



Pengaruh Kebakaran Hutan terhadap Perubahan Suhu Permukaan Tanah di Kawasan Hutan Gunung Arjuno Tahun 2023

The Effect of Forest Fires on Changes in Land Surface Temperature on Mount Arjuno in 2023

Feny Arafah¹, Dafa Aulia Ramadhan¹

¹Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Bendungan Sigurgura No. 2, Kota Malang, 65145.

*Corresponding Author: feny_arafah@lecturer.itn.ac.id

Article Info:

Received: 26 - 04 - 2024

Accepted: 06 - 05 - 2024

Published: 15 - 05 - 2024

Kata kunci: Gunung Arjuno, kebakaran hutan, suhu permukaan tanah

Abstrak: Kebakaran Hutan adalah suatu keadaan hutan dilanda api sehingga mengakibatkan kerusakan hutan atau hasil hutan yang menimbulkan kerugian ekonomi dan lingkungan. Salah satu kejadian kebakaran di Jawa Timur adalah kebakaran hutan di kawasan hutan Gunung Arjuno yang terjadi pada bulan Agustus – September 2023 dengan luasan area terbakar mencapai 3.910 ha. Adanya kebakaran hutan dapat menyebabkan suhu permukaan di area terbakar meningkat. Dengan adanya kejadian kebakaran hutan di Gunung Arjuno, perlu dilakukan analisa terhadap kondisi suhu permukaan tanah atau Land Surface Temperature (LST) di sekitar area bekas terbakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh kebakaran hutan terhadap perubahan LST di kawasan hutan Gunung Arjuno. Perubahan LST sebelum dan sesudah kejadian kebakaran dapat diketahui dengan memanfaatkan band thermal yang terdapat pada citra Landsat. Pengaruh kebakaran hutan terhadap LST di kawasan hutan Gunung Arjuno menunjukkan bahwa adanya perubahan yang cukup signifikan terhadap persebaran LST dan terhadap hasil luasan LST sebelum dan setelah kebakaran hutan. LST sebelum kebakaran hutan mempunyai persebaran masing-masing kelas rendah, sedang, dan tinggi tersebar merata secara spasial, dengan rentang nilai antara 11,77 – 33,28 °C. Persebaran LST setelah kebakaran hutan didominasi kelas rendah dan sedang, untuk persebaran LST kelas tinggi berfokus khusus di area bekas terbakar dan disekitar titik hotspot dengan rentang nilai antara 8,48 – 46,67 °C. Berdasarkan perhitungan perubahan luasan menunjukkan bahwa perubahan yang cukup signifikan terdapat pada kelas rendah dan tinggi. Kelas rendah mengalami kenaikan luasan mencapai 3.720,52 Ha dan kelas tinggi mengalami penurunan luasan mencapai 4.743,39 Ha dengan adanya peningkatan suhu maksimum dari 33,28 °C hingga mencapai 46,67 °C setelah kejadian kebakaran hutan.

Keywords: Mount Arjuno, Forest Fires, Land Surface Temperature

Abstract: Forest fire is a situation where a forest is hit by fire, resulting in damage to the forest or forest products which causes economic and environmental losses. One of the fire incidents in East Java was a forest fire in the Mount Arjuno forest area which occurred in August – September 2023 with an area burned reaching 3,910 ha. Forest fires can cause surface temperatures in the burned area to increase. With the forest fire incident on Mount Arjuno, it is necessary to analyze the condition of the land surface temperature (LST) around the burnt area. The aim of this research is to find out how forest fires influence LST changes in the Mount Arjuno forest area. Changes in LST before and after a fire incident can be determined by utilizing the thermal bands found in Landsat imagery. The effect of forest fires on LST in the Mount Arjuno forest area shows that there are quite significant changes in the distribution of LST and in the results of the LST area before and after the forest fire. The LST before the forest fire had a distribution of each low, medium and high class evenly distributed spatially, with a value range between 11.77 – 33.28 °C. The distribution of LST after forest fires is dominated by low and medium classes, while the distribution of high class LST focuses specifically on burnt areas and around hotspots with a value range

between 8.48 – 46.67 °C. Based on the calculation of changes in area, it shows that quite significant changes occur in the low and high classes. The low class experienced an increase in area reaching 3,720.52 Ha and the high class experienced a decrease in area reaching 4,743.39 Ha with an increase in maximum temperature from 33.28 °C to 46.67 °C after the forest fire incident.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan atau biasa disebut Kebakaran Hutan Lahan (Karhutla) adalah suatu keadaan hutan dilanda api sehingga mengakibatkan kerusakan hutan atau hasil hutan yang menimbulkan kerugian ekonomi dan lingkungan. Kebakaran hutan dan lahan terjadi disebabkan dua faktor utama yaitu faktor alami dan faktor kegiatan manusia yang tidak terkontrol (Christiawan, 2019). Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), selama periode Januari – Agustus 2023 indikasi luas kebakaran hutan dan lahan di Indonesia sudah mencapai 267.935,59 ha. Provinsi Jawa Timur menempati urutan kelima dengan luasan total mencapai 18.058 ha. Secara kumulatif luas kebakaran hutan dan lahan pada periode Januari – Agustus 2023 sudah melampaui kejadian kebakaran hutan sepanjang tahun 2022 (Ahdia, 2023). Sedangkan berdasarkan data BNPB (2023), selama bulan Agustus 2023 telah terjadi bencana kebakaran hutan lahan di Indonesia sebanyak 144 kejadian yang merupakan 64,29% dari total kejadian bencana selama bulan Agustus. Di provinsi Jawa Timur sendiri terdapat kejadian sebanyak 12 kejadian kebakaran hutan yang hanya terjadi selama bulan Agustus 2023. Hal ini turut dipengaruhi oleh El-Nino di tahun 2023 yang mempunyai kondisi yang lebih kering daripada tahun-tahun sebelumnya.

Salah satu kejadian kebakaran di Jawa Timur adalah kebakaran hutan di kawasan hutan Gunung Arjuno yang terjadi pada bulan Agustus – September 2023 dengan luasan area terbakar mencapai 3.910 ha. Kebakaran hutan di kawasan Gunung Arjuno yang terjadi sejak 26 Agustus 2023 awalnya hanya terjadi di wilayah Kabupaten Malang dan Pasuruan. Pada tanggal 5 September 2023 meluas ke wilayah Kota Batu dan Kabupaten Mojokerto dengan luas total area yang meningkat lebih dari tiga kali lipat dibandingkan dengan sebelumnya yang hanya 1.200 ha. Meluasnya kebakaran ini terjadi karena angin yang bertiup cukup kencang sehingga menyebabkan api menjalar dengan cepat (Astuti, 2023). Gunung Arjuno sendiri merupakan gunung tertinggi kedua di Jawa Timur setelah Gunung Semeru dengan ketinggian 3.339 mdpl. Secara administratif Gunung Arjuno terletak di perbatasan Kota Batu, Kabupaten Malang, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang dan Kabupaten Pasuruan dan berada di bawah pengelolaan Taman Hutan Raya (Tahura) Raden Soerjo. Gunung Arjuno bersebelahan dengan Gunung Welirang dan memiliki puncak yang terletak pada satu punggung yang sama sehingga sering disebut dengan Arjuno-Welirang (tahurarsoerjo.dishut.jatimprov.go.id, 2022).



Gambar 1. Dokumentasi Kejadian Kebaran Hutan di Gunung Arjuno Tanggal 05 September 2023
(Sumber : Astuti, 2023)

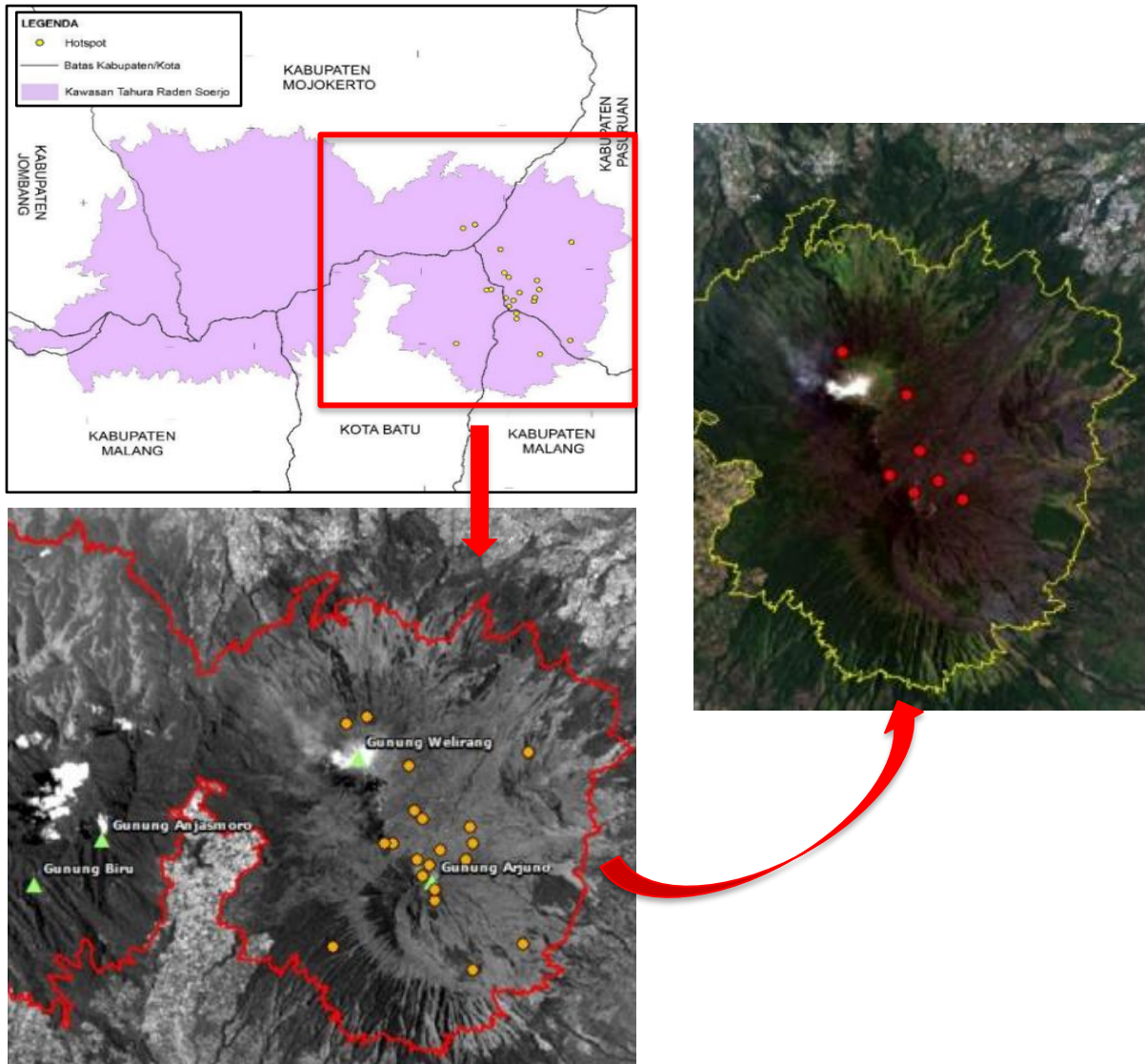
Kebakaran hutan yang terjadi pada tahun 2023 ini dipicu oleh kondisi iklim. Salah satu fenomena iklim yang berpengaruh adalah El-Nino yang menyebabkan musim panas lebih panjang dan mengakibatkan kondisi kekeringan. Fenomena El-Nino di tahun 2023 yang mempunyai kondisi yang lebih kering daripada tahun-tahun sebelumnya, sehingga menyebabkan banyak kejadian kebakaran hutan. (Ramadhani, dkk., 2023). Adanya kebakaran hutan dapat menyebabkan suhu permukaan di area terbakar meningkat. Suhu permukaan yang meningkat dapat menyebabkan peningkatan gas emisi karbon di area terbakar (Hilmy dkk, 2021). Suhu permukaan dapat diartikan suhu bagian terluar dari suatu obyek. Untuk suatu tanah terbuka, suhu permukaan adalah suhu pada lapisan terluar permukaan tanah sedangkan untuk vegetasi seperti hutan dapat dipandang suhu permukaan kanopi tumbuhan dan pada tubuh air merupakan suhu dari permukaan air tersebut. Pada saat permukaan suatu benda menyerap radiasi, suhu permukaannya akan meningkat (Wiweka, 2014). Suhu permukaan tanah adalah suhu yang terukur pada permukaan tanah atau benda padat lainnya yang berada di atas tanah. Suhu ini dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti suhu udara, cahaya matahari, kelembaban dan sifat permukaan tanah (Latue, 2023).

Perubahan suhu permukaan sebelum dan sesudah kejadian kebakaran dapat diketahui dengan melakukan perhitungan suhu permukaan tanah atau Land Surface Temperature (LST) menggunakan teknik penginderaan jauh. Identifikasi suhu permukaan tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan data citra Landsat 8 dan 9. Hal ini dikarenakan citra Landsat telah memiliki Thermal Infrared Sensor (TIRS) pada band 10 dan 11 dengan resolusi 100 meter. Band termal yang terdapat pada citra Landsat dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi (Farras, dkk, 2017). Terdapat beberapa kelebihan lainnya yang dimiliki oleh citra Landsat. Data citra Landsat memiliki resolusi temporal setiap 16 hari sekali yang dapat memudahkan dalam pemantauan kondisi area terbakar secara berkala (Landsat, 2021). Selain itu, ditinjau dari segi resolusi radiometrik, citra Landsat 8 dan 9 memiliki data dengan jumlah 16-bit. Peningkatan jumlah bit ini meningkatkan perolehan informasi deteksi kondisi lahan di permukaan Bumi jika dibandingkan dengan seri Landsat sebelumnya (Fawzi dan Husna, 2021).

Dengan adanya kejadian Karhutla di Gunung Arjuno, perlu dilakukan analisa terhadap kondisi suhu permukaan tanah di sekitar area bekas terbakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh kebakaran hutan terhadap perubahan suhu permukaan tanah di kawasan hutan Gunung Arjuno. Apabila terjadi perubahan suhu permukaan yang signifikan sebelum dan setelah kejadian, maka dikhawatirkan dapat memicu terjadinya kebakaran hutan di area yang lain. Hal ini dikarenakan asal mula terjadinya kebakaran hutan di Gunung Arjuno disebabkan oleh faktor alam, yaitu karena pengaruh musim kemarau dan angin kencang. Sehingga dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada pihak terkait tentang kondisi suhu permukaan tanah di kawasan hutan Gunung Arjuno, khususnya kepada pihak UPT. Tahura Raden Soerjo.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan hutan Gunung Arjuno Jawa Timur yang merupakan salah satu gunung yang mengalami bencana Karhutla selama musim kemarau Tahun 2023, tepatnya bulan Agustus – September 2023 dengan luasan area terbakar mencapai 3.910 ha. Secara administrasi kawasan hutan Gunung Arjuno terletak di perbatasan Kota Batu, Kabupaten Malang, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang dan Kabupaten Pasuruan. Berikut gambar lokasi kawasan hutan Gunung Arjuno yang terletak di Kawasan Tahura Raden Soerjo :



Gambar 2. Lokasi Penelitian
(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Data/bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder, antara lain :

1. Data Primer
Data lapangan terkait suhu permukaan tanah (LST) di Gunung Arjuno dan dokumentasi kondisi pasca kejadian kebakaran. Data suhu lapangan diambil sebanyak 30 titik menggunakan termometer dan menggunakan GPS *Handheld* untuk pengambilan data koordinat titik sampel LST.
2. Data Sekunder
Data citra satelit Landsat-9 tanggal 01 Agustus 2023 (sebelum kejadian kebakaran) dan citra satelit Landsat-8 tanggal 26 September 2022 (setelah kejadian kebakaran) Kawasan Hutan Gunung Arjuno yang diperoleh melalui website <https://earthexplorer.usgs.gov/>, data titik panas (*hotspot*) tahun 2023 yang diunduh melalui website <https://sipongi.menlhk.go.id/> dan Peta Kawasan Hutan Gunung Arjuno yang diperoleh dari UPT. Tahura Raden Soerjo.

Tahapan dari penelitian ini dimulai dengan proses koreksi radiometrik data citra Landsat pada band Red, NIR, dan *band thermal* (band 10). Band red dan NIR dipergunakan untuk perhitungan NDVI, dimana NDVI merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan LST. Untuk band red dan NIR, koreksi dilakukan dengan cara konversi data DN (*digital number*) ke data ToA (*Top of Atmosphere*) reflektan dan koreksi atmosfer dengan mengubah ToA reflektan ke BoA (*Bottom of Atmosphere*) reflektan menggunakan metode DOS (*Dark Object Subtraction*). Sedangkan untuk band 10, koreksi dilakukan

dengan cara konversi data DN ke data ToA radian dan konversi data ToA radian ke data BT (*Brightness Temperature*). Semua proses konversi tersebut menggunakan rumus berikut (USGS, 2013):

1. Konversi DN ke ToA Reflektan

$$\rho_{\lambda}' = M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan, ρ_{λ}' = ToA reflektan, M_{ρ} = *reflectance mult band* yang diambil dari metadata citra, Q_{cal} = data DN, dan A_{ρ} = *reflectance add band* yang diambil dari metadata citra.

2. Konversi DN ke ToA Radian

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan, L_{λ} = ToA radian, M_L = *radiance mult band* yang diambil dari metadata citra, Q_{cal} = data DN, dan A_L = *radiance add band* yang diambil dari metadata citra.

3. Konversi Radian ke BT

$$T = K_2 / (\ln (K_1 / L_{\lambda}) + 1) - 273 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan, T = *Brightness Temperature* (°C), K1 dan K2 = konstanta yang diambil dari metadata citra, dan L_{λ} = ToA radian.

Setelah dilakukan proses koreksi radiometrik, selanjutnya dihitung nilai LST melalui beberapa perhitungan algoritma yaitu *Proportion of Vegetation* (Pv), *Land Surface Emmissivity* (E), dan *Land Surface Temperature* (LST). Berikut algoritma yang digunakan (Fahwari, dkk, 2019) :

1. Perhitungan *Proportion of Vegetation* (Pv)

Dilakukan untuk mengetahui parameter emisivitas sekaligus meminimalkan gangguan dari kondisi tanah yang lembab dan fluks energy permukaan, dengan algoritma berikut:

$$Pv = ((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))^2 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan, Pv = *Proportion of Vegetation*, NDVI = nilai hasil perhitungan NDVI, NDVI_{min} = nilai NDVI terkecil, dan NDVI_{max} = nilai NDVI tertinggi.

2. Perhitungan *Land Surface Emmissivity* (E)

Dilakukan untuk mempermudah estimasi suhu permukaan berdasarkan variasi emisivitas dari permukaan bumi, dengan algoritma berikut:

$$E = (0,004 * Pv) + 0,986 \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan, Pv = *Proportion of Vegetation*

3. Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST)

$$LST = BT / 1 + ((W * (BT/P)) \ln (E)) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan, LST = suhu permukaan tanah (°C), BT = *Brightness Temperature*, P = 14380, W = panjang gelombang tengah, dan E = *Land Surface Emmissivity*

Proses selanjutnya adalah melakukan uji akurasi terhadap LST hasil olahan citra dengan data yang diambil langsung di lapangan. Uji akurasi dilakukan dengan menghitung nilai *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Kedua nilai tersebut digunakan untuk melihat seberapa besar kesalahan hasil pengolahan citra terhadap data lapangan. Menurut Jaelani, dkk (2015), syarat minimum nilai NMAE agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh adalah nilai NMAE dibawah 30%. Sedangkan untuk RMSE, semakin besar nilainya menunjukkan semakin besar kesalahan (Jaelani dkk, 2015). Tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah melakukan analisa perubahan data LST sebelum dan setelah kejadian Karhutla untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kejadian kebakaran terhadap LST kawasan hutan Gunung Arjuno.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Sebaran Hotspot

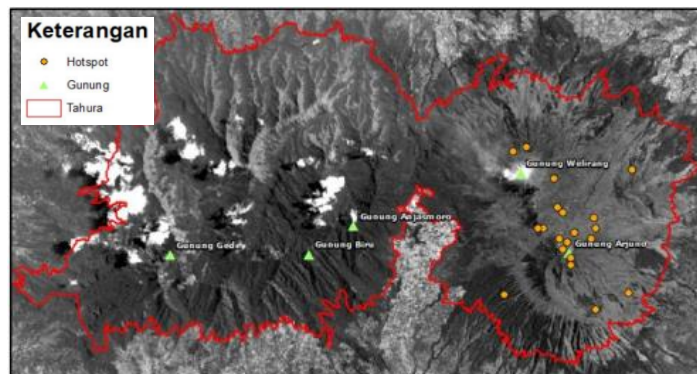
Kejadian kebakaran hutan dapat diketahui melalui sebaran titik panas (*hotspot*) yang terekam melalui data citra satelit MODIS Aqua/Terra. Sebaran *hotspot* secara temporal digunakan untuk mendeteksi rentang waktu kejadian kebakaran. Sedangkan sebaran *hotspot* secara spasial digunakan untuk menentukan lokasi kejadian kebakaran. Berikut sebaran *hotspot* di kawasan hutan Gunung Arjuno:

Tabel 1. Sebaran Titik Hotspot Kawasan Hutan Gunung Arjuno

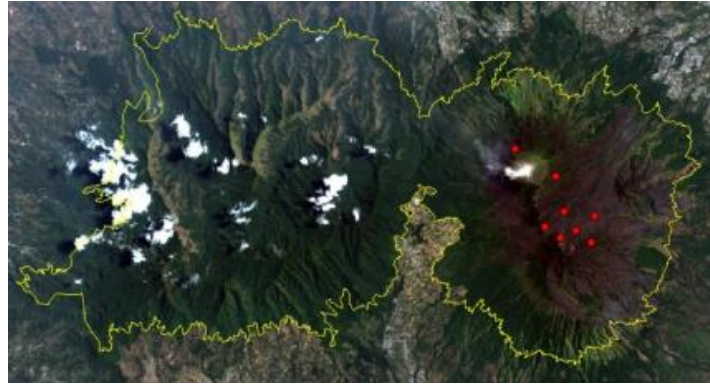
No.	Kab/Kota	Kecamatan	Tanggal	Confidence	Latitude	Longitude
1	Malang	Singosari	26/08/2023	Medium	-7,787153	112,602996
2	Pasuruan	Prigen	31/08/2023	Medium	-7,754854	112,602973
3	Pasuruan	Prigen	31/08/2023	Medium	-7,763110	112,589881
4	Malang	Singosari	31/08/2023	Medium	-7,769370	112,593111
5	Pasuruan	Prigen	31/08/2023	Medium	-7,758931	112,601150
6	Pasuruan	Prigen	31/08/2023	Medium	-7,760261	112,591796
7	Kota Batu	Bumiaji	02/09/2023	Medium	-7,781391	112,566871
8	Pasuruan	Prigen	02/09/2023	High	-7,764544	112,600422
9	Pasuruan	Prigen	02/09/2023	Medium	-7,746375	112,588035
10	Pasuruan	Prigen	03/09/2023	High	-7,724535	112,567328
11	Pasuruan	Prigen	03/09/2023	High	-7,734545	112,599250
12	Pasuruan	Prigen	03/09/2023	High	-7,750558	112,583447
13	Kota Batu	Bumiaji	03/09/2023	High	-7,751705	112,589675
14	Pasuruan	Prigen	03/09/2023	High	-7,758745	112,589083
15	Pasuruan	Prigen	03/09/2023	High	-7,756487	112,594919
16	Malang	Singosari	03/09/2023	Medium	-7,766695	112,593055
17	Pasuruan	Purwodadi	03/09/2023	Medium	-7,780404	112,616134
18	Pasuruan	Prigen	03/09/2023	Medium	-7,731420	112,617195
19	Mojokerto	Pacet	05/09/2023	High	-7,753611	112,597081
20	Mojokerto	Pacet	05/09/2023	Medium	-7,722258	112,575630

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023

Berdasarkan data sebaran *hotspot* yang berada di kawasan hutan Gunung Arjuno, dapat dilihat bahwa secara temporal kebakaran terjadi mulai tanggal 26 Agustus – 05 September 2023 dengan tingkat *confidence medium – high*. Informasi *confidence* menunjukkan tingkat kepercayaan tentang kejadian kebakaran. *Confidence medium* dan *high* menunjukkan bahwa kejadian kebakaran hutan benar-benar terjadi. Sebaran *hotspot* secara spasial menunjukkan bahwa kejadian kebakaran terjadi di kawasan hutan Gunung Arjuno yang berada di Kabupaten Pasuruan, Malang, Mojokerto, dan Kota Batu. Berikut sebaran *hotspot* yang mempunyai *confidence high* yang ditampilkan dengan data citra Landsat-8 pasca kejadian kebakaran hutan di kawasan hutan Gunung Arjuno:



Gambar 3. Tampilan Hotspot secara Spasial
(Sumber : Pengolahan Data, 2023)



Gambar 4. Tampilan *Hotspot High* di Citra Landsat-8
(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

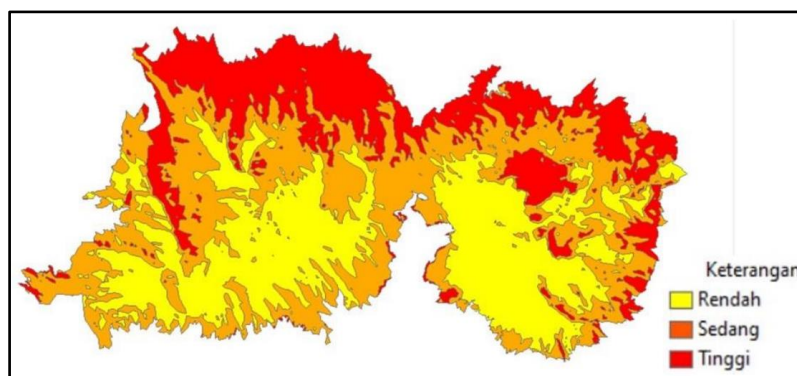
Berdasarkan Gambar 2 dan 3 dapat dilihat secara visual bahwa di lokasi *hotspot area* hutan nampak berwarna kecoklatan yang menandakan hutan telah terbakar. Hal ini menunjukkan kondisi hutan Gunung Arjuno pasca kejadian kebakaran yang berubah.

3.2 Hasil Suhu Permukaan Tanah (LST)

Hasil perubahan LST akibat pengaruh kejadian Karhutla di kawasan hutan Gunung Arjuno dapat diketahui dengan melakukan pengolahan data LST sebelum kejadian kebakaran (Agustus 2023) dan setelah kejadian kebakaran (September 2023). LST yang dihasilkan selanjutnya diklasifikasi menjadi 3 kelas, yaitu Kelas Tinggi (>29 °C), Kelas Sedang (23 – 28 °C) dan Kelas Rendah (<22 °C). Berikut adalah hasil LST :

a. LST Sebelum Kejadian Karhutla

Nilai LST yang dihasilkan sebelum kejadian Karhutla menggunakan data citra Landsat-9 adalah berkisar antara 11,77 – 33,28 °C. Adanya nilai LST yang terlalu rendah, yaitu mencapai 11,77 °C karena adanya pengaruh tutupan awan pada hasil perekaman citra. Hasil LST sebelum kejadian Karhutla ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 5. Hasil LST Sebelum Karhulta di Kawasan Hutan Gunung Arjuno Agustus 2023
(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat secara visual bahwa LST sebelum kejadian Karhutla memiliki kelas yang tersebar merata antara kelas ringan, sedang dan tinggi. Berikut adalah hasil perhitungan luasan pada masing-masing kelas LST :

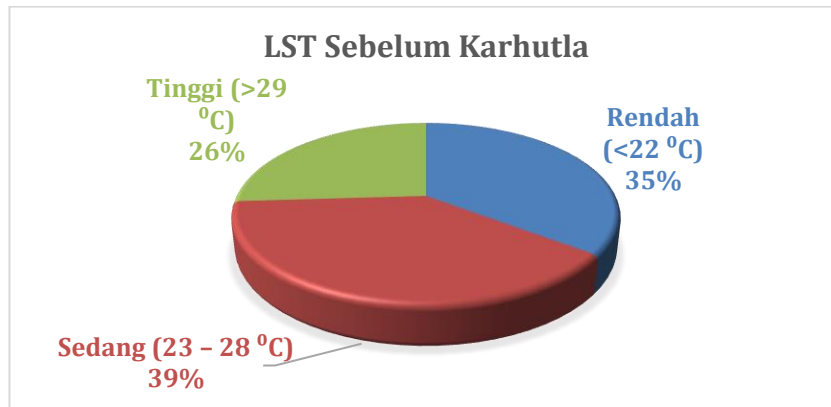
Tabel 2. Luasan LST Sebelum Karhutla di Kawasan Hutan Gunung Arjuno Agustus 2023

No.	Kelas LST	Luasan (Ha)	Prosentase (%)
1	Rendah (<22 °C)	9.751,542	35
2	Sedang (23 – 28 °C)	10.717,981	39

3	Tinggi (>29 °C)	7.175,309	26
Total		27.644,813	100

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Persentase luasan dari masing-masing kelas LST tersebut dinyatakan dalam diagram sebagai berikut:



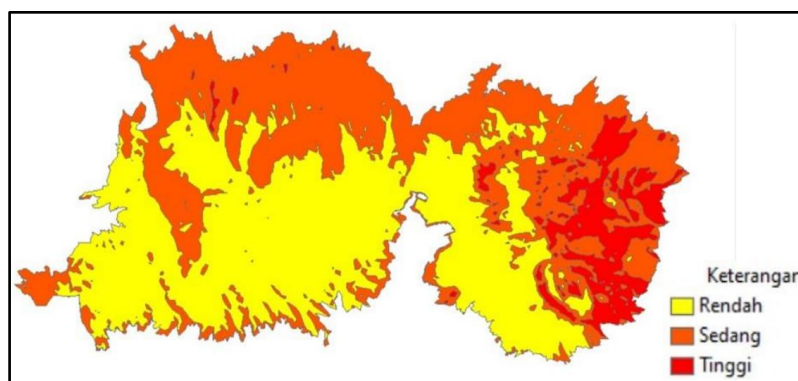
Gambar 6. Luasan LST Sebelum Karhutla

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Dari Tabel 2 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa luasan LST pada masing-masing kelas sebelum kejadian Karhutla memiliki proporsi yang hampir sama sesuai dengan kenampakan visual hasil pengolahan citra, yaitu kelas rendah 35%, kelas sedang 39% dan kelas tinggi 29%.

b. LST Setelah Kejadian Karhutla

Nilai LST yang dihasilkan setelah kejadian Karhutla menggunakan data citra Landsat-8 adalah berkisar antara 8,48 – 46,67 °C. Adanya nilai LST yang terlalu rendah, yaitu mencapai 8,48 °C karena adanya pengaruh tutupan awan yang cukup tebal pada hasil perekaman citra. Hasil LST sebelum kejadian Karhutla ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 7. Hasil LST Setelah Karhutla di Kawasan Hutan Gunung Arjuno September 2023

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat secara visual bahwa LST setelah kejadian Karhutla didominasi oleh kelas ringan dan sedang. Sedangkan kelas tinggi berada di sekitar titik *hotspot*. Berikut adalah hasil perhitungan luasan pada masing-masing kelas LST :

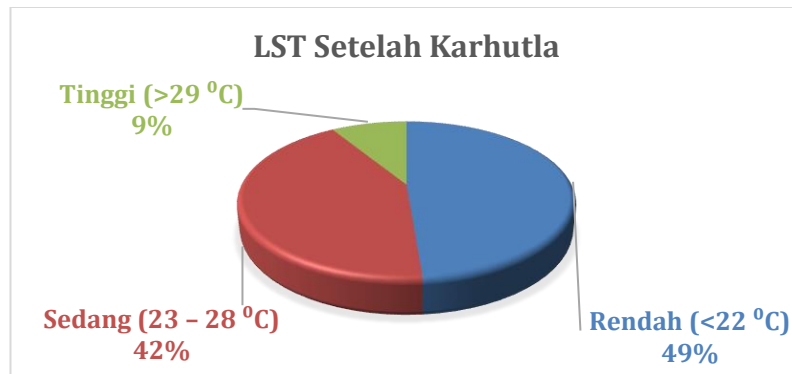
Tabel 3. Luasan LST Setelah Karhutla di Kawasan Hutan Gunung Arjuno September 2023

No.	Kelas LST	Luasan (Ha)	Prosentase (%)
1	Rendah (<22 °C)	13.472,058	49

2	Sedang (23 – 28 °C)	11.740,836	42
3	Tinggi (>29 °C)	2.431,919	9
Total		27.644,813	100

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Persentase luasan dari masing-masing kelas LST tersebut dinyatakan dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 8. Luasan LST Setelah Karhutla

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Dari Tabel 3 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa luasan LST pada masing-masing kelas setelah kejadian Karhutla didominasi oleh kelas ringan dan sedang sesuai dengan kenampakan visual hasil pengolahan citra, yaitu kelas rendah 49%, kelas sedang 42% dan kelas tinggi 9%. Walaupun luasan pada kelas tinggi yang paling kecil, namun dapat dilihat bahwa LST tinggi hanya terletak di area bekas terbakar.

3.3 Hasil Uji Akurasi Suhu Permukaan Tanah (LST)

Uji akurasi digunakan untuk mengetahui tingkat kebenaran/keakurasian LST hasil pengolahan citra yang dibandingkan dengan SPL aktual yang diambil langsung dari data lapangan di kawasan hutan Gunung Arjuno. Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi dan jumlah sampel lapangan adalah metode survei. Lokasi pengambilan titik sampel ditentukan secara *purposive sampling*, yaitu diambil di sepanjang jalur pendakian Gunung Arjuno (Mubarok, dkk, 2019). Hal ini karena tidak mungkin untuk mengambil sampel di area lain yang dikelilingi oleh hutan yang curam. Berdasarkan pertimbangan lokasi studi yang berada di hutan dan gunung, maka jumlah titik sampel lapangan yang digunakan adalah sebanyak 30 titik yang tersebar di jalur pendakian Gunung Arjuno.



Gambar 9. Kondisi Lereng yang Curam di Sekitar Jalur Pendakian Gunung Arjuno
(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2023)

Berikut ini merupakan hasil uji akurasi LST menggunakan metode perhitungan NMAE dan RMSE.

Tabel 4. Hasil Uji Akurasi LST Setelah Karhutla di Kawasan Hutan Gunung Arjuno

Titik	LST		NMAE (%)	RMSE (°C)	Titik	LST		NMAE (%)	RMSE (°C)
	Citra	Lapangan				Citra	Lapangan		
1	20,30	19	0,068	1,690	17	21,03	18	0,168	9,181
2	19,47	21	0,073	2,341	18	21,00	16	0,313	25,000
3	19,42	19	0,022	0,176	19	20,75	14	0,482	45,563
4	19,87	21	0,054	1,277	20	20,41	15	0,361	29,268
5	20,68	20	0,034	0,462	21	18,97	14	0,355	24,701
6	20,81	18	0,156	7,896	22	18,35	17	0,079	1,823
7	21,12	19	0,112	4,494	23	17,78	16	0,111	3,168
8	20,64	19	0,086	2,690	24	18,40	16	0,150	5,760
9	20,06	21	0,045	0,884	25	20,18	17	0,187	10,112
10	19,74	20	0,013	0,068	26	23,53	15	0,569	72,761
11	25,64	20	0,282	31,810	27	24,77	16	0,548	76,913
12	25,55	20	0,278	30,803	28	25,40	16	0,588	88,360
13	22,62	20	0,131	6,864	29	25,73	15	0,715	115,133
14	22,64	23	0,016	0,130	30	26,95	16	0,684	119,903
15	21,25	20	0,063	1,563	Jumlah			6,976	736,632
16	20,98	17	0,234	15,840	Uji Akurasi			23,254	4,955

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil uji akurasi didapatkan NMAE sebesar 23.254 % dan RMSE sebesar 4,955, dimana bisa dikatakan memenuhi karena hasil ini memenuhi syarat $NMAE \leq 30\%$. Jika nilai NMAE semakin kecil, maka akan dianggap nilai kesalahan juga semakin kecil. Walaupun hasil uji akurasi memenuhi, namun hasilnya mempunyai kesalahan yang terlalu besar. Hal ini dikarenakan terbatasnya area pengambilan titik sampel yaitu hanya berada sesuai di jalur pendakian aja. Selain itu juga waktu pengambilan data lapangan dan waktu perekaman citra yang digunakan setelah kejadian kebakaran terlalu lama, yaitu perekaman citra bulan September sedangkan data lapangan diambil bulan Desember

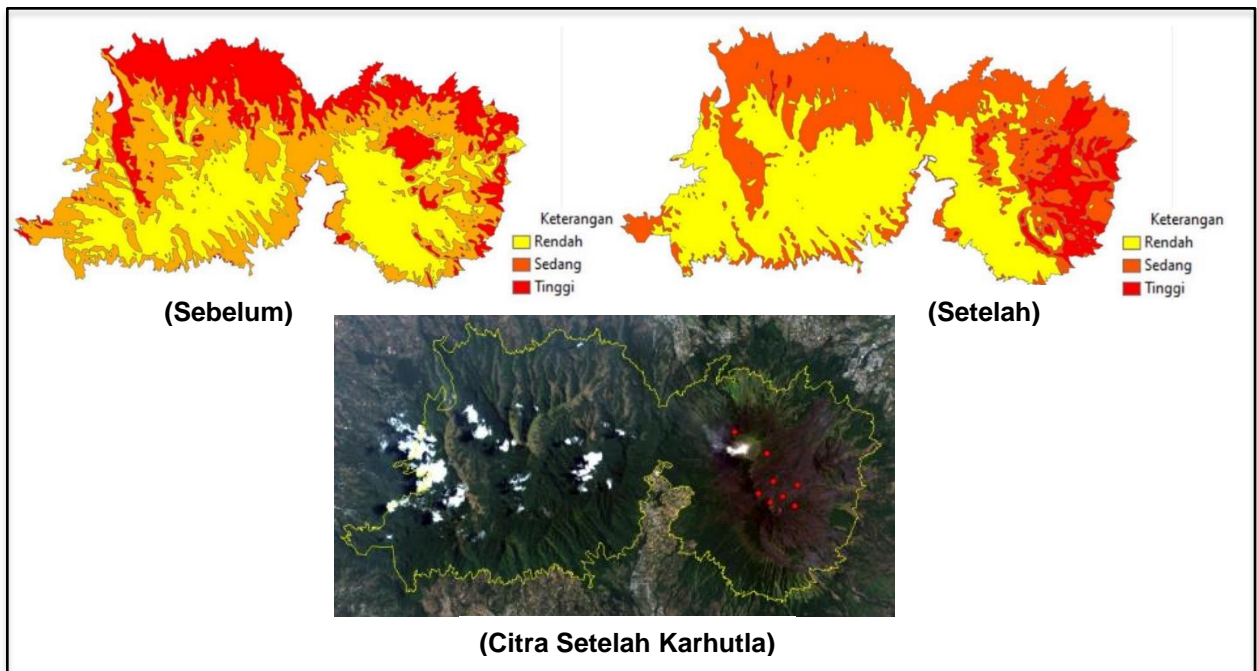
2023. Berikut merupakan dokumentasi lapangan yang diambil pada saat pengambilan sampel pada bulan Desember 2023. Dapat dilihat bahwa bekas kejadian kebakaran masih ada pasca 4 bulan kejadian kebakaran bulan Agustus – September 2023.



Gambar 10. Dokumentasi Lapangan Area Bekas Kebakaran Kawasan Hutan Gunung Arjuno pada Bulan Desember 2023
(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2023)

3.4 Perubahan Suhu Permukaan Tanah

Hasil pengolahan LST sebelum dan setelah kejadian Karhutla menunjukkan adanya perubahan yang signifikan baik secara kenampakan dari persebaran LST maupun dari perubahan luasan LST tiap kelas. Berikut adalah hasil kenampakan persebaran LST sebelum dan setelah kejadian Karhutla di kawasan hutan Gunung Arjuno:



Gambar 11. Visualisasi Perubahan LST di Gunung Arjuno
(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan Gambar 10 menunjukkan bahwa persebaran LST sebelum dan setelah kejadian Karhutla mengalami perubahan yang signifikan. Pada LST sebelum Karhutla persebaran masing-masing kelas LST rendah, sedang, dan tinggi tersebar merata secara spasial dengan kenampakan untuk LST tinggi berfokus pada wilayah kawasan hutan Gunung Arjuno bagian atas. Hal ini dikarenakan di kawasan hutan Gunung Arjuno sendiri memiliki potensi kandungan belerang dan juga karena adanya pengaruh suhu di musim kemarau. Sedangkan untuk LST setelah Karhutla, persebaran LST didominasi kelas rendah dan sedang, dimana yang awalnya sebelum Karhutla bagian atas kawasan hutan memiliki kelas tinggi berubah menjadi kelas sedang. Dapat dilihat pula setelah Karhutla, persebaran LST kelas tinggi berfokus khusus di area bekas terbakar dan disekitar titik *hotspot*. Adanya perubahan persebaran LST yang signifikan ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh kejadian Karhutla yang cukup berarti terhadap kondisi LST di kawasan hutan Gunung Arjuno.

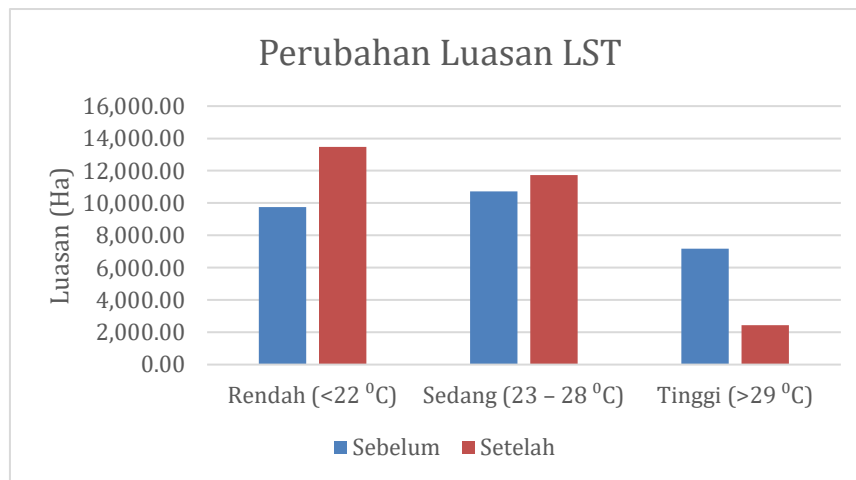
Berikut ini merupakan hasil perubahan luasan LST sebelum dan setelah kejadian Karhutla di kawasan hutan Gunung Arjuno:

Tabel 5. Perubahan Luasan LST di Kawasan Hutan Gunung Arjuno

No.	Kelas LST	Luasan (Ha)		Perubahan Luasan (Ha)
		Sebelum	Setelah	
1	Rendah (<22 °C)	9.751,54	13.472,06	(+) 3.720,52
2	Sedang (23 – 28 °C)	10.717,98	11.740,84	(+) 1.022,86
3	Tinggi (>29 °C)	7.175,31	2.431,92	(-) 4.743,39

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Perubahan luasan LST pada setiap kelas juga disajikan dalam bentuk diagram batang berikut ini:



Gambar 12. Perubahan Luasan LST

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan perhitungan perubahan luasan menunjukkan bahwa perubahan yang cukup signifikan terdapat pada kelas rendah dan tinggi. Untuk kelas rendah mengalami kenaikan luasan mencapai 3.720,52 Ha. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa area yang tertutup oleh awan yang cukup tebal seperti Gambar 10 sehingga berpengaruh terhadap nilai LST yang rendah. Efek tutupan awan ini selain mempengaruhi luasan LST kelas rendah yang mengalami kenaikan, juga dapat dilihat dari hasil LST minimum yaitu dari 11,77 °C ke 8,48 °C. Sedangkan untuk kelas tinggi mengalami penurunan luasan mencapai 4.743,39 Ha. Hal ini karena area persebaran LST setelah Karhutla jadi berfokus di sekitar *hotspot*. Walaupun secara luasan LST kelas tinggi mengalami penurunan yang signifikan, namun hasil pengolahan LST menunjukkan adanya peningkatan suhu maksimum yaitu dari 33,28 °C hingga mencapai 46,67 °C setelah kejadian Karhutla.

4. KESIMPULAN

Pengaruh kebakaran hutan terhadap suhu permukaan tanah (LST) di kawasan hutan Gunung Arjuno menunjukkan bahwa adanya perubahan yang cukup signifikan terhadap persebaran LST dan juga terhadap hasil luasan LST sebelum dan setelah Karhutla. LST sebelum Karhutla mempunyai persebaran masing-masing kelas LST rendah, sedang, dan tinggi tersebar merata, yaitu berkisar antara 11,77 – 33,28 °C dengan kenampakan untuk LST tinggi berfokus pada wilayah kawasan hutan Gunung Arjuno bagian atas. Sedangkan persebaran LST setelah Karhutla didominasi kelas rendah dan sedang, untuk persebaran LST kelas tinggi berfokus khusus di area bekas terbakar dan disekitar titik *hotspot* dengan nilai LST berkisar antara 8,48 – 46,67 °C. Berdasarkan perhitungan perubahan luasan menunjukkan bahwa perubahan yang cukup signifikan terdapat pada kelas rendah dan tinggi. Untuk kelas rendah mengalami kenaikan luasan mencapai 3.720,52 Ha. Sedangkan untuk kelas tinggi mengalami penurunan luasan mencapai 4.743,39 Ha dengan adanya peningkatan suhu maksimum yaitu dari 33,28 °C hingga mencapai 46,67 °C setelah kejadian Karhutla.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada bapak/ibu dosen dan karyawan Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang atas bantuan dan dukungannya sehingga penelitian ini bisa selesai. Selain itu, penulis ucapkan terima kasih juga kepada UPT Tahura Raden Soerjo atas dukungan data dan juga telah banyak membantu dan mendampingi selama proses survei lapangan di kawasan hutan Gunung Arjuno.

Daftar Pustaka

- Ahdiat, A. (2023). Luas Kebakaran Hutan Indonesia Capai 267 Ribu Hektare sampai Agustus 2023. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/09/20/luas-kebakaran-hutan-indonesia-capai-267-ribu-hektare-sampai-agustus-2023>.
- Astuti, R.S. (2023). Kebakaran Hutan di Gunung Arjuno Capai 3.910 Hektar, Meluas ke Batu dan Mojokerto. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2023/09/05/kebakaran-hutan-di-gunung-arjuno-capai-3910-hektar-meluas-ke-batu-dan-mojokerto>.
- BNPB. (2023). Kebakaran Hutan dan Lahan Agustus 2023. (diakses pada tanggal 20 September 2023). <https://data.bnpb.go.id/pages/kebakaran-hutan-dan-lahan-agustus-2023>
- Christiawan, R. (2019). Pendekatan Holistik – Ekologis Sebagai Alternatif Penyelesaian Kasus Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Holistik – Ekologis Sebagai Alternatif Penyelesaian Kasus Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Indonesia. *Mimbar Hukum - Fakultas Hukum Universitas Gadjah Mada*, 31(1), 1. <https://doi.org/10.22146/jmh.31383>.
- Farras, N., Sukmono, A., & Bashit, N. (2017). Analisis Estimasi Energi Panas Bumi menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Kawasan Gunung Telomoyo). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 371–380.
- Fahwari, N., Yanuarsyah, I., & Hudjimartu, S. A. (2019). Hubungan Suhu Permukaan Tanah Dengan Zona Rawan Longsor Menggunakan Land Surface Temperature. *Semnati*, 366–371.
- Fawzi, N. I., & Husna, V. N. (2021). Landsat 8 “Sebuah Teori dan Teknik Pemrosesan Tingkat Dasar” In *El -Markazi* (Vol. 1, Issue April). PENERBIT EL MARKAZI. <https://www.researchgate.net/publication/350819219>.
- Hilmy, A., dkk. (2021). Analisis Perubahan Land Surface Temperature Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Pekanbaru Riau Tahun 2000 dan 2020. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi (JPIG)* Vol. 6 No. 1 Hal. 74 – 80.
- Jaelani L.M., dkk. (2015). Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data In situ di Danau Kasumigaura, Jepang. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia XX*. Bogor.
- KLHK. (2023). Sistem Pemantauan Karhutla Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (diakses pada tanggal 15 September 2023). <https://sipongi.menlhk.go.id/>.

- Landsat, M. (2021). Landsat 9. USGS. https://www-usgs-gov.translate.googleusercontent.com/translate?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc&x_tr_hist=true#multimedia.
- Latue, P.C., dkk. (2023). Analisis Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat Menggunakan Platform Berbasis Cloud Google Earth Engine. *Jurnal Teknik Informatika* Vol. 2 No. 2 Hal. 45 – 51.
- Mubarok, I.D., Rifardi., Tanjung, A. (2019). Studi Temporal Perubahan TSS (Total Suspended Solid) di Perairan Sekitar Muara Kali Porong akibat Pengaruh Lumpur Lapindo Berdasarkan Interpretasi Citra Landsat 8 OLI. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 24 No. 2, Desember 2019. Hal. 119 – 129.
- Ramadhani, D., Simatupang, N. B., Rahmah, S., & Natawijaya, A. (2023) Identifikasi Kerawanan Kebakaran Hutan di Provinsi Riau. *Jurnal Sains Geografi*. Vol. 1, No. 1, Hal. 72 – 87.
- Tahura Raden Soerjo. (2022). Gunung Arjuno Welirang. <https://tahurarsoerjo.dishut.jatimprov.go.id/sub/owa/arjuno.php?via=arjuno>.
- USGS. (2013). Using the USGS Landsat Level-1 Data Product. EarthExplorer – Home. U.S. Geological Survey. (diakses pada tanggal 15 April 2023). <https://www.usgs.gov/>.
- USGS. (2023). EarthExplorer – Home. U.S. Geological Survey. (diakses pada tanggal 10 Oktober 2023). <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
- Wiweka, Suwarsono, Nugroho, J. T., & Arifin, S. (2014). Performance test parameters of remote sensing for identification burned area using Landsat-8. *Proceedings - 2014 International Conference on ICT for Smart Society: "Smart System Platform Development for City and Society, GoeSmart 2014"*, ICISS 2014. <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2014.7013156>.

LAMPIRAN PETA

