

## PENGARUH KERAPATAN VEGETASI TERHADAP FENOMENA URBAN HEAT ISLAND DI KOTA SURABAYA

Yovita Inggar Mawardi<sup>1</sup>, Isti Hidayati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup> Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan, Universitas Gadjah Mada

<sup>1</sup> Email : [yovita.inggar@gmail.com](mailto:yovita.inggar@gmail.com)

Diterima (received): 02 September 2024    Disetujui (accepted): 03 Maret 2025

### ABSTRAK

Sejak tahun 2010, Pemerintah Kota Surabaya berinisiatif untuk menambah dan meningkatkan jumlah RTH. Namun demikian, suhu di Kota Surabaya masih tercatat mengalami peningkatan setiap tahunnya, yang mengarah pada fenomena pulau Bahang atau urban heat island (UHI). Kondisi di Kota Surabaya ini merupakan fenomena menarik untuk dikaji, terutama terkait pengaruh RTH dalam mengatasi UHI. Dengan menggunakan pendekatan deduktif kuantitatif melalui perhitungan land surface temperature (LST), analisis Moran's I dan korelasi spasial, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kerapatan vegetasi (sebagai representasi dari RTH) terhadap UHI di Kota Surabaya. Hasil analisis LST menunjukkan bahwa terjadi peningkatan UHI yang signifikan dari tahun 2013 hingga 2023 di Kota Surabaya dengan pola random. Lebih lanjut, hasil analisis Moran's I dan korelasi spasial terkait menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif namun sangat lemah antara UHI dan kerapatan vegetasi. Hal ini menjelaskan mengapa penambahan RTH belum mampu menurunkan UHI di Kota Surabaya.

**Kata Kunci** : Urban Heat Island, kerapatan vegetasi, NDVI, Moran's I, korelasi spasial, Surabaya .

### A. PENDAHULUAN

Urbanisasi merupakan tantangan sekaligus permasalahan bagi perkembangan suatu kota. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan yang kemudian memicu alih fungsi lahan menjadi area terbangun seperti permukiman, perdagangan dan jasa, industri, transportasi, dan sarana prasarana kota lainnya. Peningkatan area terbangun dan berkurangnya area hijau menyebabkan terjadinya fenomena *urban heat island* (UHI) atau pulau bahang, yaitu kondisi dimana suhu di area perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah perdesaan atau sekitarnya. Secara teknis, UHI terjadi ketika permukaan yang seharusnya menyerap panas dari matahari dipantulkan kembali ke udara dan terjebak di dalam lingkungan perkotaan (Larasati et al., 2022). *Urban heat island* (UHI) mempengaruhi fenomena meteorologi seperti meningkatnya curah hujan, ancaman terhadap kualitas lingkungan, kebutuhan energi yang lebih tinggi, dan kontribusi terhadap pemanasan global (Kikegawa et al., 2006). UHI juga menimbulkan dampak seperti berkurangnya flora perkotaan, perubahan iklim dan kenyamanan termal, polusi udara, dan kesehatan manusia. Hal ini berperan besar terhadap kualitas kehidupan perkotaan (Firozjaei et al., 2020; Larasati et al., 2022). Namun demikian, fenomena UHI yang dapat dirasakan secara langsung dengan

peningkatan suhu udara masih belum menjadi parameter penting dalam perencanaan kota.

Sebagai kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta, sekaligus Ibukota Provinsi Jawa Timur, Kota Surabaya juga mengalami fenomena *Urban Heat Island*. Untuk mengatasi hal tersebut, sejak tahun 2010 Pemerintah Kota Surabaya berinisiatif untuk melakukan pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Hal ini merujuk pada Permen PU Nomor 05/PRT/M/2008 yang mengamanatkan minimal 30% RTH di kawasan perkotaan, yang terdiri atas 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Menurut data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Surabaya, terdapat 949 taman yang tersebar di berbagai penjuru kota dengan luasan RTH publik mencapai 22% pada awal tahun 2023 (Surabaya.go.id). Namun demikian, suhu di Kota Surabaya masih tercatat mengalami peningkatan dari sekitar 28°C -30 °C di tahun 2013 menjadi sekitar 32°C -35°C pada tahun 2023 (Kota Surabaya Dalam Angka, 2013 – 2023). Peningkatan suhu udara perkotaan di tengah penambahan RTH di Kota Surabaya merupakan fenomena menarik untuk dikaji, terutama terkait pengaruh RTH terhadap UHI di Kota Surabaya.

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deduktif kuantitatif dengan metode analisis spasial terhadap peta citra landsat 8 tahun 2013 dan 2023 yang bersumber dari USGS (*United States Geological Survey*) dengan resolusi citra 28,5 m. Pertama, dilakukan analisis untuk mengetahui tren dan sebaran rata – rata suhu permukaan atau *land surface temperature* (LST) di Kota Surabaya. Data LST digunakan untuk menghitung UHI dengan rumus sebagai berikut:

$$UHI = T_{\text{mean}} - (\mu + 0,5\alpha)$$

Dimana  $\mu$  dan  $\alpha$  masing – masing merupakan rerata dan standar deviasi dari suhu permukaan yang dihasilkan dari pengolahan nilai rerata ( $T_{\text{mean}}$ ) di wilayah penelitian.

Kedua, dilakukan analisis NDVI (*normalized difference vegetation index*) untuk mengetahui kerapatan vegetasi di Kota Surabaya, dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana NIR merupakan *near infrared reflectance* atau pantulan sinar inframerah dekat dengan RED merupakan *red reflectance* atau pantulan sinar merah. Ketiga, dilakukan overlay pada peta UHI dan peta NDVI sebagai input untuk melakukan analisis Moran's I dan korelasi spasial.

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Tren dan sebaran suhu permukaan di Kota Surabaya tahun 2013 dan 2023**

Berdasarkan pengolahan citra landsat 8, suhu permukaan (LST) diklasifikasikan menjadi lima kelas dengan memperhatikan nilai terkecil dan terbesar dari nilai suhu permukaan yang didapatkan pada citra tahun 2013 dan tahun 2023, yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tahun 2013, suhu permukaan di Kota Surabaya rata – rata sebesar 30,20°C dan pada tahun 2023 meningkat menjadi 25,93°C. Pada tahun 2013, suhu tertinggi mencapai 39°C sementara di tahun 2023 sempat mencapai

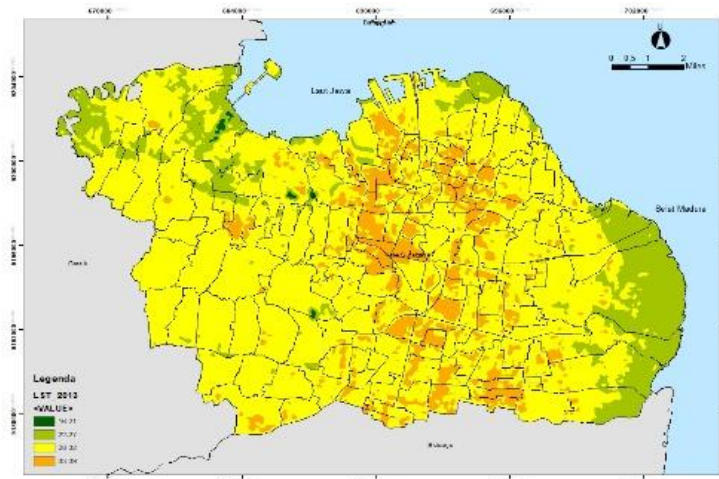
**Yovita Inggar Mawardi dan Isti Hidayati, Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Fenomena UHI di Kota Surabaya**

45°C. Sebaran suhu permukaan di Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 1 untuk tahun 2013 dan Gambar 2 untuk tahun 2023. Kedua gambar tersebut memperlihatkan bahwa kawasan pusat Kota Surabaya yang memiliki kepadatan bangunan tinggi mengalami perubahan suhu yang tinggi pula. Area dengan suhu permukaan tinggi di tahun 2013 hanya berada di area perkotaan saja, kemudian pada tahun 2023 menyebar ke Surabaya bagian barat. Hal ini ditengarai karena Surabaya Barat, khususnya kecamatan Asemrowo mayoritas guna lahannya adalah industri.

Tabel 1 Rentang Kelas LST dan Luas Area tahun 2013 - 2023

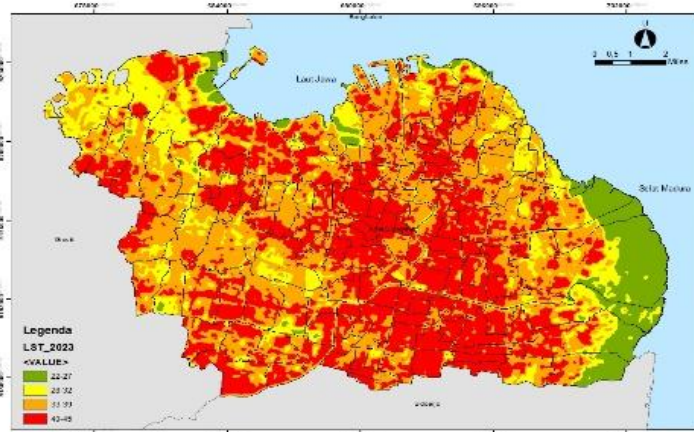
Interval LST (°C)	Kelas LST	Luas Area Tahun 2013 (km <sup>2</sup> )	Luas Area Tahun 2023 (km <sup>2</sup> )
16 – 21	1	0,59	-
22 - 27	2	47,44	26,78
28 – 32	3	249,81	52,21
33 - 39	4	38,94	136,84
40 - 45	5	-	120,90

Sumber: Analisis, 2024



**Gambar 1** Hasil analisis LST Tahun 2013

Sumber: Analisis, 2024



**Gambar 2** Hasil analisis LST Tahun 2023

Sumber: Analisis, 2024

**Yovita Inggar Mawardi dan Isti Hidayati, Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Fenomena UHI di Kota Surabaya**

Selanjutnya, dilakukan perhitungan UHI untuk mengetahui persebaran UHI yang ada di Kota Surabaya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa di tahun 2013, nilai UHI minimum adalah  $-14,65^{\circ}\text{C}$  dan nilai maksimum adalah  $5,11^{\circ}\text{C}$ , sementara di tahun 2023 nilai UHI minimum adalah sebesar  $-9,75^{\circ}\text{C}$  dan nilai maksimum  $8,71^{\circ}\text{C}$ . Nilai UHI tersebut diklasifikasikan ke dalam lima kelas yang kemudian dikelompokkan lagi menjadi UHI (nilai  $>0$ ) dan non UHI (nilai  $<0$ ). Tabel 2 menunjukkan nilai UHI pada tahun 2013 dan 2023.

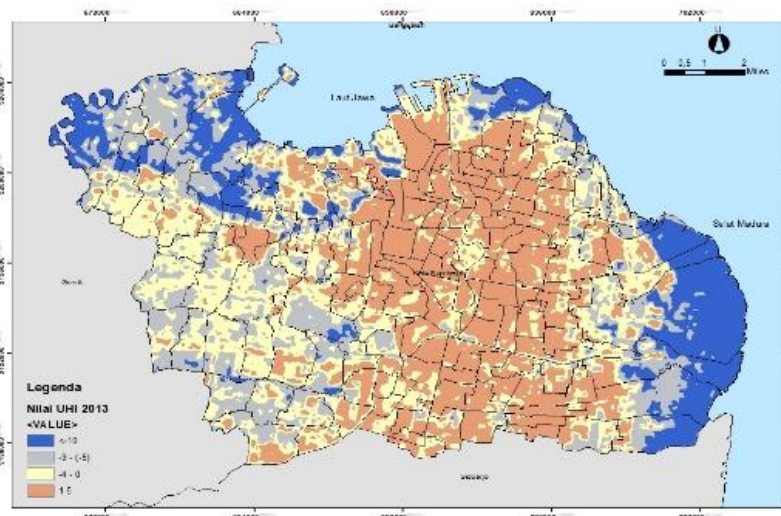
**Tabel 2** Rentang Kelas UHI dan Luas Area Tahun 2013 - 2023

Interval UHI ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kelas UHI	Kategori	Luas Area Tahun 2013 ( $\text{km}^2$ )	Luas Area Tahun 2023 ( $\text{km}^2$ )
$<-10$	1	Non UHI	49,20	-
$-9 - (-5)$	2	Non UHI	72,75	26,78
$-4 - 0$	3	Non UHI	97,12	52,21
$1-5$	4	UHI	117,68	136,84
$>6$	5	UHI	-	120,90

Sumber: Analisis, 2024

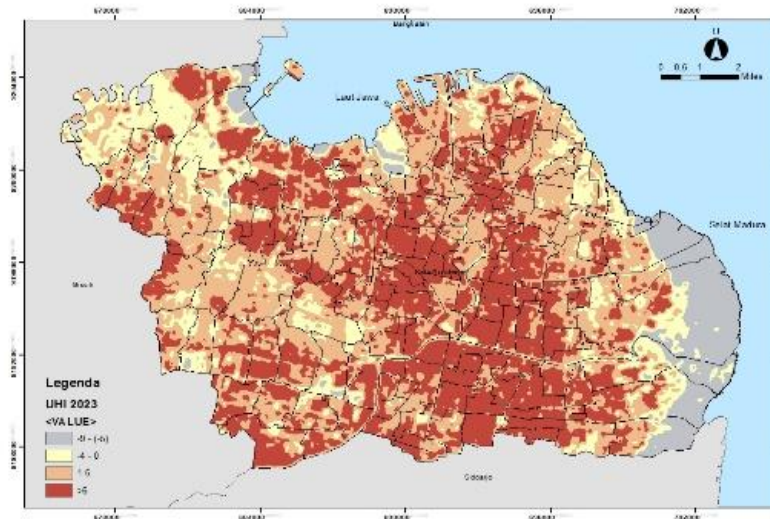
Pada tahun 2013, terdapat area seluas  $117,68 \text{ km}^2$  yang memiliki nilai UHI suhu  $1^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$ , sementara di tahun 2023 area dengan nilai UHI yang sama bertambah menjadi  $136,84 \text{ km}^2$ . Bahkan, terdapat area dengan nilai UHI  $>6^{\circ}\text{C}$  seluas  $120,90 \text{ km}^2$ . Secara spasial, sebaran UHI dapat dilihat pada Gambar 3 untuk tahun 2013 dan Gambar 4 untuk tahun 2023.

Secara umum, kelurahan dengan wilayah terdampak UHI paling banyak adalah kelurahan Tambak Sarioso, yaitu sebesar  $7,60 \text{ km}^2$ , sedangkan yang wilayahnya paling sedikit terdampak UHI adalah kelurahan Simolawang dengan luas sebesar  $0,37 \text{ km}^2$ . Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan yang signifikan antara wilayah yang terdampak UHI dari tahun 2013 dan tahun 2023. Area terdampak UHI di Kota Surabaya menyebar dari wilayah perkotaan ke wilayah sekitarnya. Pada tahun 2013, wilayah sekitar perkotaan masih termasuk dalam kategori non-UHI atau tidak terdampak UHI, namun pada tahun 2023 berubah menjadi kategori UHI.



**Gambar 1** Peta persebaran UHI Tahun 2013

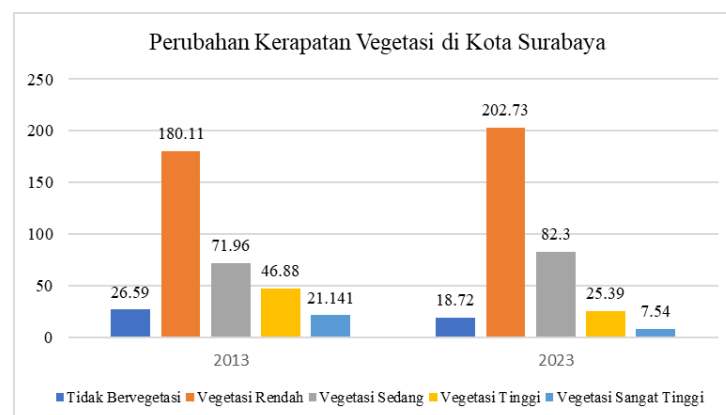
Sumber: Analisis, 2024



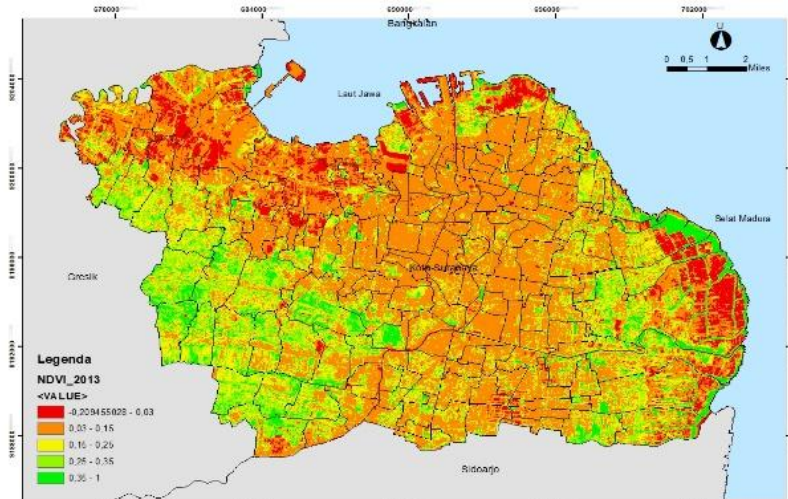
**Gambar 2** Peta Persebaran UHI Tahun 2023  
Sumber: Analisis, 2024

## 2. Analisis NDVI

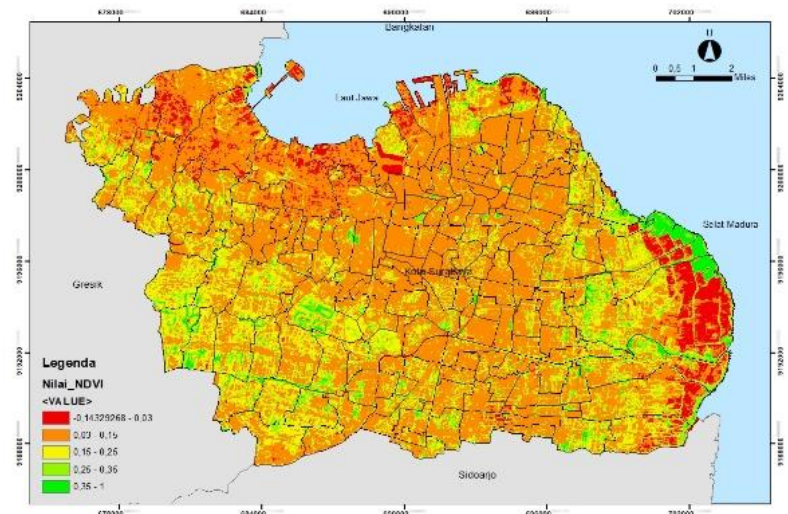
Kerapatan vegetasi diukur melalui NDVI atau *normalized differences vegetation index* yang merupakan tingkat kehijauan suatu wilayah. Kerapatan vegetasi berkisar dari -1 (non vegetasi) hingga 1 (vegetasi sangat tinggi). Tingginya kerapatan vegetasi di suatu kota/wilayah dapat meningkatkan penyerapan panas dan radiasi matahari, sehingga dapat menurunkan suhu permukaan dengan lebih efektif (Susanto, 2013). Nilai indeks kerapatan vegetasi di Kota Surabaya dari tahun 2013 hingga 2023 mengalami perubahan, yang dapat dilihat pada Gambar 5. Area dengan kerapatan vegetasi tinggi dan sangat tinggi mengalami penurunan yang mengindikasikan bahwa terdapat penambahan lahan terbangun. Lebih lanjut, sebaran kerapatan vegetasi pada tahun 2013 (Gambar 7) dan tahun 2023 (Gambar 8) memperlihatkan perubahan luasan vegetasi yang cukup signifikan di Surabaya Barat dan Surabaya Selatan. Pada tahun 2013 masih terlihat kerapatan vegetasi tinggi di wilayah tersebut, namun pada tahun 2023 sudah berubah menjadi vegetasi sedang dan rendah.



**Gambar 3** Perubahan Luas kerapatan vegetasi di Kota Surabaya Tahun 2013 – 2023  
Sumber: Analisis, 2024



Gambar 4 Hasil Analisis NDVI Tahun 2013  
Sumber: Analisis, 2024



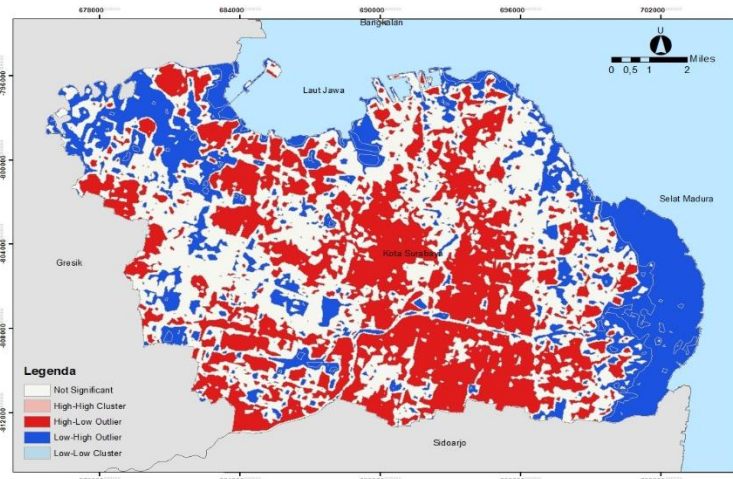
Gambar 5 Hasil Analisis NDVI Tahun 2023  
Sumber: Analisis, 2024

### 3. Hubungan UHI dengan NDVI

Fenomena UHI yang terjadi di Kota Surabaya memiliki pola random atau acak. Hal ini diketahui dari hasil analisis Moran's I dengan input yang digunakan adalah peta UHI di Kota Surabaya dengan *field* yang digunakan adalah kategori kelas UHI. Hasil analisis menunjukkan nilai Moran's Indeks sebesar -0,50 dengan *z-score* sebesar -0,707107 dan *p-value* sebesar 0,479500. Pola random ini menunjukkan bahwa fenomena UHI terjadi secara acak di beberapa lokasi dan posisi area tersebut tidak dipengaruhi oleh posisi area lainnya. Gambar 8 menunjukkan peta hasil analisis Moran's I. Warna merah dalam peta tersebut menunjukkan bahwa *high-low outlier* yang artinya adalah suhu tinggi yang terjadi di wilayah ini dikelilingi oleh suhu rendah, dan untuk warna biru yang ada menunjukkan bahwa *low-high outlier* yang artinya adalah suhu rendah di wilayah ini dikelilingi oleh

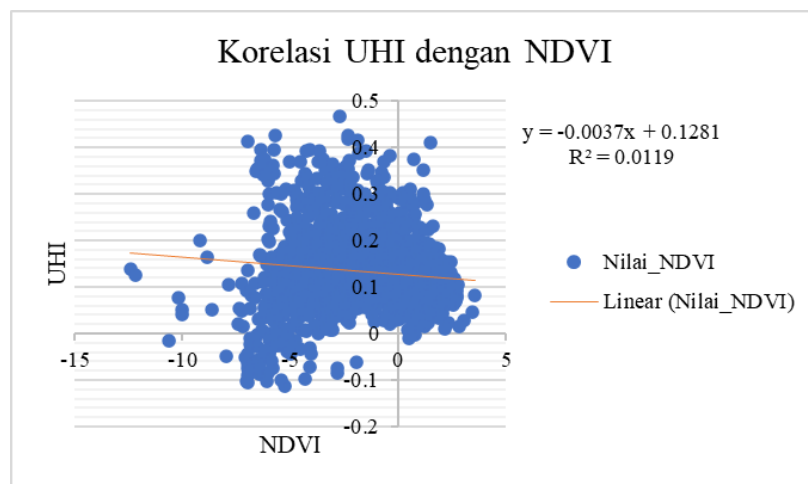
**Yovita Inggar Mawardi dan Isti Hidayati, Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Fenomena UHI di Kota Surabaya**

suhu tinggi. Area dengan warna putih menunjukkan *not significant* yang artinya tidak terjadi autokorelasi spasial yang signifikan.



**Gambar 6** Peta Pola UHI di Surabaya tahun 2023  
Sumber: Analisis, 2024

Identifikasi hubungan UHI dan NDVI dilakukan dengan analisis Moran's I terhadap *overlay* data UHI dan NDVI dan analisis korelasi spasial. Berdasarkan analisis Moran's I diperoleh indeks Moran sebesar  $-0,045769$  dengan  $z\text{-score}$   $0,045324$  dan  $p\text{-value}$   $0,963849$ . Nilai indeks Moran yang kurang dari 0 menunjukkan korelasi negatif antara UHI dengan NDVI, yang artinya semakin tinggi nilai NDVI, maka semakin rendah intensitas UHI. Lebih lanjut, analisis korelasi spasial menggunakan *ArcGIS* menghasilkan nilai  $R^2$  sebesar  $0,0119$ , yang menunjukkan bahwa hanya  $1,19\%$  UHI dipengaruhi oleh NDVI (Gambar 8). Hal ini mengindikasikan bahwa kekuatan korelasi UHI dan NDVI cukup rendah. Jadi, meskipun di Kota Surabaya terdapat banyak vegetasi namun pengaruhnya dalam mengurangi UHI tidak terlalu dominan atau signifikan.



**Gambar 7** Scatter Plot Korelasi UHI dengan NDVI  
Sumber: Analisis, 2024

Hubungan kerapatan vegetasi dan UHI di Kota Surabaya ini kontradiktif dengan penelitian serupa yang dilakukan di Kota Jakarta (Andina, 2021) dan Kota Surakarta (Baroroh & Pangi, 2018) yang menjelaskan bahwa kerapatan vegetasi berpengaruh terhadap penurunan suhu permukaan. Sedangkan di Kota Surabaya, terjadi peningkatan vegetasi dari tahun 2013 hingga 2023, akan tetapi suhu permukaan di Kota Surabaya juga meningkat setiap tahunnya.

#### **D. KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa fenomena Urban Heat Island di Kota Surabaya mengalami peningkatan yang sangat pesat di tahun 2023. Kenaikan suhu permukaan ini sangat signifikan pada kawasan dengan kerapatan bangunan tinggi. Nilai UHI maksimum di Kota Surabaya pada tahun 2013 sebesar 5,11°C dan pada tahun 2023 meningkat menjadi 8,71°C. Area dengan nilai UHI 1°C - 5°C memiliki luasan 117,68 km<sup>2</sup> pada tahun 2013 dan meningkat menjadi 136,84 km<sup>2</sup> pada tahun 2023. Hasil analisis analisis Moran's I pada peta *overlay* UHI dan kerapatan vegetasi menunjukkan nilai indeks Moran sebesar -0,045769, sementara analisis korelasi spasial menunjukkan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,00119 yang mengindikasikan bahwa hubungan antara UHI dan kerapatan vegetasi di Kota Surabaya tidak terlalu kuat. Hal ini dapat menjelaskan mengapa meskipun jumlah vegetasi (dalam bentuk RTH) di Kota Surabaya sudah cukup banyak, namun pengaruhnya dalam mengurangi UHI tidak terlalu signifikan.

Kurang berpengaruhnya RTH dalam mengurangi UHI ini kemungkinan terjadi karena persebaran RTH yang ada di Kota Surabaya tidak terintegrasi dengan baik, atau tersebar secara random dan terjadi alih fungsi lahan yang menyebabkan RTH menurun (khususnya RTH Privat). Oleh karena itu, saran terhadap pemerintah daerah adalah dengan meningkatkan konektivitas antar RTH di Kota Surabaya. Konektivitas RTH ini dapat dilakukan dengan membuat jaringan hijau yang berfungsi untuk mengoptimalkan aliran udara serta dapat mendistribusikan manfaat RTH ke seluruh kota. Selain itu, perlu adanya regulasi yang lebih ketat terkait alih fungsi lahan khususnya RTH Privat untuk membantu mengurangi dampak dari UHI.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Andina, Mega. (2021). Analisis Pengaruh Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau terhadap Urban Heat Island di Provinsi DKI Jakarta. *Skripsi*
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2013). *Kota Surabaya Dalam Angka 2013*. Surabaya: BPS Kota Surabaya
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2023). *Kota Surabaya Dalam Angka 2023*. Surabaya: BPS Kota Surabaya
- Baroroh & Pangi. (2018). *Perubahan Penutup Lahan Dan Kerapatan Vegetasi Ter (1). Perubahan Penutup Lahan Dan Kerapatan Vegetasi Terhadap Urban Heat Island Di Kota Surakarta*, 641–652.
- Firozjaei, M. K., Fatholouloumi, S., Kiavarz, M., Arsanjani, J. J., & Alavipanah, S. K. (2020). Modelling surface heat island intensity according to differences of



**Yovita Inggar Mawardi dan Isti Hidayati, Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Fenomena UHI di Kota Surabaya**

- biophysical characteristics: A case study of Amol city, Iran. *Ecological Indicators*, 109(October 2019), 105816. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105816>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Kementerian PUPR
- Kikegawa, Y., Genchi, Y., Kondo, H., & Hanaki, K. (2006). Impacts of city-block-scale countermeasures against urban heat-island phenomena upon a building's energy-consumption for air-conditioning. *Applied Energy*, 83(6), 649–668. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2005.06.001>
- Larasati, A. P., Rahman, B., & Kautsary, J. (2022). Pengaruh Perkembangan Perkotaan Terhadap Fenomena Pulau Panas (Urban Heat Island). *Jurnal Kajian Ruang*, 2(1), 35. <https://doi.org/10.30659/jkr.v2i1.20469>
- United States Geological Survey (USGS). (2013). *Citra Landsat 8*. Diakses pada Maret 2024 dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- United States Geological Survey (USGS). (2023). *Citra Landsat 8*. Diakses pada Maret 2024 dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>