

Hubungan Perubahan Indeks Biofisik Vegetasi dan Lahan Terbangun terhadap *Land Surface Temperature* di Kabupaten Bekasi

The Relationship Between Changes in the Biophysical Vegetation Index and Built-Up Land and Land Surface Temperature in Bekasi Regency

Clarissya Ar Rizka Ichnanda^{1*}, Tjaturahono Budi Sanjoto¹

¹ Department of Geography, Universitas Negeri Semarang

Article History

Received March 2026

Revised April 2026

Accepted April 2026

Keywords

Land Surface Temperature, NDVI, NDBI.

ABSTRAK

Perubahan penggunaan lahan akibat urbanisasi dan industrialisasi di Kabupaten Bekasi memengaruhi dinamika biofisik permukaan dan peningkatan suhu permukaan (*Land Surface Temperature/LST*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan indeks biofisik (*NDVI*, *NDBI*, dan *EBBI*), perubahan *LST*, serta hubungan keduanya pada periode 1994–2024. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif berbasis citra Landsat dengan analisis spasial-temporal, serta uji korelasi Spearman dan regresi linear berganda. Hasil menunjukkan penurunan *NDVI* yang mengindikasikan degradasi vegetasi, serta peningkatan *NDBI* dan *EBBI* yang mencerminkan ekspansi kawasan terbangun. *NDBI* dan *EBBI* berhubungan positif signifikan terhadap *LST*, sedangkan *NDVI* berhubungan negatif signifikan. Secara spasial, suhu tertinggi terdapat pada kawasan industri dan permukiman padat, sehingga perubahan biofisik akibat urbanisasi berkontribusi signifikan terhadap peningkatan suhu permukaan wilayah.

ABSTRACT

Land use changes driven by urbanization and industrialization in Bekasi Regency have influenced surface biophysical dynamics and increased Land Surface Temperature (LST). This study aims to analyze changes in biophysical indices (NDVI, NDBI, and EBBI), LST variations, and their relationships over the period 1994–2024. A quantitative approach was employed using Landsat imagery with spatial-temporal analysis, along with Spearman correlation and multiple linear regression. The results indicate a decline in NDVI, reflecting vegetation degradation, and an increase in NDBI and EBBI, representing the expansion of built-up and non-vegetated areas. NDBI and EBBI show a significant positive relationship with LST, while NDVI shows a significant negative relationship. Spatially, the highest temperatures are concentrated in industrial and densely populated areas, indicating that biophysical changes due to urbanization significantly contribute to rising surface temperatures.

Pendahuluan

Perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia menjadi tantangan utama dalam pembangunan wilayah modern, terutama akibat urbanisasi dan industrialisasi yang mendorong konversi lahan vegetatif menjadi kawasan terbangun. Kabupaten Bekasi merupakan salah satu wilayah dengan transformasi penggunaan lahan paling intensif di Provinsi Jawa Barat, dipicu oleh kebijakan industrialisasi, pertumbuhan penduduk, serta posisinya sebagai kawasan penyangga ibu kota. Sejak ditetapkan sebagai zona industri dalam pengembangan BOTABEK pada era Orde Baru, wilayah ini mengalami ekspansi industri berskala besar, ditandai dengan pengembangan kawasan industri seperti East Jakarta Industrial Park (EJIP), MM2100 Industrial Town, dan Jababeka Industrial Estate (Ichsani, 2022; Kusumastuti, 2025). Dominasi sektor industri bahkan mencapai 77,20% dari total aktivitas ekonomi daerah pada tahun 2020 (Ichsani, 2022).

Ekspansi tersebut berdampak pada penyusutan lahan pertanian dan vegetasi. Luas lahan pertanian yang pada tahun 2019 masih mencapai lebih dari 57.000 hektar terus menurun akibat alih fungsi lahan (Ismail, 2021), dengan laju konversi rata-rata $-0,43\%$ per tahun pada periode 2001–2011 (Yudhistira, 2013). Tekanan ini semakin meningkat seiring pertumbuhan penduduk dari 2.630.401 jiwa pada tahun 2010 menjadi 3.113.017 jiwa pada tahun 2020 (BPS Kabupaten Bekasi, 2021). Perubahan tutupan lahan tersebut berimplikasi pada peningkatan suhu permukaan, yang secara global diakui sebagai dampak utama perubahan Land Use/Land Cover (LULC). IPCC (2023) mencatat kenaikan suhu global sebesar $+1,1^{\circ}\text{C}$, sementara berbagai studi menunjukkan hubungan positif antara kawasan terbangun dan Land Surface Temperature (LST), serta hubungan negatif antara vegetasi dan LST (Puttanapong et al., 2025; Rothee et al., 2025).

Di Indonesia, khususnya di koridor barat Pulau Jawa, suhu permukaan di kawasan urban telah melampaui 30°C , sedangkan wilayah bervegetasi relatif lebih rendah (Fajary et al., 2024). Di Kabupaten Bekasi, Asi et al. (2022) menunjukkan bahwa penurunan luas sawah dan peningkatan kawasan industri berkontribusi terhadap kenaikan suhu permukaan, dengan korelasi positif antara Normalized Difference Built-Up Index (*NDBI*) dan Land Surface Temperature (LST) ($r = 0,675$) serta korelasi negatif antara Normalized Difference Vegetation Index (*NDVI*) dan LST ($r = -0,641$). Namun, penelitian sebelumnya umumnya masih terbatas pada periode pendek dan belum mengintegrasikan indeks tambahan seperti Enhanced Built-up and Bareness Index (*EBBI*) yang lebih sensitif terhadap lahan terbuka non-vegetatif.

Penginderaan jauh memungkinkan analisis perubahan biofisik secara objektif melalui pemanfaatan citra satelit multispektral. Citra Landsat, dengan resolusi spasial 30 meter dan rekam data panjang sejak 1972, banyak digunakan dalam estimasi parameter seperti *NDVI* dan LST dengan tingkat akurasi tinggi (NASA, 2021; Roy et al., 2014; Sekertekin dan Bonafoni, 2020; As-syakur et al., 2020). LST sendiri merepresentasikan suhu permukaan objek yang dipengaruhi oleh karakteristik fisik lahan dan menjadi indikator penting dalam kajian Urban Heat Island (UHI) (Weng, 2019, dalam Jaelani, 2021).

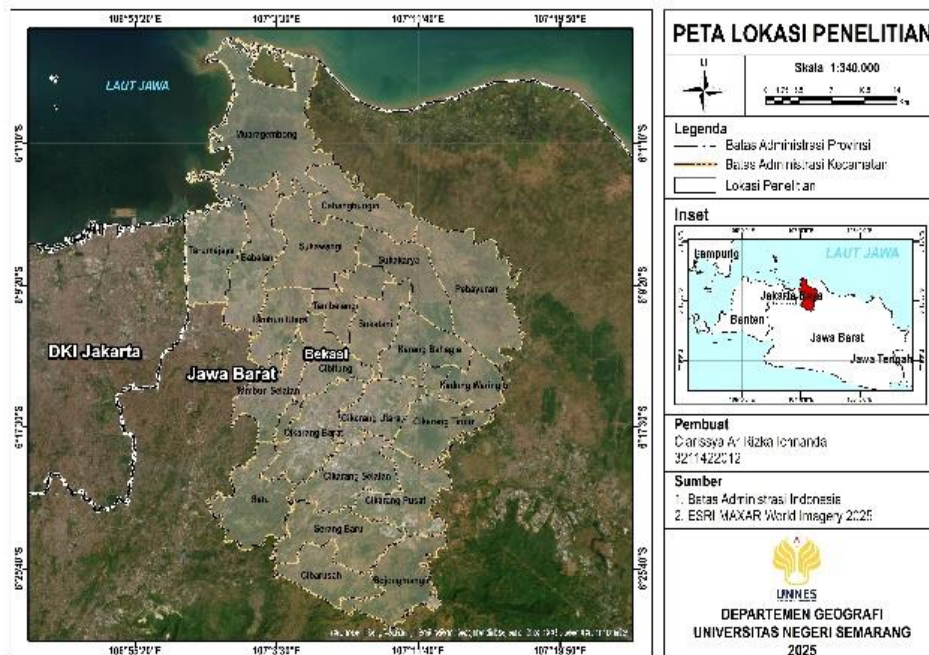
Dinamika biofisik permukaan dapat direpresentasikan melalui indeks spektral seperti *NDVI*, *NDBI*, dan *EBBI*. *NDVI* menggambarkan kondisi vegetasi dan memiliki hubungan negatif dengan LST (Guha et al., 2018; Dewi et al., 2023), sedangkan *NDBI* merepresentasikan kawasan terbangun yang berkorelasi positif dengan peningkatan suhu (Zha et al., 2003; Rendanaa et al., 2023). *EBBI*, yang mengintegrasikan kanal NIR, SWIR, dan TIR, mampu mendeteksi lahan terbuka dan kawasan industri secara lebih akurat (As-syakur et al., 2012; Sahoo et al., 2022). Kombinasi ketiga indeks ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap dinamika termal wilayah (Weng, 2004; Chen et al., 2006).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis perubahan indeks biofisik (*NDVI*, *NDBI*, dan *EBBI*) di Kabupaten Bekasi selama periode 1994–2024; (2) menganalisis perubahan suhu permukaan (LST); serta (3) mengkaji hubungan antara indeks biofisik dan LST.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat, dengan enam tahun pengamatan (1994, 1999, 2009, 2014, 2019, dan 2024) menggunakan citra Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI/TIRS dari USGS Earth Explorer (tutupan awan $<10\%$ pada musim kemarau) serta data batas administrasi dari BIG. Populasi mencakup seluruh wilayah penelitian, dengan sampel sebanyak 50 titik yang ditentukan melalui stratified random sampling berbasis kelas indeks biofisik untuk validasi klasifikasi citra.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan perspektif keruangan dan kelingkungan untuk menganalisis hubungan antara kondisi biofisik permukaan dan suhu permukaan (Land Surface Temperature/LST) di Kabupaten Bekasi selama periode 1994–2024. Pendekatan keruangan digunakan untuk mengkaji distribusi spasial LST serta indeks biofisik (*NDVI*, *NDBI*, dan *EBBI*), sedangkan pendekatan kelingkungan untuk memahami keterkaitan perubahan tutupan lahan terhadap respon termal permukaan. Variabel penelitian meliputi *NDVI*, *NDBI*, dan *EBBI* sebagai variabel bebas yang merepresentasikan vegetasi, keterbangunan, dan lahan terbuka, serta LST sebagai variabel terikat yang dihitung dari kanal termal citra Landsat.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu pre-processing citra yang meliputi koreksi geometrik, radiometrik, dan atmosferik menggunakan metode FLAASH untuk meningkatkan kualitas reflektansi permukaan. Selanjutnya dilakukan pemotongan citra sesuai batas administrasi wilayah penelitian. Tahap berikutnya adalah perhitungan indeks biofisik, yaitu:

1. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Kerapatan vegetasi dinyatakan dalam persentase dan diperoleh melalui transformasi *NDVI* yang memanfaatkan perbedaan pantulan spektral daun, di mana klorofil menyerap cahaya merah dan memantulkan inframerah dekat (Wahyuni, 2017 dalam Sawai, 2024). Secara umum, vegetasi sehat menyerap 70–90% cahaya merah dan biru serta memantulkan cahaya hijau dan inframerah dekat, sehingga *NDVI* efektif untuk mendeteksi tingkat kehijauan dengan persamaan:

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

Berdasarkan Aos & Putri (2023), nilai *NDVI* diklasifikasikan menjadi:

Tabel 1. Klasifikasi *NDVI*

Kelas	NDVI	Keterangan
Kelas 1	-1 – (-0,03)	Lahan Tidak Bervegetasi
Kelas 2	-0,03 – 0,15	Vegetasi Sangat Rendah
Kelas 3	0,15 – 0,25	Vegetasi Rendah
Kelas 4	0,25 – 0,35	Vegetasi Sedang
Kelas 5	0,36 – 1,00	Vegetasi Tinggi

2. Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)

NDBI digunakan untuk mengukur kepadatan lahan terbangun melalui perbedaan reflektansi spektral antara band SWIR dan NIR, di mana material seperti beton dan aspal memiliki reflektansi tinggi pada SWIR dan rendah pada NIR, sedangkan vegetasi menunjukkan pola sebaliknya. Hal ini menyebabkan area terbangun bernilai positif dan non-terbangun bernilai negatif, sehingga *NDBI* efektif merepresentasikan tingkat urbanisasi secara spasial. Nilai *NDBI* dihitung dengan persamaan

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

Tabel 2. Klasifikasi *NDBI*

Kelas	NDBI	Keterangan
Kelas 1	-1 – 0	Non Pemukiman
Kelas 2	0 – 0,1	Pemukiman Jarang
Kelas 3	0,1 – 0,2	Pemukiman Rapat
Kelas 4	0,2 – 0,3	Pemukiman Sangat Rapat

3. Enhanced Built-up and Bareness Index (EBBI)

EBBI digunakan untuk memetakan lahan terbangun dan lahan terbuka dengan memanfaatkan perbedaan reflektansi spektral dan emisi termal, di mana kawasan terbangun dan lahan kering memiliki reflektansi tinggi pada SWIR dan emisi panas tinggi pada TIR, sedangkan vegetasi tinggi pada NIR. Nilai *EBBI* dihitung dengan persamaan:

$$EBBI = \frac{SWIR - NIR}{10 \sqrt{SWIR + TIR}}$$

Tabel 3. Klasifikasi *EBBI*

Kelas	EBBI	Keterangan
<i>Built Up</i>	0,100 – 0,350	Lahan terbangun (impervious surfaces, bangunan, jalan)
<i>Bare Land</i>	>0,350	Lahan terbuka / kering

4. Land Surface Temperature (LST)

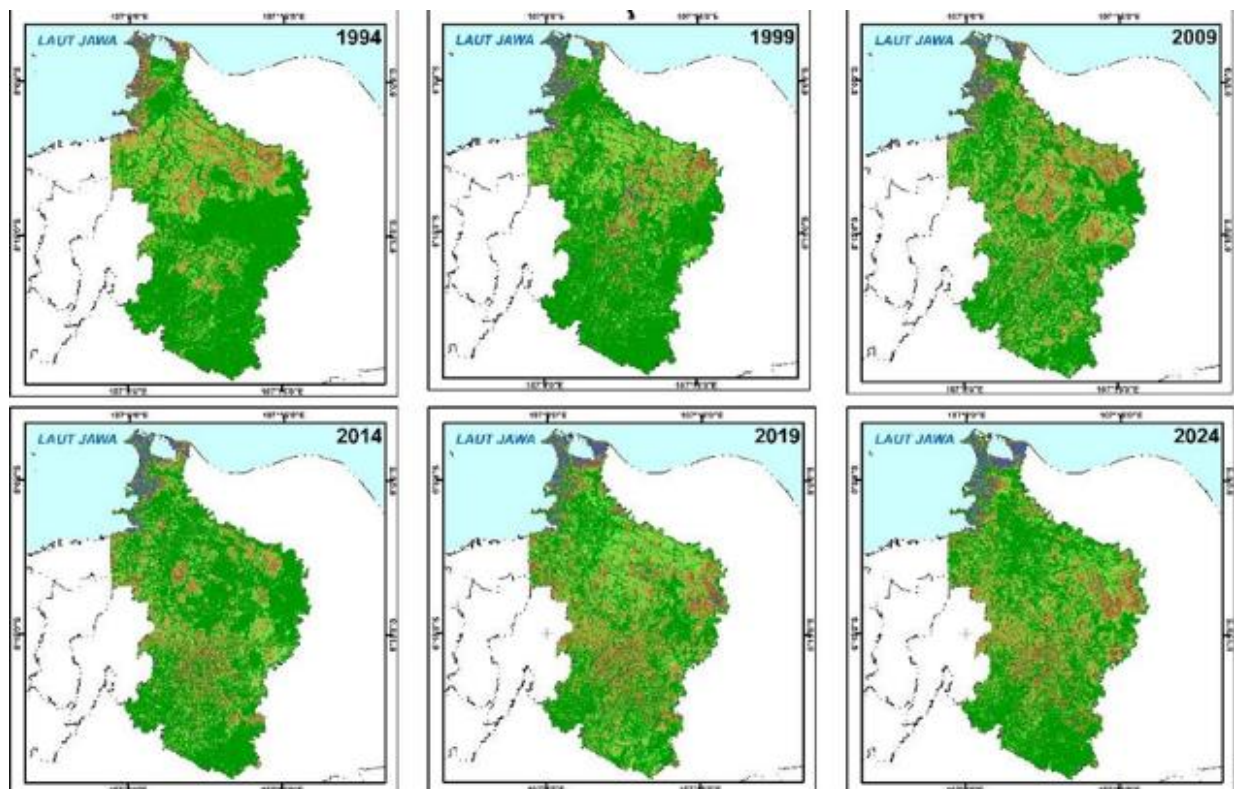
LST merupakan suhu permukaan yang diperoleh dari citra Landsat melalui pemanfaatan kanal termal, yang merepresentasikan kondisi termal aktual permukaan bumi. Estimasi LST dilakukan dengan mengintegrasikan nilai brightness temperature (BT) dan emisivitas permukaan (LSE), di mana emisivitas dikoreksi berdasarkan fraksi vegetasi (PV) yang mencerminkan proporsi tutupan vegetasi dalam setiap piksel (Carlson dan Ripley, 1997 dalam Fawzi, 2019 dalam Aji, 2023). Koreksi emisivitas penting karena perbedaan karakteristik termal antara vegetasi, tanah, dan permukaan terbangun memengaruhi radiasi yang dipancarkan. Selanjutnya, LST dihitung dengan mempertimbangkan hubungan antara BT dan emisivitas untuk menghasilkan suhu permukaan yang lebih akurat. Nilai LST kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori suhu (Aos & Putri, Nugroho et al., 2023), sehingga mampu menggambarkan variasi spasial kondisi termal dari area bervegetasi hingga kawasan terbangun dengan intensitas panas tinggi.

Keabsahan data diuji melalui ground checking dengan membandingkan hasil interpretasi citra dan kondisi lapangan menggunakan titik sampel GPS serta dokumentasi tutupan lahan, yang diperkuat oleh integrasi data citra, data sekunder, dan observasi lapangan. Analisis dilakukan secara statistik dan spasial, meliputi uji normalitas Shapiro–Wilk sebagai dasar pemilihan metode, korelasi Spearman untuk mengukur hubungan *NDVI*, *NDBI*, *EBBI*, dan LST, serta regresi linear berganda untuk menguji pengaruh simultan ketiga indeks terhadap suhu permukaan berdasarkan koefisien dan signifikansi statistik.

Hasil dan Pembahasan

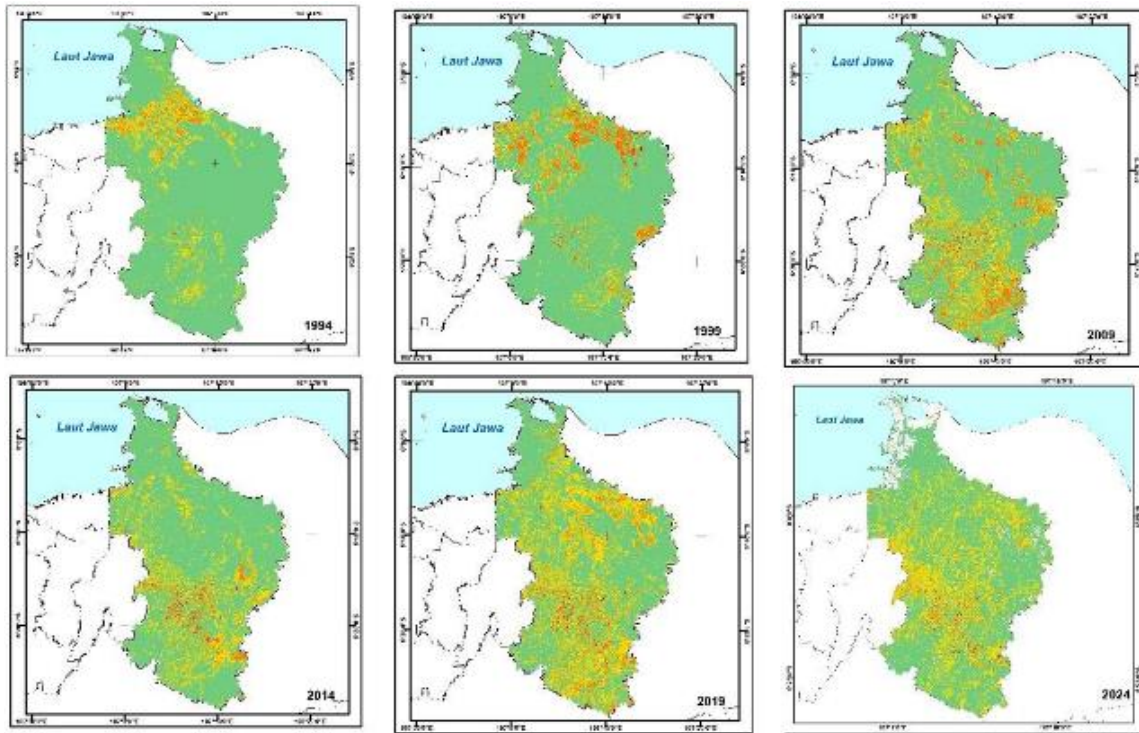
Dinamika Perubahan Indeks Biofisik dan Pengaruhnya terhadap Kondisi Lingkungan

Hasil analisis indeks *NDVI* menunjukkan bahwa Kabupaten Bekasi mengalami dinamika perubahan vegetasi yang kompleks sepanjang periode 1994–2024. Pada awal pengamatan, wilayah ini masih didominasi oleh vegetasi dengan kerapatan tinggi yang tersebar luas, terutama di bagian selatan dan sebagian utara. Namun, seiring meningkatnya aktivitas pembangunan, terjadi penurunan luas vegetasi tinggi yang diikuti oleh peningkatan vegetasi rendah dan sangat rendah. Penurunan paling signifikan terjadi pada tahun 2019 yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata *NDVI* terendah, mengindikasikan degradasi vegetasi akibat konversi lahan yang intensif. Meskipun pada tahun 2024 terjadi sedikit pemulihan, kondisi vegetasi secara umum masih lebih rendah dibandingkan periode awal. Secara spasial, dapat dilihat dalam gambar 1 penurunan vegetasi terutama terjadi di wilayah tengah dan barat Kabupaten Bekasi yang menjadi pusat pertumbuhan industri dan permukiman. Wilayah seperti Tambun Selatan, Cibitung, dan Cikarang menunjukkan fragmentasi vegetasi yang tinggi, ditandai dengan dominasi kelas vegetasi rendah hingga sedang. Sebaliknya, wilayah selatan dan sebagian timur masih mempertahankan vegetasi relatif lebih rapat karena dominasi lahan pertanian. Pola ini mencerminkan adanya diferensiasi spasial yang kuat antara wilayah urban dan wilayah semi-rural dalam distribusi vegetasi.



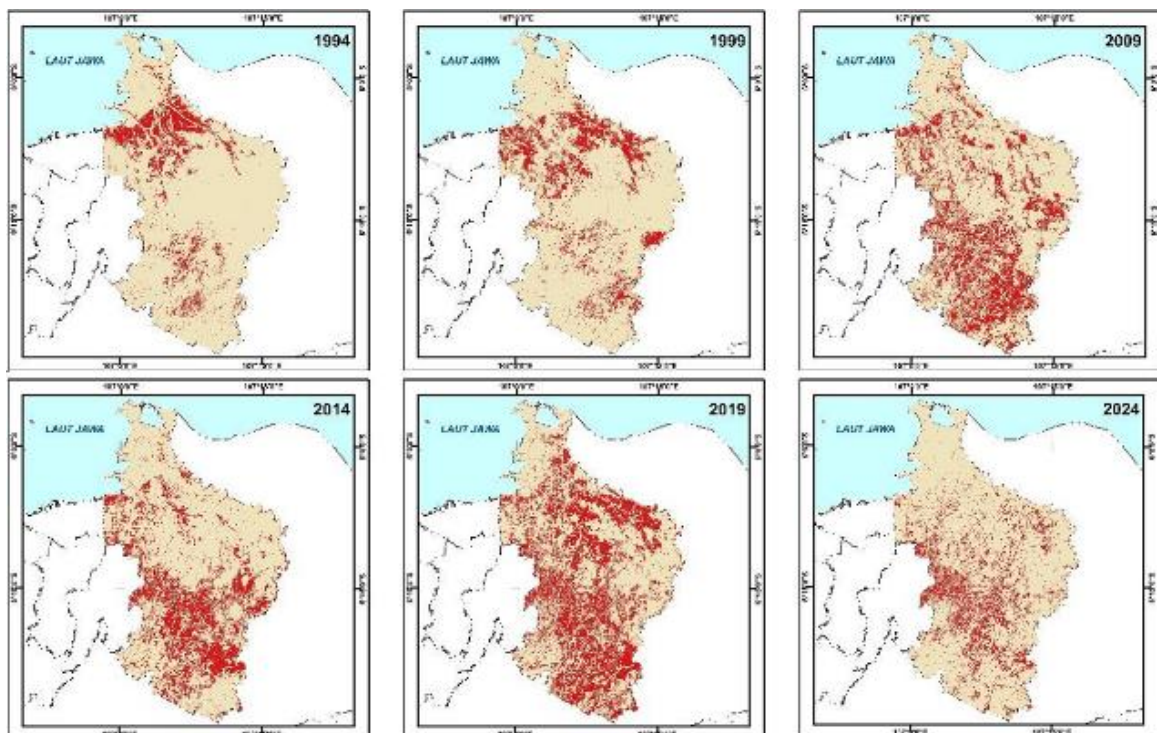
Gambar 2. Peta Perubahan Kerapatan Vegetasi di Kabupaten Bekasi Tahun 1994, 1999, 2009, 2014, 2019, dan 2024

Di sisi lain, indeks *NDBI* menunjukkan tren peningkatan yang konsisten sepanjang periode penelitian. Pada periode 1994–2024, struktur kerapatan bangunan di Kabupaten Bekasi secara konsisten didominasi oleh kelas Non Permukiman, meskipun mengalami fluktuasi proporsi dari 87,5% (1994) menjadi 64,2% (2019) dan kembali meningkat menjadi 70,5% (2024). Sementara itu, Permukiman Jarang menunjukkan tren peningkatan paling signifikan, terutama pada periode 2009–2019, yang mencerminkan ekspansi permukiman berkepadatan rendah ke wilayah pinggiran. Kelas Permukiman Rapat dan Sangat Rapat memiliki proporsi relatif kecil dan cenderung berfluktuasi, dengan sebaran yang terkonsentrasi di wilayah tengah, khususnya koridor Cikarang dan sekitarnya. Secara spasial, perkembangan kawasan terbangun memperlihatkan pola awal yang terlokalisasi pada tahun 1994, kemudian berkembang menjadi klaster yang lebih luas dan terhubung hingga tahun 2019, sebelum menunjukkan kecenderungan konsolidasi pada tahun 2024. Dinamika ini mencerminkan proses transformasi spasial yang kompleks, di mana ekspansi, fragmentasi, dan konsolidasi kawasan terbangun berlangsung secara bertahap dalam periode tiga dekade.



Gambar 3. Peta Perubahan Kerapatan Bangunan di Kabupaten Bekasi Tahun 1994, 1999, 2009, 2014, 2019, 2024

Selain itu, hasil analisis *EBBI* menunjukkan adanya peningkatan area lahan terbangun dan lahan terbuka non-vegetatif, terutama pada zona transisi seperti lahan konstruksi, tanah urug, dan kawasan industri yang sedang berkembang. Berbeda dengan *NDBI* yang lebih menekankan pada bangunan permanen, *EBBI* mampu mengidentifikasi area terbuka kering yang memiliki karakteristik termal tinggi. Peningkatan nilai *EBBI* ini mengindikasikan meluasnya permukaan yang terekspos langsung terhadap radiasi matahari, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan.

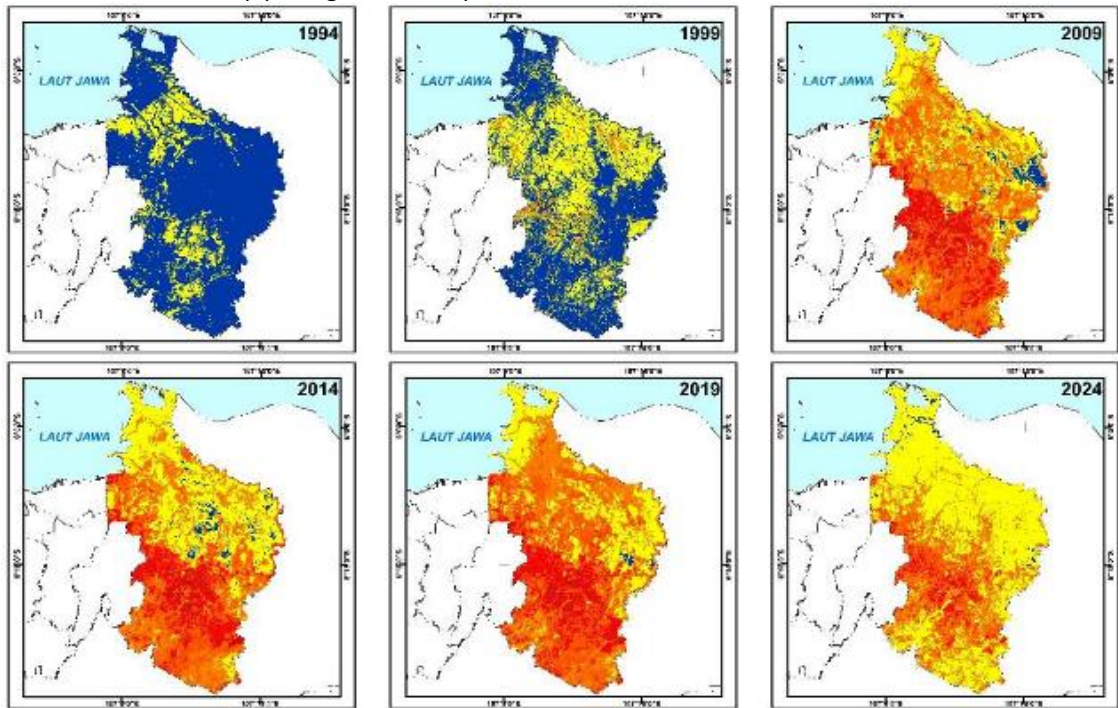


Gambar 4. Peta Perubahan Tutupan Lahan di Kabupaten Bekasi Tahun 1994, 1999, 2009, 2014, 2019, dan 2024

Pada tahun 1994, pola spasial *EBBI* masih bersifat terfragmentasi dengan lahan terbangun yang terkonsentrasi di wilayah pesisir dan barat laut, sementara bagian tengah-selatan didominasi lahan terbuka.

Memasuki tahun 1999, sebaran lahan terbangun mulai meluas ke wilayah tengah dan timur, membentuk pola transisi antara area terbangun dan non-terbangun. Perubahan paling signifikan terjadi pada tahun 2009 ketika lahan terbangun telah menyebar luas dan saling terhubung, kemudian semakin menguat pada 2014 dengan konsentrasi di wilayah inti. Pada tahun 2019 hingga 2024, dominasi lahan terbangun tampak hampir merata di seluruh wilayah, dengan batas antarkecamatan semakin kabur dan hanya menyisakan kantong kecil lahan terbuka. Secara kuantitatif, kelas lahan terbangun konsisten menjadi komponen dominan sepanjang 1994–2024, dengan proporsi yang jauh melampaui lahan terbuka maupun area tidak terklasifikasi. Fluktuasi lahan terbuka hanya terlihat signifikan pada 1999, namun kembali menurun pada periode berikutnya.

Perubahan ketiga indeks biofisik tersebut secara langsung berkaitan dengan dinamika LST. Penurunan *NDVI* yang mencerminkan berkurangnya vegetasi berasosiasi dengan meningkatnya LST karena hilangnya fungsi pendinginan alami melalui evapotranspirasi. Sebaliknya, peningkatan *NDBI* dan *EBBI* menunjukkan dominasi permukaan terbangun dan lahan terbuka yang memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap dan menyimpan panas, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan.



Gambar 5. Peta Perubahan Suhu Permukaan di Kabupaten Bekasi Tahun 1994, 1999, 2009, 2014, 2019, 2024

Analisis korelasi dilakukan untuk menilai hubungan antara indeks biofisik (*NDVI*, *NDBI*, dan *EBBI*) dengan suhu permukaan lahan (LST) menggunakan metode Spearman's rank correlation berbasis 50 titik pengamatan. Pendekatan ini digunakan karena mampu menggambarkan hubungan non-linear berbasis peringkat data. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga indeks memiliki hubungan yang signifikan terhadap LST, sehingga secara empiris dapat digunakan untuk menjelaskan variasi suhu permukaan di Kabupaten Bekasi dari sudut pandang karakteristik penutup lahannya.

NDVI menunjukkan koefisien korelasi sebesar $-0,302$ dengan signifikansi $0,03522$, yang mengindikasikan hubungan negatif dengan kekuatan lemah hingga sedang. Secara biofisik, hasil ini menegaskan bahwa keberadaan vegetasi berperan dalam menurunkan suhu melalui mekanisme evapotranspirasi dan efek peneduhan. Namun, lemahnya korelasi menunjukkan bahwa fungsi pendinginan vegetasi tidak bekerja secara optimal. Hal ini berkaitan dengan kondisi vegetasi yang telah terfragmentasi dan tidak lagi membentuk hamparan luas, sehingga efek penurunan suhu menjadi terbatas dan bersifat lokal, terutama di tengah dominasi kawasan terbangun.

Sebaliknya, *NDBI* memiliki korelasi positif tertinggi ($p = 0,547$; $p = 0,00005$), yang menunjukkan bahwa kepadatan bangunan merupakan faktor paling dominan dalam meningkatkan suhu permukaan. Secara spasial, kawasan dengan nilai *NDBI* tinggi umumnya berupa area industri, permukiman padat, serta jaringan jalan yang tersusun dari material kedap air. Permukaan ini memiliki kapasitas menyerap dan menyimpan panas yang tinggi, sehingga secara konsisten menghasilkan suhu permukaan yang lebih tinggi. Sementara itu, *EBBI* juga menunjukkan hubungan positif dengan koefisien $0,484$ ($p = 0,00042$). Nilai ini mencerminkan peran gabungan antara lahan terbangun dan lahan terbuka dalam meningkatkan suhu, khususnya pada area transisi seperti lahan konstruksi, tanah urug, dan kawasan pra-urbanisasi yang aktif secara termal.

Secara keseluruhan, ketiga indeks biofisik memperlihatkan pola hubungan yang saling melengkapi dalam menjelaskan dinamika suhu permukaan. *NDVI* berperan sebagai faktor penurunan suhu, tetapi pengaruhnya terbatas, sedangkan *NDBI* menjadi pengontrol utama peningkatan suhu akibat dominasi permukaan terbangun. *EBBI* berada di antara keduanya dengan merepresentasikan kondisi campuran antara bangunan dan lahan terbuka yang juga berkontribusi terhadap pemanasan. Pola ini menunjukkan bahwa struktur termal wilayah Kabupaten Bekasi lebih banyak dikendalikan oleh ekspansi kawasan non-vegetasi, sementara peran vegetasi semakin tereduksi dalam meredam intensitas panas permukaan.

Kesimpulan

(1) perubahan kondisi biofisik Kabupaten Bekasi yang menunjukkan adanya degradasi vegetasi secara signifikan, ditandai dengan penurunan nilai *NDVI* serta peningkatan nilai *NDBI* dan *EBBI* yang mencerminkan bertambahnya kawasan terbangun dan lahan terbuka non-vegetatif; (2) peningkatan *LST* yang terjadi seiring dengan meningkatnya dominasi permukaan kedap air, dengan konsentrasi suhu tertinggi berada pada kawasan industri dan permukiman padat seperti Cikarang, Tambun Selatan, dan Babelan; dan (3) hubungan antara indeks biofisik dan suhu permukaan yang menunjukkan bahwa *NDVI* berpengaruh negatif terhadap *LST* sebagai indikator peran vegetasi dalam menurunkan suhu, sedangkan *NDBI* dan *EBBI* berpengaruh positif terhadap *LST* akibat dominasi material penyerap panas pada kawasan terbangun.

Daftar Pustaka

- Abdeljawad, N., Adedokun, V., & Nagy, I. (2023). Environmental Impacts Of Urban Sprawl Using Remote Sensing Indices: A Case Study Of Amman City – The Capital Of Jordan. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 46(1), 304–314. <https://doi.org/10.30892/gtg.46134-1028>
- Agusta, V. C., & Putri, M. R. (2023). Identification of rainfall variability in the northern coast of Java. *AIP Conference Proceedings*, 2719(1), 020015. <https://doi.org/10.1063/5.0133300>
- Agustina, I. H. (2021). Study of flood-prone areas in Bekasi Regency. *Jurnal Geografi GEA*, 21(2), 180–190.
- Aji, N. P. W. (2023). Analisis Urban Heat Island Di Kabupaten Sragen Tahun 2020. *Geadidaktika*, 3(2).
- Akrim, A. A. D. (2022). Arahan Dan Rekomendasi Mitigasi Terhadap Wilayah Yang Terdampak Urban Heat Island Di Kota Makassar. [Skripsi] Universitas Hasanuddin.
- Al Shawabkeh, R., AlHaddad, M., Al-Fugara, A., Al-Hawwari, L., Al-Hawwari, M. I., Omoush, A., & Arar, M. (2024). Modeling the impact of urban land cover features and changes on the land surface temperature (*LST*): The case of Jordan. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(2), 102359. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102359>
- Ally, H., Wahyuningtyas, J., & Rahmadana, M. I. (2024). Analisis Spatio temporal Pengaruh Aktivitas industri terhadap fenomena Urban Heat Island (*UHI*) dan Land Surface Temperature (*LST*) di Kota Jakarta Timur. *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, 26(1), 26–37. <https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93086>
- Ally, M., Widodo, S., & Rukmana, A. (2024). Industrial expansion and surface temperature dynamics in East Jakarta using Landsat 8 data. *Indonesian Journal of Environmental Geography*, 8(1), 33–46.
- Alnajjar, S., García-Martínez, A., López-Cabeza, V. P., & Al-Azhari, W. (2025). A Multidimensional Approach to Mapping Urban Heat Vulnerability: Integrating Remote Sensing and Spatial Configuration. *Smart Cities*, 8(4), 137. <https://doi.org/10.3390/smartcities8040137>
- Alwan, A., Muhibuddin, A., & Latief, S. R. (2025). Analisis spasial-temporal hubungan *LST* dan *NDVI* terhadap pembentukan urban heat island di Kota Kendari. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 9(3), 299–308. <https://doi.org/10.29408/geodika.v9i3.31052>
- Ambarwati, S. (2021). Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Perubahan Land Surface Temperature Di Kota Depok Tahun 2009-2019. [Skripsi] UIN Syarif Hidayatullah.
- Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1–26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>
- Aryastana, P., Widya, I. G. N. A., Dana, G. W. P., Suyasa, I. P. S., & Tamara, W. W. A. (2023). Estimasi Perubahan Tutupan Lahan Dengan Menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (*NDVI*) Di Kabupaten Klungkung Provinsi Bali. *Jurnal Teknik Gradien*, 15(1), 45–51.
- Asi, A., Supriatna, S., & Zulkarnain, F. (2022). Spatial study of land cover changes and land surface temperature in Bekasi Regency, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1111(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1111/1/012024>
- As-syakur, A. R., Adnyana, I. W. S., Arthana, I. W., & Nuarsa, I. W. (2012). Enhanced Built-Up and Bareness Index (*EBBI*) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area. *Remote Sensing*, 4(10), 2957–2970. <https://doi.org/10.3390/rs4102957>
- As-syakur, A. R., Adnyana, I. W. S., Arthana, I. W., & Nuarsa, I. W. (2020). Land surface temperature and vegetation index relationship in urban area: Case study of Denpasar City, Bali, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 17, 100278. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100278>

- As-syakur, A. R., Adnyana, I. W. S., Arthana, I. W., & Nuarsa, I. W. (2020). Enhanced analysis of land surface temperature and NDVI using Landsat data in Denpasar City, Bali. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100307. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100307>.
- Astriani, D. U., Muslim, D., Mulyo, A., & Pramudyo, T. (2022). Potensi tanah mengembang berdasarkan kadar lempung di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. *GEOMINERBA*, 7(2), 133–141. <https://doi.org/10.58522/ppsd22.v7i2.100>
- Azaria, V. P., Bela, P. A., & Deliyanto, B. (2020). Studi Kelayakan Perumahan Bersubsidi Penunjang Kawasan Industri (Lokasi : Saga, Balaraja, Kabupaten Tangerang). *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 2(2), 2589. <https://doi.org/10.24912/stupa.v2i2.8871>
- Babazadeh, M., & Kumar, P. (2015). Estimation Of The Urban Heat Island In Local Climate Change and Vulnerability Assessment for Air Quality in Delhi. *European Scientific Journal*, 11(17), 55–65.
- Badan Standar Nasional Indonesia (SNI). "Penyusunan Neraca Sumber Daya Lahan Spasial", Bogor: 2015. hal. 2-9
- Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., & Huete, A. R. (1995). A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, 13(1–2), 95–120. <https://doi.org/10.1080/02757259509532298>
- Bashir, F., Liu, X., & Nawaz, M. (2022). Assessment of urban heat island and land surface temperature using Landsat data in the industrial city of Faisalabad, Pakistan. *Environmental Earth Sciences*, 81(4), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12665-022-10234-8>
- Beatrice, I. S. (2018). Pengaruh Massa Bangunan dan Pola Bayangan Terhadap Kondisi Termal Ruang Luar Bangunan Apartemen di Surabaya. [Doctoral Dissertation] Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Berimah, A. P., Irfan, M., Akhsan, H., & Suhadi, S. (2025). Correlation Of Sst And Cape to Rainfall in West Java And DKI Jakarta. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(3), 347–361. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v10i3.49472>
- Carlson, T. N., & Ripley, D. A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62(3), 241–252. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00104-1)
- Cipta, A. (2018). Basin Resonance and Seismic Hazard in Jakarta, Indonesia. *Geosciences*, 8(4), 128. <https://doi.org/10.3390/geosciences8040128>
- Cipta, A., 2025. Generating Indonesian-Wide Vs30 Map Using The Engineering Geomorphology Approach. *Indonesian Journal on Geoscience*, 12 (2), p.217-229. DOI:10.17014/ ijog.12.2.217-229
- Congalton, R.G., & Green, K. (1999). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. CRC Press.
- Deng, C., & Wu, C. (2012). BCI: A Biophysical Composition Index For Remote Sensing of Urban Environments. *Remote Sensing of Environment*, 127, 247–259. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.09.009>
- Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2020). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*, 126, 102345. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102345>
- Dewantoro, Bayu Elwentyo & Mahyatar, Panji & Nur Hayani, Wafiq. (2020). Detection And Analysis Of Surface Urban Cool Island Using Thermal Infrared Imagery Of Salatiga City, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*. 17. 115-126. 10.30536/ij.ijreses.2020.v17.a3387.
- Dewi, A. L. F. (2022). Pengembangan Model Preanalisis Untuk Prediksi Akurasi Pada Satellite Derived Bathymetry (Sdb) Akibat Pengaruh Resolusi Spasial Citra Yang Berbeda. [Tesis] Institut Teknologi Bandung.
- Dewi, A. R., Taryana, D., & Astuti, I. S. (2023). Pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap Urban Heat Island di Kota Bekasi menggunakan citra penginderaan jauh multitemporal. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial (JIHIS)*, 3(6), 604-625. <https://doi.org/10.17977/um063v3i6p604-625>.
- Dewi, R., Lestari, S., & Prasetyo, M. (2023). Hubungan antara kepadatan bangunan dan suhu permukaan di Kota Bekasi berbasis penginderaan jauh. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 11(1), 45–56.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Thomson Brooks/Cole Publishing Co.
- Fajary, F. R., Pradana, R. P., Lee, H. S., Nimiya, H., Kubota, T., Bhanage, V., & Putra, I. D. G. A. (2024). Comprehensive spatiotemporal evaluation of urban growth, surface urban heat island, and urban thermal conditions on Java Island of Indonesia and implications for urban planning. *Heliyon*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33708>
- Fajary, N., & Lee, H. (2024). Urban thermal patterns in the Jakarta–Bandung corridor: Implications for sustainable land use. *Journal of Urban Climate*, 52, 102823. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102823>.
- Farmonaut. (2024). Normalized difference built-up index: Urban change guide. <https://farmonaut.com/remote-sensing/normalized-difference-built-up-index-urban-change-guide>
- Fawzi, N. I., & Husna, V. N. (2021). *Landsat 8 - Sebuah Teori dan Teknik Pemrosesan Tingkat Dasar*. Elmarkazi Publisher.
- Febriani, N. (2022). Pengaruh Perkembangan Kawasan Terbangun Terhadap Peningkatan Surface Urban Heat Island (SUHI) di Kawasan Perkotaan Cekungan Bandung. [Thesis] Institut Teknologi Bandung.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (4th ed.)*. London: Sage Publications.
- Firman, T. (1999). From "global city" to "city of crisis": Jakarta metropolitan region under economic turmoil. *Habitat International*, 23(4), 447–466.
- Food and Agriculture Organization. (2016). *Land Cover Classification System: Classification concepts and user manual*.

- Rome: FAO.
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1), 185–201. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4).
- Foody, G.M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1), 185–201.
- Green, S. B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behavioral Research*, 26(3), 499–510.
- Guha, S., Govil, H., Dey, A., & Gill, N. (2018). Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 667–678. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494>
- Guha, S., Govil, H., Gill, N., & Dey, A. (2020). Analytical Study on The Relationship Between Land Surface Temperature and Land Use/Land Cover Indices. *Annals of GIS*, 26(2), 201–216. <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1754291>
- Guilford, J. P. (1956). *Fundamental statistics in psychology and education* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Gümüş, N. (2025). Assessment of land surface temperature and spectral indices using non-parametric statistical approaches. *Turkish Journal of Remote Sensing*, 7(1), 69–90. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/4716712>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Handiani, D., Heriati, A., & Suciati, F. (2022). Coastal Vulnerability Assessment Along The North Java Coastlines-Indonesia. *Jurnal Segara*, 18(1), 1-12. doi:<http://dx.doi.org/10.15578/segara.v18i1.10664>
- Hasibuan, H. S. (2023). Policymaking and spatial characteristics of land and subsurface geological influence in North Coastal Region of Java. *Heliyon*, 9(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13921>
- Hermawan, A. I. N. (2019). Pengaruh Perkembangan Kawasan Terbangun Terhadap Fenomena Surface Urban Heat Island Dan Respon Pengurangan Dampaknya Di Kota Bandung. [Skripsi] Institut Teknologi Bandung.
- Hermawan, E., Lubis, S. W., Harjana, T., Purwaningsih, A., Risyanto, Ridho, A., Andarini, D. F., Ratri, D. N., & Widyaningsih, R. (2022). Large-Scale Meteorological Drivers of the Extreme Precipitation Event and Devastating Floods of Early-February 2021 in Semarang, Central Java, Indonesia. *Atmosphere*, 13(7), 1092. <https://doi.org/10.3390/atmos13071092>
- Hilmy, A., Susandi, A., Damanik, B. M., Widdyusuf, L., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Analisis Perubahan Land Surface Temperature Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Pekanbaru Riau Tahun 2000 dan 2020. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 74–80. <https://doi.org/10.21067/jpig.v6i1.5197>
- Howard, L. (1820). *The Climate of London: Deduced from Meteorological Observations*. W. Phillips.
- Hudalah, D., & Firman, T. (2017). Governing Industrial Estates on Jakarta's Peri-Urban Area: Cikarang Case. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 38(1), 126-143. <https://doi.org/10.1111/sjtg.12177>.
- Hudalah, D., Viantari, D., Firman, T., & Woltjer, J. (2013). Industrial Land Development and Manufacturing Deconcentration in Greater Jakarta. *Urban Geography*, 34(7), 950–971. <https://doi.org/10.1080/02723638.2013.783281>
- Ichsan, D. A. (2022, April 18). Kawasan industri di Bekasi masih menjadi primadona. KF Map. <https://kfmap.asia/blog/kawasan-industri-di-bekasi-masih-menjadi-primadona/1865>
- Insan, Almy F. N., and F. V. A. S. Prasetya. (2021). Sebaran Land Surface Temperature dan Indeks Vegetasi di Wilayah Kota Semarang pada Bulan Oktober 2019. *Buletin Poltanesa*, 22(1) pp. 45-52, doi:10.51967/tanesa.v22i1.471.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2023—The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Irawati, M., Cairns, S., & Suryadjaja, R. (2016). The Livelihood Impacts of the Large-scale Industrial Estate in Emerging Peri-urban of Jakarta.
- Ismail, Y. (2021, June 5). Data Kementerian ATR/BPN: Luas lahan pertanian Kabupaten Bekasi 57 ribu hektar. Pemerintah Kabupaten Bekasi. <https://www.bekasikab.go.id/data-kementerian-atrbpn--luas-lahan-pertanian-kabupaten-bekasi-57-ribu-hektar>
- Jambak, M. A., Susilo, Y. B., Nuryana, S. D., et al. (2025). The genesis of Jakarta as a “Bay City” in the Quaternary period and its implications. *Urban Environment & Technology*, 8(1), 46–64.
- Kadarisman, A. (2014). Pemanfaatan Citra Landsat Dalam Menentukan Perubahan Kepadatan Tutupan Hutan Dengan Model Forest Canopy Density (Daerah Studi: Cekungan Bandung, Jawa Barat). [Skripsi] Institut Teknologi Bandung.
- Kurnia, A. A., Rustiadi, E., & Pravitasari, A. E. (2020). Characterizing industrial-dominated suburban formation using quantitative zoning method: The case of bekasi regency, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su121980094>
- Kurnia, A. A., Rustiadi, E., Fauzi, A., Pravitasari, A. E., Saizen, I., & Ženka, J. (2022). Understanding industrial land development on rural-urban land transformation of Jakarta Megacity's outer suburb. *Land*, 11(5), 670. <https://doi.org/10.3390/land11050670>.
- Kusumastuti, A. F. (2025, February 14). Kabupaten Bekasi kawasan industri terbesar di Asia Tenggara. *Good News*

- From Indonesia. <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2025/02/14/kabupaten-bekasi-kawasan-industri-terbesar-di-asia-tenggara>
- Li, X., Zhou, W., Ouyang, Z., Xu, W., & Zheng, H. (2012). Spatial pattern of greenspace affects land surface temperature: Evidence from the heavily urbanized Beijing metropolitan area, China. *Landscape Ecology*, 27, 887–898. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9731-6>
- Li, Z.L., Tang, B.H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., Trigo, I. F., & Sobrino, J. A. (2013). Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 131, 14–37. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.12.008>
- Lu, D., & Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5), 823–870.
- Manjunath, D. R., & Jagadeesh, P. (2024). Dynamics of urban development patterns on thermal distributions and their implications on water spread areas of Vellore, Tamil Nadu, India. *Frontiers in Sustainable Cities*, 6, 1462092. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1462092>.
- Maru, R., Baharuddin, I. I., Umar, R., Rasyid, R., Uca, Sanusi, W., & Bayudin. (2015). Analysis of The Heat Island Phenomenon in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *American Journal of Applied Sciences*, 12(9), 616–626. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2015.616.626>
- Maulana, I. (2018). Analisis Faktor Perubahan Penggunaan Lahan Di Kabupaten Bekasi Pada Tahun 2015 Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jauh. [Skripsi] UIN Syarif Hidayatullah.
- Medina-Fernández, J. R., García-López, M. A., & Ramos, F. A. (2023). Industrialization and Urban Land Surface Temperature in El Bajío Region, Mexico. *Remote Sensing of Environment*, 295, 113675. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113675>
- Meliani, F., Sulistyowati, R., Sapan, E. G. A., Sumargana, L., Lestari, S., Suryanta, J., Rudiastuti, A. W., Cahyaningtiyas, I. F., Pianto, T. A., Akbar, H. I., Yulianingsani, Winarno, Priyadi, H., Cahya, D. L., Winarno, B., & Sutejo, B. (2025). The Influence of the Rainfall Extremes and Land Cover Changes on the Major Flood Events at Bekasi, West Jawa, and Its Surrounding Regions. *Resources*, 14(11), 169. <https://doi.org/10.3390/resources14110169>
- Mponoi, Adit Rinaldi (2022) Pemanfaatan Citra Sentinel-2A untuk Estimasi Cadangan Karbon Pada Tutupan Hutan (Studi Kasus: Jenis Hutan di Kawasan Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin) = Utilization Of Sentinel-2a Imagery For Estimating Carbon Stocks In Forest Cover (Case Study: Forest Types In Educational Forest Areas, Hasanuddin University). [Skripsi] Universitas Hasanuddin.
- Mukaka M. M. (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal : the journal of Medical Association of Malawi*, 24(3), 69–71.
- Muzdalifah, A. U. (2019). Kajian Indeks Vegetasi pada Taman Kota Semarang dengan Pemanfaatan Citra Landsat. [Tesis] Universitas Diponegoro. <https://eprints.undip.ac.id/74742/>
- Nadira, F., Pratama, D., & Sulastri, W. (2020). Analisis perubahan suhu permukaan dan tutupan lahan di Kecamatan Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi. *Jurnal Geografi*, 17(2), 120–134.
- Najafzadeh, F., Mohammadzadeh, A., Ghorbanian, A., & Jamali, S. (2021). Spatial and Temporal Analysis of Surface Urban Heat Island and Thermal Comfort Using Landsat Satellite Images between 1989 and 2019: A Case Study in Tehran. *Remote Sensing*, 13(21), 4469. <https://doi.org/10.3390/rs13214469>
- Najafzadeh, M., Gholamnia, M., & Abkar, A. (2021). Geographically weighted regression analysis of surface temperature variations in Tehran, Iran. *Urban Climate*, 39, 100968. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100968>.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), & United States Department of the Interior (DOI). (2021). Interagency annex between the National Aeronautics and Space Administration and the United States Department of the Interior under interagency umbrella agreement no. 34745 (Annex number 1): Landsat 9 project collaboration. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>
- Nayan, N., Hashim, M., Saleh, Y., Mahat, H., Luyan, M. H., Khotimah, N., & Sanjoto, T. B. (2023). Earth surface temperature variation at Sultan Idris Education University campus, Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1275(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1275/1/012001>
- Ngminmaale Gyile, D., Asare, A., Osei-Gyabaah, A. P., & Anafo, D. (2025). Assessment of land use and land cover changes and their impact on land surface temperature in Greater Accra, Ghana. *Scientific African*, 29, e02826. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02826>
- Nguyen, T. T. N., Tu, L. X., Denis, A., & Lacroix, P. (2021). A modified bare soil index to identify bare land features during agricultural fallow-period in Southeast Asia using Landsat 8. *Land*, 10(3), 231. <https://doi.org/10.3390/land10030231>
- Nisaa', K., & Sari, D. M. (2024). Pengaruh revegetasi terhadap suhu permukaan di Kabupaten Berau menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Aplikasi Geospasial*, 12(3), 140–152.
- Oke, T. R. (1982). *Urban climates and heat islands*. Academic Press.
- Olofsson, P., Foody, G., Stehman, S., Woodcock, C. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57.

- Pandey, A., Mondal, A., & Guha, S. (2024). Assess the relationship of land surface temperature with nine land surface indices in a northeast Indian city using summer and winter Landsat 8 data. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2382885>
- Pathak, C., Chandra, S., Maurya, G., Rathore, A., Sarif, M. O., & Gupta, R. D. (2021). The effects of land indices on thermal state in surface urban heat island formation: A case study on Agra city in India using remote sensing data (1992–2019). *Earth Systems and Environment*, 5(1), 135–154.
- Patonah, A., Hayanto, E. T., & Putra, A. A. (2019). Flood potential in the downstream of Citarum River, Muara Gembong, Bekasi District, West Java. *Journal of Geological Sciences and Applied Geology*, 3(3), 130–140
- Pramitha, A. F. (2023). Analisis Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan (Land Use) Dengan Perubahan Land Surface Temperature (Lst) Dalam Pemanfaatan Webgis Di Kota Tangerang Selatan Tahun 2011 – 2021. [Skripsi] UIN Syarif Hidayatullah.
- Prasetyo, Y., Bashit, N., & Baihaqi, H. F. (2021). Analisis Korelasi Kawasan Pengembangan Kendal Industrial Park Terhadap Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1), 102–112. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i1.10297>
- Prastyo, F. U., Nurjani, E., & Giyarsih, S. R. (2022). Distribusi Spasial Surface Urban Heat Island (SUHI) Kawasan Permukiman Perkotaan di Kota Yogyakarta. *Media Komunikasi Geografi*, 23(1), 73–83. <https://doi.org/10.23887/mkg.v23i1.34300>
- Pratiwi, A. Y., & Jaelani, L. M. (2020). Analisis Perubahan Distribusi Urban Heat Island (UHI) di Kota Surabaya Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). 10.12962/j23373539.v9i2.53982
- Prayuda, R., & Kusuma, D. A. (2024). Analisis hubungan NDVI dan NDBI terhadap Land Surface Temperature di Kota Surabaya. *Jurnal Geografi Lingkungan dan Pembangunan*, 9(2), 56–70.
- Primartono, D. Y., Hidayat, R., Supari, Prasetya, R., & Taufik, M. (2025). A spatially distributed rainfall dataset for West Java, Indonesia. *Data in brief*, 62, 111974. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.111974>
- Protokol dan Komunikasi Pimpinan Kabupaten Bekasi. (2022, May 28). Pemkab Bekasi tetapkan usulan lahan sawah dilindungi seluas 35.341 hektar. <https://prokopim.bekasikab.go.id/konten.php?baca=judul-berita&judul=pemkab-bekasi-tetapkan-usulan-lahan-sawah-dilindungi-seluas-35341-hektar>
- Puttanapong, N., Suwanprasit, C., & Rattanakositt, P. (2025). Long-term analysis of land surface temperature and urban expansion in the Bangkok Metropolitan Region. *Southeast Asian Geography Journal*, 33(1), 21–37.
- Rahmawan, G. A. (2022). GIS-based assessment of coastal vulnerability in the Jatabek region: integrating geomorphology, elevation, shoreline dynamics, and environmental factors. *Technical Geography*, Vol. 24(2), 75–89. https://technicalgeography.org/pdf/2_2022/08_rahmawan.pdf
- Rees, G., Hebryn-Baidy, L., & Belenok, V. (2024). Temporal Variations in Land Surface Temperature within an Urban Ecosystem: A Comprehensive Assessment of Land Use and Land Cover Change in Kharkiv, Ukraine. *Remote Sensing*, 16(9), 1637. <https://doi.org/10.3390/rs16091637>
- Rendanaa, A., Yusuf, M., & Hidayat, R. (2023). Hubungan antara indeks vegetasi dan suhu permukaan di kawasan pesisir Sumatra Selatan. *Jurnal Geospasial dan Lingkungan*, 4(2), 89–101.
- Riyadi, F., & Rahayu, S. (2019). Hubungan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap UHI (Urban Heat Island) di Kota Magelang. *Ruang*, 5(2), 83–93.
- Rothee, S., Vannak, P., & Chanthavong, S. (2025). Long-term spatio-temporal analysis of vegetation and surface temperature changes in the Lower Mekong Delta cities. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 197(5), 1–18.
- Roy, B., & Bari, E. (2022). Examining the relationship between land surface temperature and landscape features using spectral indices with Google Earth Engine. *Heliyon*, 8(9), e10668.
- Roy, D. P., Wulder, M. A., Loveland, T. R., et al. (2014). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, 145, 154–172. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001>
- Rumaropen, S. H. C. (2020). Kajian Kerapatan Vegetasi Kota Bandung Berdasarkan Nilai NDVI dan EVI yang Diturunkan dari Data Landsat 8 OLI (Studi Kasus: Kota Bandung). [Doctoral Dissertation] Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Rustiadi, E., et al. (2021). Impact of continuous Jakarta megacity urban expansion on spatial pattern changes and population density along the Jakarta-Bandung urban corridor. *Land Use Policy*. Volume 111. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103000>.
- Sagala, P. M. (2024). Assessment of coastal vulnerability and mangrove vulnerability Index in northern Javanese coastline. *ScienceDirect*.
- Sahoo, S., Majumder, A., Swain, S., Gareema, Pateriya, B., & Al-Ansari, N. (2022). Analysis of Decadal Land Use Changes and Its Impacts on Urban Heat Island (UHI) Using Remote Sensing-Based Approach: A Smart City Perspective. *Sustainability*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141911892>
- Santoso, A. S., An, C. M., & Juwono, R. (2022). Jababeka smart township super-app case-study: Hackathon as a mechanism for open innovation. *Journal of Industrial Engineering: Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, 7(2).

- Saputra, R. B., Sasmito, A., & Wardianto, G. (2021). Kajian Sirkulasi Pengelola Pada Kawasan Industri Study Of Manager Circulation In Industrial Area. *Journal of Architecture*, 7(1).
- Sawai, N. B. (2024). Analisis Kerapatan Vegetasi Pada Lokasi Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Di Kabupaten Gowa Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh. [Skripsi] Universitas Hasanuddin Makassar.
- Sekertekin, A., & Bonafoni, S. (2020). Land surface temperature retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over rural areas: Assessment of accuracy and comparison with MODIS LST products. *Remote Sensing*, 12(2), 294. <https://doi.org/10.3390/rs12020294>
- Setiawan, I. N., & Jumadi. (2024). Analysis of built-up area and land surface temperature relationship in Makassar City using NDBI processing. *Proceedings of the International Summit on Science, Technology and Humanity (ISETH 2024)*. [Skripsi] Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–611.
- Sinha, P., Verma, N. K., & Ayele, E. (2023). Satellite image-based spectral indices for assessing linkage of land use/land cover change and land surface temperature. In *Urban Climate and Sustainability* (pp. 1–20). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18640-0.00012-2>
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- Solihuddin, T., Husrin, S., Salim, H. L., Kepel, T. L., Mustikasari, E., Heriati, A., Ati, R. N. A., Purbani, D., Mbay, L. O. N., & Indriasari, V. Y. (2021). Coastal erosion on the north coast of Java: Adaptation strategies and coastal management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 777(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012035>
- Solomon Tesfamariam, S., Govindu, V., & Uncha, A. (2023). Spatio-temporal analysis of urban heat island and its effect on urban ecology: The case of Mekelle city, Northern Ethiopia. *Urban Climate*, 52, 101611. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101611>.
- Spearman, C. (1904). The Proof and Measurement of Association between Two Things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>.
- Sresto, M. A., Siddika, S., Fattah, M. A., Morshed, S. R., & Morshed, M. M. (2022). A GIS and remote sensing approach for measuring summer-winter variation of land use and land cover indices and surface temperature in Dhaka district, Bangladesh. *Heliyon*, 8(8), e10309. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10309>.
- Stehman, S.V. (2009). Sampling designs for accuracy assessment of land cover. *International Journal of Remote Sensing*, 30(20), 5243–5272.
- Stehman, S.V., & Foody, G.M. (2019). Accuracy assessment in land cover mapping. *Remote Sensing of Environment*, 231, 111199.
- Suprijanto, A., Tan, Y., Lodhi, M. K., Zamalloa, G. R. P., Alage, I. L., & Santillan, R. D. M. (2025). Industrial heat island and carbon emissions: machine learning-based environmental impact assessment in Cilegon, Indonesia. *Environmental Challenges*, 19(101141). <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101141>.
- Suprijanto, D., Hidayat, R., & Yusuf, M. (2025). Hubungan ENSO terhadap variasi suhu permukaan dan karakteristik biofisik di Kota Cilegon. *Jurnal Geografi Indonesia*, 39(2), 101–118.
- Tesfamariam, S., Uncha, A., & Govindua, V. (2023). Spatio-temporal analysis of urban heat island (UHI) and its effect on urban ecology: The case of Mekelle city, Northern Ethiopia. *Heliyon*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13098>
- Ulfiasari, S., & Yola, L. (2022). How does urban development contributes to urban heat Island: A decade increase of urban heat intensity in Jakarta metropolitan area. In *Sustainable Architecture and Building Environment: Proceedings of ICSDEMS 2020* (pp. 67–77). Springer Singapore.
- Urfiyah, M. (2019). Pemanfaatan Citra Landsat untuk Analisis Perubahan Lahan di Kota Semarang. [Skripsi] Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Urfiyah, U. (2019). Analisis Hubungan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dengan Land Surface Temperature (LST) Di Kota Malang Menggunakan Citra Landsat 8. *Jurnal Sains Geografi* 3(2):155-167
- USGS. (2020). Landsat Collection 2 Level-2 Science Product Guide. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-level-2-science-products>
- Van de Griend, A. A., & Owe, M. (2021). On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. *Remote Sensing of Environment*, 256, 112306. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112306>
- Voogt, J. A., & Oke, T. R. (2003). Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 370–384. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8).
- Wahyudi, H., & Jumadi, J. (2024). Spatio Temporal Analysis of Urban Heat Island using Landsat 8 Oli/Tirs Imagery in Klaten District in 2013 – 2021. *International Journal for Disaster and Development Interface*, 4(1).
- Weng, Q. (2001). A remote sensing–GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the

- Zhujiang Delta, China. *International Journal of Remote Sensing*, 22(10), 1999–2014. <https://doi.org/10.1080/713860788>.
- Weng, Q. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(4), 335–344. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.03.007>
- Weng, Q. (2012). Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. *Remote Sensing of Environment*, 117, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.030>
- Weng, Q., Firozjaei, M. K., Sedighi, A., Kiavarz, M., & Alavipanah, S. K. (2019). Statistical analysis of surface urban heat island intensity variations: A case study of Babol city, Iran. *GIScience & Remote Sensing*, 56(4), 576–604. <https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1548080>
- Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4), 467–483. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>.
- Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4), 467–483. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I., & Syam, P. D. R. (2016). Identification Of Topographic Elements Composition Based On Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study On Digital Landform Mapping). *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 37, 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/37/1/012008>.
- Yang, G., Zhang, B., Zhao, Y., Wang, J., Li, Y., Gui, J., Tian, T., & Zhang, Z. (2025). Study on The Prediction Model of Urban Surface Temperature Between Middle and Low Latitudes In China. *Case Studies in Thermal Engineering*, 72, 106333. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.106333>
- Yu, S., Xu, H., Liu, T., Xu, J., & Song, X. (2025). Linking Spatiotemporal Variations in Urban Land Surface Temperature to Land Use And Land Cover: A case study in Hangzhou City, China. *Ecological Indicators*, 173, 113336. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113336>
- Yudhistira, M. D. (2013). Analisis dampak alih fungsi lahan pertanian terhadap ketahanan pangan di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat (studi kasus Desa Sriamur Kecamatan Tambun Utara) (Skripsi, Institut Pertanian Bogor). IPB Repository. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/67106>
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of Normalized Difference Built-Up Index in Automatically Mapping Urban Areas From TM Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>.
- Zheng, M., Zhang, J., Shi, L., Zhang, D., Pangali Sharma, T. P., & Prodhon, F. A. (2020). Mapping Heat-Related Risks in Northern Jiangxi Province of China Based on Two Spatial Assessment Frameworks Approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6584. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186584>
- Zhou, D., Zhao, S., Liu, S., & Zhang, L. (2021). Remotely sensed monitoring of urban expansion and its impact on land surface temperature in eastern China. *Remote Sensing*, 13(6), 1198. <https://doi.org/10.3390/rs13061198>
- Zhou, D., Zhao, S., Liu, S., Zhang, L., & Zhu, C. (2014). Surface urban heat island in China's 32 major cities: Spatial patterns and drivers. *Remote Sensing of Environment*, 152, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.05.017>
- Zhou, D., Zhao, S., Liu, S., Zhang, L., & Zhu, C. (2021). Surface urban heat island in China: Spatial patterns, determinants, and impacts. *Remote Sensing of Environment*, 252, 112140. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112140>