinsi. Penyebab perubahan suhu permukaan lahan di Provinsi Jawa Tengah selain karena kerapatan vegetasi juga disebabkan oleh dampak

pemanasan global, adanya pembangunan kawasan industri, dan penambahan jumlah kendaraan bermotor.

4. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini diantaranya bahwa; Persebaran spasial suhu permukaan lahan dengan menggunakan Citra MODIS di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2014 dan 2021 secara *time series* harian, bulanan, dan musiman mengalami kenaikan suhu yang cukup signifikan. Suhu dengan kelas tertinggi (31,5°C - 37,92°C) pada tahun 2014 hanya berada pada beberapa kota seperti Kota Semarang, Kota Surakarta, dan Kota Pekalongan dengan nilai kerapatan vegetasi yang rendah, namun pada tahun 2021 suhu dengan kelas tersebut telah menyebar terutama di bagian timur dan utara Jawa Tengah yang berada di sekitar pusat perkotaan seperti sebagian besar Kabupaten Sragen, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, dan Kabupaten Rembang serta sebagian kecil Kabupaten Kebumen dan Kabupaten Purworejo.. Persebaran spasial kerapatan vegetasi pada tahun 2014 dan 2021 dengan menggunakan MODIS secara *time series* harian, bulanan, dan musiman mengalami perubahan, namun tidak cukup signifikan. Hubungan antara kerapatan vegetasi dan suhu permukaan lahan di Provinsi Jawa Tengah memiliki korelasi yang kuat dengan nilai derajat keeratan sebesar >0.5 . Pengaruh kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan memiliki nilai negatif yang menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki arah yang berlawanan. Sehingga semakin tinggi kerapatan vegetasinya, maka suhu permukaan semakin rendah, begitupun sebaliknya, semakin tinggi kerapatan vegetasinya, maka nilai suhu permukaan semakin tinggi. Pengaruh tertinggi kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan lahan berada pada *time series* musiman tahun 2014 dengan pengaruh sebesar 49% persamaan pada *time series* tersebut adalah $y = 41,642 - 18,509 x$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, arahan, masukan, kritik, saran, dan semangat dalam penyusunan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. (2023). Pertumbuhan Ekonomi Jawa Tengah tahun 2023. Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Ekonomi Indonesia tahun 2022. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- Didan, K., Munoz, A., Salano, R., & Huete, A. (2015). MODIS Vegetation Index Users' Guide. (ERI). The University of Arizona, Tucson, United States.
- Makdori, Y. (2021, Oktober 11). BMKG: Suhu Udara di Jateng dan Yogyakarta Semakin Panas dalam 30 Tahun Terakhir. Diakses dari liputan6: <https://www.liputan6.com>
- Sabarati, A., Aminuddin, J., & Toersilowati, R.L. (2022). Utilization of Terra-MODIS Satellites for Phenomenon Analysis Urban Heat Island in Kalimantan Island. *Journal Geoscience and Remote Sensing Technology*, 1(1), 22 -26.
- Sagita, A. R. Margaliu, A. S. C., Rizal, F., & Mazzaluna, H. P. (2022). Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 43-51.
- Sarwono, J. (2009). Statistik itu Mudah : Panduan Lengkap untuk Belajar Komputerisasi Statistik Menggunakan SPSS 16. Yogyakarta: Andi.
- Singh, R. B. & Grover, A. (2015). Spatial Correlations Of Changing Land Use, Surface Temperature (UHI) and NDVI In Delhi Using Landsat Satellite Images. *Urban Development Challenges, Risks and Resilience in Asian Mega Cities*, 83-97.
- Triyatno, T. (2021). Identifikasi Suhu Permukaan Darat Menggunakan Teknologi Geospasial: Studi Kasus Kota Bukittinggi, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 4(1), 1 - 11.
- Wan, Z. (2013). Collection-6 MODIS Land Surface Temperature Products Users' Guide. (ERI). University of California, Santa Barbara, United States.
- Wibisono, P., Miladan, N. & Utomo, R.P. (2022). Hubungan Perubahan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap Suhu Permukaan Lahan: Studi Kasus di Aglomerasi Perkotaan Suarakarta. *Jurnal Perencanaan Wilayah Kota*, 5(1), 148 - 152.
- Zhou, W. HHuang, G. & Cadenasso, M. L. (2011). Does Spatial Configuration Matter? Understanding the Effects of Land Cover Pattern on Land Surface Temperature in Urban Landscapes. *landscape and Urban Planning*, 102(1), 54 - 63.
- Zulfa, I. A. & Triyanto. (2020). Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan Kota Padang Tahun 1999, 2009 dan 2019. *Jurnal Buana*, 4(3), 610 - 622.
- Zulkarnain, R. C. (2016). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Perubahan Suhu Permukaan di Kota Surabaya. (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.