

**Analisis Multi-Temporal Hubungan Faktor Fisik Penyusun Fenomena
Urban Heat Island di Kawasan Petanglong Menggunakan Citra Landsat
8&9(Studi Kasus Tahun 2019-2023)**

Muhammad Widad Alfath, Alif Noor Anna
Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta
E-mail: muhammadwidadalfath@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan multi-temporal antara faktor fisik dan fenomena Urban Heat Island (UHI) di kawasan Petanglong. Kawasan ini telah menunjukkan peningkatan lahan terbangun akibat urbanisasi dan industrialisasi, yang secara signifikan memengaruhi iklim mikro lokal. Studi ini menggunakan citra satelit Landsat 8 dan 9 serta transformasi spektral untuk mengidentifikasi aspek fisik seperti air (MNDWI), vegetasi (EVI), dan lahan terbangun (EBBI) selama periode 2019-2023. Analisis dilakukan menggunakan Google Earth Engine (GEE) untuk memperoleh data spasial yang akurat dan efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EBBI memiliki korelasi positif paling dominan dengan UHI, dengan koefisien determinasi (R^2) berkisar antara 45,7% hingga 50,6%, menunjukkan bahwa lahan terbangun merupakan kontributor utama terhadap peningkatan suhu di wilayah tersebut. Sebaliknya, vegetasi (EVI) menunjukkan hubungan negatif yang moderat dengan UHI, sementara keberadaan air permukaan (MNDWI) menunjukkan korelasi yang sangat lemah. Secara keseluruhan, tren UHI di kawasan Petanglong menunjukkan peningkatan yang signifikan setiap tahun, didorong oleh pembangunan perkotaan yang semakin intensif. Penelitian ini merekomendasikan peningkatan ruang hijau sebagai upaya mitigasi UHI, mengingat peran vegetasi dalam menurunkan suhu. Selain itu, penggunaan platform berbasis cloud seperti GEE terbukti efektif untuk pemrosesan data multi-temporal dalam studi perubahan iklim lokal.

Kata kunci: UHI, Multitemporal Analysis, EBBI, EVI, MNDWI

Abstract

This study aims to analyze the multi-temporal relationship between physical factors and the Urban Heat Island (UHI) phenomenon in the Petanglong area. This region has shown an increase in built-up land due to urbanization and industrialization, significantly impacting the local microclimate. The study utilizes Landsat 8 and 9 satellite imagery and spectral transformations to identify physical aspects such as water (MNDWI), vegetation (EVI), and built-up land (EBBI) over the period 2019-2023. The analysis was conducted using Google Earth Engine (GEE) to obtain accurate and efficient spatial data. The results indicate that EBBI has the most dominant positive correlation with UHI, with a coefficient of determination (R^2) ranging from 45.7% to 50.6%, indicating that built-up land is the primary contributor to temperature increases in the area. Conversely, vegetation (EVI) shows a moderate negative relationship with UHI, while the presence of surface

water (MNDWI) exhibits a very weak correlation. Overall, the trend of UHI in the Petanglong area shows a significant increase each year, driven by intensified urban development and urbanization activities. It recommends increasing green areas as a mitigation effort for UHI, given vegetation's role in reducing temperatures. Additionally, using cloud-based platforms like GEE proved effective for multi-temporal data processing in local climate change studies.

Keywords: UHI, Multitemporal Analysis, EBBI, EVI, MNDWI

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

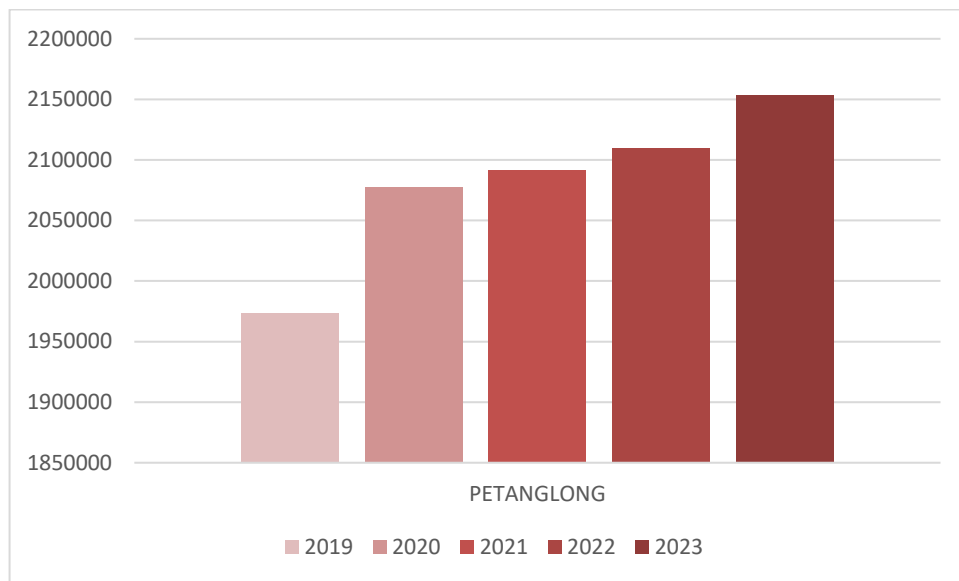
Petanglong (Kota Pekalongan-Batang-Pekalongan) merupakan salah satu kawasan regional pengembangan wilayah yang memiliki keterkaitan pengembangan secara ekonomi, sosial, dan/atau budaya. Kawasan ini berdiri berdasarkan Perda Prov Jawa Tengah nomor 6 Tahun 2010 yang kemudian direvisi menjadi Perda Prov. Jawa Tengah nomor 16 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 6 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029. Sebagai salah satu kawasan regional yang memiliki Kota di dalamnya, Petanglong tentunya tidak lepas dari fenomena urbanisasi.

Urbanisasi di wilayah ini memicu pertumbuhan populasi dari waktu ke waktu (Said Ahmad et al., 2022). Hal tersebut selaras dengan tabel 1 dan gambar 1;

Tabel 1 Pertumbuhan Penduduk

Kota/Kab	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	2019	2020	2021	2022	2023
Kota Pekalongan	307097	307150	308310	309742	317524
Kab. Batang	768583	801718	807005	813791	828883
Kab. Pekalongan	897711	968821	976504	986455	1007384
PETANGLONG	1973391	2077689	2091819	2109988	2153791

Sumber: BPS

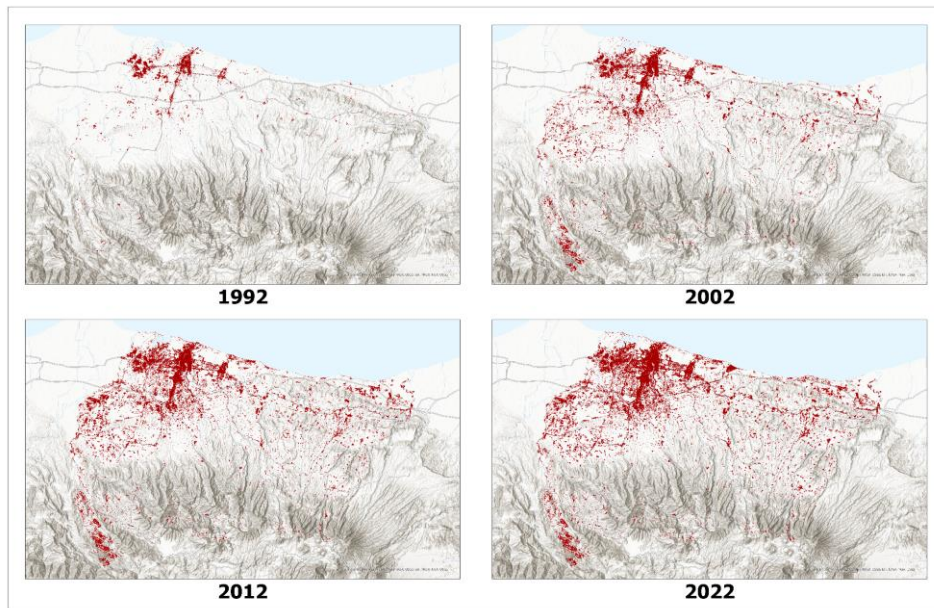


Gambar 1, Pertumbuhan Penduduk

Sumber: BPS

Pertumbuhan penduduk di kawasan Petanglong dalam 5 tahun terakhir mengalami trend positif dengan penambahan penduduk yang konstan di tiap tahunnya dengan penambahan penduduk total hampir mencapai angka 2 juta penduduk. Pertambahan penduduk dari tahun ke tahun akan meningkatkan intensitas mobilitas penduduk didalam Petanglong. Walaupun demikian, pembangunan KITB (Kawasan Industri Terpadu Batang) yang mulai dibangun dengan terbitnya Peraturan Presiden No. 109 Tahun 2020 merupakan factor yang sangat berpengaruh dalam pertumbuhan lahan terbangun baru dari tahun 2019 sebagai tahun sebelum kegiatan Pembangunan dimulai sampai tahun 2023.

Terciptanya area-area urban baru di setiap tahunnya di wilayah ini membuat pemantauan perubahan secara temporal pada pertumbuhan wilayah urban sangat penting untuk mengidentifikasi pertumbuhan perkotaan (Dutta et al., 2021). Mengingat, tutupan lahan akan selalu beradaptasi mengikuti kapasitas dan intensitas mobilitas penduduk di dalamnya. Pernyataan tersebut terbukti dengan peta pertumbuhan lahan terbangun 20 tahun terakhir wilayah ini.



Gambar 2 Peta Pertumbuhan Urban Area Petanglong

Sumber: Penulis

Dalam kurun waktu 30 tahun terakhir pertumbuhan lahan terbangun di kawasan ini terbilang masif dengan pertumbuhan lahan terbangun tertinggi berada pada kurun waktu 10 tahun terakhir. Secara teoritis pertumbuhan lahan terbangun mempengaruhi parameter kualitas lingkungan baik itu kualitas udara, kelembapan, emisi gas buangan kendaraan dan industri serta peningkatan suhu permukaan tanah yang menyebabkan keseimbangan suhu permukaan berubah (Fitriani et al., 2023). Selain itu, fakta bahwa Petanglong merupakan wilayah industri tekstil skala besar dan industri manufaktur memperparah perubahan keseimbangan suhu permukaan di wilayah ini. Perubahan keseimbangan suhu permukaan disini secara tidak langsung dapat mempengaruhi kondisi iklim mikro (Kikon et al., 2016). Oleh karena itu, perlu untuk dilakukan kajian fenomena Urban Heat Island (UHI) secara multitemporal di Kawasan Petanglong karena menurut data di atas wilayah ini terindikasi mengalami fenomena UHI dengan intensitas yang cukup tinggi terutama pada tahun 2012 keatas.

Urban Heat Island (UHI) merupakan fenomena diferensiasi suhu wilayah perkotaan yang lebih tinggi daripada pedesaan sekitarnya. Rata-rata, kota cenderung 1-7 ° F lebih hangat di siang hari (Hibbard et al., 2017) . Fenomena UHI yang terjadi pada

daerah urban dibedakan menjadi dua yaitu Surface Urban Heat Island (SUHI) dan Atmospheric Urban Heat Island (AUHI) dengan karakteristik yang berbeda (ROTH et al., 1989). Metode dalam penginderaan jauh mampu mengidentifikasi UHI dengan tipe SUHI menggunakan bantuan citra satelit yang memiliki sensor thermal seperti; Landsat (*Land Satellite*) dan MODIS (*Moderate Imaging Spectroradiometer*) (Delarizka & Sasmito, 2016). Fenomena UHI merupakan bentuk dari adanya perubahan iklim lokal dan dipengaruhi oleh karakter aspek fisik wilayah sekitar berupa air, vegetasi, dan lahan terbangun (Aldiansyah & Wardani, 2023). Perubahan karakter fisik terhadap UHI dapat diketahui menggunakan citra satelit melalui beberapa transformasi spektral citra antara lain; MNDWI (air), EVI (vegetasi), EBBI (lahan terbangun).

Efektivitas waktu pengolahan data UHI dan transformasi spektral citra tahunan dalam penelitian ini menjadi isu tersendiri. Hal tersebut tidak lepas dari banyaknya data yang harus di olah dalam waktu singkat. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dengan perkembangan teknologi, pengolahan data penginderaan jauh juga ikut berkembang. *Demand* terhadap kecepatan pengolahan dan *simplicity* pengolahan data menjadi lebih tinggi. Hal tersebut memaksa perkembangan metode dalam pengolahan citra sehingga sistem pengolahan data berbasis internet (*cloud computing*) dan sangat dibutuhkan bersama ketersediaan data yang besar (*Big data*) (Nugroho et al., 2019). Google Earth Engine (GEE) merupakan platform berbasis cloud yang dapat digunakan untuk memproses kumpulan data yang tersedia untuk dianalisis. (Nugroho et al., 2019). Algoritma yang tersedia juga terus dikembangkan untuk dapat menghasilkan data analisis yang sistematis untuk pengguna. Pengguna akhirnya dapat melakukan analisis spasial yang kompleks, mulai dari analisis overlay, time series, statistik, klasifikasi dan sebagainya (Julianto et al., 2020). Salah satu dari pemaafaatan konkret teknologi ini adalah pengaplikasiannya dalam deteksi fenomena UHI Temporal (Ferdiansyah & Penggalih, 2022). Sayangnya karena belum adanya metode sekali jalan pengolahan multitemporal UHI dan Aspek Fisik dalam GEE sehingga menyita waktu yang jauh lebih banyak. Oleh karena itu, untuk memudahkan proses analisis trend fenomena UHI akibat

perubahan tutupan lahan dan korelasi hubungan UHI terhadap dampak karakteristik Aspek Fisik dibuatlah penelitian ini.

1.2 Perumusan Masalah

Ekstraksi UHI dan Aspek Fisik (EVI, EBBI, & MNDWI) secara temporal memakan waktu yang jauh lebih lama, sehingga analisis multitempral hubungan data aspek fisik dengann fenomena UHI wilayah penelitian akan terkendala karena lamanya pengolahan data. Oleh karena itu, perlu metode sekali jalan pengolahan multitemporal UHI dan Aspek Fisik menggunakan Cloud Computing Application untuk meningkatkan efektivitas jalannya penelitian. Berdasarkan narasi diatas didapat 2 rumusan masalah berikut.

1. Bagaimana trend fenomena UHI secara multitemporal di wilayah penelitian?
2. Bagaimana hubungan aspek fisik wilayah di pilayah penelitian terhadap fenomena UHI?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis trend fenomena UHI secara multitemporal di wilayah penelitian.
2. Menganalisis hubungan aspek fisik wilayah di wilayah penelitian terhadap fenomena UHI.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan pemikiran baru untuk dunia pendidikan yang semakin berkembang dan praktisi keilmuan di bidang Geografi, Sistem Informasi Geografis, Penginderaan Jauh, Perencanaan Wilayah, Klimatologi, khususnya kajian mengenai fenomena UHI menggunakan metode yang jauh lebih praktis.

2. METODE

Penelitian ini mengambil kawasan Petanglong sebagai wilayah kajian penelitian. Kawasan ini terdiri atas 2 Kabupaten dan 1 Kota Madya yaitu; Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang dan Kota Pekalongan. Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode pengolahan data sekunder dan analisis deskriptif kualitatif dengan citra sebagai data utama. Analisis

data dalam penelitian ini menggunakan analisis multi-temporal. Pemilihan metode tersebut didasarkan pada kesesuaian fungsi metode untuk menganalisis hubungan aspek fisik dan perbandingan UHI di Kawasan Petanglong selama 5 tahun. Pemahaman multi-temporal merujuk pada algoritme yang memanfaatkan hubungan fenomena tertentu yang terjadi selama tempo waktu tertentu. Aspek fisik merujuk pada instrument lingkungan berupa air, vegetasi, dan bangunan yang dapat diidentifikasi menggunakan transformasi spektral citra

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pada tabel 2 berikut akan dijabarkan mengenai data yang digunakan dalam penelitian ini terutama sebagai data utama dalam pengolahan transformasi spektral UHI dan aspek fisik melalui spektral index model.

Tabel 2 Data Penelitian

Jenis Data	Sumber
Citra Landsat 8 & 9	Earth Engine Data Catalog
Data Vektor (Shapefile) Batas Administrasi Petanglong	https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/
Data Vektor (Shapefile) Batas Administrasi Indonesia	https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/

Sumber: Penulis

Pengumpulan data dilakukan dalam beberapa tahap untuk mencapai hasil pengolahan transformasi spektral UHI, sebagai berikut:

a. Pengambilan Data Citra

Pengolahan transformasi spektral UHI dilakukan dengan menggunakan script yang disediakan oleh platform Earth Engine Data Catalog, sebagai penyedia data citra yang difasilitasi oleh Google.

b. Pengambilan Data Vektor Petanglong dan Seluruh Indonesia

Pengambilan data vector dilakukan dengan mengakses www.indonesia.geospasial.com sebagai penyedia data vector yang dapat diakses secara gratis dan terbuka bagi Masyarakat. Nantinya data vector

digunakan sebagai penampal antara hasil transformasi UHI dan Spektral indeks model dengan lokasi kajian penelitian..

2.2 Instrumen dan Bahan Penelitian

Perlunya pengolahan citra untuk transformasi spektral UHI dan spektral index model dalam penelitian ini maka dibutuhkan alat dan bahan yang ditujukan untuk mendukung keberhasilan pembuatan transformasi spektral UHI dan spektral index model berbasis cloud computing application. Pada tabel 3 dan 4 berikut akan disajikan alat dan bahan serta instrument penelitian yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

Tabel 3 Bahan

Jenis Bahan	Sumber
Citra Landsat 8 & 9	Earth Engine Data Catalog
Data Vektor (Shapefile) Batas Administrasi Petanglong	https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/
Data Vektor (Shapefile) Batas Administrasi Indonesia	https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/

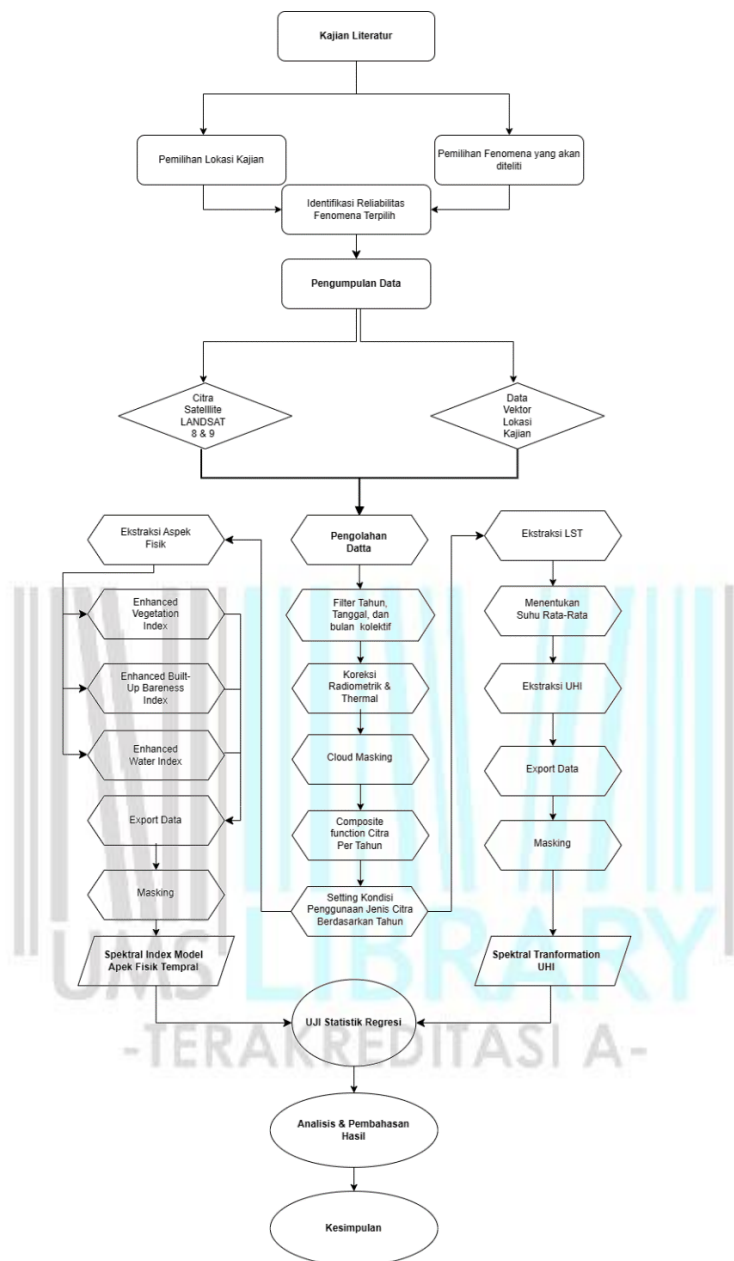
Tabel 4 Instrument Penelitian

Jenis Instrumen	Sumber
Software ArcGIS Pro 3.0	ESRI
Google Earth Engine	Google
SPSS	IBM

2.3 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dalam penelitian ini dapat dilihat melalui gamvar 3. Sebagai berikut:

Gambar 3 Diagram Alir

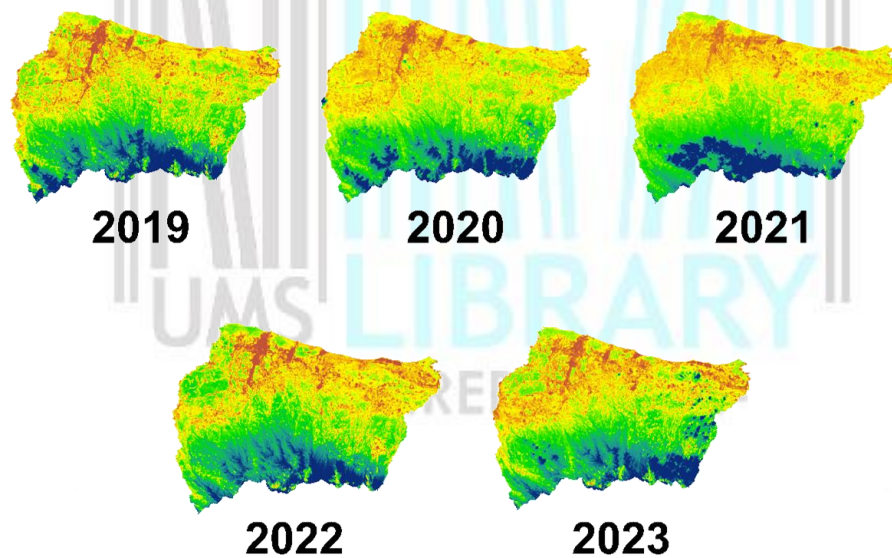


Sumber: Penulis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

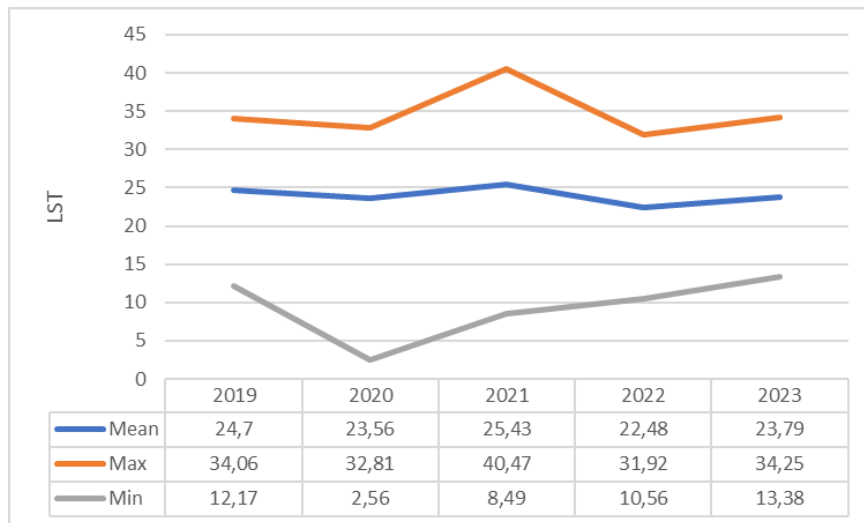
3.1 Trend UHI Multitemporal Kawasan Petanglong

Pesatnya Pembangunan Kawasan Petanglong dalam waktu 5 tahun terakhir memicu perubahan penggunaan lahan menjadi lahan terbangun. Pertumbuhan lahan terbangun di Kawasan Petanglong dalam waktu 5 tahun terakhir dominan berpusat di wilayah dataran rendah & pesisir Petanglong yang terletak disekitar Kota Pekalongan. Terjadinya fenomena ini membuat Kawasan Petanglong secara kontinu mengalami diferensiasi suhu yang signifikan antara wilayah Urban dan Rural yang mengakibatkan timbulnya fenomena Urban Heat Island (UHI) di Kawasan ini. Identifikasi fenomena UHI pada penelitian ini menggunakan nilai Mean LST sebagai nilai ambang batas terjadinya fenomena UHI. Berikut hasil pengolahan data LST menggunakan citra satelit Landsat 8 & 9 Level 1 Collection 2 pada Gambar 4 & Gambar 5



Gambar 4 Peta Multitemporal LST Kawasan Petanglong

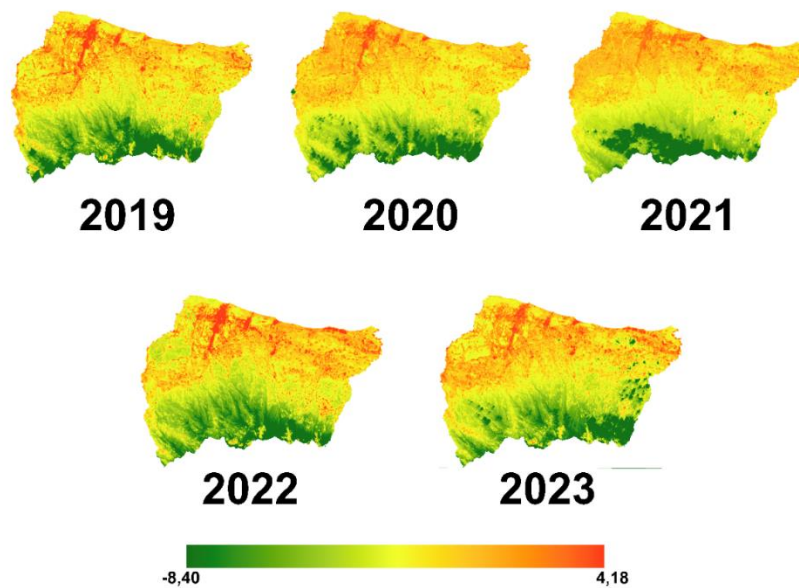
Sumber: Penulis



Gambar 5 Trend LST Kawasan Petanglong Tahun 2019-2023

Sumber: Penulis

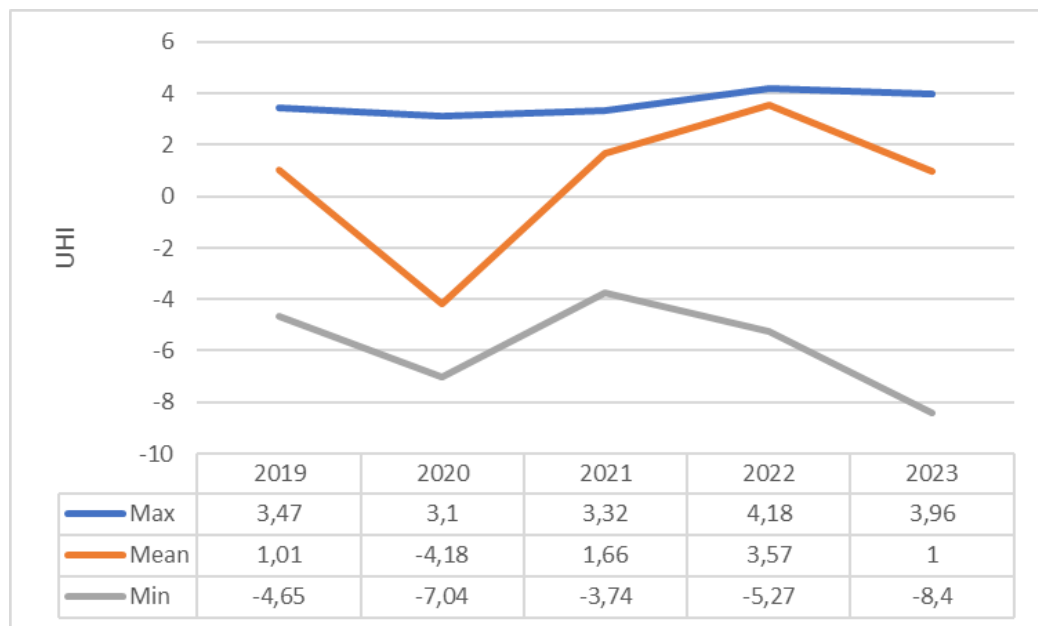
Data suhu dari tahun 2019 hingga 2023 menunjukkan fluktuasi yang mencerminkan variasi iklim tahunan, dan tren ini dapat menjadi rujukan penting untuk analisis fenomena UHI. Suhu rata-rata (mean) tahunan, yang memiliki fluktuasi ringan, berada di sekitar 24.7 pada 2019, turun menjadi 23.56 pada 2020, dan mencapai titik tertinggi pada 2021 sebesar 25.43, kemudian sedikit menurun di tahun-tahun berikutnya. Berdasarkan metode kalkulasi UHI yang digunakkan data mean mencerminkan variabilitas suhu tahunan merupakan sumber utama pengkajian fenomena UHI yang tervisualisasikan pada gambar 6



Gambar 6 Peta Multitemporal I UHI Kawasan Petanglong

Sumber: Penulis

Berdasarkan pengolahan data UHI yang telah dilakukan ditemukan temuan distribusi intensitas fenomena UHI di Kawasan Petanglong tergolong kuat di wilayah Utara Kawasan ini dan melemah seiring menuju ke Selatan. Nilai UHI yang ada di Kawasan Petanglong dalam waktu 5 tahun terakhir secara garis besar merentang dari intensitas terendah pada angka -8,40 sampai intensitas UHI tertinggi pada angka 4,18. Secara detail trend fenomena UHI yang ada di Kawasan Petanglong dapat dilihat melalui Gambar 7



Gambar 7 Trend Fenomena UHI Kawasan Petanglong Tahun 2019-2023

Sumber: Penulis

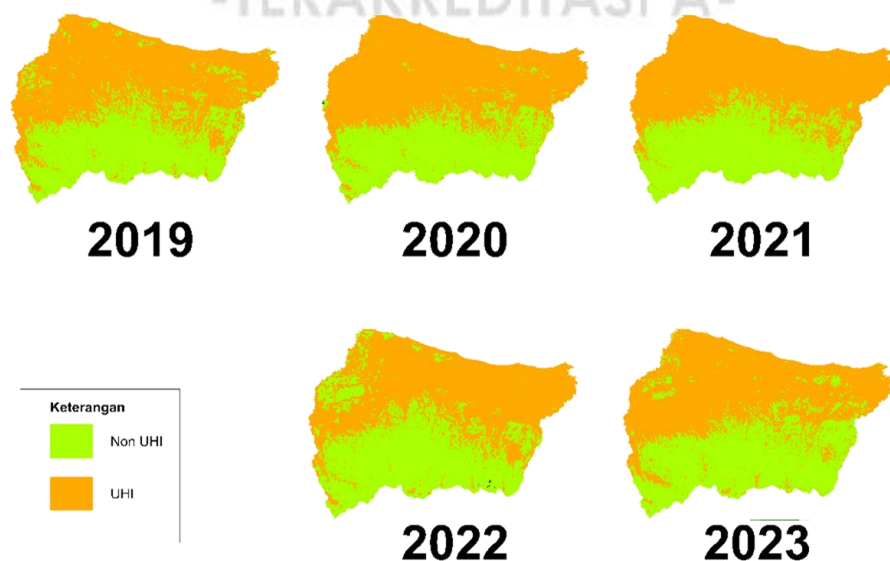
Mengacu pada Gambar 7 Secara detail trend fenomena UHI di Kawasan Petanglong mengalami penurunan pada tahun 2019 sebesar 3,47 ke tahun 2020 sebesar 3,1, lalu secara kontinu naik sampai tahun puncak intensitas pada 2022 sebesar 4,18, dan turun pada tahun 2023 menjadi sebesar 3,96. Hal tersebut berbanding lurus dengan nilai rerata/mean yang terdapat pada masing-masing data tahun Fenomena UHI yang ada. Melalui analisis trend di atas dapat teridentifikasi bahwa fenomena UHI yang ada di Petanglong mengalami kecenderungan yang bermacam-macam pada setiap tahunnya. Kecenderungan ini sangat bergantung pada kondisi yang terjadi pada tahun tersebut. Perlu diketahui bahwa terdapat 5 fenomena utama yang mendasari fluktuasi UHI yang ada pada tahun-tahun tersebut yaitu; Pertumbuhan lahan terbangun, elnino, pandemi covid-19, lanina, & recovery setelah covid. Pada tahun 2019 Petanglong terpapar dampak fenomena El-Nino dengan intensitas rendah yang menyebabkan tahun ini lebih panas daripada tahun lainnya (BMKG, 2024). Hal ini juga di lansir oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) melalui prediksi cuaca tahunan menggunakan Oceanic

Nino Index (ONI) (NOAA, 2024). Pada tahun 2020 terjadi penurunan drastis yang secara tidak langsung disebabkan oleh pandemi covid-19 melalui kebijakan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar). Pemberlakuan kebijakan tersebut secara langsung menghentikan hampir seluruh kegiatan antropogenik yang menghasilkan panas, sehingga Petanglong mendingin pada masa ini (Hadibasyir et al., 2020). Melalui besaran nilai rerata/mean data UHI dapat diidentifikasi bahwa terjadi fenomena UHI dari waktu 2019 sampai 2023 dengan besaran intensitas yang berbeda-beda. Perbedaan intensitas ini menciptakan luas terdampak fenomena UHI yang berbeda pula sesuai Tabel 5 dan Gambar 8

Tahun	Luas UHI (Ha)
2019	105.895,87
2020	112.075,71
2021	109.183,68
2022	98.251,49
2023	101.358,24

Tabel 5 Luas Terdampak Fenomena UHI

Sumber: Penulis



Gambar 8 Luas UHI Terdampak Petanglong Tahun 2019-2023

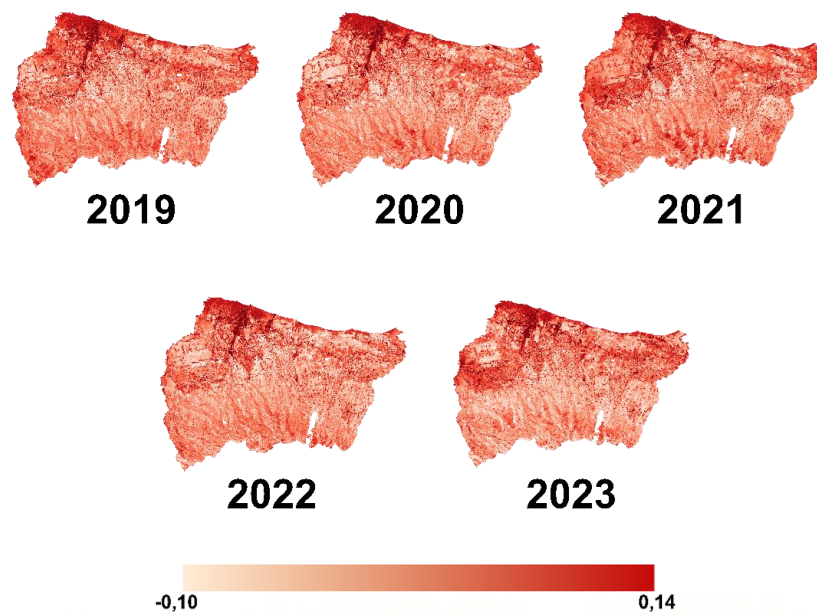
Sumber: Penulis

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 8 di atas dapat diketahui bahwa luasan terdampak fenomena UHI di Kawasan Petanglong paling besar terjadi pada tahun 2020 dengan luas sebesar 112.075,71 hektare wilayah terdampak. Sebaliknya, dampak luasan paling kecil fenomena UHI di Kawasan Petanglong terjadi pada tahun 2022 dengan luas lahan terdampak seluas 98.251,49 hektare. Melalui hasil tersebut teridentifikasi anomali luasan lahan terdampak UHI terutama pada tahun 2022 yang merupakan tahun dengan intensitas tertinggi tetapi terjadi penurunan luasan UHI terdampak yang signifikan. Melalui Peraturan Bupati Nomor 33 Tahun 2021 tentang Rencana Jadwal Pola Tata Tanam dan Kebutuhan Air Untuk Musim Tanam Rendeng Tahun 2021/2022 dan Musim Gadu Tahun 2022, teridentifikasi bahwa bulan tanggal perekaman citra pada 27 Juli 2022 termasuk kedalam musim panen sehingga terdapat tutupan vegetasi padi yang padat pada sawah-sawah yang ada di wilayah kajian. Hal yang sama juga berlaku pada tahun 2023, tetapi karena perekaman data citra yang dilakukan pada tanggal 3 Agustus menyebabkan sebagian padi telah selesai di panen yang secara tidak langsung meningkatkan wilayah terdampak UHI di wilayah Kajian.

3.2 Aspek Fisik

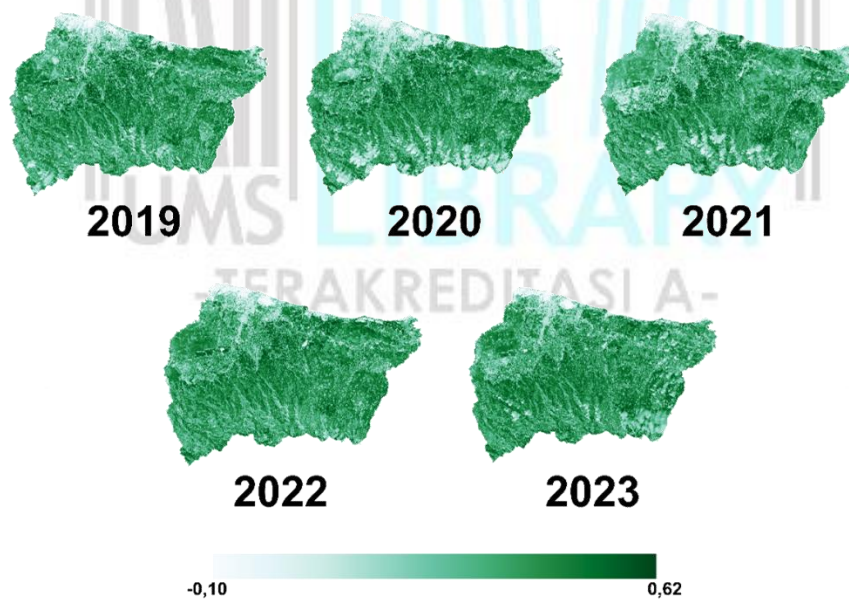
Aspek fisik yang dikaji dalam penelitian ini antara lain adalah lahan terbangun & lahan kosong, vegetasi, serta air. Aspek fisik tersebut di transformasikan menjadi indeks spectral/ *spectral indices* menggunakan pengolahan citra digital. Pemilihan indeks spectral dalam penelitian ini memperhatikan sifat keterbauran dari masing-masing indeks spektral. EBBI (*Enhanced Built-Up & Bareness Index*) merupakan Indeks spectral yang digunakan dalam merepresentasikan bangunan dan lahan kosong terdapat pada Gambar 9. EVI (*Enhanced Vegetation Index*) yang digunakan dalam merepresentasikan vegetasi terdapat pada gambar 10. MNDWI

(Modified Normalized Water Index) yang digunakan untuk merepresentasikan tubuh air permukaan pada gambar 11.



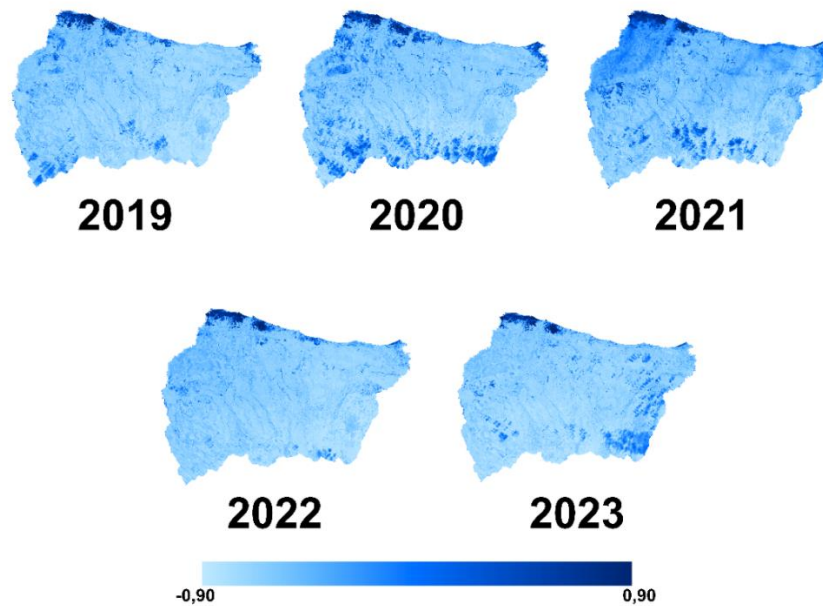
Gambar 9 EBBI Petanglong Tahun 2019-2023

Sumber: Penulis



Gambar 9 EVI Petanglong Tahun 2019-2023

Sumber: Penulis



Gambar 10 MNDWI Petanglong Tahun 2019-2023

Sumber: Penulis

3.3 Uji Korelasi Aspek Fisik Terhadap UHI

Nilai koefisien determinasi (R^2) yang menggambarkan hubungan antara aspek fisik berupa Enhanced Built-up and Bareness Index (EBBI), Enhanced Vegetation Index (EVI), dan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) dengan Urban Heat Island (UHI) selama periode 2019 hingga 2023 disajikan dalam Tabel 4.2. Nilai R^2 ini menunjukkan seberapa besar korelasi UHI yang dapat dijelaskan oleh masing-masing variabel tersebut, dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh pembangunan fisik, vegetasi, dan keberadaan air terhadap perubahan UHI dari tahun ke tahun.

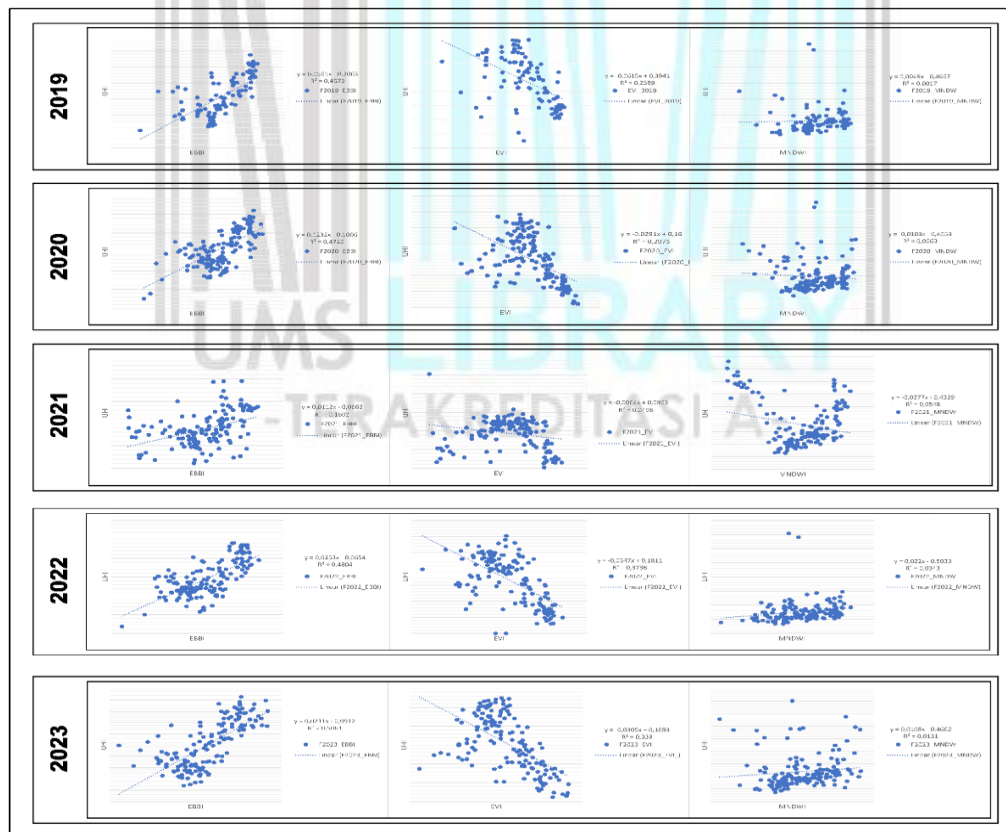
Aspek Fisik	UHI (R^2)				
	2019	2020	2021	2022	2023
EBBI	0,457	0,472	0,180	0,480	0,506
EVI	0,258	0,297	0,049	0,373	0,339
MNDWI	0,001	0,006	0,054	0,034	0,013

Tabel 6 Nilai Determinasi R^2 Hubungan UHI dengan Aspek Fisik

(Sumber: Penulis)

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas nilai koefisien determinasi (R^2) antara EBBI, EVI, dan MNDWI dengan Urban Heat Island (UHI) dari tahun 2019 hingga 2023, EBBI menunjukkan hubungan yang paling kuat terhadap UHI, dengan nilai R^2 berkisar antara 0,457 hingga 0,506. Pada tahun 2019, EBBI memiliki nilai R^2 sebesar 0,506, yang berarti 50,6% variasi UHI dapat dijelaskan oleh perubahan EBBI. Sebaliknya, EVI memiliki hubungan yang lebih lemah terhadap UHI, dengan nilai R^2 bervariasi dari 0,258 pada tahun 2019 hingga 0,339 pada tahun 2023. MNDWI menunjukkan hubungan yang sangat lemah dengan UHI, dengan nilai R^2 yang hampir mendekati nol setiap tahunnya. Pada tahun 2019 hingga 2020, nilai R^2 MNDWI terbesar sebesar 0,054 pada tahun 2021.

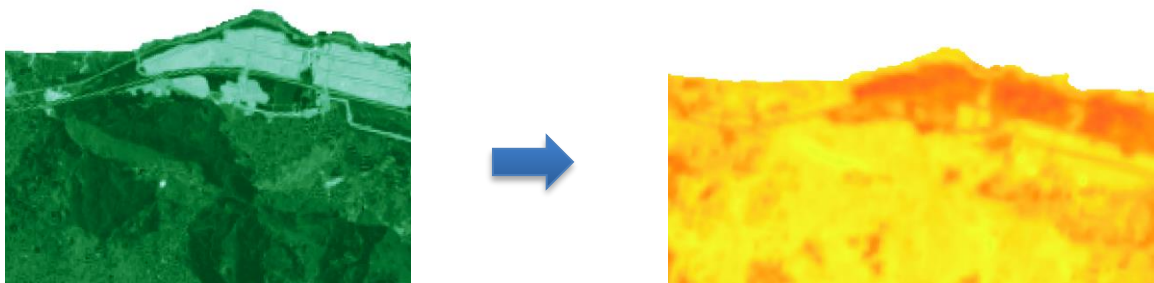
Nilai determinasi R^2 yang telah didapatkan melalui uji statistik regresi linier sederhana di atas tidak dapat membedah sifat kecenderungan Aspek Fisik terhadap UHI yang dikaji. Oleh karena itu, perlu untuk dilakukan analisis identifikasi lanjutan menggunakan Grafik Scatter-Plot seperti pada Gambar 11.



Gambar 12 Grafik Hubungan UHI dengan Aspek Fisik

Sumber: Penulis

Melalui hasil di atas dapat disimpulkan bahwa EBBI memiliki hubungan yang paling kuat diantara aspek fisik yang lain terhadap UHI. Dengan nilai R^2 berkisar antara 0,457 hingga 0,506 pengaruh EBBI terhadap UHI tergolong cukup kuat sampai kuat (Beven & Binley, 1992). Hasil hubungan EBBI terhadap UHI yang bersifat Positif dapat terlihat melalui peningkatan nilai EBBI secara konsisten diikuti oleh peningkatan intensitas UHI yang ditunjukkan oleh garis regresi dengan kemiringan positif dan nilai koefisien determinasi (R^2) yang tinggi. Hal ini menandakan bahwa sebagian besar variasi UHI dapat dijelaskan oleh perubahan EBBI atau pertumbuhan lahan terbangun (Jumadi et al., 2024). Sebaliknya, EVI menunjukkan hubungan negatif terhadap UHI, yang berarti bahwa peningkatan vegetasi cenderung menurunkan UHI. Hal ini terjadi karena sifat tumbuhan yang secara alami dapat menyerap panas sepenuhnya. Meskipun demikian, pengaruh EVI terhadap UHI lebih lemah dibandingkan dengan EBBI, yang tercermin dari nilai R^2 yang lebih rendah dengan nilai R^2 sebesar 0,258 pada tahun 2019 hingga 0,339 pada tahun 2023. Rendahnya nilai R^2 EVI dibanding EBBI terhadap UHI disebabkan oleh distribusi tingkat kepadatan vegetasi yang ada di wilayah penelitian tidak sepenuhnya linier dengan topografi di wilayah penelitian seperti yang tervisualisasikan melalui Gambar 12



Gambar 12 Hutan Terhadap UHI

Sumber: Penulis

Melalui Gambar 12 tersebut diketahui bahwa tutupan lahan vegetasi dengan intensitas tinggi juga ditemukan di wilayah terdampak oleh UHI. Melalui gambar tersebut pula teridentifikasi bahwa tutupan lahan vegetasi dengan intensitas tinggi-pun tidak sepenuhnya bisa menghilangkan UHI bila letaknya berdekatan dengan epicentrum UHI. Tetapi, bukan berarti tidak bisa meredam UHI hal ini dapat dibandingkan dengan wilayah persawahan dalam meredam UHI pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13 Sawah & Tegalan terhadap UHI

(Sumber: Penulis)

Sejatinya UHI merupakan kubah panas jenuh yang makin mendekati epicentrumnya makin tinggi intensitasnya dan sebaliknya. Dalam beberapa situasi tertentu kondisi vegetasi dapat meredam UHI sampai tingkatan tertentu. Melalui Gambar 5.2 dan 5.3 sah bila dikatakan vegetasi dengan nilai kepadatan tinggi berupa hutan jauh lebih baik dalam meredam fenomena UHI dibanding dengan jenis vegetasi apapun dibawahnya. Sementara itu, MNDWI memiliki hubungan yang sangat lemah dengan UHI, sebagaimana ditunjukkan oleh kemiringan garis regresi yang hampir datar dan Hal tersebut dikarenakan hampir seluruh persebaran tutupan lahan tubuh air permukaan hanya berpusat di wilayah perkotaan wilayah penelitian

Jika dilihat dengan lebih jelas data hubungan yang ada pada tahun 2021 secara keseluruhan mengalami anomali yang disebabkan oleh tutupan lahan berupa awan tebal di sisi Selatan wilayah penelitian. Hal tersebut dapat teridentifikasi melalui kasat mata dan nilai spectral yang terlihat pada data aspek fisik. Adanya awan pada

EBBI dan EVI akan dikategorikan menjadi lahan kosong sedangkan pada MNDWI akan dikategorikan menjadi tubuh air. Hal ini secara tidak langsung akan menciptakan suatu anomali karena muncul tutupan lahan yang tidak semestinya pada tutupan lahan yang telah teridentifikasi.

.Secara keseluruhan, pembangunan lahan terbangun (EBBI) adalah faktor yang paling dominan dalam mempengaruhi UHI, diikuti oleh vegetasi (EVI) dengan pengaruh moderat, sementara air atau kelembaban (MNDWI) tidak berkontribusi secara signifikan terhadap perubahan suhu perkotaan yang terkait dengan UHI.

4 PENUTUP

Berdasarkan data tren Urban Heat Island (UHI) di kawasan Petanglong selama periode 2019–2023, terdapat variasi yang cukup signifikan pada nilai rata-rata UHI tiap tahunnya. Pada tahun 2019, nilai rata-rata UHI tercatat sebesar $1,01^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut diikuti oleh penurunan yang cukup tajam pada tahun 2020 dengan mean UHI sebesar $-4,18^{\circ}\text{C}$ yang merupakan nilai terendah dalam periode tersebut. Tahun 2021 menunjukkan kenaikan dengan rata-rata UHI sebesar $1,66^{\circ}\text{C}$ dan dilanjutkan peningkatan yang lebih tinggi pada tahun 2022. Nilai mean UHI pada tahun ini mencapai $3,57^{\circ}\text{C}$ yang merupakan nilai tertinggi dalam lima tahun tersebut. Pada tahun 2023, nilai rata-rata UHI sedikit menurun menjadi 1°C . Dengan demikian, tahun 2022 merupakan periode dengan intensitas rata-rata UHI tertinggi, sementara tahun 2020 adalah periode dengan intensitas terendah. Tren yang fluktuatif ini dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal seperti perubahan iklim global (El-Nino dan La Nina), pertumbuhan lahan terbangun, pembatasan kegiatan antropogenik saat pandemi COVID-19, dan pola tanam pertanian yang turut berperan dalam mereduksi dampak UHI di wilayah ini.

Analisis hubungan antara aspek fisik (air, vegetasi, dan lahan terbangun & kosong) dengan fenomena UHI menunjukkan bahwa setiap aspek memberikan dampak berbeda terhadap intensitas UHI di wilayah penelitian. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa Enhanced Built-Up & Bareness Index (EBBI) yang mewakili lahan terbangun & kosong memiliki hubungan positif yang paling kuat dengan

UHI, dengan nilai R^2 berkisar antara 0,457 hingga 0,506, sehingga pertumbuhan lahan terbangun terbukti signifikan dalam meningkatkan intensitas UHI. Enhanced Vegetation Index (EVI), yang mewakili vegetasi, memiliki hubungan negatif dengan UHI. Peningkatan vegetasi terbukti mampu mereduksi intensitas UHI, meskipun efeknya lebih lemah dibandingkan EBBI, dengan nilai R^2 berkisar antara 0,258 hingga 0,339. Sebaliknya, Modified Normalized Water Index (MNDWI) yang mewakili tubuh air memiliki korelasi sangat lemah dengan UHI, dengan nilai R^2 mendekati nol, menunjukkan bahwa keberadaan air atau kelembaban tidak berpengaruh signifikan dalam mereduksi UHI di wilayah penelitian ini.

Secara teoritis penelitian ini tidak sepenuhnya proporsional karena terdapat satu tahun yaitu tahun 2021 yang data citra satelitnya tidak diambil pada waktu yang sama atau berdekatan dengan data tahun lainnya sehingga komparasi yang dilakukan tidak sepenuhnya *apple to apple*. Secara praktis pengolahan EBBI sampai saat ini tidak mungkin dilakukan menggunakan GEE dan direkomendasikan menggunakan QGIS/ENVI dalam pengolahannya.

PERSANTUNAN

Terimakasih banyak kepada Allah SWT, orang tua, dosen pembimbing, teman-teman, dan kekasih yang telah memberikan bantuan moriil dan materiil kepada penulis sehingga penelitain ini dapat terlaksana dan terselesaikan dengan tuntas

Daftar Pustaka

- Aldiansyah, S., & Wardani, F. (2023). *ANALISIS SPASIO-TEMPORAL FENOMENA URBAN HEAT ISLAND DAN HUBUNGANNYA TERHADAP ASPEK FISIK DI KOTA MAKASSAR (1993-2021)*.
- Beven, K. J., & Binley, A. (1992). The future of distributed models: Model calibration and uncertainty prediction. *Hydrological Processes*, 6, 279–298.
- BMKG. (2024). *ENSO | Informasi Iklim BMKG*. <https://iklim.bmkg.go.id/id/enso/>
- Clinton, N., & Gong, P. (2013). MODIS detected surface urban heat islands and sinks: Global locations and controls. *Remote Sensing of Environment*, 134, 294–304. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.008>
- Deilami, K., Kamruzzaman, Md., & Liu, Y. (2018). Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 67, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.009>
- Delarizka, A., & Sasmito, B. (2016). *Jurnal Geodesi Undip*. 5.
- Ferdiansyah, E., & Penggalih, W. R. (2022). *Identifikasi Urban Heat Island dan Faktor yang Mempengaruhinya Menggunakan Google Earth Engine*. 1(1).
- Fitriani, Y., Hadibasyir, H. Z., Fikriyah, V. N., & Ibrahim, M. H. (2023). Assessment of the Comfort Level of Cilegon City Communities Based on Surface Temperature, Vegetation Density, and Built-Up Land. In H. Z. Hadibasyir & V. N. Fikriyah (Eds.),

Proceedings of the International Conference of Geography and Disaster Management (ICGDM 2022) (Vol. 755, pp. 34–54). Atlantis Press SARL.
https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4_4

Hibbard, K. A., Hoffman, F. M., Huntzinger, D., West, T. O., Wuebbles, D. J., Fahey, D. W., Hibbard, K. A., Dokken, D. J., Stewart, B. C., & Maycock, T. K. (2017). *Ch. 10: Changes in Land Cover and Terrestrial Biogeochemistry. Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I*. U.S. Global Change Research Program. <https://doi.org/10.7930/J0416V6X>

Julianto, F. D., Putri, D. P. D., & Safi'i, H. H. (2020). *Analisis Perubahan Vegetasi dengan Data Sentinel-2 menggunakan Google Earth Engine (Studi Kasus Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta)*. 02(02).

Jumadi, Novita Sari, D., Fikriyah, V. N., Aditya Pratama, B., Wardah, H., Triasa Madani, D., Dwi Priyono, K., Zaky Hadibasyir, H., Danardono, & Saputra, A. (2024). Influence of urban growth on urban heat island phenomenon around Jakarta, Indonesia: Insight from Depok and South Tangerang city. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1291(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1291/1/012001>

NOAA. (2024). *Historical El Nino / La Nina episodes (1950-present)*.
https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

Nugroho, G., Rarasati, A., & Kushardono, D. (2019). *PENYEDIAAN INFORMASI GEOSPASIAL BERBASIS CLOUD COMPUTING DATA PENGINDERAAN JAUH*. 12.

ROTH, M., OKE, T. R., & EMERY, W. J. (1989). Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. *International Journal of Remote Sensing*, 10(11), 1699–1720.
<https://doi.org/10.1080/01431168908904002>

Said Ahmad, M. R. S. A., Massuanna, W., Cahyadi, S. A., & Rahmi, S. (2022). Dampak Perkembangan Urbanisasi Terhadap Tingkat Pertumbuhan Penduduk Di Perkotaan. *Syntax Idea*, Vol 4 No 6 (2022): *Syntax Idea*, 1026–1034.

