



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 3 Nomor 6 Tahun 2023 Page 6057-6067

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Spatio-Temporal Dampak Pertumbuhan Penduduk pada Indeks NDVI di Kota Surakarta

Haydar Ally^{1✉}, Agnar Pradipa Daniswara²

Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

Email: Haydar.ally11@student.uns.ac.id^{1✉}

Abstrak

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang mendukung perkembangan kota-kota lain. Pertumbuhan penduduk sering dikaitkan dengan pengurangan jumlah tutupan vegetasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkorelasikan atau menghubungkan Indeks NDVI dengan NDBI pada tahun 2013 dan 2023. Hasil dari penelitian ini akan memberikan manfaat bagi para perencana kota dan pengambil kebijakan dalam merencanakan lingkungan perkotaan yang berkelanjutan di Kota Surakarta. Data yang digunakan adalah menggunakan data citra satelit Landsat 8 yang diambil pada tahun 2013 dan 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keadaan kota Surakarta pada tahun 2013 ke tahun 2023 mengalami perubahan yang signifikan. Pertumbuhan jumlah penduduk memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap penurunan nilai NDVI. Menurunnya nilai kerapatan vegetasi di Kota Surakarta diakibatkan peningkatan nilai NDBI. Maka, diperlukan upaya-upaya untuk menghadapi peningkatan jumlah penduduk, serta perencanaan wilayah perkotaan dengan baik.

Kata Kunci: *NDBI, NDVI, Penduduk, Spasial, Surakarta*

Abstract

Surakarta City is one of the major cities in Central Java that supports the development of other cities, such as the surrounding areas of Surakarta City. Population growth is often associated with a reduction in vegetation cover. This research aims to correlate or link the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) with NDBI (Normalized Difference Built-up Index) in the years 2013 and 2023. The results of this study will provide benefits for urban planners and policymakers in planning sustainable urban environments in Surakarta City. The data used in this research are satellite imagery

data from Landsat 8 captured in 2013 and 2023. The findings of the study indicate that the condition of Surakarta City from 2013 to 2023 has undergone significant changes. The growth in the population has a profound impact on the decrease in NDVI values. The decrease in vegetation density in Surakarta City is attributed to an increase in NDBI values. Therefore, efforts are needed to address the increase in the population and to plan urban areas effectively.

Keyword: NDBI, NDVI, Population, Spatial, Surakarta

PENDAHULUAN

Fenomena peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk yang meningkat disebabkan oleh faktor-faktor kegiatan seperti peningkatan akses pendidikan, pekerjaan, dan aktivitas perdagangan memiliki dampak negatif terhadap perubahan penggunaan lahan (Nugraha & Atmaja, 2020). Dengan berjalannya waktu pertumbuhan penduduk sehingga alih fungsi lahan akan meningkat dan dapat mengakibatkan perubahan lahan pertanian menjadi non-pertanian (Iyengar, 2003; Bakker et al., 2014). Proses sosial ekonomi seperti peningkatan jumlah penduduk, pembangunan atau kemajuan ekonomi, aktivitas perdagangan, dan migrasi menyebabkan pada perubahan pola penggunaan lahan; dampaknya dapat diidentifikasi dan diukur dengan dalam skala global, regional, dan lokal (IPCC, 2007; Goklany, 1996). Perubahan dalam penggunaan lahan tersebut dapat mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan di area tersebut, termasuk perubahan suhu permukaan lahan. Kenaikan suhu permukaan pada daerah perkotaan yang didominasi terdiri dari pemukiman dapat membentuk kondisi iklim mikro di area tersebut (Baik et al., 2007).

Kota Surakarta berada di antara $110^{\circ}45'15''$ - $110^{\circ}45'35''$ Bujur Timur dan antara $7^{\circ}36'00''$ - $7^{\circ}56'00''$ Lintang Selatan (Lesmana, 2016). Daerah ini merupakan dataran rendah dengan ketinggian kurang lebih 92 meter di atas permukaan laut dan dilewati oleh Sungai Pepe, Jenes dan Bengawan Solo. Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang mendukung perkembangan kota-kota lain, seperti Semarang dan Yogyakarta, serta kabupaten lain di wilayah Subosukawonosraten (Surakarta, Boyolali, Sukoharjo, Karanganyar, Wonogiri, Sragen, dan Klaten) (Kuncoro & Harjono, 2022).

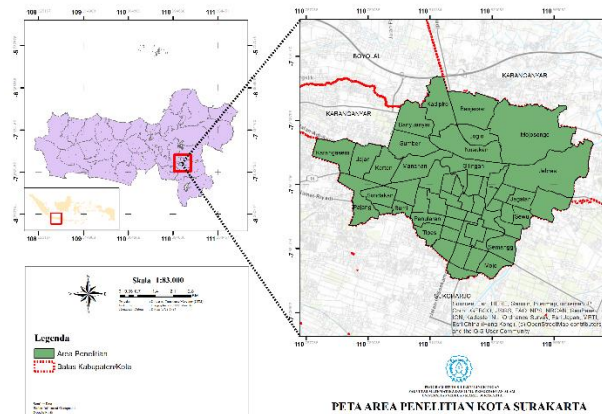
Pada tahun 2013 jumlah penduduk Kota Surakarta sebesar 563.659 jiwa. Dari jumlah tersebut penduduk berjenis kelamin laki-laki jumlahnya lebih rendah dibandingkan penduduk perempuan. Jumlah penduduk laki-laki sebanyak 278.644 jiwa, sedangkan penduduk perempuan sejumlah 285.015 jiwa. Sedangkan pada pertengahan tahun 2023, jumlah penduduk Kota Surakarta sebanyak 586.166 jiwa. Maka dalam 10 tahun terakhir jumlah penduduk di Kota Surakarta bertambah 22.507 jiwa.

NDVI adalah sebuah parameter yang mengukur kesehatan dan keberlanjutan vegetasi. Indeks ini digunakan untuk menentukan jumlah dan kondisi vegetasi dengan membandingkan reflektansi cahaya merah dan inframerah dekat. Sementara itu, NDBI adalah indeks yang mengukur proporsi permukaan yang terbangun dalam suatu wilayah. NDBI dapat membantu mengidentifikasi dan memantau area yang telah terurbanisasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghubungkan perubahan NDVI dan NDBI di Kota Surakarta antara tahun 2013 dan 2023. Pertumbuhan penduduk yang pesat sering kali dikaitkan dengan perubahan dalam tutupan lahan, termasuk penurunan nilai NDVI dan peningkatan nilai NDBI.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian terdapat di Kota Surakarta, Provinsi Jawa Tengah. Wilayah ini secara geografi terletak pada $110^{\circ}45'15''$ - $110^{\circ}45'35''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}36'00''$ - $7^{\circ}56'00''$ Lintang Selatan (Lesmana, 2016). Kota Surakarta memiliki luas wilayah sebesar $44,04 \text{ km}^2$ yang terdiri dari 5 kecamatan, yaitu Kecamatan Laweyan, Serengan, Pasar Kliwon, Jebres dan Banjarsari. Dari sebagian besar lahan digunakan sebagai tempat pemukiman sebesar 66% (Suryono dkk, 2020).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber dan *Processing* Data

Penelitian ini menggunakan data citra satelit Landsat 8 yang diambil pada tahun 2013 dan 2023. Sumber data tersebut diperoleh melalui US Geological Survey (USGS) pada earthexplorer.usgs.gov dengan tutupan awan $<10\%$. Citra satelit ini digunakan untuk melakukan analisis NDVI, dan NDBI di Kota Surakarta. Pre-processing citra dilakukan melalui koreksi radiometrik dan atmosfer serta ekstraksi dari suhu kecerahan pada citra landsat menggunakan software QGIS versi 3.28.11 yang telah dilengkapi dengan plugin semi-automatic classification (SCP) yang dikembangkan oleh Congedo (2021). SCP berfungsi

untuk menyediakan layanan pemrosesan data penginderaan jauh yang terkait dengan pengunduhan data, pre-processing gambar, pemrosesan berupa klasifikasi dan analisis citra, serta pasca pemrosesan dalam penyempurnaan klasifikasi interpretasi data (Tempa and Aryal 2022).

Perhitungan NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) digunakan untuk mengidentifikasi tutupan vegetasi serta mendeteksi perubahan vegetasi (Gandhi et al. 2015). Nilai NDVI diperoleh dengan menggunakan perhitungan inframerah dekat dengan cahaya yang dipantulkan oleh tanaman (Achmad et al. 2019).

$$NDVI = (NIR - RED / NIR + RED)$$

Keterangan:

NIR pada NDVI berhubungan dengan Band 5 dan RED berhubungan dengan Band 4 dengan menggunakan landsat 8.

Tabel 1. Nilai Dan Klasifikasi NDVI (Ayuningtyas & Prasetyo, 2020)

Klasifikasi	Nilai NDVI
Lahan tidak bervegetasi	$(-1) \leq NDVI < (-0.03)$
Kehijauan sangat rendah	$(-0.03) \leq NDVI < 0.15$
Kehijauan sangat rendah	$0.15 \leq NDVI < 0.25$
Kehijauan sedang	$0.25 \leq NDVI < 0.35$
Kehijauan tinggi	$0.35 \leq NDVI < 1.00$

Perhitungan NDBI

Normalized Difference Build-up Index (NDBI) dihitung untuk mengetahui kawasan yang telah dibangun. Rentan nilai NDBI berkisar dari -1 hingga +1 dengan nilai negatif menunjukkan badan air, sedangkan positif menunjukkan kawasan maju.

$$NDBI = (SWIR - NIR / SWIR + NIR)$$

Keterangan:

SWIR pada NDBI menggunakan Band 6 sedangkan NIR menggunakan B Band 5 dengan citra landsat 8

Tabel 2. Nilai Dan Klasifikasi NDBI (Adeanti & Harist, 2018) (Kurniawan & Salihin, 2017)

Klasifikasi	Nilai NDBI
Tidak Ada Bangunan	$-1 \leq \text{NDBI} < 0$
Kerapatan Bangunan Rendah	$0 \leq \text{NDBI} < 0.1$
Kerapatan Bangunan Sedang	$0.1 \leq \text{NDBI} < 0.2$
Kerapatan Bangunan Tinggi	$0.2 \leq \text{NDBI} < 0.3$

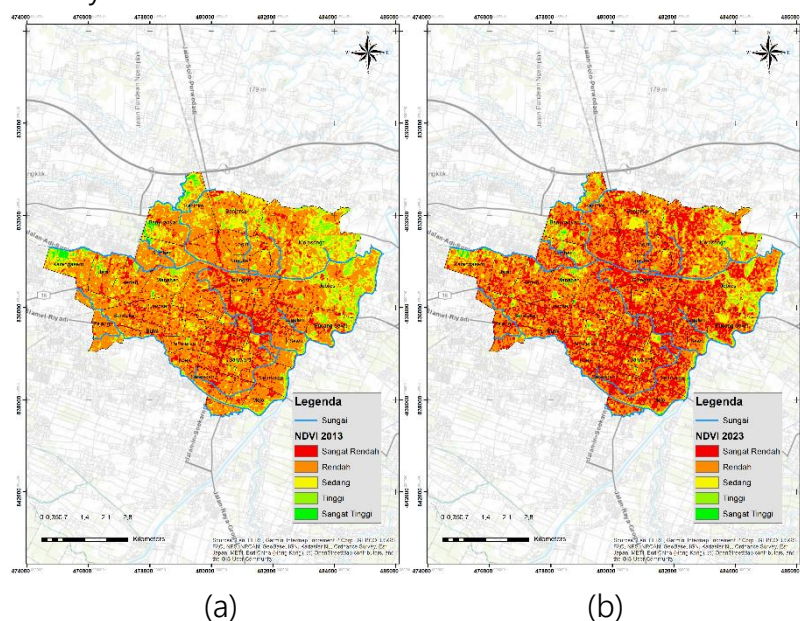
Analisis Data

Data dianalisis dengan menyesuaikan hasil analisis dengan klasifikasi sesuai dengan tahun perbandingan yaitu tahun 2013 dan tahun 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Normalize Difference of Vegetation Index (NDVI)

Indeks NDVI dibagi menjadi 5 kelas dengan nilai: Sangat rendah (<0,1), rendah (0,1-0,2), sedang (0,2-0,3), tinggi (0,3-0,4), sangat tinggi (>0,4) untuk menganalisis indeks kehijauan vegetasi di wilayah Kota Surakarta.



Gambar 2. (a) Peta NDVI di Kota Surakarta tahun 2013, (b) Peta NDVI di Kota Surakarta tahun 2023

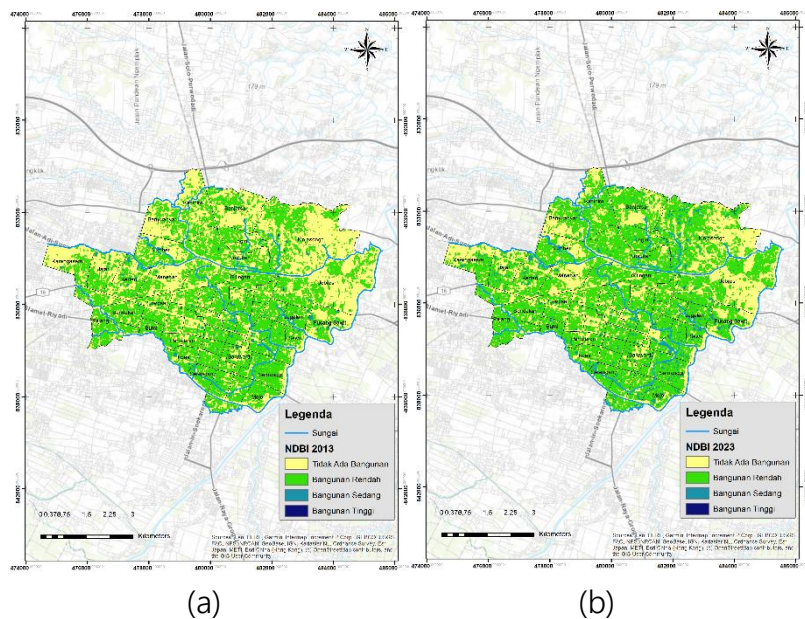
Berdasarkan hasil analisis Normalize Difference of Vegetation Index (NDVI) yang dilakukan pada tahun 2013 dan 2023 di Kota Surakarta memiliki perbandingan yang cukup jauh, dimana Normalize Difference of Vegetation Index (NDVI) di Kota Surakarta

mengalami penurunan dari tahun ke tahun mulai dari tahun 2013 hingga tahun 2023. Pada kategori kelas sangat rendah di tahun 2013 memiliki luas sekitar 1474,47 Ha atau 30,6% dari total luas wilayah Kota Surakarta, dan di tahun 2023 luas kelas sangat rendah sekitar 562,5 Ha atau 12,04% dari total wilayah. Pada kategori kelas rendah indeks NDVI jumlah luasan di Kota Surakarta mengalami peningkatan dari 2398,95 (49,79%) menjadi 2827,44 (60,52%) pada tahun 2023. Kategori kelas sedang mengalami peningkatan dari tahun 2013 ke tahun 2023 dimana nilai kenaikan yang cukup besar yaitu dari 617,85 (12,82%) menjadi 954,9 Ha (20,44%). Pada indeks kehijauan kelas tinggi sama besar dimana pada tahun 2013 memiliki luasan sebesar 294,57 Ha (6,11%) dan pada tahun 2023 memiliki luasan 294,57 Ha (6,30%). Nilai NDVI pada kategori kelas sangat tinggi juga memiliki nilai yang sama di tahun 2013 dan 2023 yaitu sebesar 32,4 Ha (0,70%). Dari hasil pada peta gambar 2. tingkat kehijauan yang dianalisis, Kota Surakarta mengalami penurunan lahan terbuka hijau dimana nilai indeks tinggi-sangat tinggi hanya mencapai angka 6,37% dari total luasan di Kota Surakarta. Penurunan lahan terbuka hijau di Kota Surakarta diakibatkan oleh peningkatan jumlah penduduk di Kota Surakarta.

Tabel 3. Hasil Analisis NDVI Kota Surakarta tahun 2013 dan 2023

NDVI	2013		2023	
	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%
Sangat Rendah	1474,47	30,6	562,5	12,04
Rendah	2398,95	49,79	2827,44	60,52
Sedang	617,85	12,82	954,9	20,44
Tinggi	294,57	6,11	294,57	6,30
Sangat Tinggi	32,4	0,68	32,4	0,7

Normalize Difference Build-Up Index (NDBI)



Gambar 2. (a) Peta NDBI di Kota Surakarta tahun 2013, (b) Peta NDVI di Kota Surakarta tahun 2023

Berdasarkan hasil analisis data NDBI atau *Normalize Difference Build-Up Index* menunjukkan bahwa terjadi perubahan yang cukup signifikan terhadap luas kerapatan bangunan yang berada di kota Surakarta. Peningkatan nilai lahan terbangun ini diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya di Kota Surakarta. Analisis data dilakukan dengan membandingkan data NDBI yang diperoleh pada tahun 2013 dengan perolehan data pada tahun 2023. Dari data yang diperoleh, menunjukkan bahwa terjadi penurunan kerapatan bangunan dalam kategori tidak ada bangunan dimana indeks NDBI berdasarkan luas (Ha) pada tahun 2013 adalah sebesar 2173,23 (46,25%) sedangkan pada tahun 2023 besar indeks NDBI yang diperoleh adalah sebesar 1674,9 (35,85%). Kemudian, terjadi peningkatan nilai indeks NDBI pada kategori kelas kerapatan rendah dimana pada tahun 2013 besar indeks yang diperoleh adalah sebesar 2431,98 (52,06%) sedangkan pada tahun 2023 terjadi peningkatan perolehan indeks NDBI sebesar 2830,05 (60,58%). Pada kategori kelas kerapatan sedang, indeks NDBI yang diperoleh mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan kelas kerapatan rendah, dimana perolehan indeks NDBI pada tahun 2013 adalah sebesar 65,61 (1,40%) dengan nilai indeks NDBI pada tahun 2023 mengalami peningkatan lebih dari dua kali lipatnya dimana indeks NDBI yang diperoleh sebesar 166,68 (3,57%). Selanjutnya, pada kategori kelas kerapatan tinggi mengalami penurunan nilai indeks NDBI dimana pada tahun 2013, nilai indeks NDBI yang diperoleh adalah sebesar 0,99 (0,02%) sedangkan nilai indeks NDBI yang diperoleh pada tahun 2023 adalah sebesar 0,18 (0,003%). Dari hasil gambar peta 3. yang menandakan tingkat kerapatan

bangunan, menunjukkan bahwa tingkat kerapatan bangunan di Kota Surakarta meningkat dari tahun 2013 hingga sekarang yang dapat dilihat dari peningkatan nilai NDBI dari kategori bangunan rendah hingga bangunan tinggi.

Tabel 4. Hasil Analisis NDBI Kota Surakarta tahun 2013 dan 2023

NDBI	2013		2023	
	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%
Tidak Ada Bangunan	2173,23	46,52	1674,9	35,85
Bangunan Rendah	2431,98	52,06	2830,05	60,58
Bangunan Sedang	65,61	1,40	166,68	3,57
Bangunan Tinggi	0,99	0,02	0,18	0,003

Indeks kerapatan vegetasi (NDVI) memiliki korelasi berbanding terbalik dengan indeks lahan terbangun (NDBI). Apabila nilai kerapatan vegetasi tinggi maka semakin rendah nilai lahan terbangun pada suatu wilayah. Salah satunya penyebab menurunnya tutupan vegetasi dan meningkatnya bangunan di suatu wilayah kota adalah jumlah pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat (Hadibasyir dan Nada, 2022). di Kota surakarta pada tahun 2013 indeks kerapatan vegetasi dengan rentan nilai tinggi-sangat tinggi hanya 6,79% dari total wilayah Kota Surakarta, hal ini dikarenakan pada tahun 2013 indeks lahan terbangun dengan rentan nilai bangunan kerapatan rendah - bangunan tinggi sebesar 53,48% dari total wilayah. meningkatnya tutupan lahan terbangun sejalan dengan peningkatan aktivitas masyarakat di Kota Surakarta mengakibatkan kenaikan suhu pada permukaan kota (Wibisono dkk, 2022). Indeks kerapatan vegetasi di Kota Surakarta pada tahun 2023 dengan rentan tinggi - sangat tinggi hanya sebesar 6,37%, hal ini seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk sehingga mengakibatkan bertambahnya lahan terbangun di tahun 2023 dengan rentan nilai bangunan kerapatan rendah - bangunan kerapatan tinggi sebesar 64,15%. Menurunnya tutupan lahan di suatu wilayah akibat permintaan lahan untuk aktivitas manusia (Wibisono dkk, 2022). Hal ini mengalami peningkatan dari tahun 2013 hingga tahun 2023 sebesar 10,67%.

SIMPULAN

Bedasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwasanya keadaan kota Surakarta pada tahun 2013 ke tahun 2023 mengalami perubahan yang signifikan dari hasil analisis citra satelit landsat 8 yang dilakukan. Pertumbuhan jumlah penduduk memiliki pengaruh yang luar biasa besar terhadap penurunan nilai kerapatan vegetasi (NDVI).

Menurunnya nilai kerapatan vegetasi di Kota Surakarta mengakibatkan meningkatnya nilai indeks lahan terbangun (NDBI). Maka dari itu perlu dilakukan upaya-upaya adaptasi mitigasi untuk menghadapi peningkatan suhu, serta perencanaan wilayah perkotaan dengan baik untuk menjadikan Kota Surakarta salah satu Kota Hijau di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad A, Sari LH, Ramli I. 2019. A study of urban heat island of Banda Aceh City, Indonesia based on land use/cover changes and land surface temperature. *Aceh International Journal of Science and Technology* 8(1): 41-51.
- Aeni, Et Al. 2019. "Penerapan Metode Copy The Master Pada Pembelajaran Menulis Teks Argumentasi Untuk Meningkatkan Kreativitas Menulis Mahasiswa". *Jurnal Pendidikan, Kebahasaan, dan Kesusastraan Indonesia*, 3 (2).
- Akidah, Ihramsari & Mansyur, Umar. 2022. "Strategi Image Streaming Terhadap Kemampuan Menulis Pada Mahasiswa". *Jurnal Literasi*. 6(2), 406-413.
- Amalia, Riski. 2018. "Penerapan Strategi Copy The Master Dalam Meningkatkan Keterampilan Menulis Puisi Pada Siswa Kelas VIII.A Smp Negeri 3 Labakkang Kabupaten Pangkep". Skripsi. Universitas Muhammadiyah Makassar, Hal-22.
- Ayuningtyas, F., & Prasetyo, S. Y. J. (2020). Pemanfaatan Teknologi Machine Learning Untuk Klasifikasi Wilayah Risiko Kekeringan di Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI). *Jurnal Transformatika*, 18(1), 13-24.
- Baik, J. J., Kim, Y. H., Kim, J. J., & Han, J. Y. (2007). Effects of boundary-layer stability on urban heat island-induced circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, 89, 73-81. <https://doi.org/10.1007/s00704-006-0254-4>.
- Congedo, L. 2021. Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software* 6(64): 3172.
- Gandhi GM, Parthiban S, Thummalu N, Christy A. 2015. NDVI: vegetation change detection using remote sensing and gis – a case study of Vellore District. *Procedia Comput Sci* 57: 1199–1210.
- Hadibasyir, H. Z., & Firdaus, N. S. (2022). Effect of Vegetation and Building Densities to Urban Thermal Comfort (Case Study of Denpasar City). *Jurnal Purifikasi*, 21(1), 11-19.
- IPCC, "The fourth assessment report," Geneva, Switzerland., 2007. I.
- Lesmana, R. Y. 2016. Layanan Persampahan di Kota Surakarta dengan Pemetaan Barbasis Sistem Informasi Geografis. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 1(1), 11-21.

- Kurniawan, S., Nurhaidar, W. O., & Salihin, I. (2017). Optimalisasi transformasi spektral UI, NDBI, NDVI dan kombinasi transformasi spektral UI-NDVI dan NDBI-NDVI guna mendeteksi kepadatan lahan terbangun di Kota Magelang. *Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi*, 1(1), 13-21.
- Kuncoro, T. W. D., & Harjono, B. 2022. Penyusunan Kajian Dampak Pandemi Covid-19 pada Kapasitas UMKM, IKM, Pedagang Sektor Informal Kota Surakarta Tahun 2021. *Jurnal Bengawan Solo: Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta*, 1(1), 115-133.
- Iyengar, S. 2003. Environmental Damage to Land Resource: Need to Improve Land Use Data Base. *Economic and Political Weekly*, 3596-3604. <https://doi.org/10.2307/4413941>
- Marganingsih, Marti. 2022. "Peningkatan Keterampilan Menulis Cerpen Melalui Media Teks Lagu Dengan Metode Latihan Terbimbing". *Jurnal Ilmiah Bahasa dan Sastra*, 6(6).
- Ningrum, Muliadi, & Rabiah, Sitti. 2022. "Model Konstruktivistik Terhadap Peningkatan Kemampuan Menulis Teks Ceramah Siswa". *Journal of Language and Literature*, 2(2), 180-187.
- Nugraha, A. S. A., & Atmaja, D. M. (2020). PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAN JAUH MULTI-TEMPORAL UNTUK DETEKSI URBAN HEAT ISLAND (UHI) TERHADAP PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI KABUPATEN BULELENG. *Majalah Ilmiah Globe*, 22(2), 71-82.
- Nurhayati. 2019. *Apresiasi Prosa Fiksi Indonesia (Revisi)*. Jawa Tengah: Cakrawala Media.
- Nurjannah, Arifah., & Suhara, Alfa Mitri. 2019. "Analisis Penggunaan Bahasa Daerah dalam Pembelajaran Menulis Cerpen di Kelas IX SMPN 1 CIPATAT". *Parole (Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia)*, 2 (2), 260.
- Pertiwi, S., & Kolen, K. V. 2020. "Pengaruh Media Film Terhadap Keterampilan Menulis Narasi Pada Mata pelajaran Bahasa Indonesia Pada Siswa Kelas V SD 02 Pagi Cipayung". *Jurnal Inovasi Pendidikan MH Thamrin*, 4(1), 10-19.
- Tempa K, Aryal KR. 2022. Semi-automatic classification for rapid delineation of the geohazard-prone areas using Sentinel-2 satellite imagery. *SN Applied Sciences* 4(5): 1-14.
- Wibisono, P., Miladan, N., & Utomo, R. P. Hubungan Perubahan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap Suhu Permukaan Lahan: Studi Kasus di Aglomerasi Perkotaan

Surakarta. *Desa-Kota: Jurnal Perencanaan Wilayah, Kota, dan Permukiman*, 5(1), 148-162.