

cek

by AHMAD DAHLAN UNIVERSITY

Submission date: 27-Oct-2025 04:11PM (UTC+0700)

Submission ID: 2708401577

File name: Jurnal_Taufan_Sinta_2.docx (1.92M)

Word count: 5492

Character count: 36565

Analisis Kerentanan Ekologis Perkotaan Terhadap Urban Heat Island Berdasarkan Pendekatan Tata Ruang Hijau Dan Pola Perkembangan Lahan (Studi Kasus: Kota Yogyakarta)

Taufan Kharis¹, Edi Istiyono²

¹Universitas Negeri Yogyakarta. Jl. Colombo No. 1, Karangmalang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281; e-mail: tovankharis@gmail.com

²Universitas Negeri Yogyakarta. Jl. Colombo No. 1, Karangmalang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281; e-mail: edi.istiyono@uny.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerentanan ekologis kawasan perkotaan terhadap fenomena Urban Heat Island (UHI) berdasarkan integrasi tata ruang hijau dan pola perkembangan lahan di Kota Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif spasial dengan data multispektral dari citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS periode 2020–2025. Beberapa indeks yang dihitung meliputi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built-up Index (NDBI), dan Land Surface Temperature (LST) yang digunakan untuk menilai intensitas UHI serta membangun Indeks Kerentanan Ekologis (IEK) melalui metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata intensitas UHI meningkat dari 2,3°C pada tahun 2020 menjadi 3,7°C pada tahun 2025, disertai dengan penurunan tutupan vegetasi (NDVI 0,45 → 0,33) dan peningkatan area terbangun (NDBI 0,12 → 0,21). Zona kerentanan tertinggi terkonsentrasi pada kawasan komersial dan padat bangunan. Temuan ini menegaskan peran penting ruang terbuka hijau dalam mitigasi efek panas perkotaan serta mendukung kebijakan perencanaan tata ruang berkelanjutan.

Kata kunci: Urban Heat Island, kerentanan ekologis, NDVI, NDBI, tata ruang hijau, Yogyakarta.

ABSTRACT

This study aims to analyze the ecological vulnerability of urban areas to the Urban Heat Island (UHI) phenomenon based on the integration of green spatial planning and land development patterns in Yogyakarta City. The research employed a quantitative spatial approach using multispectral data from Landsat 8 OLI/TIRS (2020–2025). Several indices were calculated, including the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built-up Index (NDBI), and Land Surface Temperature (LST), which were then used to assess UHI intensity and construct an Ecological Vulnerability Index (EVI) through the Analytical Hierarchy Process (AHP). The results showed that the average UHI intensity increased from 2.3°C in 2020 to 3.7°C in 2025, accompanied by a decrease in vegetation cover (NDVI 0.45 → 0.33) and an increase in built-up areas (NDBI 0.12 → 0.21). The highest vulnerability zones were concentrated in commercial and densely built-up areas. The findings highlight the critical role of green open spaces in mitigating urban thermal effects and supporting sustainable spatial planning policies.

Keywords: Urban Heat Island, ecological vulnerability, NDVI, NDBI, green spatial planning, Yogyakarta.

Citation: Pertama, S., Kedua, P., dan Akhir, P. (Tahun). Judul. Jurnal Ilmu Lingkungan, xx(x), xx-xx, doi:10.14710/jil.xx.x.xxx-xx

1. PENDAHULUAN

Fenomena peningkatan suhu di kawasan perkotaan kini menjadi isu lingkungan yang menonjol di berbagai belahan dunia. Urbanisasi yang berlangsung tanpa kendali telah mengubah keseimbangan ekologis kota, terutama melalui konversi ruang hijau menjadi kawasan terbangun dengan tingkat kerapatan bangunan yang tinggi. Transformasi ini menimbulkan ketidakseimbangan antara sistem alami dan sistem buatan, sehingga

menurunkan kemampuan lingkungan dalam mengatur sirkulasi udara dan menahan panas permukaan. Salah satu dampak paling kentara dari perubahan tersebut adalah terbentuknya Urban Heat Island (UHI), yaitu kondisi meningkatnya suhu udara maupun suhu permukaan di wilayah perkotaan dibandingkan kawasan vegetatif di sekitarnya (Dahlan, 2022).

Fenomena UHI berdampak luas terhadap kualitas lingkungan dan kehidupan masyarakat kota.

Peningkatan suhu tidak hanya menurunkan kenyamanan termal, tetapi juga memperburuk kualitas udara, memengaruhi efisiensi energi, dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan akibat panas ekstrem (Asmara & Purbokusumo, 2022). Selain itu, tingginya kebutuhan energi untuk pendingin ruangan turut mendorong kenaikan emisi karbon dioksida, yang pada akhirnya memperparah perubahan iklim global (Kusyuniadi & Buchori, 2020).

Secara global, berbagai studi di kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Yogyakarta menunjukkan adanya korelasi kuat antara kepadatan bangunan, rendahnya rasio ruang hijau, dan peningkatan suhu permukaan. Namun, di negara berkembang seperti Indonesia, fenomena ini memiliki karakteristik tersendiri karena urbanisasi sering kali berlangsung tanpa perencanaan ekologis yang matang. Salah satu contoh nyata dapat dilihat di Kota Yogyakarta, yang dalam dua dekade terakhir mengalami pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur yang sangat pesat (Rosit & Aisiyah, 2024).

Perubahan fungsi lahan dari area pertanian dan ruang terbuka hijau menjadi kawasan permukiman, komersial, serta transportasi telah menimbulkan pergeseran struktur ekologis kota. Akibatnya, vegetasi yang berperan sebagai penyerap panas semakin berkurang, distribusinya tidak merata, dan suhu permukaan meningkat secara signifikan (Taufik et al., 2023). Kondisi ini menimbulkan tantangan baru dalam menjaga keberlanjutan lingkungan perkotaan, sekaligus mengancam keseimbangan ekologis yang menjadi fondasi kenyamanan hidup masyarakat urban.

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki fungsi vital sebagai penyeimbang ekosistem dan mitigator alami terhadap dampak UHI. Keberadaan RTH tidak hanya berperan sebagai ruang rekreasi publik, tetapi juga sebagai penyerap panas, penghasil oksigen, penopang biodiversitas, dan pengatur suhu mikro di kawasan perkotaan (Hayuningtyas & Nursadi, 2024). Vegetasi pada RTH juga membantu meningkatkan kapasitas infiltrasi air tanah dan menekan potensi banjir, sehingga menciptakan keseimbangan ekologi yang berkelanjutan (Hastira et al., 2022).

Sayangnya, realitas di lapangan menunjukkan bahwa proporsi RTH di banyak kota di Indonesia, termasuk Yogyakarta, masih jauh dari ideal. Alih fungsi lahan, tekanan ekonomi, dan lemahnya penegakan kebijakan tata ruang menyebabkan pengelolaan ruang hijau sering kali bersifat simbolis, bukan fungsional (Suci et al., 2024). Hal ini memperburuk kondisi termal kota dan menurunkan kemampuan ekologis lingkungan dalam menahan dampak panas.

Kesenjangan antara idealitas perencanaan dan realitas implementasi kebijakan RTH menjadi salah satu faktor utama yang memperparah dampak UHI. Meskipun berbagai regulasi telah mengatur proporsi minimal ruang hijau, implementasinya sering terkendala oleh dominasi kepentingan ekonomi,

politis, dan lemahnya koordinasi antarinstansi (Tawil et al., 2024). Akibatnya, ruang terbuka hijau yang seharusnya menjadi bagian integral dari struktur kota justru terpinggirkan oleh ekspansi pembangunan (Budisetyorini et al., 2021).

Kondisi ini menunjukkan bahwa penanganan UHI tidak dapat hanya bergantung pada kebijakan teknis, tetapi memerlukan komitmen politik dan sosial yang kuat, disertai perencanaan tata ruang yang berorientasi ekologis.

Berbagai studi sebelumnya telah mengidentifikasi hubungan antara ruang hijau dan suhu permukaan menggunakan pendekatan citra satelit, seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Land Surface Temperature* (LST). Hasil kajian Asmara & Purbokusumo (2022) mengonfirmasi bahwa peningkatan vegetasi berbanding terbalik dengan peningkatan suhu permukaan. Namun, sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada hubungan spasial sederhana antara vegetasi dan suhu, tanpa meninjau faktor-faktor kerentanan ekologis yang mencakup dimensi sosial, morfologi kota, dan daya adaptasi lingkungan (Taufik et al., 2023).

Keterbatasan tersebut menciptakan kesenjangan ilmiah yang penting untuk diisi melalui analisis yang lebih komprehensif dan terintegrasi. Pendekatan spasial-ekologis memungkinkan pemetaan wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap UHI, sekaligus membantu mengidentifikasi determinan ekologis yang paling berpengaruh.

Yogyakarta dipilih sebagai lokasi studi karena memiliki karakteristik urban yang unik: kepadatan penduduk tinggi, laju pembangunan cepat, dan keterbatasan lahan hijau. Berdasarkan data tata ruang (RTRW) dan penginderaan jauh, proporsi ruang hijau di kota ini terus menurun, sementara peningkatan suhu permukaan menunjukkan tren signifikan, khususnya di wilayah dengan dominasi permukiman padat dan aktivitas perdagangan (Oktarini et al., 2023).

Fenomena tersebut menegaskan adanya ketidakseimbangan ekologis yang perlu dikaji secara ilmiah. Kajian terhadap tata ruang hijau dan pola perkembangan lahan diharapkan dapat memberikan dasar yang kuat bagi rekomendasi kebijakan ruang kota yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim perkotaan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan integrasi analisis spasial dan ekologis. Pendekatan ini dipilih karena fenomena Urban Heat Island (UHI) merupakan proses ekologis yang bersifat spasial—berkaitan langsung dengan distribusi permukaan lahan, tata ruang hijau, dan struktur perkotaan. Melalui pendekatan ini, penelitian berupaya mengukur, memetakan, serta menganalisis tingkat kerentanan ekologis wilayah perkotaan terhadap UHI dengan memanfaatkan teknologi

penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG).

Secara konseptual, penelitian ini memandang bahwa kerentanan ekologis perkotaan terhadap UHI merupakan kondisi yang menggambarkan sejauh mana sistem ekologis kota (meliputi vegetasi, morfologi lahan, dan permukaan buatan) tidak mampu menahan peningkatan suhu akibat urbanisasi dan penurunan ruang hijau. Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan dimensi ekologi perkotaan, pola ruang, dan karakteristik fisik permukaan kota dalam satu analisis spasial terpadu.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), Indonesia. Secara geografis, Kota Yogyakarta terletak pada koordinat 7°47' Lintang Selatan dan 110°22' Bujur Timur, dengan luas wilayah ±32,5 km² yang terbagi ke dalam 14 kecamatan. Kota ini dipilih karena memiliki karakteristik urban yang kompleks, tingkat kepadatan penduduk tinggi (lebih dari 12.000 jiwa/km²), serta penurunan proporsi ruang terbuka hijau (RTH) yang signifikan dalam dua dekade terakhir.

Selain itu, Kota Yogyakarta memperlihatkan gejala peningkatan suhu permukaan yang konsisten dari tahun ke tahun, sebagaimana terdeteksi oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Kondisi ini menjadikan wilayah tersebut relevan sebagai studi kasus fenomena UHI di perkotaan Indonesia.

Waktu penelitian dilaksanakan selama tahun 2025, sementara data spasial yang digunakan mencakup rentang tahun 2020 hingga 2025 untuk menelusuri dinamika perubahan lahan dan ruang hijau dalam kurun waktu lima tahun.

2.3. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dua jenis sumber, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer diperoleh melalui observasi lapangan, seperti pengukuran suhu mikro, dokumentasi vegetasi, dan titik koordinat GPS yang digunakan untuk validasi hasil klasifikasi citra.
2. Data Sekunder diperoleh dari berbagai instansi resmi, di antaranya:
 - a. Citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dan Sentinel-2A yang diunduh dari portal USGS Earth Explorer.
 - b. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Yogyakarta dari Bappeda DIY.
 - c. Data suhu udara dan kelembapan dari BMKG Stasiun Klimatologi Yogyakarta.
 - d. Data kepadatan penduduk dari BPS Kota Yogyakarta (2025).

Berbagai data tersebut diolah secara spasial untuk memperoleh informasi mengenai suhu

permukaan, tutupan vegetasi, dan perubahan penggunaan lahan.

2.4. Variabel dan Indikator Penelitian

Penelitian ini melibatkan enam variabel utama:

1. Urban Heat Island (UHI) merupakan variabel dependen utama, dihitung dari perbedaan suhu antara area urban dan non-urban.
2. Suhu Permukaan (LST) sebagai basis perhitungan UHI yang diturunkan dari citra satelit termal.
3. Tata Ruang Hijau (NDVI) menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi dan kerapatan tutupan lahan.
4. Pola Perkembangan Lahan (LULC) menjelaskan perubahan luas dan distribusi area terbangun serta ruang hijau.
5. Kepadatan Bangunan (NDBI) mencerminkan struktur morfologi dan intensitas pembangunan kota.
6. Kerentanan Ekologis (IEK) indeks komposit yang menggabungkan seluruh variabel untuk menilai tingkat kerentanan ekologis terhadap UHI.

Setiap variabel memiliki indikator dan satuan tertentu, seperti NDVI (0–1), NDBI (-1–1), LST (°C), serta UHI (ΔT°C).

2.5. Teknik Pengumpulan Data

1. Penginderaan Jauh (Remote Sensing)

Tahap pertama adalah pengumpulan dan pengolahan citra satelit. Citra Landsat 8 OLI/TIRS digunakan karena memiliki resolusi spasial 30 meter dan kanal termal (Band 10) yang mampu mendeteksi suhu permukaan bumi.

Langkah-langkahnya meliputi:

- a. Radiometric correction dan atmospheric correction untuk menghilangkan pengaruh awan dan distorsi.
 - b. Pemotongan wilayah (cropping) sesuai batas administratif Kota Yogyakarta.
 - c. Pembuatan band composite untuk menggabungkan kanal inframerah dekat (NIR), merah (RED), dan termal.
 - d. Perhitungan indeks NDVI, NDBI, dan LST.
2. Analisis Tata Ruang (Spatial Mapping)
- Peta RTRW digunakan untuk mengetahui pola rencana ruang dan luas ruang terbuka hijau eksisting. Data ini kemudian dioverlay dengan hasil analisis citra untuk melihat kesesuaian antara perencanaan tata ruang dengan kondisi aktual di lapangan.
3. Observasi Lapangan (Ground Check)
- Observasi dilakukan di beberapa titik yang mewakili zona berbeda (area vegetasi tinggi, area terbangun, dan campuran).

Pengukuran suhu mikro dilakukan menggunakan termometer digital, sedangkan kondisi vegetasi dan penggunaan lahan didokumentasikan untuk validasi data satelit.

2.6. Teknik Analisis Data

2.6.1. Analisis NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

Indeks NDVI digunakan untuk menilai tingkat kerapatan vegetasi. Nilainya diperoleh dari kombinasi kanal inframerah dekat (NIR) dan kanal merah (RED). Rumus NDVI ditulis sebagai berikut:

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

Indeks ini menghasilkan nilai antara -1 hingga +1, di mana:

- 0.60 - 1.00 → Vegetasi lebat
- 0.30 - 0.59 → Vegetasi sedang
- 0.00 - 0.29 → Vegetasi jarang
- < 0.00 → Area non-vegetatif (bangunan/air)

Nilai NDVI yang tinggi menunjukkan kerapatan vegetasi tinggi dan kemampuan lebih besar dalam menyerap panas, sehingga mampu menurunkan suhu permukaan.

2.6.2. Analisis NDBI (Normalized Difference Built-up Index)

Indeks NDBI digunakan untuk menilai tingkat kepadatan bangunan dan lahan terbangun. Nilainya diperoleh dari kombinasi kanal SWIR (Shortwave Infrared) dan NIR, dengan rumus:

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

Interpretasi nilai:

- a. Nilai positif (+) menunjukkan area terbangun padat, seperti permukiman, gedung, dan infrastruktur.
- b. Nilai negatif (-) menunjukkan area vegetatif atau badan air.

Kombinasi NDVI dan NDBI digunakan untuk memisahkan area vegetasi dari area terbangun secara spasial.

2.6.3. Analisis Suhu Permukaan (Land Surface Temperature / LST)

LST dihitung menggunakan kanal termal (Band 10) dari citra Landsat 8 dengan rumus konversi suhu permukaan:

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{\lambda \times BT}{\rho}\right) \times \ln(\epsilon)}$$

LST = Suhu permukaan (°C)

BT = Brightness Temperature (°K)

λ = Panjang gelombang emisi radiasi (10.895 μ m untuk Landsat 8 Band 10)

ϵ = Emisivitas permukaan

$$\rho = h \times c \times \sigma = 1.438 \times 10^{-2} m \cdot K$$

Nilai LST yang diperoleh dikonversi ke satuan Celcius dan kemudian dipetakan untuk memperlihatkan distribusi spasial suhu permukaan di Kota Yogyakarta.

2.6.4. Analisis Urban Heat Island (UHI)

Fenomena Urban Heat Island (UHI) dihitung dengan mengukur perbedaan suhu rata-rata antara wilayah urban (padat bangunan) dan wilayah rural (bervegetasi tinggi), menggunakan rumus:

$$UHI = LST_{urban} - LST_{rural}$$

Keterangan:

LST_{urban} = Suhu permukaan wilayah urban

LST_{rural} = Suhu permukaan wilayah rural

Klasifikasi intensitas UHI:

UHI tinggi : $\Delta T > 3^{\circ}C$

UHI sedang : $1^{\circ}C \leq \Delta T \leq 3^{\circ}C$

UHI rendah : $\Delta T < 1^{\circ}C$

2.6.5. Analisis Overlay Spasial

Analisis overlay digunakan untuk menggabungkan beberapa peta tematik, yaitu NDVI, NDBI, LST, UHI, dan tata ruang hijau (RTRW).

Tujuannya adalah untuk mengetahui hubungan antara tutupan vegetasi, suhu permukaan, dan pola penggunaan lahan dalam memengaruhi tingkat kerentanan ekologis.

Proses overlay dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.x atau QGIS 3.x, dengan tahapan:

1. Reproyeksi dan penyamaan sistem koordinat (WGS 84 / UTM Zone 49S).
2. Overlay peta vegetasi dan suhu untuk melihat korelasi spasial.
3. Analisis zonasi untuk menghasilkan peta kerentanan ekologis perkotaan terhadap UHI.

2.6.6. Analisis Indeks Kerentanan Ekologis (IEK)

Untuk menilai tingkat kerentanan ekologis terhadap UHI, dikembangkan Indeks Kerentanan Ekologis (IEK) sebagai gabungan dari variabel NDVI, NDBI, LST, dan UHI.

Rumus perhitungannya adalah:

$$IEK = (w_1 \times NDVI) + (w_2 \times NDBI) + (w_3 \times LST) + (w_4 \times UHI)$$

Bobot (w_1 - w_4) ditentukan berdasarkan tingkat pengaruh terhadap UHI menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP).

Nilai IEK kemudian diklasifikasikan menjadi:

0.00-0.33 = Kerentanan Rendah

0.34-0.66 = Kerentanan Sedang

0.67-1.00 = Kerentanan Tinggi

Hasil analisis ini memberikan gambaran spasial tentang area mana yang paling rentan terhadap tekanan panas akibat menurunnya kapasitas ekologis kota.

2.6.7. Analisis Statistik Korelasi

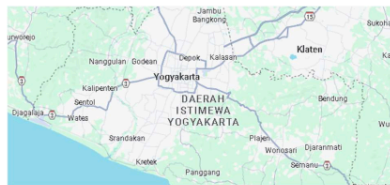
Untuk mengetahui pengaruh ruang hijau terhadap suhu permukaan, dilakukan uji korelasi dan regresi linier sederhana antara nilai NDVI dan LST. Nilai koefisien negatif menunjukkan hubungan terbalik, yaitu semakin tinggi NDVI, semakin rendah suhu permukaan.

Selain itu, korelasi antara UHI dan NDBI juga dianalisis untuk melihat kontribusi area terbangun terhadap peningkatan suhu.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum

Kota Yogyakarta, yang merupakan bagian integral dari Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), menempati posisi geografis yang strategis di jantung Pulau Jawa. Secara astronomis, kota ini berada pada koordinat $7^{\circ}48'$ Lintang Selatan dan $110^{\circ}22'$ Bujur Timur dengan total luas wilayah sekitar $32,5 \text{ km}^2$ (Iqbal et al., 2020). Wilayah administratifnya berbatasan langsung dengan Kabupaten Sleman di utara, Kabupaten Bantul di selatan, Kabupaten Kulon Progo di barat, serta Kabupaten Klaten di bagian timur. Sebagai kota yang memiliki nilai historis dan budaya tinggi sekaligus menjadi pusat pendidikan nasional, Yogyakarta menonjol dengan karakter tata ruangnya yang menekankan keseimbangan antara pelestarian nilai-nilai budaya dan pembangunan lingkungan yang berkelanjutan (Iqbal et al., 2020).



Gambar 1. Gambaran Wilayah Yogyakarta

Dari aspek demografi, Yogyakarta tergolong sebagai kota dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Pada tahun 2021, jumlah penduduknya mencapai kurang lebih 400.000 jiwa dengan kepadatan mencapai sekitar 12.000 jiwa per kilometer persegi pada kawasan tertentu (Iqbal et al., 2020). Struktur tata ruang kota terbentuk secara fungsional, mencakup area permukiman, pusat perdagangan, kawasan pendidikan, serta destinasi wisata. Kawasan permukiman tersebar di seluruh kecamatan, sementara pusat perdagangan terpusat di jalur strategis seperti Jalan Malioboro. Sementara itu,

kawasan pendidikan berpusat di sekitar kampus besar seperti Universitas Gadjah Mada. Di sisi lain, sektor pariwisata menjadi elemen penting dalam membentuk dinamika tata ruang kota, ditandai dengan keberadaan destinasi unggulan seperti Keraton Yogyakarta dan Candi Borobudur yang menjadikan kota ini salah satu ikon pariwisata nasional (Bawono et al., 2022).

Dari segi kondisi fisik dan iklim, Yogyakarta menunjukkan variasi lingkungan yang cukup beragam. Topografi wilayahnya didominasi oleh dataran dengan ketinggian antara 300 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Suhu rata-rata berkisar antara 24°C hingga 30°C , meskipun pada kondisi tertentu dapat mencapai 37°C (Giofandi, 2020). Rata-rata curah hujan tahunan mencapai 2.500 mm, dengan intensitas tertinggi terjadi pada bulan Februari hingga Maret (Nahak et al., 2024). Keberadaan sungai-sungai besar seperti Sungai Code dan Sungai Gajah Wong juga memiliki peranan penting dalam mengatur sirkulasi udara, drainase alami, serta memengaruhi pola tata ruang perkotaan (Nahak et al., 2024).

Perkembangan wilayah Yogyakarta turut menghadapi tantangan lingkungan akibat pesatnya proses urbanisasi. Pergeseran penggunaan lahan dari fungsi pertanian menuju kawasan permukiman dan komersial menimbulkan tekanan ekologis yang cukup signifikan. Fenomena ini menyebabkan berkurangnya ruang terbuka hijau sebagai penyangga ekosistem kota (Asmara & Purbokusumo, 2022). Banyak area vegetasi yang hilang akibat ekspansi pembangunan infrastruktur yang kurang terkendali dan kurang memperhatikan daya dukung lingkungan (Iqbal et al., 2020). Kondisi tersebut memicu terbentuknya fenomena urban heat island (UHI), yaitu peningkatan suhu permukaan yang diiringi dengan penurunan kualitas udara dan kenyamanan lingkungan akibat meluasnya area terbangun serta minimnya tutupan vegetasi (Atianta, 2020). Fenomena ini semakin jelas terlihat di kawasan padat bangunan, di mana suhu permukaan cenderung lebih tinggi dibandingkan daerah dengan tingkat vegetasi yang lebih baik (Atianta, 2020).

Menghadapi kondisi tersebut, diperlukan langkah strategis dalam mengintegrasikan kebijakan pembangunan dengan prinsip keberlanjutan lingkungan. Upaya menyeimbangkan kebutuhan ekonomi dan pelestarian alam harus menjadi fokus utama dalam perencanaan tata ruang kota. Selain itu, partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kualitas lingkungan dan memperkuat kesadaran ekologis menjadi faktor penting untuk mengurangi dampak negatif urbanisasi, termasuk fenomena urban heat island (Rizki et al., 2024). Pendekatan tata ruang yang adaptif, berbasis komunitas, serta berpihak pada keberlanjutan diharapkan mampu menjadikan Yogyakarta sebagai kota yang tidak hanya maju secara ekonomi dan budaya, tetapi juga tangguh terhadap perubahan lingkungan global.

3.2. Kondisi Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan Vegetasi

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan elemen ekologis utama yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan perkotaan, khususnya dalam mengatur suhu permukaan dan mengurangi dampak Urban Heat Island (UHI). Berdasarkan hasil analisis citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS periode tahun 2020-2025, kondisi vegetasi di Kota Yogyakarta dianalisis menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk menilai tingkat kehijauan dan distribusi ruang hijau.

Perhitungan NDVI dilakukan dengan menggunakan formula:

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

Keterangan:

NIR (Near Infrared) merupakan nilai reflektansi pada kanal inframerah dekat, RED (Red) merupakan reflektansi pada kanal merah spektrum optik.

Nilai NDVI berada dalam rentang -1 hingga +1, di mana nilai tinggi menunjukkan kerapatan vegetasi yang besar, sedangkan nilai rendah menandakan area yang tidak bervegetasi atau telah tertutup permukaan terbangun. Berdasarkan klasifikasi umum, nilai NDVI dapat dikelompokkan menjadi empat kategori:

Tabel 1. Nilai NDVI

Rentang NDVI	Kategori Vegetasi	Keterangan
0.60 – 1.00	Vegetasi lebat	Tutupan pohon padat, taman kota, hutan kecil
0.30 – 0.59	Vegetasi sedang	Area pertanian dan kebun campuran
0.00 – 0.29	Vegetasi jarang	Lahan terbuka, pekarangan, vegetasi kering
< 0.00	Non-vegetatif	Bangunan, aspal, badan air

Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit tahun 2025, total luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Yogyakarta hanya mencapai sekitar 20% dari luas wilayah kota ($\pm 6,5 \text{ km}^2$). Persentase tersebut masih berada di bawah target nasional sebesar 30% sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.



Gambar 2. Citra Satelit wilayah pinggiran kota

Distribusi RTH secara spasial menunjukkan bahwa area dengan nilai NDVI tinggi (0.6-1.0) umumnya terletak di wilayah pinggiran kota, terutama di Kecamatan Tegalrejo, Kotagede, dan Umbulharjo bagian selatan, yang masih memiliki kebun dan pekarangan luas



Gambar 3. Citra Satelit kawasan pusat kota

Sebaliknya, area dengan nilai NDVI rendah (< 0.3) ditemukan secara dominan di kawasan pusat kota seperti Malioboro, Gondomanan, dan Jetis, serta sepanjang koridor jalan utama yang padat aktivitas transportasi. Kondisi ini menandakan menurunnya keberadaan vegetasi perkotaan akibat konversi lahan terbuka menjadi area terbangun, baik untuk fungsi komersial, perkantoran, maupun permukiman padat.

Hasil pengolahan NDVI multi-temporal menunjukkan adanya penurunan nilai rata-rata NDVI dari 0.45 pada tahun 2020 menjadi 0.33 pada tahun 2025. Penurunan ini mengindikasikan bahwa tingkat kerapatan vegetasi di wilayah perkotaan Yogyakarta mengalami degradasi yang cukup signifikan selama lima tahun terakhir. Tren ini sejalan dengan meningkatnya nilai NDBI (Normalized Difference

Built-up Index) yang menunjukkan ekspansi permukaan terbangun secara cepat di pusat kota.

Penurunan tutupan vegetasi memiliki implikasi ekologis langsung terhadap peningkatan suhu permukaan dan penurunan kapasitas adaptif lingkungan. Vegetasi berfungsi sebagai penyerap panas alami (natural heat sink) melalui mekanisme evapotranspirasi, yaitu proses penguapan air dari permukaan daun yang mampu menurunkan suhu udara di sekitarnya. Selain itu, vegetasi juga meningkatkan albedo permukaan dan mengurangi radiasi gelombang panjang yang diserap oleh material keras seperti aspal dan beton.

Di kawasan dengan nilai NDVI tinggi, suhu permukaan rata-rata tercatat lebih rendah, berkisar antara 26–28°C, sedangkan di area dengan NDVI rendah, suhu meningkat hingga 30–33°C. Korelasi ini menunjukkan hubungan negatif yang kuat antara NDVI dan Land Surface Temperature (LST), di mana penurunan kerapatan vegetasi akan memperkuat fenomena Urban Heat Island (UHI).

Kondisi RTH yang terbatas juga berdampak pada penurunan daya dukung ekologis kota, yang berpotensi meningkatkan risiko ketidakseimbangan iklim mikro, menurunkan kualitas udara, serta mengurangi kenyamanan termal bagi penduduk. Oleh karena itu, perencanaan ruang terbuka hijau yang berkelanjutan perlu menjadi prioritas dalam tata kelola Kota Yogyakarta.

Upaya yang dapat dilakukan antara lain adalah peningkatan proporsi RTH publik melalui pengembangan taman kota, jalur hijau jalan, serta integrasi green infrastructure seperti green roof dan vertical garden pada bangunan perkotaan. Langkah ini tidak hanya meningkatkan kualitas lingkungan, tetapi juga berperan penting dalam mitigasi efek panas kota dan pengendalian kerentanan ekologis perkotaan di masa mendatang.

3.3. Analisis Pola Perkembangan Lahan

Pola perkembangan lahan di kawasan perkotaan menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi kondisi ekologis dan keseimbangan termal suatu kota. Di Kota Yogyakarta, dinamika pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang cepat telah mendorong konversi lahan dari area vegetatif menjadi area terbangun, baik untuk kebutuhan permukiman, fasilitas pendidikan, maupun pusat kegiatan ekonomi. Untuk menganalisis pola perubahan tersebut, digunakan metode Normalized Difference Built-up Index (NDBI) yang mampu mengidentifikasi tingkat kepadatan area terbangun berdasarkan karakteristik spektral citra satelit.

Perhitungan NDBI dilakukan menggunakan formula berikut:

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

Keterangan:

SWIR (Short Wave Infrared) menunjukkan reflektansi pada kanal inframerah gelombang pendek, yang sensitif terhadap material permukaan keras seperti beton, aspal, dan atap bangunan.

NIR (Near Infrared) menunjukkan reflektansi pada kanal inframerah dekat, yang sensitif terhadap vegetasi.

Nilai NDBI berkisar antara -1 hingga +1. Nilai positif (≥ 0.1) menunjukkan area terbangun dengan kepadatan tinggi, sedangkan nilai negatif (< 0) menandakan area vegetatif atau badan air. Dengan demikian, semakin tinggi nilai NDBI, semakin besar proporsi permukaan kedap air (impervious surface) di suatu wilayah.

Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2020–2025, diperoleh informasi bahwa nilai NDBI tertinggi (> 0.1) terkonsentrasi di kawasan pusat kota dan koridor komersial seperti Malioboro, Gondomanan, Kotabaru, dan sekitarnya. Wilayah ini didominasi oleh bangunan komersial, permukiman padat, serta infrastruktur transportasi dengan permukaan perkerasan tinggi. Sementara itu, nilai NDBI rendah hingga negatif (< 0) ditemukan di bagian pinggiran kota seperti Kotagede bagian timur dan Tegalrejo, yang masih memiliki vegetasi dan lahan terbuka.

Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa luas area terbangun meningkat dari $\pm 45\%$ pada tahun 2020 menjadi $\pm 52\%$ pada tahun 2025. Peningkatan ini mengindikasikan adanya pertumbuhan urbanisasi sekitar 7% dalam lima tahun terakhir, yang sebagian besar berasal dari konversi lahan vegetatif menjadi area permukiman dan fasilitas umum. Pola perubahan penggunaan lahan yang diamati memperlihatkan bahwa area yang sebelumnya merupakan ruang terbuka hijau atau pekarangan kini telah berubah fungsi menjadi kompleks bangunan, gedung komersial, dan area parkir.

Perkembangan lahan terbangun secara langsung berdampak pada peningkatan luas permukaan kedap air (impervious surface). Permukaan ini memiliki kemampuan serapan air yang rendah sehingga mengurangi infiltrasi ke dalam tanah, meningkatkan limpasan permukaan (surface runoff), dan menurunkan kapasitas resapan air tanah. Secara termal, material seperti aspal dan beton memiliki kapasitas panas jenis tinggi, yang menyebabkan peningkatan suhu permukaan, terutama pada siang hari. Hal ini memperkuat fenomena Urban Heat Island (UHI) di wilayah perkotaan.

Selain itu, konversi lahan vegetatif menjadi bangunan mengurangi kemampuan kota dalam melakukan regulasi iklim mikro. Area yang semula berfungsi sebagai penyerap panas dan penghasil oksigen kini berubah menjadi penyimpan panas, sehingga memperburuk kenyamanan termal dan memperbesar emisi karbon dioksida lokal. Secara ekologis, proses ini menurunkan daya dukung

lingkungan perkotaan karena berkurangnya fungsi ekosistem alami.

3.4. Analisis Suhu Permukaan dan Urban Heat Island (UHI)

Analisis suhu permukaan dilakukan untuk mengetahui sebaran termal di wilayah perkotaan Yogyakarta dan untuk mengidentifikasi adanya fenomena Urban Heat Island (UHI). Suhu permukaan dihitung menggunakan data kanal termal dari citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS, yang memiliki resolusi spasial 30 meter dan mampu merekam radiasi termal permukaan bumi.

Perhitungan suhu permukaan atau Land Surface Temperature (LST) dilakukan menggunakan formula:

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{\lambda \times BT}{\rho} \right) \times \ln(\varepsilon)}$$

LST = Suhu permukaan (°C)

BT = Brightness Temperature (°K)

λ = Panjang gelombang emisi radiasi (10.895 μ m untuk Landsat 8 Band 10)

ε = Emisivitas permukaan

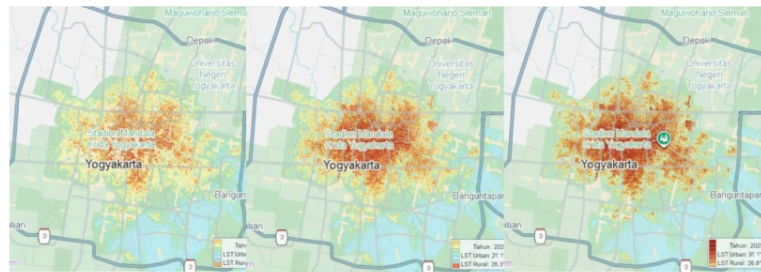
ρ = $h \times c \times \sigma = 1.438 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}$

Nilai LST kemudian dikonversi dari satuan Kelvin ke derajat Celsius untuk menampilkan distribusi suhu secara spasial. Perhitungan dilakukan pada dua zona utama, yaitu area urban (terbangun) dan area rural (vegetatif), guna memperoleh perbedaan suhu permukaan yang menunjukkan intensitas UHI.

Rumus dasar perhitungan UHI adalah:

$$UHI = LST_{urban} - LST_{rural}$$

Berdasarkan hasil pengolahan citra Landsat 8, diperoleh rata-rata suhu permukaan untuk area urban dan rural pada tiga tahun pengamatan sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil Citra UHI Landsat8 tahun 2020,2023 dan 2025

Tabel 2. Citra Landsat 8 Yogyakarta

Tahun	LST Urban (°C)	LST Rural (°C)	ΔT (°C)	Kategori
2020	28.2	25.9	2.3	Sedang
2023	29.1	26.3	2.8	Sedang
2025	30.1	26.8	3.7	Tinggi

Dari tabel tersebut terlihat bahwa terjadi peningkatan suhu permukaan rata-rata sebesar 2,3°C menjadi 3,7°C selama periode lima tahun. Kenaikan ΔT ini menunjukkan intensifikasi fenomena UHI, yang disebabkan oleh peningkatan lahan terbangun dan berkurangnya tutupan vegetasi.

Secara spasial, zona UHI tinggi teridentifikasi di Malioboro, Umbulharjo, Gondomanan, dan koridor transportasi utama, di mana kepadatan bangunan dan aktivitas transportasi sangat tinggi. Sebaliknya, wilayah seperti Tegalrejo, Kotagede, dan Giwangsan

menunjukkan nilai ΔT yang lebih rendah karena masih memiliki vegetasi dan ruang terbuka hijau.

Korelasi spasial memperlihatkan bahwa NDVI rendah dan NDBI tinggi selalu berasosiasi dengan nilai ΔT yang tinggi, menandakan hubungan erat antara kepadatan bangunan, berkurangnya vegetasi, dan peningkatan suhu permukaan. Dengan demikian, hasil ini memperkuat hipotesis bahwa penurunan ruang hijau secara langsung meningkatkan intensitas UHI di wilayah perkotaan Yogyakarta.

3.5. Analisis Indeks Kerentanan Ekologis (IEK)

Untuk menilai tingkat kerentanan ekologis Kota Yogyakarta terhadap peningkatan suhu akibat UHI, dilakukan analisis Indeks Kerentanan Ekologis (IEK) yang menggabungkan beberapa parameter utama, yaitu NDVI, NDBI, LST, dan UHI. Analisis ini menggambarkan kapasitas ekologis kota dalam menghadapi tekanan termal yang diakibatkan oleh urbanisasi dan perubahan tata ruang.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan IEK adalah:

$$IEK = (w_1 \times NDVI) + (w_2 \times NDBI) + (w_3 \times LST) + (w_4 \times UHI)$$

Bobot setiap variabel ditentukan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) berdasarkan tingkat pengaruh terhadap kondisi ekologis kota, dengan hasil sebagai berikut:

NDVI (0.3) — indikator vegetasi dan penyeimbang termal,

NDBI (0.25) — indikator kepadatan area terbangun,

LST (0.25) — indikator utama suhu permukaan,

UHI (0.2) — indikator selisih suhu antara wilayah urban dan rural.

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai IEK di Kota Yogyakarta dibagi ke dalam tiga kategori:

Tabel 3. Klasifikasi Indeks Kerentanan Ekologis (IEK)

Kategori	Rentang Nilai	Karakteristik Wilayah
Rendah	0.00 - 0.33	Vegetasi tinggi, area pinggiran kota
Sedang	0.34 - 0.66	Permukiman padat menengah
Tinggi	0.67 - 1.00	Area komersial dan pusat kota

Pemetaan IEK menunjukkan bahwa kerentanan tinggi terkonsentrasi di pusat kota, seperti Kecamatan Gedongtengen, Umbulharjo, dan Gondomanan, dengan nilai NDVI rendah (<0.3), NDBI tinggi (>0.2), dan LST >30°C. Sementara itu, zona kerentanan sedang meliputi area permukiman padat di Wirobrajan dan Danurejan. Zona kerentanan rendah terdapat di wilayah dengan tutupan vegetasi tinggi, seperti Kotagede dan pinggiran barat Tegalrejo, yang memiliki NDVI >0.45 dan suhu permukaan relatif rendah.

Secara ekologis, peningkatan nilai IEK dapat

berkorelasi dengan penurunan luas ruang hijau dan peningkatan suhu permukaan. Artinya, semakin kecil proporsi vegetasi dan semakin tinggi kepadatan bangunan, maka semakin besar tingkat kerentanan ekologis yang dihadapi kota terhadap tekanan panas.

3.6. Hubungan Ekologis antara NDVI, NDBI, LST, dan UHI

Analisis hubungan antar variabel dilakukan menggunakan korelasi Pearson (*r*) untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara indikator spasial-ekologis utama.

Tabel 4. Hubungan antara indikator spasial-ekologis utama

Hubungan Variabel	Koefisien Korelasi (<i>r</i>)	Interpretasi
NDVI - LST	-0.75	Hubungan negatif kuat: semakin tinggi vegetasi, semakin rendah suhu permukaan
NDBI - LST	+0.80	Hubungan positif kuat: semakin padat bangunan, semakin tinggi suhu permukaan

Hasil korelasi tersebut menunjukkan bahwa vegetasi memiliki pengaruh signifikan dalam menurunkan suhu permukaan melalui proses evapotranspirasi, sementara area dengan kepadatan bangunan tinggi memperbesar penyerapan dan penyimpanan panas oleh material keras.

Hasil overlay antara NDVI, NDBI, LST, dan peta UHI memperlihatkan bahwa wilayah dengan NDVI rendah dan NDBI tinggi identik dengan zona UHI dan IEK tinggi. Secara ekologis, pola ini menegaskan bahwa ketidakseimbangan antara ruang hijau dan lahan terbangun merupakan penyebab utama peningkatan suhu dan kerentanan lingkungan perkotaan.

Kawasan pusat kota Yogyakarta, yang berfungsi sebagai pusat perdagangan dan aktivitas manusia, menjadi titik panas (*urban thermal core*) dengan $\Delta T > 3^\circ\text{C}$. Sementara wilayah dengan vegetasi tinggi berperan sebagai penyeimbang ekologis yang menurunkan suhu lokal dan menekan dampak UHI. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keseimbangan antara ruang hijau dan area terbangun menjadi faktor kunci dalam menentukan tingkat kerentanan ekologis perkotaan terhadap Urban Heat Island. Upaya peningkatan tutupan vegetasi melalui perencanaan tata ruang hijau berkelanjutan menjadi langkah strategis dalam menjaga stabilitas termal dan kualitas lingkungan Kota Yogyakarta.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Fenomena Urban Heat Island (UHI) di Kota Yogyakarta meningkat dari ΔT 2,3°C (2020) menjadi 3,7°C (2025), menunjukkan peningkatan suhu permukaan seiring bertambahnya area terbangun.
2. Nilai NDVI menurun dari 0,45 menjadi 0,33, menandakan berkurangnya ruang terbuka hijau (RTH) yang kini hanya sekitar 20% dari luas kota.
3. NDBI meningkat dari $\pm 45\%$ menjadi $\pm 52\%$, menunjukkan ekspansi lahan terbangun yang berkontribusi pada kenaikan suhu.
4. Hasil Indeks Kerentanan Ekologis (IEK) menunjukkan zona pusat kota memiliki kerentanan tinggi akibat kombinasi NDVI rendah, NDBI tinggi, dan LST tinggi.
5. Korelasi NDVI-LST ($r = -0.75$) dan NDBI-LST ($r = +0.80$) menegaskan bahwa keseimbangan ruang hijau dan area terbangun sangat menentukan stabilitas termal kota.

4.2. Saran

1. Perluasan RTH hingga minimal 30% melalui taman kota, hutan kota, dan jalur hijau.
2. Integrasi hasil IEK ke dalam kebijakan tata ruang dan mitigasi iklim lokal.
3. Pengendalian konversi lahan hijau menjadi area terbangun di zona berkerentanan tinggi.
4. Penerapan infrastruktur hijau seperti green roof dan vertical garden di kawasan padat.
5. Pemantauan berkala suhu permukaan menggunakan citra satelit untuk evaluasi dampak UHI secara berkelanjutan.

24 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, dosen pembimbing, serta Instansi Terkait atas dukungan data dan bimbingan selama penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dan keluarga atas doa serta motivasi yang telah diberikan. Semoga hasil penelitian ini dapat berkontribusi bagi pengembangan ilmu lingkungan dan perencanaan tata ruang berkelanjutan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Asmara, R., & Purbokusumo, Y. (2022). Pilihan Instrumen Kebijakan Penataan Ruang Untuk Manajemen Sumber Daya Tanah Pertanian (Sawah) Di Kabupaten Sleman. *Widya Bhumi*, 2(2), 88-103. <https://doi.org/10.31292/wb.v2i2.40>

Atianta, L. (2020). Suhu Permukaan Lahan Dan Intensitas Pemanfaatan Ruang Di Perkotaan

Yogyakarta. *Jurnal Pengembangan Kota*, 8(2), 151-162.

<https://doi.org/10.14710/jpk.8.2.151-162>

Bawono, A. S., Prasasti, A. N., & Amirza, D. N. G. (2022). Eksistensi Pemerintah Kota Yogyakarta Pada Kawasan Malioboro Terhadap Perkembangan Sektor Ekonomi Pasca Covid-19. *Sibatik Journal Jurnal Ilmiah Bidang Sosial Ekonomi Budaya Teknologi Dan Pendidikan*, 2(1), 71-78. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i1.501>

Budisetyorini, B., Adisudharma, D., Salam, D. A., Prawira, M. F. A., Wulandari, W., & Susanto, E. H. (2021). Pengembangan Pariwisata Bertema Eco-Forest Dan Sungai Di Bumi Perkemahan Tangsi Jaya. *Jurnal Kepariwisata Destinasi Hospitalitas Dan Perjalanan*, 5(1), 75-88. <https://doi.org/10.34013/jkv5i1.220>

Dahlan, M. (2022). Kajian Kebijakan Infrastruktur Hijau: Studi Kasus Kawasan Cekungan Bandung. *Jurnal Arsitektur Lansekap*, 138. <https://doi.org/10.24843/jal.2022.v08i02.p15>

Giofandi, E. A. (2020). Persebaran Fenomena Suhu Tinggi Melalui Kerapatan Vegetasi Dan Pertumbuhan Bangunan Serta Distribusi Suhu Permukaan. *Jurnal Geografi Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 17(2), 56-62. <https://doi.org/10.15294/jg.v17i2.24486>

Hastira, M. F., Alhamin, M., & Yunus, A. (2022). Pendekatan Sosio-Spasial Lefebvre Dalam Kebijakan Pemanfaatan Ruang (Perda RTRW Kota Parepare). *Neorespublica Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 4(1), 45-57. <https://doi.org/10.52423/neores.v4i1.18>

Hayuningtyas, F. R., & Nursadi, H. (2024). Sinkronisasi Peta LSD Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah. *Syntax Literate Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(1), 274-284. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i1.14888>

Iqbal, M., Elianda, Y., Akbar, A., & Nurhadiyanti, N. (2020). Keistimewaan Penataan Ruang Menurut Peraturan Daerah Istimewa Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Caraka Prabhu*, 4(1), 99-120. <https://doi.org/10.36859/jcp.v4i1.221>

Kusyuniadi, I., & Buchori, I. (2020). Efektivitas Pengawasan Kelembagaan Dan Masyarakat Terhadap Kebijakan Penataan Ruang (Kawasan

- Cagar Alam Geologi Karangsambung). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 209-217.
<https://doi.org/10.14710/jil.18.2.209-217>
- Nahak, T. W., Lutfiani, D. U., Gennosa, C. P., Zahidi, M., Rabana, V. R., & Suyatno. (2024). Analisis Implementasi Kebijakan Tata Ruang Di Kota Yogyakarta. *Moderat Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 10(4), 788-805.
<https://doi.org/10.25157/moderat.v10i4.4049>
- Oktarini, K. W., Nurpratiwi, T., & Tjegame, A. A. R. (2023). Pajak Ekonomi Sirkular Dan Keberlanjutan Lingkungan. *Jemasi Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Akuntansi*, 19(2), 198-208.
<https://doi.org/10.35449/jemasi.v19i2.672>
- Rizki, F., Pamardhi-Utomo, R., & Rahayu, M. J. (2024). Kesesuaian Koridor Sumbu Filosofis Kota Yogyakarta Bagian Utara Terhadap Komponen Fisik Urban Tourism. *Region Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 19(1), 269.
<https://doi.org/10.20961/region.v19i1.66805>
- Rosit, H. A., & Aisiyah, N. (2024). Evaluasi Dampak Ketidaksesuaian LSD Dengan RTRW Terhadap Pembangunan Dan Pertanian Di Karanganyar. *Widya Bhumi*, 4(2), 159-175.
<https://doi.org/10.31292/wb.v4i2.109>
- Suci, S. N., Cendekiawan, M., & Firmansyah, A. (2024). Berhasilkah Implementasi Pengadaan Publik Berkelanjutan Di Indonesia? *Jurnalku*, 4(1), 36-49.
<https://doi.org/10.54957/jurnalku.v4i1.644>
- Taufik, T., Mukaddas, J., & Hasddin, H. (2023). Arahana Pemanfaatan Ruang Kawasan Terdampak Bencana Banjir Di Kecamatan Pondidaha, Kabupaten Konawe. *Sang Pencerah Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 9(1), 112-123.
<https://doi.org/10.35326/pencerah.v9i1.2974>
- Tawil, Y. P., Tawil, M., Febrianto, D., & Salmon, I. P. P. (2024). Kajian Kebijakan Tata Ruang Pasca Bencana: Studi Di Desa Tompe, Donggala, Sulawesi Tengah. *Anterior Jurnal*, 23(1), 81-90.
<https://doi.org/10.33084/anterior.v23i1.5856>

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	edoc.tips Internet Source	3%
2	Submitted to Universitas Amikom Student Paper	2%
3	ejournal.undip.ac.id Internet Source	1%
4	123dok.com Internet Source	1%
5	Submitted to Universitas Pendidikan Ganesha Student Paper	1%
6	journal.unismuh.ac.id Internet Source	<1%
7	text-id.123dok.com Internet Source	<1%
8	www.researchgate.net Internet Source	<1%
9	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
10	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1%
11	Putri Rose Amanda Puri, Yusman Wiyatmo. "Pengembangan E-modul Multimedia Interaktif Berbasis Model Visual Auditory Kinesthetic untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan	<1%

Materi Fisika", JIPFRI (Jurnal Inovasi
Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah), 2024

Publication

-
- | | | |
|----|---|------|
| 12 | eprints2.undip.ac.id
<small>Internet Source</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|---|------|
| 13 | repository.ub.ac.id
<small>Internet Source</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|---|------|
| 14 | Safa Amalia Dewi, Kapti Asiatun. "Motif Ginkgo Dengan Ori Nui Shibori Dan Mirroring Ecoprint Pada Casual Dress", BHUMIDEVI: Journal of Fashion Design, 2024
<small>Publication</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|---|------|
| 15 | Submitted to Sriwijaya University
<small>Student Paper</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|---|------|
| 16 | digilib.isi.ac.id
<small>Internet Source</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|---|------|
| 17 | repo.unand.ac.id
<small>Internet Source</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|---|------|
| 18 | Aksar Kausar, Despry Nur Annisa Ahmad, Yan Radhinal, Andi Idham Asman, Harry Hardian Sakti. "Pengaruh Perubahan Lahan Terhadap Suhu Iklim Mikro Urban Heat Island (UHI) di Kawasan Perkotaan Kabupaten Bulukumba", Jurnal Peweka Tadulako, 2025
<small>Publication</small> | <1 % |
|----|---|------|
-
- | | | |
|----|--|------|
| 19 | Rofi Nurhadi, Muh. Arif Suhattanto. "Dinamika Perubahan Tutupan Lahan dan Tantangan Kebijakan Tata Ruang di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah, Indonesia", Widya Bhumi, 2025
<small>Publication</small> | <1 % |
|----|--|------|
-
- | | | |
|----|--|------|
| 20 | Submitted to Universitas Jambi
<small>Student Paper</small> | <1 % |
|----|--|------|
-
- | | | |
|----|--|------|
| 21 | Submitted to Universitas Sebelas Maret
<small>Student Paper</small> | <1 % |
|----|--|------|

22	Submitted to Universitas Kristen Satya Wacana Student Paper	<1 %
23	jurnal.uinsyahada.ac.id Internet Source	<1 %
24	repository.lppm.unila.ac.id Internet Source	<1 %
25	www.tanbunhut.tegalkab.go.id Internet Source	<1 %
26	Submitted to Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta Student Paper	<1 %
27	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
28	es.scribd.com Internet Source	<1 %
29	media.neliti.com Internet Source	<1 %
30	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
31	whatnaomididnext.com Internet Source	<1 %
32	Febriandi Febriandi, Syafri Anwar, Afdhal Afdhal, Ernawati Ernawati et al. "EDUKASI MITIGASI BENCANA BANJIR UNTUK MEMBANGUN SEKOLAH TANGGUH BENCANA DI NAGARI PELANGAI", JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri), 2025 Publication	<1 %
33	Muh. Jusman Rau, Siti Komariyah, Pitriani Pitriani. "The Relationship Of The Climate Change Factor With The Event Of Dengue	<1 %

Hemorrhagic Fever in Palu City Year 2013-2017", Preventif : Jurnal Kesehatan Masyarakat, 2020

Publication

-
- 34 Nunung N Tatisina, Willem A Siahaya, Johanes P Haumahu. "Transformasi Indeks Vegetasi Citra LANDSAT 8 OLI untuk Pemetaan Musim Tanam pada Lahan Sawah di Kabupaten Buru, Provinsi Maluku", JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN, 2020

Publication

-
- 35 Sri Wahyuningsi, Aziz Budianta, Rezki Awalia, Rifai Mardin. "Arahan Mitigasi Terhadap Penurunan Tingkat Risiko Bencana Gempabumi Pada Permukiman Di Sekitar Jalur", Jurnal Peweka Tadulako, 2024

Publication

-
- 36 eprints.uny.ac.id <1 %

Internet Source

-
- 37 etd.repository.ugm.ac.id <1 %

Internet Source

-
- 38 journal.lontaradigitech.com <1 %

Internet Source

-
- 39 mediaindonesia.com <1 %

Internet Source

-
- 40 www.scribd.com <1 %

Internet Source

-
- 41 www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id <1 %

Internet Source

-
- 42 Hai Tao, Zaher Mundher Yaseen, Mou Leong Tan, Leonardo Goliatt et al. "High-resolution remote sensing data-based urban heat island study in Chongqing and Changde City, China", Theoretical and Applied Climatology, 2024

-
- | | | |
|-------|--|--------|
| 43 | <p>Md. Rakib Hasan Rony, Farhana Akter Jannat, Avishek Adhikari, Shahorare Ahomed et al.</p> <p>"The effects of Socio-economic conditions and land use pattern on land surface temperature and urban heat Island at saint martin's Island in Bangladesh", Theoretical and Applied Climatology, 2025</p> <p>Publication</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 44 | <p>Meijaard E., Sheil D., Nasi R., Augeri D. et al.</p> <p>"Hutan pasca pemanenan: melindungi satwa liar dalam kegiatan hutan produksi di Kalimantan", Center for International Forestry Research (CIFOR), 2006</p> <p>Publication</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 45 | <p>docobook.com</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 46 | <p>ejournal2.undip.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 47 | <p>eprints.ums.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 48 | <p>jurnalwidyabhumi.stpn.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 49 | <p>matas-adv.com</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 50 | <p>medanfm.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 51 | <p>pt.scribd.com</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 52 | <p>Agung B. Supangat, Paimin Paimin. "Kajian Peran Waduk Sebagai Pengendali Kualitas Air Secara Alami", Forum Geografi, 2016</p> <p>Publication</p> | $<1\%$ |
-

53 Asramid Yasin. "Marine Debris di Perairan Teluk Kendari: Sebuah Analisis Komparatif Spasial Melalui Platform Google Earth Engine (2023 vs. 2025)", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2025
Publication

54 Javad Imani Shamloo, Hassan Mahmoudzadeh, Salva Beheshti Asl, Milad beyrami, Sama Abdollahi milani. "Analyzing the dynamics of urban heat Islands using a multi-temporal approach; evidence from Tabriz, Iran", Theoretical and Applied Climatology, 2025
Publication

55 La Gandri. "ANALISIS SPASIAL FENOMENA URBAN HEAT ISLAND MENGGUNAKAN ALGORITMA LAND SURFACE TEMPERATURE KOTA KENDARI", Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 2022
Publication

Exclude quotes On Exclude matches Off
Exclude bibliography On