

## Analisis Spasial Perubahan Suhu Permukaan Daratan Kota Kupang Menggunakan Data Penginderaan Jauh

Philia Christi Latue<sup>1</sup>, Heinrich Rakuasa<sup>2</sup>, Daniel Anthoni Sihasale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Pattimura

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP, Universitas Pattimura  
email: [philialatue04@gmail.com](mailto:philialatue04@gmail.com)

**Abstract:** Land surface temperature in Kupang City has increased from 2018-2023, one of the factors causing it is the development of built-up land which is increasing every year. This research uses Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance image data on Google Earth Engine. To analyze land surface temperature (LST) on Landsat 8 images using Google Earth Engine (GEE) based on cloud computing using the "Single Channel Algorithm" or "Split-Window Algorithm" formula. The results showed that the highest land surface temperature values in 2018 ranged from 21.09° C - 30.79° C and increased in 2023 to 22.06° C - 34.99° C. Surface temperatures in the high and very high classes were distributed in coastal areas that experienced high development of built-up land and which were also the central areas of Kupang City. The results of this study are expected to be of great benefit to the local government in planning and making decisions in various sectors including agricultural development, water resources management, and disaster management.

**Keywords:** spatial analysis, google earth engine, land surface temperature, kupang

**Abstrak:** Suhu permukaan daratan di Kota Kupang mengalami peningkatan dari tahun 2018-2023, salah satu faktor penyebabnya yaitu terjadinya perkembangan lahan terbangun yang semakin meningkat setiap tahunnya. Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance pada google earth engine. Untuk menganalisis suhu permukaan daratan (LST) pada citra Landsat 8 menggunakan Google Earth Engine (GEE) berbasis cloud computing dengan menggunakan formula "Single Channel Algorithm" atau "Split-Window Algorithm". Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suhu permukaan daratan tertinggi di tahun 2018 berkisar 21,09° C - 30,79° C dan mengalami peningkatan di tahun 2023 menjadi 22,06° C - 34,99° C. Suhu permukaan pada kelas tinggi dan sangat tinggi terdistribusi di daerah pesisir yang mengalami perkembangan lahan terbangun yang tinggi dan yang juga merupakan daerah pusat Kota Kupang. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat yang besar bagi Pemerintah setempat dalam merencanakan dan mengambil keputusan dalam berbagai sector diantaranya pengembangan sektor pertanian, pengelolaan sumber daya air, dan penanggulangan bencana.

**Kata kunci:** spatial analysis, google earth engine, land surface temperature, kupang

### Pendahuluan

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang berdampak besar bagi kehidupan makhluk hidup di bumi (Fonseka et al., 2019). Salah satu indikator penting dari perubahan iklim adalah perubahan suhu permukaan daratan (Khan et al., 2022). Pemahaman yang baik tentang perubahan suhu permukaan daratan di suatu wilayah adalah penting untuk mengidentifikasi dampaknya terhadap lingkungan, manusia, dan ekosistem (Latue et al., 2023).

Kota Kupang, sebagai ibu kota Provinsi Nusa Tenggara Timur di Indonesia, telah mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Pertumbuhan populasi dan perkembangan infrastruktur di Kota Kupang telah menyebabkan perubahan dalam penggunaan lahan dan pola tata ruang (Angin & Sunimbar, 2021). Perubahan

tersebut dapat berdampak pada perubahan suhu permukaan daratan di wilayah tersebut (Ghanbari et al., 2023:)

Untuk memahami perubahan suhu permukaan daratan secara spasial di Kota Kupang, pemanfaatan teknologi Google Earth Engine dapat menjadi alat yang efektif. Google Earth Engine adalah platform komputasi awan yang memungkinkan analisis dan pengolahan data penginderaan jauh secara efisien (Ermida et al., 2020). Data penginderaan jauh, seperti citra satelit dengan resolusi tinggi, dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis suhu permukaan daratan dengan akurat (Tahooni et al., 2023).

Melalui analisis spasial menggunakan Google Earth Engine, perubahan suhu permukaan daratan di Kota Kupang dapat diidentifikasi dengan lebih detail dan akurat (Latue, 2023). Data

citra satelit dari berbagai waktu dapat digunakan untuk membandingkan suhu permukaan daratan di berbagai lokasi di Kota Kupang. Dengan menganalisis perubahan suhu ini, kita dapat mengidentifikasi pola perubahan suhu yang signifikan dan memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap perubahan tersebut (Rakuasa, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara spasial perubahan suhu permukaan daratan di Kota Kupang pada tahun 2015 dan 2023 menggunakan Google Earth Engine. Dalam analisis ini, data suhu permukaan daratan akan dieksplorasi dan dianalisis menggunakan berbagai algoritma dan metode yang tersedia dalam Google Earth Engine. Hasil analisis akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perubahan suhu permukaan daratan dan potensi dampaknya terhadap lingkungan, manusia, dan ekosistem di Kota Kupang.

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan lingkungan, dan pengembangan kebijakan adaptasi perubahan iklim di Kota Kupang. Informasi ini akan sangat berharga bagi pemerintah daerah, ahli lingkungan, dan pemangku kepentingan lainnya dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim di wilayah tersebut (Kanga et al., 2022).

Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi dalam konteks perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan di Kota Kupang, serta dapat memberikan sumbangan penting bagi pengetahuan dan pemahaman kita tentang perubahan suhu permukaan daratan dan dampaknya dalam konteks global yang lebih luas

## Metode

Penelitian ini dilakukan di Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance yang diakses dan dianalisis di Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>). Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance merupakan salah satu koleksi citra yang tersedia di Google Earth Engine (GEE)

untuk satelit Landsat 8. Tier 2 TOA (*Top of Atmosphere*) Reflectance adalah produk citra yang telah dikoreksi secara atmosferik untuk memperoleh reflektansi suhu permukaan daratan yang sebenarnya. Analisis suhu permukaan daratan di Kota Kupang dilakukan pada periode tahun 2013 dan periode 2023.

Untuk menganalisis suhu permukaan daratan pada citra Landsat 8 menggunakan Google Earth Engine (GEE) berbasis *cloud computing* dengan menggunakan formula *Single Channel Algorithm* atau *Split-Window Algorithm* yang sebelumnya sudah digunakan oleh (Prayogo, 2023). *Algoritma Split Window Algorithm (SWA)* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengestimasi suhu permukaan daratan (Land Surface Temperature, LST) dari data citra termal satelit. Metode ini umumnya digunakan untuk mengatasi ketidaklinieran dalam respons radiasi termal terhadap suhu pada saluran termal citra satelit. Berikut ini persamaan Algoritma *Split Window Algorithm (SWA)* untuk analisis suhu permukaan daratan menggunakan google earth engine (Prayogo, 2023).

$$LST = T1 - (((T1 - T2) / (\lambda 2 - \lambda 1)) * (\lambda - \lambda 1))$$

LST adalah suhu permukaan daratan yang diestimasi, T1 dan T2 adalah respons radiasi pada saluran termal band 10 dan band 11,  $\lambda 1$  dan  $\lambda 2$  adalah panjang gelombang untuk saluran termal band 10 dan band 11,  $\lambda$  adalah panjang gelombang yang digunakan dalam estimasi suhu (misalnya, 10.8  $\mu\text{m}$ ).

Berikut adalah script kode yang digunakan untuk menghitung suhu permukaan daratan di Google Earth Engine:

- 1) Langkah pertama yang dilakukan untuk analisis suhu permukaan daratan di platform Google Earth Engine (GEE) yaitu memilih citra satelit yang akan digunakan, dimana pada penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance

```
var image =  
ee.Image('LANDSAT/LC08/C01/T1_TO  
A/LC08_1234567890123456789');
```

- 2) Menentukan variabel waktu, bertujuan untuk menentukan rentang waktu penelitian.

```
filterDate ('2013-04-01', '2013-04-30'),
('2023-04-01', '2023-04-30')
```

- 3) Mengkonversi suhu radiance menjadi suhu permukaan (LST)

```
var LST = image.expression(
'Tb/(1 + (0.00115 * (Tb / 1.4388) /
1.2) * log(Ep))', {
'Tb': image.select('B10'), // Suhu
kecerahan pada band 10
'Ep': image.expression(
'(((10.8 * (Tb - 273.15)) / ((exp((10.8 *
(Tb - 273.15)) / 14387.69) - 1))) + 1)', {
'Tb': image.select('B10') // Suhu
kecerahan pada band 10
}).rename('Ep')
}).rename('LST');
```

- 4) Menampilkan hasil analisis suhu permukaan daratan di layar Google Earth Engine (GEE)

```
Map.addLayer(LST, {min: 273.15, max:
323.15, palette: ['blue', 'green', 'red',
'yellow', 'white']}, 'LST');
```

- 5) Memotong (Clip) hasil analisis suhu permukaan daratan menggunakan batas administrasi Kota Kupang

```
clip(geometry);
```

- 6) Menyimpan hasil analisis LST ke Google Drive yang selanjutnya dapat didownload untuk dianalisis lanjut di

```
software Aec GIS.
Export.image.toDrive({
image: LST,
description: 'LST_Image'
scale: 30,
region: geometry //
});
```

- 7) Setelah hasil analisis suhu permukaan daratan didownload dari ke Google Drive kemudian dilakukan klasifikasi di software Arc GIS yang mengacu pada penelitian Sasky et al., (2017). Klasifikasi analisis suhu permukaan daratan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Suhu Permukaan Daratan

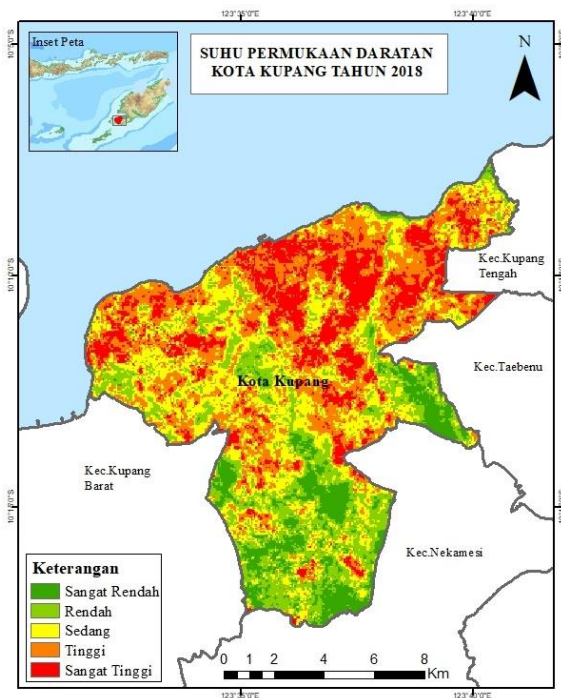
Klasifikasi Suhu	Satuan Suhu (°C)
Sangat Rendah	<20° C
Rendah	20° C - 25° C
Sedang	25° C - 30° C
Tinggi	30° C - 35° C
Sangat Tinggi	>35° C

Sumber: (Sasky et al., 2017)

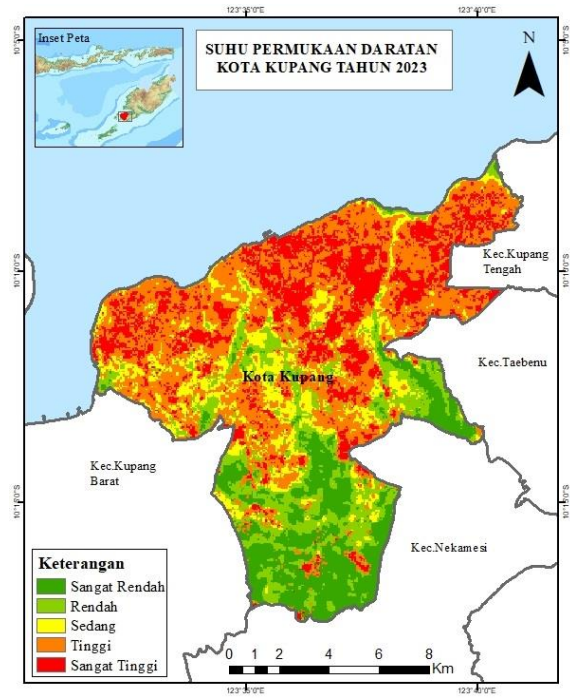
### Pembahasan

Nilai suhu permukaan daratan di Kota Kupang dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti lokasi, waktu, kondisi cuaca, dan penggunaan lahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai suhu permukaan daratan Kota Kupang di tahun 2018 berkisar antar 21,09° C - 30,79° C. Menurut Ullah et al. (2023), suhu permukaan daratan tertinggi berada pada jenis tutupan lahan terbangun dan lahan terbuka dan nilai suhu permukaan daratan terendah berada pada daerah pertanian, hutan dan badan air. Semakin tinggi suhu permukaan daratan akan semakin rendah kerapatan vegetasi kecuali pada badan air. Semakin tinggi suhu akan semakin tinggi pula kerapatan lahan terbangun. Suhu permukaan daratan Kota Kupang tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 Suhu Permukaan Daratan (SPD) Kota Kupang diklasifikasi menjadi lima kelas berdasarkan klasifikasi dari (Sasky et al., 2017). Kelas SPD sangat rendah seluas 2.913,76 ha atau 20,81%, kelas rendah seluas 3.870,64 ha atau 27,64%, kelas sedang seluas 2.878,92 ha atau 20,56%, kelas tinggi seluas 2.345,00 ha atau sebesar 16,75%, kelas sangat tinggi seluas 1.995,01 ha atau sebesar 14,25% dari total luasan Kota Kupang. Kelas suhu permukaan daratan tinggi dan kelas sangat tinggi terpusat di daerah pusat kota dan daerah pesisir.



Gambar 1. Suhu Permukaan Daratan Kota Kupang Tahun 2018



Gambar 2. Suhu Permukaan Daratan Kota Kupang Tahun 2023

Pada tahun 2023 suhu permukaan daratan di Kota Kupang mengalami peningkatan suhu dan luasan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai suhu permukaan daratan Kota Kupang di tahun 2023 berkisar antar  $22,06^{\circ}\text{C}$  -  $34,99^{\circ}\text{C}$ . Kelas suhu permukaan daratan sangat rendah seluas 2290,21 ha atau 16,35%, kelas rendah seluas 2683,12 ha atau sebesar 19,16%, kelas sedang seluas 3227,34 ha atau 23,05%, kelas tinggi seluas 2652,13 ha atau 18,94%, dan kelas sangat tinggi seluas 3150,53 ha atau sebesar 22,50% dari total luas Kota Kupang. Perkembangan lahan terbangun di suatu wilayah dapat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan suhu permukaan daratan, begitupun yang terjadi di Kota Kupang.

Perkembangan lahan terbangun di Kota Kupang memiliki dampak yang signifikan terhadap kenaikan suhu permukaan daratan di daerah tersebut. Perkotaan yang terus berkembang dengan adanya pembangunan gedung, jalan, dan infrastruktur lainnya memberikan kontribusi terhadap perubahan lingkungan termasuk suhu permukaan daratan (Khan et al., 2022). Suhu permukaan daratan Kota Kupang tahun 2023 dapat dilihat pada Gambar 2.

Kelas suhu permukaan daratan sangat rendah seluas 2290,21 ha atau 16,35%, kelas rendah seluas 2683,12 ha atau sebesar 19,16%, kelas sedang seluas 3227,34 ha atau 23,05%, kelas tinggi seluas 2652,13 ha atau 18,94%, dan kelas sangat tinggi seluas 3150,53 ha atau sebesar 22,50% dari total luas Kota Kupang. Perkembangan lahan terbangun di suatu wilayah dapat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan suhu permukaan daratan, begitupun yang terjadi di Kota Kupang

Perkembangan lahan terbangun di Kota Kupang memiliki dampak yang signifikan terhadap kenaikan suhu permukaan daratan di daerah tersebut. Perkotaan yang terus berkembang dengan adanya pembangunan gedung, jalan, dan infrastruktur lainnya memberikan kontribusi terhadap perubahan lingkungan termasuk suhu permukaan daratan (Khan et al., 2022).

Dampak perkembangan lahan terbangun terhadap kenaikan suhu permukaan daratan di Kota Kupang menunjukkan pentingnya memperhatikan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim di wilayah perkotaan. Beberapa

langkah yang dapat diambil untuk mengatasi dampak ini antara lain: penghijauan kota, desain perkotaan yang berkelanjutan, penggunaan teknologi hijau, dan edukasi dan kesadaran masyarakat.

Menurut Chen et al. (2023), dengan meningkatkan jumlah dan kualitas ruang terbuka hijau di suatu daerah dapat membantu mengurangi suhu permukaan daratan. Penanaman pohon, taman, dan atap hijau dapat memberikan efek pendinginan melalui penyerapan panas dan peningkatan evaporasi. Zhang et al. (2023), menambahkan bahwa perencanaan dan desain perkotaan yang berkelanjutan harus mempertimbangkan penggunaan lahan yang efisien, material yang ramah lingkungan, dan desain bangunan yang mengurangi penyerapan panas serta memfasilitasi aliran udara yang baik.

Menurut Fonseka et al. (2019), penerapan teknologi hijau seperti penggunaan cat atap yang cerah, material bangunan yang memiliki reflektivitas tinggi, dan penggunaan sistem pendingin yang efisien dapat membantu mengurangi suhu permukaan daratan suatu daerah termasuk di Kota Kupang. Siqi et al. (2023), menambahkan peningkatan kesadaran masyarakat mengenai dampak perkembangan lahan terbangun terhadap kenaikan suhu permukaan daratan penting dilakukan. Edukasi tentang pentingnya penghijauan, penggunaan energi yang efisien, dan praktik berkelanjutan dapat mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam mengurangi dampak negatif tersebut.

Perkembangan lahan terbangun di Kota Kupang memiliki kontribusi yang signifikan terhadap kenaikan suhu permukaan daratan. Untuk mengurangi dampak ini, langkah-langkah mitigasi dan adaptasi perlu dilakukan agar Kota Kupang dapat menjadi kota yang lebih berkelanjutan, nyaman, dan ramah lingkungan.

### Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai suhu permukaan daratan di Kota Kupang mengalami peningkatan suhu pada tahun 2018-2023. Salah satu faktor

penyebab terjadi peningkatan suhu permukaan di kecamatan Ternate Tengah yaitu terjadinya perkembangan lahan terbangun yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat yang besar bagi Pemerintah setempat dalam merencanakan dan mengambil keputusan dalam berbagai sector diantaranya pengembangan sektor pertanian, pengelolaan sumber daya air, dan penanggulangan bencana. Dengan demikian, analisis suhu permukaan daratan di Kota Kupang dapat memberikan informasi yang penting bagi Pemerintah setempat dalam mengambil kebijakan dan merencanakan pengembangan wilayah yang berkelanjutan.

### Referensi

- Angin, I. S., & Sunimbar, S. (2021). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kota Kupang Nusa Tenggara Timur Tahun 2010-2018. *Geoedusains: Jurnal Pendidikan Geografi*, 2(1), 36-52. <https://doi.org/10.30872/geoedusain.s.v2i1.564>
- Chen, Y., Yang, J., Yu, W., Ren, J., Xiao, X., & Xia, J. C. (2023). Relationship between urban spatial form and seasonal land surface temperature under different grid scales. *Sustainable Cities and Society*, 89, 104374. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104374>
- Ermida, S. L., Soares, P., Mantas, V., Göttsche, F.-M., & Trigo, I. F. (2020). Google Earth Engine Open-Source Code for Land Surface Temperature Estimation from the Landsat Series. *Remote Sensing*, 12(9), 1471. <https://doi.org/10.3390/rs12091471>
- Fonseka, H. P. U., Zhang, H., Sun, Y., Su, H., Lin, H., & Lin, Y. (2019). Urbanization and Its Impacts on Land Surface Temperature in Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, from 1988 to 2016. *Remote Sensing*, 11(8), 957. <https://doi.org/10.3390/rs11080957>
- Ghanbari, R., Heidarimozaffar, M., Soltani, A., & Arefi, H. (2023). Land surface temperature analysis in densely populated zones from the

- perspective of spectral indices and urban morphology. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(3), 2883-2902. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04725-4>
- Kanga, S., Meraj, G., Johnson, B. A., Singh, S. K., PV, M. N., Farooq, M., Kumar, P., Marazi, A., & Sahu, N. (2022). Understanding the Linkage between Urban Growth and Land Surface Temperature—A Case Study of Bangalore City, India. *Remote Sensing*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/rs14174241>
- Khan, R., Li, H., Basir, M., Chen, Y. L., Sajjad, M. M., Haq, I. U., Ullah, B., Arif, M., & Hassan, W. (2022). Monitoring land use land cover changes and its impacts on land surface temperature over Mardan and Charsadda Districts, Khyber Pakhtunkhwa (KP), Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(6), 409. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10072-1>
- Latue, P. C., Rakuasa, H., Somae, G., & Muin, A. (2023). Analisis Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat Menggunakan Platform Berbasis Cloud Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 45-51. <https://doi.org/https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.261>
- Latue, P. C. (2023). Analysis of Surface Temperature in Buru District Using Cloud Computing on Google Earth Engine. *Journal of Multidisciplinary Science*, 2(1), 1-10.
- Prayogo, L. M. (2021). (2023). Platform Google Earth Engine Untuk Pemetaan Suhu Permukaan Daratan Dari Data Series Modis. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 5(1), 25-31.
- Rakuasa, H. (2022). Analisis Spasial Temporal Suhu Permukaan Daratan/Land Surface Temperature (Lst) Kota Ambon Berbasis Cloud Computing: GOOGLE EARTH ENGINE. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(3), 194-205. <https://doi.org/10.35760/ik.2022.v27i3.7101>
- Sasky, P., Sobirin, S., & Wibowo, A. (2017). Pengaruh Perubahan Penggunaan Tanah Terhadap Suhu Permukaan Daratan Metropolitan Bandung Raya Tahun 2000-2016. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 354-361. <https://doi.org/https://doi.org/10.35313/irwns.v8i3.767>
- Siqi, J., Yuhong, W., Ling, C., & Xiaowen, B. (2023). A novel approach to estimating urban land surface temperature by the combination of geographically weighted regression and deep neural network models. *Urban Climate*, 47, 101390. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101390>
- Tahooni, A., Kakroodi, A. A., & Kiavarz, M. (2023). Monitoring of land surface albedo and its impact on land surface temperature (LST) using time series of remote sensing data. *Ecological Informatics*, 75, 102118. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102118>
- Ullah, W., Ahmad, K., Ullah, S., Tahir, A. A., Javed, M. F., Nazir, A., Abbasi, A. M., Aziz, M., & Mohamed, A. (2023). Analysis of the relationship among land surface temperature (LST), land use land cover (LULC), and normalized difference vegetation index (NDVI) with topographic elements in the lower Himalayan region. *Heliyon*, 9(2), e13322. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13322>
- Zhang, M., Kafy, A.- Al, Xiao, P., Han, S., Zou, S., Saha, M., Zhang, C., & Tan, S. (2023). Impact of urban expansion on land surface temperature and carbon emissions using machine learning algorithms in Wuhan, China. *Urban Climate*, 47, 101347. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101347>