

ANALISIS SPASIOTEMPORAL INDEKS KEKRITISIAN LINGKUNGAN (ECI) KOTA MAGELANG TAHUN 2019-2023

(Spatiotemporal Analysis of The Environmental Criticality Index (ECI) of Magelang City In
2019-2023)

Dwi Prasetya Adhi¹, Khoirul Ihsan¹, Retno Astia Faradita²

¹Departemen Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Yogyakarta

²Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Karang Malang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
E-mail: dwiprasetya.2020@student.uny.ac.id

Diterima: 20 September 2024; Direvisi: 15 Oktober 2024; Disetujui untuk Dipublikasikan: 28 Oktober 2024

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan masif berdampak pada alih fungsi lahan, yang mengganggu keseimbangan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan distribusi Indeks Kekritisian Lingkungan (ECI) di Kota Magelang selama periode 2019-2023. Pengolahan data dilakukan menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dan algoritma ECI. Klasifikasi ECI dibagi menjadi tiga kelas: Rendah, Sedang, dan Tinggi. Hasil penelitian menunjukkan fluktuasi dalam luas wilayah yang mengalami kekritisian lingkungan. Kelas rendah mengalami penurunan luas, sementara kelas tinggi menunjukkan peningkatan. Kecamatan Magelang Selatan menjadi wilayah dengan luas kelas rendah terluas, mencapai 284,08 ha sepanjang tahun. Kelas sedang tertinggi terjadi di Kecamatan Magelang Utara, mencapai 265,18 ha pada tahun 2022. Sementara itu, kelas tinggi ECI mencapai 272,68 ha di Kecamatan Magelang Utara pada tahun 2023. Temuan menunjukkan tren kenaikan sebaran ECI di Kota Magelang selama periode 2019-2023. Sebaran vegetasi dan suhu permukaan juga berpengaruh terhadap sebaran ECI. Kelas ECI tinggi ditemukan di area dengan minim vegetasi dan suhu permukaan yang tinggi. Peningkatan tutupan hijau di Kota Magelang merupakan solusi penting untuk mengurangi suhu permukaan, terutama dalam menghadapi urbanisasi yang pesat.

Kata kunci: ECI, Indeks Kekritisian Lahan, Kota Magelang

ABSTRACT

The rapid growth of the population and massive development have impacted land use change, disrupting ecosystem balance. This study aims to map the distribution of the Environmental Criticality Index (ECI) in the city of Magelang during the period from 2019 to 2023. Data processing was conducted using Landsat 8 OLI/TIRS satellite imagery and the ECI algorithm. The ECI classification is divided into three classes: Low, Moderate, and High. The results indicate fluctuations in the area experiencing environmental criticality. The low class showed a decrease in area, while the high class indicated an increase. South Magelang District emerged as the area with the largest low class, reaching 284.08 ha throughout the year. The highest moderate class occurred in North Magelang District, reaching 265.18 ha in 2022. Meanwhile, the high ECI class reached its largest area of 272.68 ha in North Magelang District in 2023. Findings demonstrate a trend of increasing ECI distribution in Magelang during the period from 2019 to 2023. The distribution of vegetation and surface temperature also influences ECI distribution. High ECI classes are found in areas with minimal vegetation and high surface temperatures. Increasing green coverage in Magelang is an important solution to reduce surface temperatures, especially in the face of rapid urbanization.

Keywords: ECI, Environmental Criticality Index, Magelang City

PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk yang berbanding lurus dengan masifnya pembangunan memicu banyak masalah baru, salah satunya yaitu terjadinya degradasi kualitas lingkungan. Era sekarang kualitas lingkungan menjadi sorotan karena dengan tingginya pemanasan global yang disebabkan adanya tingginya degradasi lingkungan di berbagai wilayah. Area perkotaan menjadi salah satu wilayah yang rentan terjadinya degradasi lingkungan. Perkembangan kota serta industrialisasi menjadi pemicunya, ditambah

tingginya urbanisasi berbanding lurus dengan tingginya pertumbuhan penduduk kota (Anisyaturrobiah, 2021).

Pertumbuhan penduduk yang tinggi mendorong kebutuhan akan lahan meningkat, sehingga memunculkan masalah baru berupa alih fungsi lahan. Munculnya fenomena alih fungsi lahan non-terbangun menjadi terbangun, khususnya bervegetasi menjadi lahan terbangun memberikan dampak negatif di kawasan perkotaan dengan berubahnya iklim mikro. Alih fungsi lahan akibat adanya pembangunan membuat terjadinya fragmentasi habitat, sehingga siklus ekologi

menjadi terganggu di suatu ekosistem (Yanti et al., 2020).

Alih fungsi lahan menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya degradasi lingkungan (Indriyani et al., 2023). Kota Magelang, sebagai salah satu kota yang berkembang pesat di Jawa Tengah, menghadapi tantangan dalam pengelolaan lahan akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perubahan tata guna lahan. Fenomena ini menuntut adanya upaya untuk mengidentifikasi dan memantau lahan kritis guna mencegah degradasi lingkungan yang lebih parah. Fenomena lahan kritis merujuk pada area yang mengalami degradasi signifikan sehingga tidak dapat mendukung ekosistem yang sehat. Misalnya, lahan yang terdegradasi akibat deforestasi, pencemaran, atau penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan. Kekritisan lingkungan ini menggambarkan kondisi di mana lingkungan berada dalam keadaan yang buruk, yang bisa berdampak pada ekosistem, kesehatan manusia, dan keberlanjutan sumber daya alam.

Analisis kekritisan lahan sering kali melibatkan penggunaan berbagai indikator ekologi dan spasial, yang kemudian diolah menjadi sebuah indeks yang dikenal sebagai *Environmental Criticality Index* (ECI). Indeks kekritisan lingkungan merupakan sebuah rasio suhu permukaan tanah dengan ketersediaan tutupan vegetasi di sebuah area. Jika suhu sebuah area terbilang tinggi dan terdapat sedikit tutupan vegetasi pada area tersebut, maka area tersebut merupakan area dengan kualitas lingkungan yang rendah atau kritis. Dengan kata lain ECI berbanding lurus dengan meningkatnya suhu permukaan dan bertolak belakang dengan tutupan vegetasi (Fadlin et al., 2020). ECI membantu mengidentifikasi wilayah yang mengalami degradasi lahan serta menentukan tingkat kekritisan lahan berdasarkan kondisi fisik dan sosial-ekonomi suatu wilayah. Dalam konteks Kota Magelang, pentingnya analisis spasiotemporal (ruang dan waktu) sangat krusial karena perubahan penggunaan lahan yang dinamis akibat masifnya pembangunan dan tingginya pertumbuhan penduduk.

Artikel ini akan membahas analisis spasiotemporal Indeks Kekritisan Lingkungan (ECI) di Kota Magelang. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap degradasi lahan serta mengkaji perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Penelitian ini memanfaatkan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS, yang memiliki resolusi menengah, serta pendekatan penginderaan jauh. Beberapa indikator terkait UHI juga termasuk dalam kajian penelitian ini dan berdasarkan hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa indikator-indikator tersebut berpengaruh terhadap pembentukan UHI secara signifikan. Indikator yang dimaksud adalah nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Land Surface Temperatur* (LST).

METODE

Lokasi Penelitian

Lokai penelitian berada pada Kota Magelang dengan letak astronomis 110°12'30" - 110°12'52" Bujur Timur dan 7°26'18" - 7°30'9" Lintang Selatan. Kota Magelang terbagi menjadi 3 kecamatan yaitu Kecamatan Magelang Utara, Magelang Tengah dan Magelang Selatan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan yaitu Citra Landsat 8 OLI/TIRS Kota Magelang mulai tahun 2019 hingga 2023 arsip *path 120 row 65* dan diunduh melalui website *United States Geological Survey* (USGS).

Teknik Pengolahan Data

Nilai ECI dapat diperoleh dengan mengidentifikasi nilai NDVI dan LST. Berikut tahapan yang dilakukan berdasarkan Saputra et al. (2023) :

Top of Atmosphere (ToA)

Tahap ini menggunakan data Band 10 yang kemudian konversi *Digital Number* menjadi nilai *spectral radians*, dengan **Persamaan 1** :

$$L\lambda = ML \times Qcal + AL - Oi \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- ML = faktor *multiplicative rescaling* spesifik Band,
- Qcal = Digital Number (DN)
- AL = faktor *additive rescaling* pada spesifik Band
- Oi = faktor koreksi Band 10

Brightness Temperature (BT)

Tahap berikutnya yaitu konversi nilai *spectral radians* menjadi nilai *Brightness temperature* menggunakan **Persamaan 2**:

$$BT = K2 / \ln (K1 / L\lambda + 1) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- BT = Brightness Temperature (kelvin)
- K1 = Konstanta kalibrasi suhu absolut (K)
- K2 = Konstanta Kalibrasi spektral radian
- Lλ = *spectral radians*

Nilai Bt dikonversikan dalam satuan derajat Celcius, sebagaimana **Persamaan 3**:

$$BT (^{\circ}C) = BT(K) - 273,15 \dots\dots\dots (3)$$

Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI)

NDVI dihitung untuk mengetahui kerapatan vegetai dalam menilai perubahan kesehatan tanaman. Algoritma NDVI memanfaatkan gelombang inframerah dekat (NIR) dan gelombang tampak merah (Red) yang ada pada band 5 dan band 4 citra Landsat 8-9 OLI (Hardianto et al., 2021). Perhitungan algoritma NDVI seperti pada **Persamaan 4**.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- NIR = band 5
- RED = band 4

Proportion of Vegetation (Pv)

$$Pv = (NDVI - NDVI_s)^2 / NDVI_v - NDVI_s \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- PV = proportion of vegetation
- NDVI = hasil pengolahan NDVi
- NDVI_s = nilai NDVI bare soil (tanah kosong)
- NDVI_v = nilai NDVI fraksi vegetasi 100%

Emissivity

$$\epsilon = 0,004 \times Pv + 0,986 \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- 0,004 = nilai rata-rata emisivitas vegetasi yang berkategori rapat
- 0,986 = nilai emisivitas standar lahan terbuka

Land Surface Temperature (LST)

$$TS = (BT / (1 + (\lambda BT / \delta) \ln \epsilon) - 273) \quad (7)$$

Keterangan:

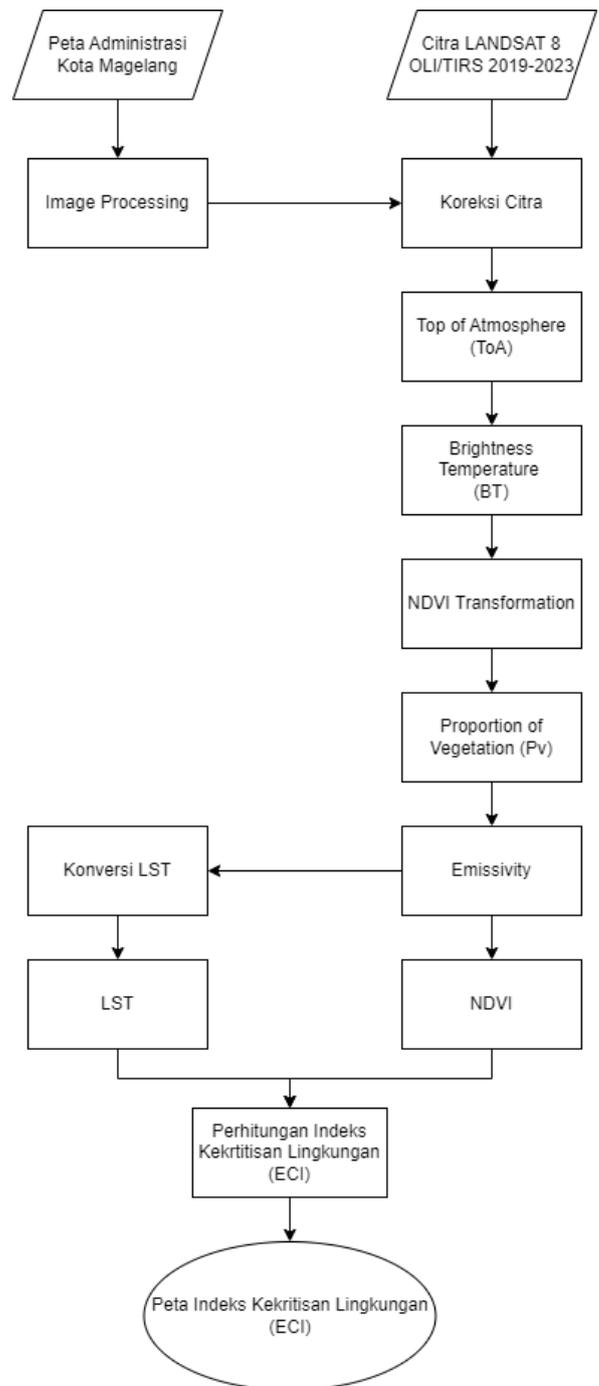
- TS = suhu permukaan (C)
- BT = suhu kecerahan
- λ = panjang gelombang dari radiasi yang dipancarkan
- δ = hc/σ (besarnya = 1.438×10^{-2} mK)
- ϵ = emisivitas
- 273 = nilai untuk konversi suhu dalam satuan Kelvin menjadi Celcius

Indeks Kekritisian Lingkungan (ECI)

Nilai Kekritisian suatu area dapat diperoleh dengan perbandingan nilai LST dan NDVI. Rumus ECI sebagaimana pada **Persamaan 8** berikut:

$$ECI = LST_{stretch\ 1-255} / NDVI_{stretch\ 1-255} \dots\dots\dots (8)$$

Diagram Alir Penelitian



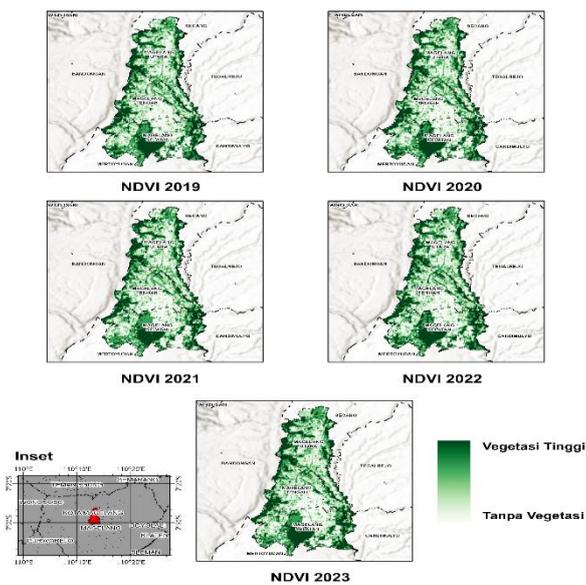
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

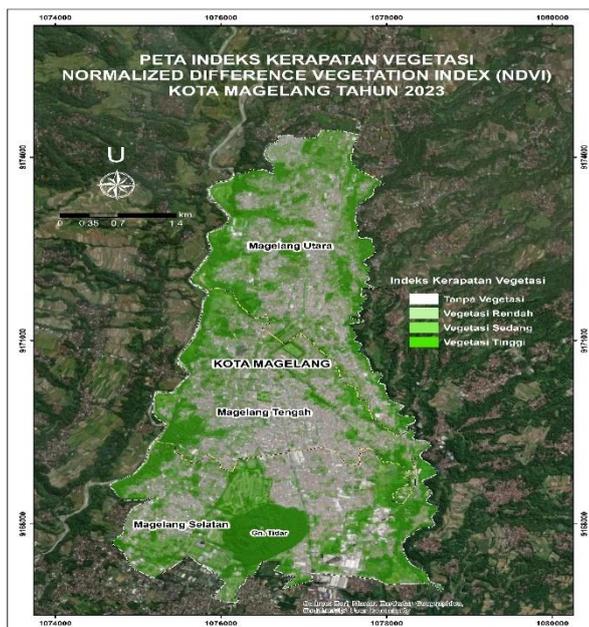
Normalized Vegetation Index (NDVI) Kota Magelang

NDVI merupakan indeks yang digunakan untuk memetakan sebaran tingkat kerapatan (Kosasih et al., 2019). Nilai kerapatan vegetasi diperoleh dengan analisis NDVI menggunakan *Image Processing*. Hasil penelitian menunjukkan distribusi NDVI di Kota Magelang dari tahun 2019 hingga 2023. Index kerapatan vegetasi diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu tanpa vegetasi (<0), vegetasi rendah (0 – 0,2), vegetasi sedang (0,21 – 0,5) dan vegetasi tinggi (0,51 – 1). NDVI dapat digunakan untuk merepresentasikan

keberadaan vegetasi (Indriyani et al., 2023). Secara spasial, pola persebaran kerapatan vegetasi Kota Magelang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Distribusi Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kota Magelang Tahun 2019-2023



Gambar 4. Peta Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kota Magelang Tahun 2023

Pada **Gambar 4** daerah yang memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi ditunjukkan dengan warna hijau gelap. Di wilayah pinggiran kota dan permukiman menengah ke atas, kerapatan vegetasi cenderung lebih tinggi. Di area ini terdapat lebih banyak ruang terbuka hijau, taman-taman perumahan, serta pohon-pohon peneduh di jalan-jalan dan bagian selatan Kota Magelang pula terdapat Gunung Tidar yang merupakan gunung dengan ketinggian 503 meter. Secara fisik kawasan Gunung Tidar adalah kawasan yang memiliki vegetasi tumbuhan dengan tegakan yang relatif rapat dan merupakan kawasan tidak berpenghuni.

Semakin tinggi kelas kerapatan vegetasi menggambarkan bahwa jenis tutupan lahannya memiliki vegetasi yang rapat. Tutupan lahan hutan tanaman termasuk dalam kelas kerapatan tinggi dikarenakan jenis vegetasi di dalamnya merupakan vegetasi kayu dengan karakteristik daun yang lebat.

Sebaliknya, semakin rendah kelas kerapatan vegetasi maka merepresentasikan bahwa jenis tutupan lahannya memiliki vegetasi yang jarang bahkan tidak terdapat vegetasi (Riyadi & Rahayu, 2019). Secara visual, kelas kerapatan vegetasi rendah ditunjukkan dengan warna putih dengan sebaran merata di setiap kecamatan dan memusat ke pusat Kota Magelang yang mencakup wilayah komersial dan permukiman padat, kerapatan vegetasi relatif rendah. Kerapatan vegetasi di Kota Magelang cenderung menurun di pusat kota dan lebih padat di pinggiran atau daerah yang berdekatan dengan lahan pertanian serta ruang.

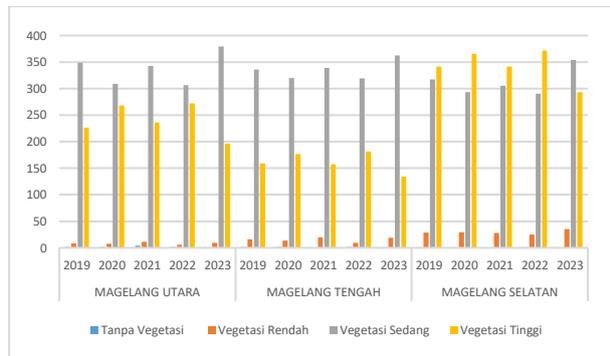
Tabel 1. Distribusi Luasan NDVI Kota Magelang Tahun 2019-2023.

TAHUN	KELAS NDVI	LUASAN PER KECAMATAN (ha)		
		Magelang Utara	Magelang Tengah	Magelang Selatan
2019	Tanpa Vegetasi	1,39	1,38	0
	Rendah	8,54	15,86	28,57
	Sedang	349,01	336,28	317,15
	Tinggi	226,87	159,46	341,75
2020	Tanpa Vegetasi	1,55	1,39	0
	Rendah	7,73	13,98	29,21
	Sedang	309,23	320,08	293,28
	Tinggi	267,94	176,56	365,31
2021	Tanpa Vegetasi	4,26	0	0
	Rendah	11,54	19,63	27,88
	Sedang	342,57	339,26	305,56
	Tinggi	236,53	157,59	341,44
2022	Tanpa Vegetasi	1,7	1,76	1,19
	Rendah	5,73	9,57	24,94
	Sedang	306,46	319,28	290,26
	Tinggi	272,18	181,37	371,82
2023	Tanpa Vegetasi	1,26	1,28	0
	Rendah	9,68	18,85	35,37
	Sedang	379,56	362,52	354,15
	Tinggi	196,29	133,81	293,49

Tabel 1 menunjukkan distribusi luasan NDVI yang tersebar pada 3 kecamatan di Kota Magelang dengan dominasi kelas vegetasi sedang yang terjadi dari tahun 2019 hingga 2023. Kecamatan Magelang Utara memiliki luasan terbesar kelas vegetasi sedang yaitu 379,56 ha pada tahun 2023, Kecamatan Magelang Tengah memiliki luasan

terbesar kelas vegetasi sedang yaitu 362,52 ha pada tahun 2023, dan Kecamatan Magelang Selatan memiliki luasan terbesar kelas vegetasi tinggi yaitu 371,82 ha pada tahun 2022.

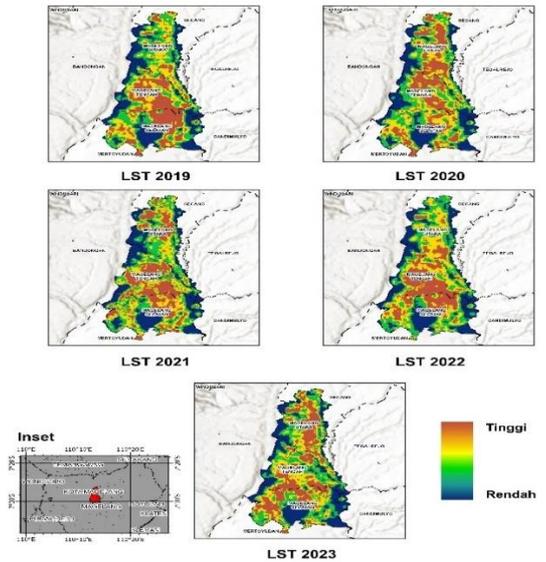
Pada **Gambar 5** menunjukkan grafik perbandingan luasan NDVI Kota Magelang dengan tanpa vegetasi terdapat peningkatan dari tahun 2019 hingga 2021, kemudian sedikit menurun di tahun 2023. Peningkatan ini bisa menunjukkan peningkatan area yang tidak tertutup vegetasi, sedangkan penurunan pada 2023 dapat menunjukkan keberhasilan dalam konservasi vegetasi. Kelas vegetasi rendah setelah sedikit penurunan pada tahun 2020 dan 2022, kelas ini menunjukkan peningkatan yang signifikan pada 2021 dan 2023. Ini dapat mengindikasikan bahwa area dengan vegetasi yang kurang sehat mungkin meningkat, tetapi tidak cukup untuk mencapai kategori sedang. Kelas vegetasi sedang terdapat penurunan dari 2019 hingga 2020, tetapi kemudian mengalami fluktuasi dengan tren kenaikan yang baik pada 2023. Peningkatan di 2023 mungkin menunjukkan pemulihan atau peningkatan kualitas vegetasi di area tersebut. Sementara itu pada kelas vegetasi tinggi meskipun ada peningkatan di tahun 2020 dan 2022, terdapat penurunan yang signifikan pada 2023. Hal ini menunjukkan bahwa area dengan vegetasi yang sehat menurun, yang bisa disebabkan oleh konversi lahan atau aktivitas manusia.



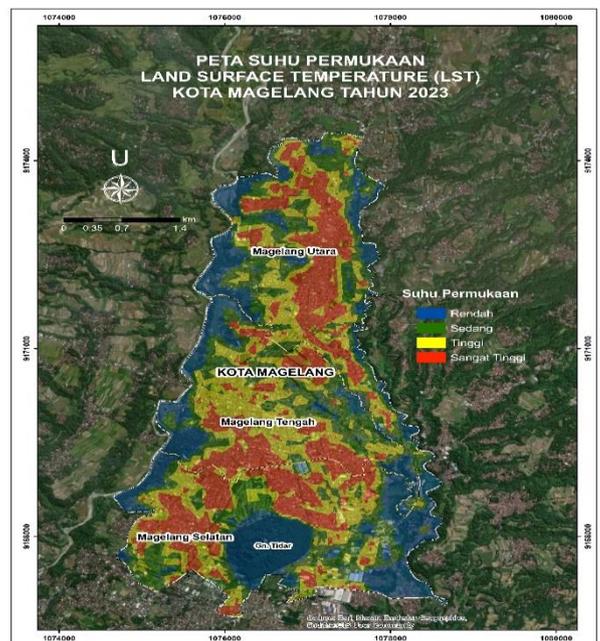
Gambar 5. Grafik Perbandingan Luasan NDVI Kota Magelang Tahun 2019-2023

Land Surface Temperature (LST) Kota Magelang

Berdasarkan hasil perhitungan nilai suhu permukaan melalui *Image Processing*, dapat diketahui luas sebaran suhu permukaan pada tiga kecamatan di Kota Magelang. Suhu permukaan diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu kelas rendah (<23°C), sedang (23 - 28°C), tinggi (28 - 32°C), dan sangat tinggi (>32°C). Secara spasial, pola persebaran suhu permukaan Kota Magelang dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Distribusi suhu permukaan (LST) Kota Magelang Tahun 2019-2023



Gambar 7. Peta Suhu Permukaan (LST) Kota Magelang Tahun 2023

Hasil analisis sebaran suhu permukaan (LST) seperti yang ditunjukkan **Gambar 6** dan **Gambar 7**, sebagai visualisasi hasil LST terkini, terlihat bahwa suhu yang lebih tinggi dari sekitarnya terjadi pada bagian menuju ke arah Tengah kota, terdapat berbagai infrastruktur berupa gedung-gedung yang padat dengan aktivitas yang sangat sibuk yang berisi gedung hotel, perkantoran, perbelanjaan, dan permukiman padat sebagai pusat aktivitas ekonomi masyarakat Kota Magelang. Berbeda dengan wilayah pinggiran dan selatan kota yang berupa daratan tinggi menampilkan sebaran suhu yang lebih rendah. Daerah-daerah yang memiliki hubungan kuat memiliki pola mengelompok terpusat pada bagian tengah Kota Magelang. Hal ini menunjukkan bahwa suhu permukaan di Kota Magelang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu

permukaan di daerah pinggiran kota, yang menyebabkan terjadinya UHI. Hasil ini juga senada dengan temuan Kemarau & Eboy (2019) yang menunjukkan bahwa LST berkorelasi dengan lokasi pusat kota. Nilai LST menurun seiring bertambahnya jarak dari pusat kota.

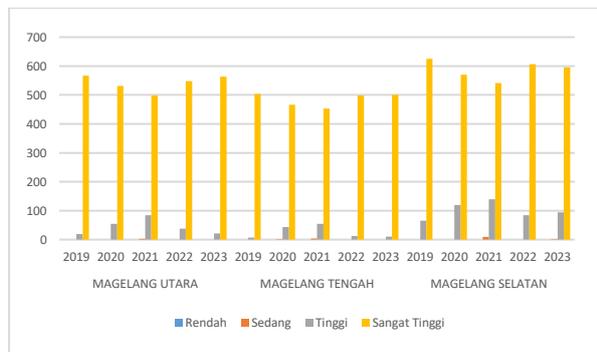
Kawasan pusat Kota Magelang yang padat penduduk, seperti area komersial dan permukiman di tengah kota, cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi. Ini disebabkan oleh efek *Urban Heat Island* (UHI), di mana konsentrasi bangunan, jalan aspal, dan minimnya tutupan vegetasi menyebabkan akumulasi panas. Di daerah pinggiran kota dan permukiman dengan kepadatan yang lebih rendah, seperti perumahan di utara dan selatan kota, suhu permukaan cenderung lebih sejuk. Kota Magelang mempunyai posisi yang dikelilingi oleh tujuh gunung yaitu Gunung Sumbing dan Gunung Sindoro di sisi Barat kota, Gunung Merapi dan Gunung Merbabu di sisi Timur Kota, Gunung Prahau serta Gunung Prahau, Gunung Andong dan Gunung Telomoyo yang membujur melingkar di sisi Utara kota (Utami, 2022). Area yang didominasi oleh lahan pertanian dan perkebunan, terutama di sekitar perbatasan kota atau di kawasan selatan yang dekat dengan Gunung Sumbing, memiliki suhu permukaan yang lebih sejuk. Vegetasi yang lebih padat seperti sawah, ladang, serta kebun, menyerap panas dan memantulkan lebih sedikit radiasi matahari, sehingga suhu permukaan lebih rendah dibandingkan dengan daerah perkotaan.

Suhu Permukaan di Kota Magelang mencerminkan pola urbanisasi, dimana daerah pusat kota dan kawasan dengan minim vegetasi lebih panas, sedangkan area dengan tutupan hijau lebih sejuk. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fikriyah et al. (2022) yang menunjukkan suhu lebih tinggi terdapat di wilayah terbangun yang padat. Permukaan beton pad agedung-gedung lebih banyak menyerap energy panas daripada memantulkannya sehingga membuat naiknya suhu di wilayah sekirat gedung. Meningkatnya pembangunan infrastruktur dan berkurangnya vegetasi yang berfungsi menyerap panas menyebabkan terjadinya peningkatan suhu permukaan. Meningkatnya tutupan lahan berupa permukiman akan mempengaruhi kerapatan vegetasi dalam sebuah kota. Akibat keterbatasan luas lahan, alih fungsi lahan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan ruang aktivitas cenderung mengurangi luasan lahan hijau (Wicaksono et al., 2021). Berkurangnya proporsi lahan hijau tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan pada pola spasial wilayah yang berdampak pada peningkatan suhu udara perkotaan secara signifikan.

Tabel 2. Distribusi Luasan LST Kota Magelang Tahun 2019-2023.

TAHUN	KELAS LST	LUASAN PER KECAMATAN (ha)		
		Magelang Utara	Magelang Tengah	Magelang Selatan
2019	Rendah	0	0	0
	Sedang	0	0	0
	Tinggi	18,66	6,82	65,1
	Sangat Tinggi	566,59	503,91	625,19
2020	Rendah	0	0	0
	Sedang	0	1,18	0
	Tinggi	54,02	43,65	119,71
	Sangat Tinggi	531,07	466,39	570,24
2021	Rendah	0	0	0
	Sedang	3,08	3,53	9,68
	Tinggi	84,08	54,54	139,33
	Sangat Tinggi	498,22	452,58	541,22
2022	Rendah	0	0	0
	Sedang	0	0	0
	Tinggi	37,64	12,81	84,29
	Sangat Tinggi	547,77	497,82	605,93
2023	Rendah	0	0	0
	Sedang	0	0	1,51
	Tinggi	21,54	9,89	94,47
	Sangat Tinggi	563,42	500,41	595,02

Tabel 2 menunjukkan distribusi luasan kelas LST yang tersebar di 3 kecamatan di Kota Magelang. Dominasi suhu permukaan berada pada kelas LST sangat tinggi dengan Kecamatan Magelang Selatan menjadi kecamatan yang memiliki luasan suhu permukaan kelas sangat tinggi. Berdasarkan data tersebut, secara total tidak ada luas lahan yang teridentifikasi dalam kategori rendah selama semua tahun yang tercatat. Untuk kelas sedang, luas lahan sedang sangat minimal dan hanya muncul pada tahun 2020 (1,18 ha) dan 2021 (16,29 ha), sebelum menurun kembali pada tahun 2022 (0 ha) dan 2023 (1,51 ha). Luas lahan tinggi mengalami fluktuasi dimana pada 2019 (90,58 ha), 2020 mengalami peningkatan (217,38 ha), 2021 mengalami peningkatan lebih lanjut (277,95 ha), 2022 terjadi penurunan (134,74 ha), 2023 terjadi penurunan lebih lanjut (125,90 ha). Kategori sangat tinggi menunjukkan variasi yang lebih stabil, meskipun mengalami penurunan dari tahun 2020 hingga 2022, dan sedikit peningkatan pada 2023.



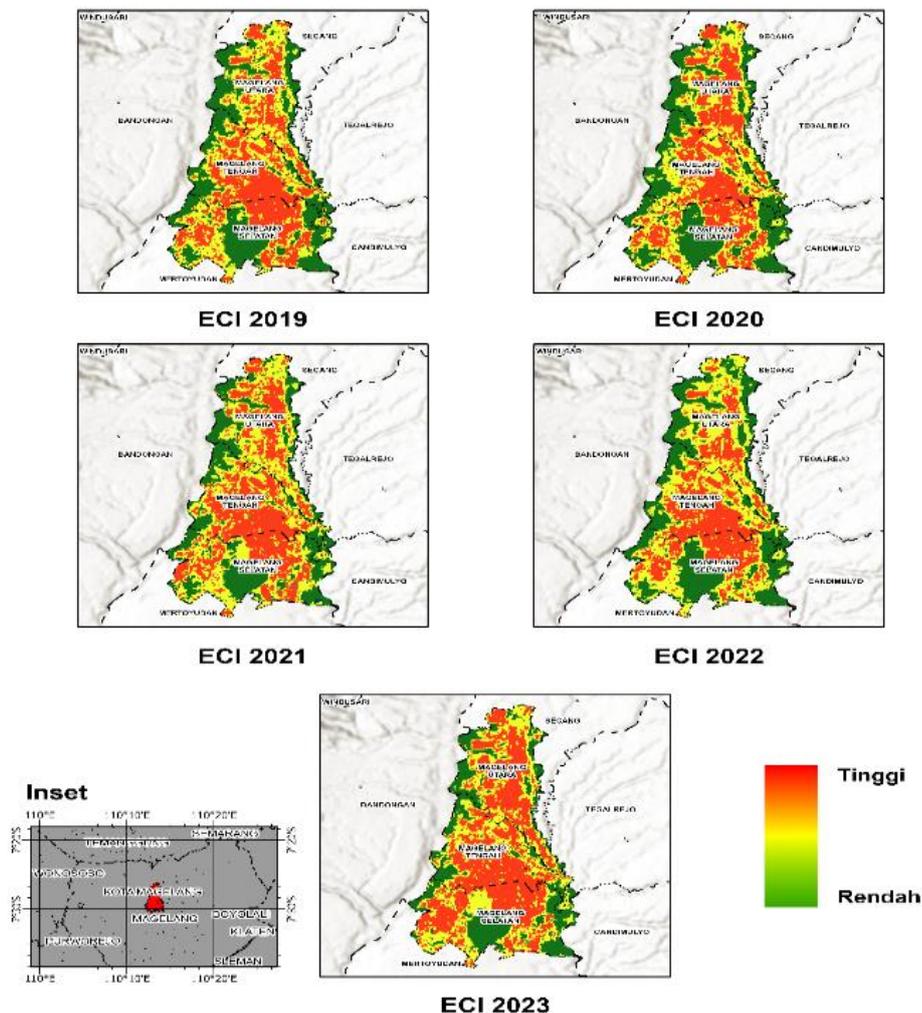
Gambar 8. Grafik Perbandingan Luasan LST Kota Magelang Tahun 2019-2023

Indeks Kekritisn Lingkungan (ECI) Kota Magelang

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, dapat diketahui sebaran secara *spatiotemporal* indeks kekritisn lingkungan (ECI) Kota Magelang dari tahun 2019 hingga 2023. Indeks Kekritisn Lingkungan (ECI) Kota Magelang diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu kelas rendah, sedang dan tinggi. Secara spasial, pola persebaran indeks kekritisn lingkungan Kota Magelang dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan sebaran 3 kelas ECI pada seluruh wilayah Kota Magelang. Hasil pengolahan menunjukkan sebaran ECI kelas tinggi mendominasi wilayah Kota Magelang. Distribusi suhu pada peta sangat tinggi di pusat kota, menunjukkan bahwa wilayah pusat kota kekurangan vegetasi sebagai tajuk, sehingga menghasilkan suhu permukaan yang tinggi. Keberadaan vegetasi memiliki dampak yang signifikan terhadap keadaan di sekitarnya. Kepadatan vegetasi di wilayah perkotaan dapat membantu mengurangi bahaya perubahan iklim (Saputra et al., 2023).

Lokasi pusat kota cenderung lebih hangat daripada daerah pinggiran kota karena lahan terbangun memiliki nilai albedo rendah dan menyerap lebih banyak panas matahari (Vujovic et al., 2021). Karena kepadatan penduduk yang tinggi, kurangnya vegetasi, dan suhu permukaan lahan yang tinggi, area lingkungan diklasifikasikan sebagai area yang memiliki tingkat kekritisn tinggi; sebaliknya, area pinggiran kota menggambarkan tingkat kekritisn rendah karena kepadatan penduduk yang rendah, vegetasi yang tinggi, dan suhu permukaan lahan yang rendah. Lingkungan kritis menyebar, dan beberapa wilayah yang sebelumnya stabil terancam (Saputra et al., 2023).



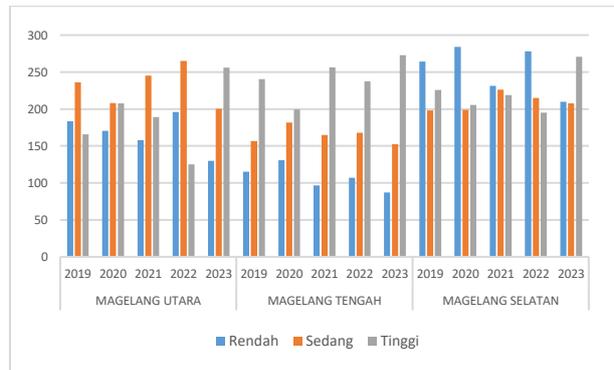
Gambar 9. Distribusi indeks kekritisn lingkungan (ECI) Kota Magelang Tahun 2019-2023.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif (berlawanan) antara indeks vegetasi dengan suhu permukaan dimana sebaran wilayah dengan indeks kekritisan lingkungan sangat tinggi, berada pada kawasan padat permukiman di pusat kota dengan tutupan vegetasi yang minim. Kekritisan lingkungan tinggi hasil dari algoritma ECI diidentifikasi sebagai pulau panas (UHI). Hal ini senada dengan temuan-temuan sebelumnya bahwa distribusi spasial suhu permukaan tanah di area studi dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi, semakin tinggi nilai NDVI maka LST semakin rendah dan begitupun sebaliknya (Dede et al., 2019; Kemarau & Eboy, 2019; Kosasih et al., 2019; Wachid & Tyas, 2022). Fenomena ini yang mengindikasikan pentingnya tutupan vegetasi sebagai salah satu faktor yang dapat mengurangi suhu permukaan tanah. Semakin kecil nilai NDVI maka semakin besar suhu udara. Hal ini dapat diasumsikan bahwa semakin kecil tutupan vegetasi, maka semakin tinggi pula suhu udaranya (Kosasih et al., 2019).

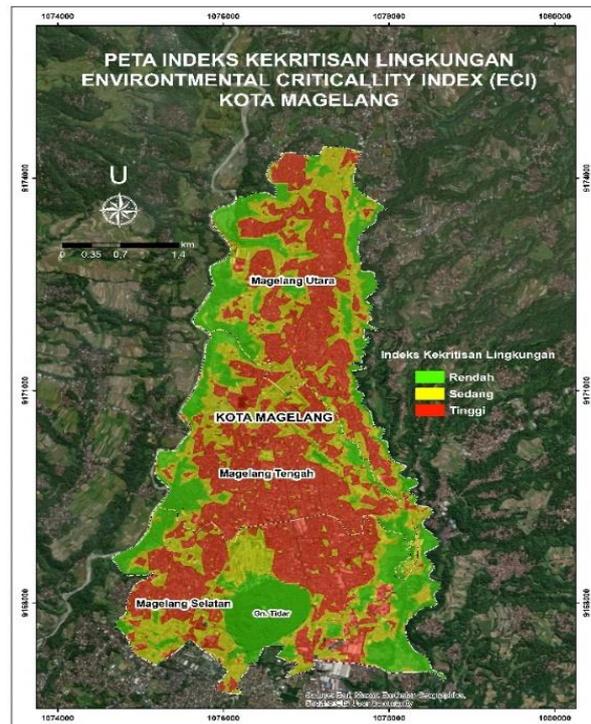
Tabel 3. Distribusi luasan ECI Kota Magelang Tahun 2019-2023.

TAHUN	KELAS ECI	LUASAN PER KECAMATAN (ha)		
		Magelang Utara	Magelang Tengah	Magelang Selatan
2019	Rendah	183,38	115,18	264,29
	Sedang	236,33	156,72	198,16
	Tinggi	165,82	240,45	225,83
2020	Rendah	170,38	130,75	284,08
	Sedang	208,08	181,62	198,93
	Tinggi	207,62	199,32	205,48
2021	Rendah	157,82	96,73	231,46
	Sedang	245,23	164,81	226,16
	Tinggi	188,92	256,3	218,83
2022	Rendah	195,79	106,82	278,19
	Sedang	265,18	167,87	215,02
	Tinggi	125,11	237,37	194,91
2023	Rendah	130,05	87,04	209,59
	Sedang	200,19	152,26	207,84
	Tinggi	256,08	272,68	270,53

Kecamatan Magelang Selatan menjadi wilayah kecamatan dengan tingkat kekritisan lingkungan kelas rendah terluas yang terjadi sepanjang tahun hingga mencapai luas sebesar 284,08 ha. Luasan kelas sedang tertinggi terjadi di Kecamatan Magelang Utara mencapai 265,18 ha terjadi pada tahun 2022. Sedangkan, ECI dengan kelas tinggi mencapai luasan terbesar yaitu 272,68 ha terjadi di Kecamatan Magelang Utara pada tahun 2023. Dari data ini, terlihat bahwa total luas area ECI dengan kelas tinggi mengalami variasi dengan penurunan pada 2020 dan 2022, sementara tahun 2021 dan 2023 menunjukkan peningkatan. Peningkatan yang signifikan di 2023 bisa menjadi indikasi perbaikan dalam pengelolaan lingkungan (**Gambar 10**).



Gambar 10. Grafik perbandingan luasan ECI di Kota Magelang Tahun 2019-2023



Gambar 11. Peta sebaran ECI Kota Magelang Tahun 2023.

Salah satu wilayah dengan nilai ECI sangat tinggi adalah di sekitar Jalan Jend. Sudirman, Jalan Pemuda, Jalan Tidar dan Jalan Mataram Kota Magelang. Berdasarkan hasil validasi kondisi wilayah menggunakan citra satelit resolusi tinggi, diperoleh gambaran kondisi wilayah yang sangat padat dengan permukiman warga dan sangat minim vegetasi. Selain wilayah Ahmad Yani, ECI dengan kategori sangat kritis juga tersebar di wilayah Jalan Semarang-Yogyakarta, dan Jalan Ahmad Yani. Kawasan tersebut merupakan pusat kota dengan berbagai fasilitas publik, seperti pasar, plaza, sekolah, pusat kesehatan dan area komersial lainnya. Area ini sering menjadi pusat kegiatan yang mengundang banyak penduduk untuk beraktivitas. Sementara itu, wilayah dengan kategori tidak kritis tersebar pada wilayah dengan tutupan lahan vegetasi rapat di Kawasan Gunung Tidar dan daerah pinggiran Kota Magelang (**Gambar 13**) sekaligus menjadi bukti bahwa pemanfaatan algoritma NDVI dapat digunakan dalam analisa

indeks kekritisn lingkungan ECI, dalam hal ini meningkatkan akurasi klasifikasi ECI.



Gambar 12. Contoh wilayah di Kota Magelang dengan klasifikasi ECI sangat kritis.



Gambar 13. Contoh wilayah di Kota Magelang dengan klasifikasi ECI sangat kritis.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah melalui data citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dapat digunakan untuk mendapatkan nilai NDVI dan LST, yang selanjutnya dilakukan proses pengolahan untuk mendapatnya nilai ECI (*Environmental Criticality Index*). Kecamatan Magelang Selatan menjadi wilayah kecamatan dengan tingkat kekritisn lingkungan kelas rendah terluas yang terjadi sepanjang tahun hingga mencapai luas sebesar 284,08 ha. Luasan kelas sedang tertinggi terjadi di Kecamatan Magelang Utara mencapai 265,18 ha terjadi pada tahun 2022. Sedangkan, ECI dengan kelas tinggi mencapai luasan terbesar yaitu 272,68 ha terjadi di Kecamatan Magelang Utara pada tahun 2023. Terlihat bahwa sebaran vegetasi dan suhu di Kota Magelang juga berpengaruh terhadap sebaran ECI di tahun 2019-2023. Dengan meningkatkan tutupan hijau di Kota Magelang bisa menjadi solusi penting untuk mengurangi suhu permukaan, terutama dalam menghadapi urbanisasi yang pesat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Departemen Pendidikan Geografi

Universitas Negeri Yogyakarta dan Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu dalam penelitian ini mulai dari persiapan hingga tersusunnya artikel ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada BIG yang telah menyediakan data *open source* berupa data spasial Kota Magelang serta USGS yang menyediakan data citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisyaturobbiah, A. (2021). Dampak Urbanisasi Terhadap Penyediaan Permukiman dan Perumahan di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Ekonomi Bisnis Dan Ekonomi (JEBAKU)*, 1(2), 43–54.
- Dede, Moh., Pramulatsih, G. P., Widiawaty, M. A., Ramadhan, Y. R., & Ati, A. (2019). Dinamika Suhu Permukaan dan Kerapatan Vegetasi di Kota Cirebon. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 6(1), 23–30.
- Fadlin, F., Kurniadin, N., & Prasetya, F. V. A. S. (2020). Analisis Indeks Kekritisn Lingkungan di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS. *ELIPSODIA: Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 3(1), 55–63.
- Fikriyah, V. N., Danardono, Sunariya, M. I. T., Cholil, M., Hafid, T. A., & Islam, M. I. (2022). Spatio-temporal analysis of built-up area and land surface temperature in Surakarta using Landsat imageries. *Sustinere Journal of Environment and Sustainability*, 6(2), 92–101. <https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v6i2.187>
- Hardianto, A., Dewi, P. U., Feriansyah, T., Sari, N. F. S., & Rifiana, N. S. (2021). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung). *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 2(1), 8–15. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i1.38>
- Indriyani, L., Gandri, L., Arafah, N., Bana, S., Fitriani, V., & Basuki. (2023). Analisis Spasial Temporal Environmental Critical Index (ECI) Kota Kendari Spatial Temporal Analysis of Environmental Critical Index (ECI) in Kendari. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 149–156.
- Kemarau, R. A., & Ebo, O. V. (2019). Land Coverage Indices and Its Impact on Land Surface Temperature Pattern in Small Medium Sizes, Kota Kinabalu City for The Year 1991, 2011, and 2018. *Journal of Built Environment, Technologies, and Engineering*, 7, 25–36.
- Kosasih, D., Nasihin, L., & Zulkarnain, E. R. (2019). Deteksi Kerapatan Vegetasi dan Suhu Permukaan Tanah Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Stasiun Penelitian Pasir Batang Nasional Gunung Ciremai). *Konservasi Untuk Kesejahteraan Masyarakat*, 162–173.
- Riyadi, F., & Rahayu, S. (2019). Hubungan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap UHI (Urban Heat Island) di Kota Magelang. *Ruang*, 5(2), 83–93. <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ruang/>
- Saputra, L. I. A., Jumadi, & Sari, D. N. (2023). Analysis of Environmental Criticality Index (ECI) and Distribution of Slums in Yogyakarta and Surrounding Areas Using Multitemporal Landsat Imagery. *Proceedings of the International Conference of Geography and Disaster Management (ICGDM 2022)*, 407–420. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4_26

- Utami, W. (2022). Kota Magelang dalam Penataan Saujana Pusaka. *Seminar on Architecture Research and Technology (SMART) #6*, 105–118. <http://whc.unesco.org/en/criteria/>
- Vujovic, S., Haddad, B., Karaky, H., Sebaibi, N., & Boutouil, M. (2021). Urban Heat Island: Causes, Consequences, and Mitigation Measures with Emphasis on Reflective and Permeable Pavements. *CivilEng*, 2(2), 459–484. <https://doi.org/10.3390/civileng2020026>
- Wachid, N., & Tyas, W. P. (2022). Analisis Transformasi NDVI dan kaitannya dengan LST Menggunakan Platform Berbasis Cloud: Google Earth Engine. *Jurnal Planologi*, 19(1), 60–74.
- Wicaksono, C. S. A., Sukmono, A., & Hadi, F. (2021). Analisis Pengaruh Perubahan Komposisi Vegetasi dan Kawasan Terbangun Terhadap Suhu Permukaan (Studi Kasus: Kota Tegal). *Jurnal Geodesi Undip Juli*, 10(3), 1–10.
- Yanti, D., Megantara, I., Akbar, M., Meiwanda, S., M. Izzul, S., Sugandi, D., & Ridwana, R. (2020). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.4229>