

Pengolahan Citra

Analisis Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat Menggunakan Platform Berbasis Cloud Google Earth Engine

Philia Christi Latue¹, Heinrich Rakuasa², Glendy Somae³, Abdul Muin⁴

¹ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

² Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

³ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

⁴ Fakultas Ilmu Sosial, Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 12 April 2023
Revisi Akhir: 02 Mei 2023
Diterbitkan Online: 10 Mei 2023

KATA KUNCI

Google Earth Engine, Seram Bagian Barat, Suhu Permukaan Daratan

KORESPONDENSI

Phone: +62 81342847435
E-mail: philiialatue04@gmail.com

A B S T R A K



Pemantauan suhu permukaan daratan dengan di Kabupaten Seram Bagian Barat menggunakan teknologi geospasial berbasis cloud computing Google Earth Engine dapat membantu dalam memahami perubahan iklim dan cuaca, serta memberikan informasi penting bagi para akademisi, masyarakat, pemerintah, dan organisasi non-pemerintah dalam mengambil keputusan terkait mitigasi perubahan iklim dan penanganan bencana alam. Penelitian ini menggunakan data citra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global yang dianalisis di Google Earth Engine. Hasil penelitian menunjukan bahwa nilai nilai suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat pada tahun 2012 yaitu 21,15° - 32,88 °C dan mengalami kenaikan ditahun 2022 menjadi 12,73 ° - 40,43°C. Suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hasil peneliti ini sangat bermanfaat untuk pemantauan kualitas udara, pemantauan resiko kebakaran hutan, pada bidang pertanian dan lingkungan serta pada bidang kebencanaan.

PENDAHULUAN

Suhu permukaan daratan adalah suhu yang terukur pada permukaan tanah atau benda padat lainnya yang berada di atas tanah, seperti bangunan atau jalan raya [1], [2]. Suhu ini dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti suhu udara, cahaya matahari, kelembaban, dan sifat permukaan benda tersebut [3]. Perubahan penggunaan lahan seperti deforestasi, konversi lahan hutan menjadi perkebunan atau pertanian, dan urbanisasi dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan [4], [5], [6]. Deforestasi mengurangi jumlah penyerap panas alami seperti pohon dan tanah yang lembab, sedangkan penggunaan lahan untuk perkotaan dapat meningkatkan konsentrasi bahan-bahan penghasil panas seperti aspal dan beton [7]. Suhu permukaan daratan memiliki pengaruh yang signifikan pada lingkungan dan kehidupan manusia, seperti pada pertanian, kesehatan, dan ketersediaan air [8]. Kenaikan suhu permukaan daratan dapat meningkatkan risiko kekeringan, kebakaran hutan, dan penurunan kualitas udara [8], [9]. Oleh karena itu, pemantauan suhu permukaan daratan menjadi penting untuk membantu pengambilan keputusan dalam mengatasi dampak perubahan iklim dan lingkungan.

Laju pertumbuhan penduduk serta pertambahan lahan terbangun di Kabupaten Seram Bagian Barat tentunya dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan karena daerah *urban* memiliki konsentrasi bangunan dan aspal yang lebih tinggi dibandingkan daerah pedesaan. Kegiatan pertambangan dan industri yang berada di Kabupaten Seram Bagian Barat dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan yang berdampak pada kebakaran hutan pada sepuluh tahun terakhir. Pemantauan suhu permukaan daratan dengan di Kabupaten Seram Bagian Barat menggunakan teknologi penginderaan jauh berbasis cloud computing Google Earth Engine dapat membantu dalam memahami perubahan iklim dan cuaca global, serta memberikan informasi penting bagi para ilmuwan, pemerintah, dan organisasi non-pemerintah dalam

mengambil keputusan terkait mitigasi perubahan iklim dan penanganan bencana alam [10]. Google Earth Engine adalah platform cloud computing untuk analisis data geospasial dan pemetaan yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menganalisis data citra satelit dari berbagai sumber, termasuk Landsat, Sentinel, dan MODIS [10].

Google Earth Engine menawarkan kemampuan pemrograman dengan JavaScript dan Python, serta alat visualisasi dan analisis data seperti time series, segmentasi citra, dan analisis spasial (Muntaga, 2019). Selain itu, platform ini menyediakan akses ke data yang telah diproses dan disimpan di server Google, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis yang kompleks pada data yang sangat besar [12]. Google Earth Engine dapat digunakan untuk menganalisis perubahan suhu permukaan daratan dari waktu ke waktu, serta mengidentifikasi pola suhu yang berbeda di wilayah-wilayah tertentu. Untuk melakukan analisis suhu permukaan daratan, pengguna dapat memanfaatkan data citra satelit seperti Landsat, Sentinel, atau MODIS yang tersedia di Google Earth Engine [3]. Dengan memanfaatkan alat visualisasi dan analisis data, pengguna dapat menghasilkan peta suhu permukaan daratan dengan mudah dan membandingkan perubahan suhu dari waktu ke waktu [10]. Penelitian ini menggunakan data citra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) untuk menganalisis perubahan suhu permukaan. Google Earth Engine menyediakan akses ke citra MODIS yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti analisis suhu permukaan daratan dan pemantauan vegetasi dengan resolusi spasial yang cukup baik [10].

Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan suhu permukaan daratan di kabupaten seram bagian barat pada tahun 2012 dan tahun 2022 menggunakan Google Earth Engine

TINJAUAN PUSTAKA

Suhu Permukaan Daratan

Suhu permukaan daratan adalah panas permukaan bumi yang menyetuh lokasi tertentu seperti atap bangunan, rumput, daun, aspal dan lain-lain yang kemudian dipantulkan oleh lokasi tersebut lalu direkam oleh sensor satelit [10].

Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) adalah sebuah platform komputasi awan yang dikembangkan oleh Google untuk memfasilitasi analisis data geospasial pada skala besar [13]. Google Earth Engine (GEE) dapat digunakan untuk melakukan analisis suhu permukaan daratan pada skala global, regional, atau lokal dengan menggunakan data suhu permukaan yang berasal dari satelit [13]. GEE menyediakan akses ke berbagai kumpulan data suhu permukaan, seperti MODIS Land Surface Temperature, Landsat Surface Temperature, dan data suhu permukaan dari Sentinel-3 [10].

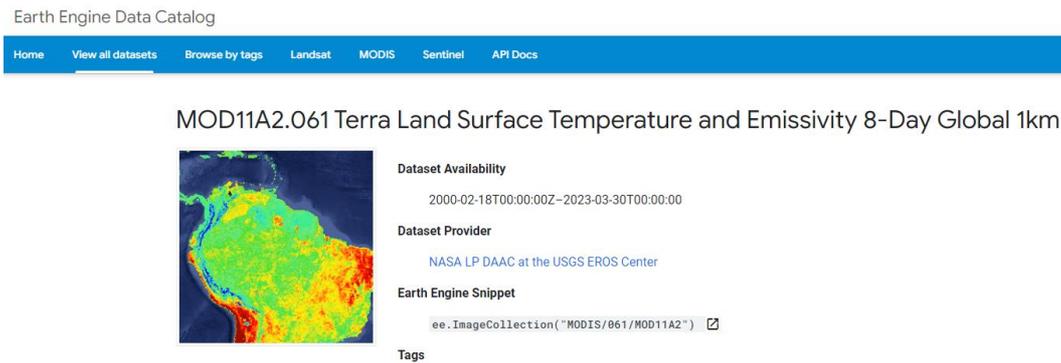
Citra MODIS

MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) adalah instrumen penginderaan jauh yang dipasang pada satelit NASA untuk mengumpulkan data citra dari permukaan Bumi [14]. Dalam aplikasi praktis, citra MODIS pada GEE dapat digunakan untuk pemantauan suhu permukaan daratan, pemantauan kebakaran hutan, pemantauan kesehatan masyarakat, dan pemantauan lingkungan lainnya [7]. Citra MODIS juga dapat digunakan untuk mengembangkan model dan algoritma untuk memahami dan memprediksi perubahan lingkungan yang kompleks.

METODOLOGI

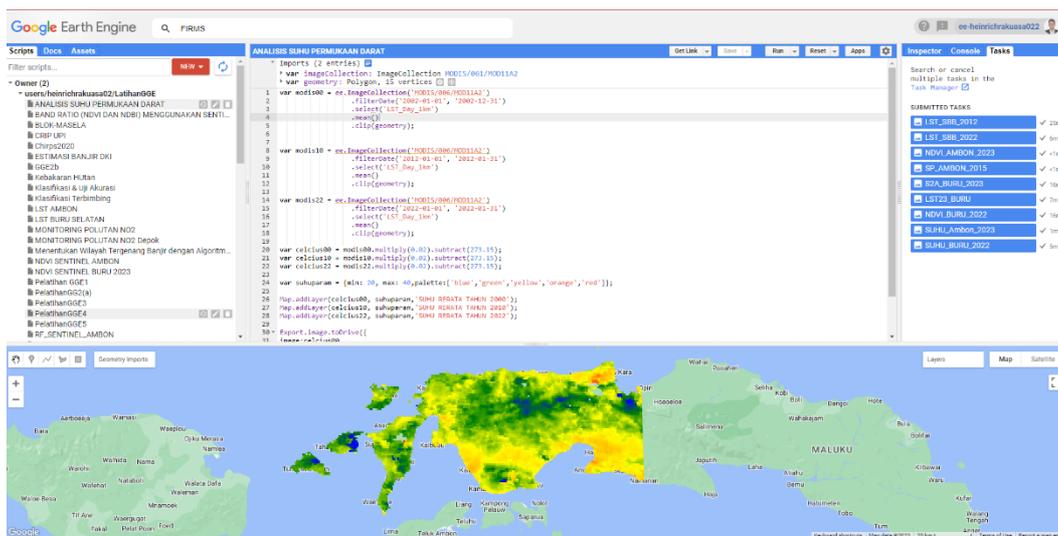
Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Penelitian ini menggunakan data citra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global yang diakses dan dianalisis di Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>). MOD11A2.061 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km pada Gambar 1 adalah produk citra satelit yang dikembangkan oleh NASA. Produk ini memberikan informasi suhu permukaan dan emisivitas bumi di seluruh dunia dengan resolusi spasial 1 kilometer. Data ini dihasilkan oleh instrumen MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) yang terpasang pada satelit Terra. MOD11A2.061 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan suhu permukaan, deteksi kebakaran hutan, pengelolaan sumber daya air, dan pemodelan cuaca [7]. Analisis suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat di lakukan pada pada

tahun 2012 dan tahun 2022. Analisis suhu permukaan pada penelitian ini dilakukan di platform cloud computing Google Earth Engine (GEE) yang dapat diakses pada <https://earthengine.google.com/>.



Gambar 1. Tampilan Dataset Citra MODIS Pada Google Earth Engine (GEE)

MOD11A2.061 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km pada gambar 1 adalah produk citra satelit yang dikembangkan oleh NASA [14]. Produk ini memberikan informasi suhu permukaan dan emisivitas bumi di seluruh dunia dengan resolusi spasial 1 kilometer. Data ini dihasilkan oleh instrumen MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) yang terpasang pada satelit Terra [7]. MOD11A2.061 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan suhu permukaan, deteksi kebakaran hutan, pengelolaan sumber daya air, dan pemodelan cuaca [15]. Tampilan Google Earth Engine dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Google Earth Engine

Proses pengolahan dan analisis data sepenuhnya dilakukan dengan Java Script di Google Earth Engine untuk menganalisis suhu permukaan daratan Kabupaten Seram Bagian Barat tahun 2012 dan 2022. Tahapan pengolahan dan analisis data yaitu sebagai berikut:

1. Import Image Collection MODIS, bertujuan untuk menampilkan atau memanggil citra MODIS dari Catalog GEE

```
var modis00 = ee.ImageCollection('MODIS/006/MOD11A2')
```

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

```
filterDate('2022-01-01', '2023-12-31')
```

3. Memilih Band LST Day 1 Km, bertujuan untuk memilih nilai piksel rata-rata LST Day 1 Km (MOD11A2) dari semua piksel MOD11A1 dalam periode 8 hari.

```
select ('LST_Day_1km')
```

4. Clip sesuai batas dan menampilkan data ke Map, bertujuan untuk mengolah data sesuai lokasi penelitian menggunakan shapefile batas Kabupaten SBB dan menampilkannya ke Map

```
clip(geometry);
```

5. Convert Kelvin to Celcius, bertujuan untuk mengubah nilai LST dari skala Kelvin ke Celcius.

```
var celcius00 = modis00.multiply(0.02).subtract(273.15);
```

6. Menampilkan suhu permukaan atau suhu radiasi emisi/netto pada peta

```
var suhuparam = {min: 20, max: 40, palette: ['blue', 'green', 'yellow', 'orange', 'red']};
```

7. Menampilkan hasil analisis suhu permukaan di Layer GEE

```
Map.addLayer(celcius00, suhuparam, 'SUHU RERATA TAHUN 2022');
```

8. Mexport hasil analisis LST ke Google Drive yang selanjutnya dapat didownload untuk dianalisis lanjut di software GIS.

```
Export.image.toDrive({
  image: celcius10,
  description: 'SUHU_PERMUKAAN_SBB_2022',
  scale: 30,
  maxPixels: 600000000,
  region: geometry
});
```

Tabel 1. Klasifikasi Suhu Permukaan Daratan

No	Kelas Suhu Permukaan Daratan	Keterangan
1	Sangat Rendah	<20° C
2	Rendah	20° C – 25° C
3	Sedang	25° C – 30° C
4	Tinggi	30° C - 35° C
5	Sangat Tinggi	>35° C

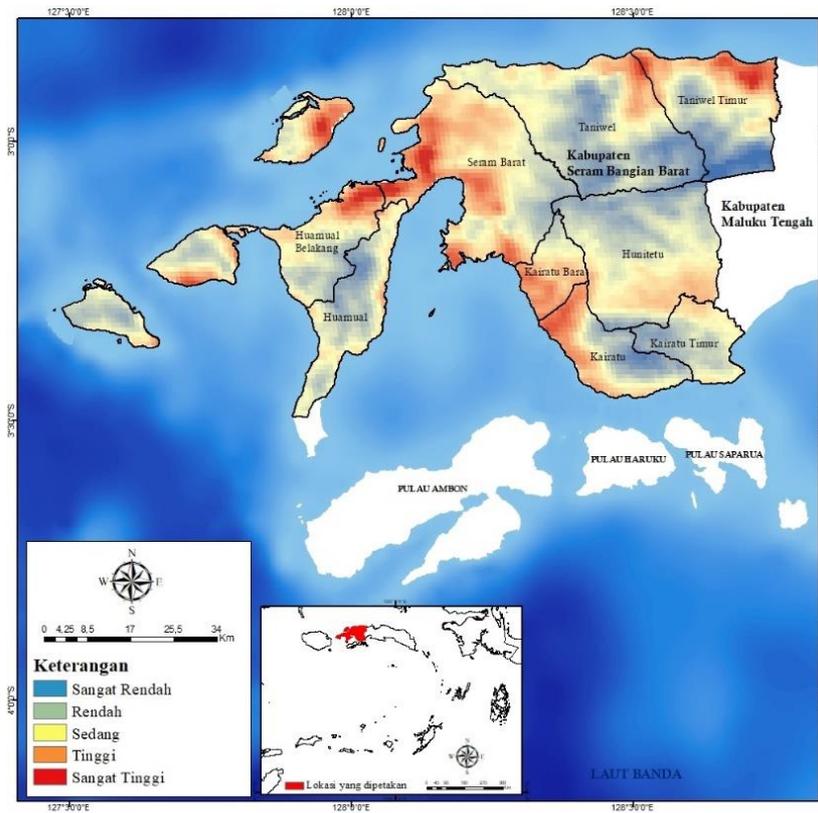
Sumber: [16]

Setelah di export di Google Drive hasil analisis suhu permukaan daratan didownload kemudian dilakukan analisis dan klasifikasi di software Arc GIS yang mengacu pada penelitian [16] pada tabel 1.

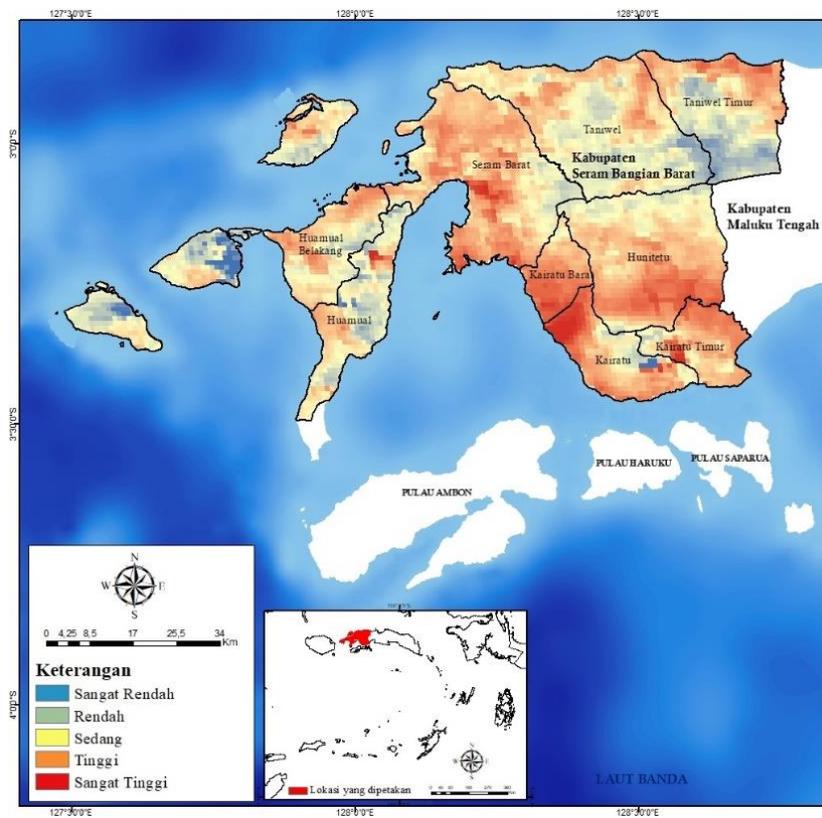
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penerapan Script Google Earth Engine untuk mengolah Citra MODIS MOD11A2.006 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km diperoleh data sebaran Suhu Permukaan Daratan rata-rata Kabupaten Seram Bagian Barat pada tahun 2012 dan dan 2022. Nilai suhu permukaan daratan (LST) dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti lokasi, waktu, kondisi cuaca, dan penggunaan lahan [17]. Data suhu permukaan daratan dapat diperoleh dari satelit yang dilengkapi dengan sensor termal seperti MODIS atau Landsat. Nilai suhu permukaan daratan yang diperoleh dari data satelit dapat dinyatakan dalam satuan Kelvin, Celcius, atau Fahrenheit tergantung pada preferensi analisis [16]. Nilai suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat pada tahun 2012 dimana nilai terendah yaitu 21,15 °C dan nilai tertinggi yaitu 32,88 °C, suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat mengalami peningkatan ditahun di 2022 dengan nilai tertinggi yaitu 40,43 °C dan terendah yaitu 12,73 °C. Nilai dengan suhu permukaan tertinggi pada Gambar 3 dan Gambar 4 diidentifikasi dengan warna merah dan nilai

terendah dengan warna biru. Peta suhu permukaan Kabupaten Seram Bagian Barat pada tahun 2012 dapat dilihat pada Gambar 3 dan tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Peta Suhu Permukaan Daratan tahun 2012



Gambar 4. Peta Suhu Permukaan Daratan tahun 2022

Pada penelitian ini kelas suhu permukaan daratan dibagi menjadi empat kelas. Hasil analisis menunjukkan bahwa ditahun 2012 luasan daerah yang memiliki suhu permukaan daratan pada kelas sangat tinggi memiliki luas 41.895,66 ha atau sebesar 9,57%, luasan LST pada kelas tinggi seluas 10.1947,27 ha atau seluas 23,28%, luasan LST pada kelas sedang seluas 12.7281,79 ha atau sebesar 29,06 %, luasan LST pada kelas rendah seluas 127.281,79 ha atau sebesar 24,30 % dan luasan LST pada kelas sangat rendah yaitu seluas 60.398,40 ha atau sebesar 13,79 %. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa secara spasial suhu permukaan sangat tinggi berada di daerah pesisir Kabupaten Seram Bagian Barat. Ditahun 2022 suhu permukaan di Kabupaten Seram Bagian Barat mengalami kenaikan dimana daerah yang berada pada kelas suhu sangat tinggi memiliki luas 59.516,19 ha atau sebesar 13,67%, kelas tinggi memiliki luas 125.488,74 ha atau sebesar 28,82 %, kelas sedang seluas 127.563,04 ha atau sebesar 29,30 %, kelas rendah seluas 104.921,07 ha atau sebesar 24,10%, dan kelas sangat rendah seluas 17.921,00 ha atau sebesar 4,12%.

Secara umum daerah yang memiliki suhu permukaan daratan yang tinggi adalah wilayah tropis dan subtropis [2]. Suhu permukaan daratan di suatu daerah dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti iklim, cuaca, ketinggian, dan penutupan lahan, sehingga dapat bervariasi di berbagai wilayah [18]. Kelas tutupan lahan daerah lahan terbangun atau permukiman dan lahan terbuka memiliki suhu permukaan yang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis tutupan lahan lainnya seperti hutan dan pekebunan [15]. Hasil analisis ini dapat memberikan manfaat penting diantaranya;

1. Pemantauan risiko kebakaran hutan: Kabupaten Seram Bagian Barat memiliki wilayah yang cukup luas dan banyak ditutupi oleh hutan. Analisis suhu permukaan dapat membantu dalam memantau dan memprediksi risiko kebakaran hutan di wilayah ini, sehingga dapat diambil tindakan pencegahan dan mitigasi yang tepat.
2. Pertanian: Kabupaten Seram Bagian Barat juga memiliki potensi pertanian yang cukup besar, terutama di sektor pertanian padi, sayuran, dan buah-buahan. Analisis suhu permukaan dapat membantu para petani dalam memantau kondisi tanaman dan memprediksi waktu panen yang tepat, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian.
3. Pemantauan kualitas udara: Kabupaten Seram Bagian Barat terletak di kepulauan Maluku yang memiliki potensi alam yang sangat kaya, tetapi juga rentan terhadap pencemaran udara. Analisis suhu permukaan dapat membantu memperkirakan tingkat polusi udara dan memungkinkan pemerintah untuk mengambil tindakan pencegahan yang tepat.
4. Penelitian lingkungan: Kabupaten Seram Bagian Barat memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan merupakan daerah yang penting untuk penelitian lingkungan. Analisis suhu permukaan dapat membantu para peneliti dalam memahami dinamika lingkungan di wilayah ini dan memprediksi dampak perubahan iklim pada ekosistem lokal.
5. Pemantauan bencana alam: Kabupaten Seram Bagian Barat juga rentan terhadap bencana alam seperti banjir dan tanah longsor. Analisis suhu permukaan dapat membantu dalam memantau kondisi lingkungan dan memperkirakan risiko bencana alam, sehingga dapat diambil tindakan pencegahan yang tepat dan mengurangi dampak yang ditimbulkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat mengalami peningkatan setiap tahunnya. Laju pertumbuhan penduduk serta penambahan lahan terbangun di Kabupaten Seram Bagian Barat tentunya dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan karena daerah urban memiliki konsentrasi bangunan dan aspal yang lebih tinggi dibandingkan daerah pedesaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa secara spasial suhu permukaan sangat tinggi berada di daerah pesisir Kabupaten Seram Bagian Barat. Daerah lahan terbangun dan lahan terbuka di Kabupaten Seram Bagian Barat memiliki suhu permukaan yang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis tutupan lahan lainnya seperti hutan dan pekebunan. Hasil analisis suhu permukaan daratan sangat memberikan manfaat diantaranya yaitu pemantauan kualitas udara, pemantauan resiko kebakaran hutan, pada bidang pertanian dan lingkungan serta pada bidang kebencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. P. U. Fonseka, H. Zhang, Y. Sun, H. Su, H. Lin, and Y. Lin, "Urbanization and Its Impacts on Land Surface Temperature in Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, from 1988 to 2016," *Remote Sens.*, vol. 11, no. 8, p. 957, Apr. 2019, doi: 10.3390/rs11080957.
- [2] K. Gadekar, C. B. Pande, J. Rajesh, S. D. Gorantiwar, and A. A. Atre, "Estimation of Land Surface Temperature and Urban Heat Island by Using Google Earth Engine and Remote Sensing Data," 2023, pp. 367–389. doi: 10.1007/978-3-031-19059-9_14.

- [3] S. Kanga *et al.*, “Understanding the Linkage between Urban Growth and Land Surface Temperature—A Case Study of Bangalore City, India,” *Remote Sens.*, vol. 14, no. 17, 2022, doi: 10.3390/rs14174241.
- [4] R. Wang, M. Cai, C. Ren, B. Bechtel, Y. Xu, and E. Ng, “Detecting multi-temporal land cover change and land surface temperature in Pearl River Delta by adopting local climate zone,” *Urban Clim.*, vol. 28, p. 100455, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100455>.
- [5] H. Rakuasa, “ANALISIS SPASIAL TEMPORAL SUHU PERMUKAAN DARATAN/ LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) KOTA AMBON BERBASIS CLOUD COMPUTING: GOOGLE EARTH ENGINE,” *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 27, no. 3, pp. 194–205, Dec. 2022, doi: 10.35760/ik.2022.v27i3.7101.
- [6] A. R. Somae, G., Supriatna, S., Rakuasa, H., & Lubis, “PEMODELAN SPASIAL PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN PREDIKSI TUTUPAN LAHAN KECAMATAN TELUK AMBON BAGUALA MENGGUNAKAN CA-MARKOV,” *J. Sains Inf. Geogr. (J SIG)*, vol. 6, no. 1, pp. 10–19, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.31314/jsig.v6i1.1832>.
- [7] Zhengming Wan, “MOD11A2 v061 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1 km SIN Grid,” *USGS website*, 2020. <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a2v061/>
- [8] D. How Jin Aik, M. H. Ismail, F. M. Muharam, and M. A. Alias, “Evaluating the impacts of land use/land cover changes across topography against land surface temperature in Cameron Highlands,” *PLoS One*, vol. 16, no. 5, p. e0252111, May 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0252111.
- [9] J. Siqi, W. Yuhong, C. Ling, and B. Xiaowen, “A novel approach to estimating urban land surface temperature by the combination of geographically weighted regression and deep neural network models,” *Urban Clim.*, vol. 47, p. 101390, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.uclim.2022.101390.
- [10] S. L. Ermida, P. Soares, V. Mantas, F.-M. Götsche, and I. F. Trigo, “Google Earth Engine Open-Source Code for Land Surface Temperature Estimation from the Landsat Series,” *Remote Sens.*, vol. 12, no. 9, p. 1471, May 2020, doi: 10.3390/rs12091471.
- [11] L. K. Onesimo Muntaga, “Google Earth Engine Applications,” *remotesensing*, pp. 11–14, 2019, doi: 10.3390/rs11050591.
- [12] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore, “Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 202, pp. 18–27, 2017, doi: 10.1016/j.rse.2017.06.031.
- [13] B. Berhanu and E. Bisrat, “Identification of Surface Water Storing Sites Using Topographic Wetness Index (TWI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI),” *J. Nat. Resour. Dev.*, vol. 8, pp. 91–100, Sep. 2018, doi: 10.5027/jnrd.v8i0.09.
- [14] NASA, “Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS),” *NASA*, 2022. <https://modis.gsfc.nasa.gov/>
- [15] Diksha, M. Kumari, and R. Kumari, “Spatiotemporal Characterization of Land Surface Temperature in Relation Landuse/Cover: A Spatial Autocorrelation Approach,” *J. Landsc. Ecol.*, Mar. 2023, doi: 10.2478/jlecol-2023-0001.
- [16] A. Sasky, P., Sobirin, S., & Wibowo, “Pengaruh Perubahan Penggunaan Tanah Terhadap Suhu Permukaan Daratan Metropolitan Bandung Raya Tahun 2000–2016.,” in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2017, pp. 354–361. doi: <https://doi.org/10.35313/irwns.v8i3.767>.
- [17] H. Latue, P. C., Septory, J. S. I., & Rakuasa, “Perubahan Tutupan Lahan Kota Ambon Tahun 2015, 2019 dan 2023,” *JPG (Jurnal Pendidik. Geogr.*, vol. 10, no. 1, pp. 177–186, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.20527/jpg.v10i1.15472>.
- [18] F. Zhao *et al.*, “Detection of geothermal potential based on land surface temperature derived from remotely sensed and in-situ data,” *Geo-spatial Inf. Sci.*, pp. 1–17, Mar. 2023, doi: 10.1080/10095020.2023.2178335.