

PEMANFAATAN CITRA MULTISPEKTRAL SENTINEL-2A UNTUK PEMETAAN AREA TERBAKAR KAWASAN HUTAN DAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE *RELATIVIZED BURN RATIO* (Studi Kasus: Taman Nasional Bromo Tengger Semeru)

RAIHAN NAUFAL UMAR¹, HARY NUGROHO²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung¹
 2. Institut Teknologi Nasional Bandung²
- Email : raihannaufaall@gmail.com

ABSTRAK

Taman Nasional Bromo Tengger masih menjadi sorotan karena kebakaran hutan, lantaran dampak dan kerugian besar yang disebabkan oleh perbuatan manusia pada bulan September 2023 lalu. Sangat penting untuk mengumpulkan data tentang luas area yang terkena dampak kebakaran guna mengidentifikasi potensi risiko kebakaran di kawasan tersebut. Sebagai sarana untuk mengetahui area yang memiliki potensi terjadi kebakaran diperlukan data dan metode yang tepat. Pemetaan cepat dengan memanfaatkan data penginderaan jauh merupakan salah satu pilihan yang baik untuk memperoleh informasi luas area terbakar. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah Relativized Burn Ratio (RBR) yang diformulasikan dan dikembangkan dari indeks Normalized Burn Ratio (NBR). Pengolahan data ini menggunakan perangkat lunak SNAP 8.0. Wilayah area yang terjadi kebakaran terekam 150 titik Hotspots di area Bukit Teletubbies, Savana Kaldera, TNBTS. Hasil dari tingkat keparahan terbakar yang memiliki luas paling besar adalah tingkat sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah Taman Nasional Bromo Tengger Semeru merupakan area dengan tingkat kebakaran sedang dengan total luas area terbakar yaitu 1.632,42 ha. Nilai perhitungan RBR dapat digunakan untuk penilaian keparahan area terbakar. Rentang nilai pada RBR yaitu -0.5 sampai dengan ± 1.3 yang mengacu pada sumber United States Geological Survey (USGS) sehingga nantinya dapat di klasifikasi juga menggunakan pengujian akurasi dengan tingkat kepercayaan (Confidence Level) yang sesuai dengan klasifikasi sehingga dapat disimpulkan bahwa peta sebaran area terbakar yang di hasilkan pada penelitian ini dapat dianggap benar atau sesuai.

Kata kunci: Area Terbakar, Relativized Burn Ratio (RBR), Sentinel-2A, Hotspots

1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan fenomena yang sering terjadi di Indonesia (Gellert, 1998) yang menjadi perhatian lokal dan global (Herawati dkk., 2011). Kebakaran hutan dan lahan merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi karena meliputi berbagai faktor (Tata dkk., 2018), data yang menunjukkan faktor utama penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan adalah manusia (Thoha dkk., 2019). Beberapa waktu yang lalu telah terjadi kebakaran hutan dan lahan di kawasan Gunung Bromo, Bukit Teletubbies tepatnya di Savana Kaldera Tengger, Taman Nasional Gunung Bromo Tengger Semeru (TNBTS) pada tanggal 6 September 2023 yang menjadi destinasi wisata TNBTS.

Untuk mengetahui area kebakaran dan area yang memiliki terjadinya kebakaran, diperlukan data dan metode untuk mendeteksinya. Pemetaan cepat dengan memanfaatkan data penginderaan jauh merupakan salah satu pilihan yang baik untuk memperoleh informasi luas area terbakar (Rahmi dkk., 2020). Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh relatif lebih murah dan tingkat akurasi dari hasil tersebut dapat dipertanggungjawabkan, dibandingkan dengan pengukuran area terbakar secara langsung di lapangan (Suwarsono dkk., 2013).

Penelitian ini menggunakan data Sentinel-2 Citra multispektral diperlukan karena dengan banyaknya spektral yang diukur maka akan dapat menambah data yang dapat dianalisis untuk dapat memperoleh data kawasan sebelum terbakar serta wilayah yang telah terbakar. Citra ini membawa *payload sensor*, memiliki 13 saluran spektral, dengan variasi resolusi spasial 10 meter, 20 meter, dan 60 meter, serta resolusi radiometrik 12-bit. Satelit tersebut merupakan satelit resolusi menengah dengan resolusi temporal 10 hari untuk satu satelit atau 5 hari dengan dua satelit (LAPAN, 2020).

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah indeks *Relativized Burn Ratio* (RBR) yang dikembangkan oleh (Parks dkk., 2014). Indeks RBR sendiri diformulasikan dan dikembangkan dari indeks *Normalized Burn Ratio* (NBR), sehingga dalam proses pengolahannya perlu melalui perhitungan indeks NBR terlebih dahulu. Penelitian ini menggunakan band SWIR untuk memperoleh nilai NBR dan untuk membuat peta daerah bekas terbakarnya. Penelitian ini menggunakan distribusi titik panas (*hotspot*) dalam menentukan daerah yang terbakar. Hasil akhir yang akan didapat adalah area luas terbakar (*burned area*) di Bukit Teletubbies, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini memerlukan beberapa data pendukung. Berikut data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

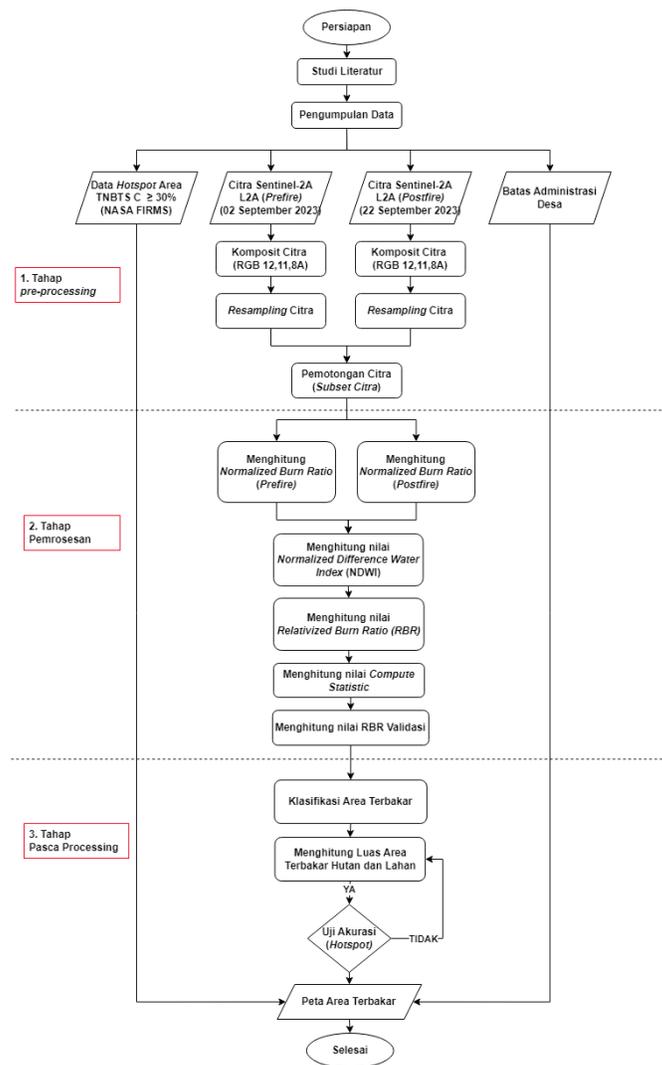
No	Jenis Data	Format Data	Sumber	Tahun
1	Citra Sentinel-2A MSI Level 2A (<i>Pre-fire</i>)	<i>Raster</i>	Copornicus	02 September 2023 (Sebelum terbakar)
2	Citra Sentinel-2A MSI Level 2A (<i>Post-fire</i>)	<i>Raster</i>	Copornicus	22 September 2023 (Setelah terbakar)
3	Batas Administrasi Provinsi Jawa Timur	<i>Vektor</i>	BIG	2023
4	Data titik panas (<i>Hotspot</i>) ≥ 30% Area TNBTS	<i>Vektor</i>	NASA FIRMS	Periode 1-15 September 2023

2.2 Tahapan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini dimulai dengan mencari kegiatan studi literatur, penentuan lokasi penelitian, dan persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Dalam studi literatur dilakukan pencarian referensi teori yang relevan seperti jurnal ilmiah, laporan ilmiah, artikel ilmiah, buku, dan laman situs internet yang telah terbukti keabsahannya. Penentuan lokasi di TNBTS karena isu ini sedang menjadi sorotan publik karena kebakaran hutan yang disebabkan oleh manusia. Tahapan ketiga melakukan mengunduh Citra Sentinel-2A pada Copernicus berbasis *open source*. Pengolahan Snap menggunakan *software* SNAP 8.0, dengan melakukan tiga tahapan yaitu, *Pre-processing*, *Processing*, dan *Post-processing*. Tahapan terakhir, setelah mendapatkan hasil indeks RBR yang sesuai dengan klasifikasi acuan, dapat di uji akurasi menggunakan titik panas *hotspots* dengan menghitung data valid. Setelah mendapatkan hasil yang sempurna dari hasil tersebut dapat di *layout* menjadi Peta Sebaran Area Terbakar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.

2.3 Diagram Alir

Diagram alir dalam penelitian ini pada Gambar 1.



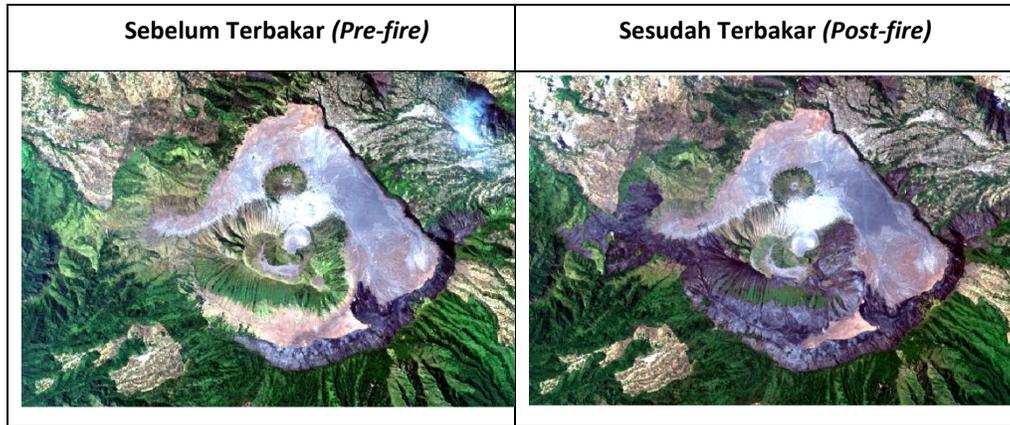
Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN ANALISIS

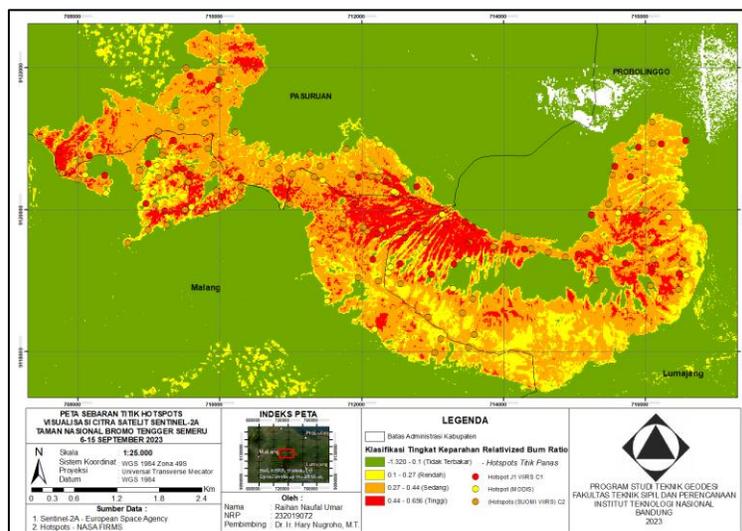
3.1 Hasil Pengolahan Citra

Pada pengolahan citra Sentinel-2 ini tahapan yang dilakukan pertama kali adalah proses komposit citra dengan menggunakan kanal *Red (R) band 12*, *Green (G) band 11* dan *Blue (B) band 8A* karena baik untuk komposit citra area terbakar. Hasil komposit citra yang telah dilakukan pemotongan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengolahan Citra Sentinel-2A

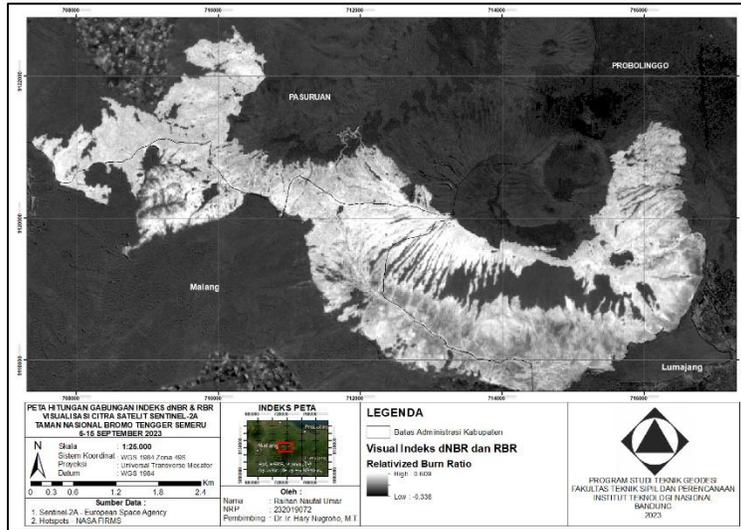


Berdasarkan pada Tabel 2 hasil dari *resampling* dengan metode *Bilinear Interpolation* selain dianggap sebagai metode standar, metode *Bilinear Interpolation* pada Sentinel-2 juga banyak digunakan karena menghasilkan citra yang lebih halus dan relatif lebih singkat. Proses komposit citra yang menghasilkan citra berwarna dan dianalisis pada objek yang tertera. Kemudian dilakukan proses pemotongan citra dengan menggunakan menu *subset* lalu memasukkan koordinat piksel agar mempermudah dalam menganalisis area terbakar.



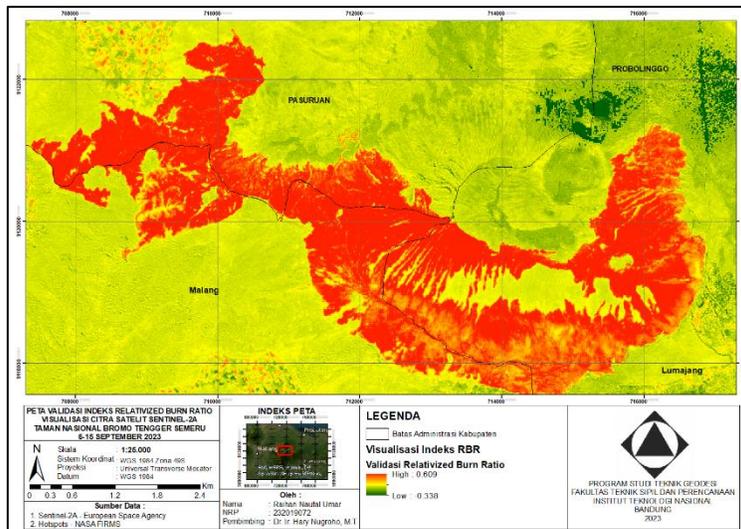
Gambar 2. Distribusi persebaran Hotspots di TNBTS pada 6-15 September 2023

Distribusi persebaran titik panas pada Gambar 2 yang terbakar di kawasan area Taman Nasional Gunung Bromo Tengger Semeru pada periode bulan September 2023 dilakukan rekapitulasi untuk mendapatkan data grafik sebaran titik panas. Hasil perhitungan sebaran titik panas pada tanggal 1-12 September 2023 yang telah terjadi kebakaran hutan dan lahan menunjukkan bahwa jumlah titik panas di area Taman Nasional Bromo Tengger Semeru mencapai 151 titik.



Gambar 3. Visual hasil hitungan nilai indeks RBR

Analisis pada Gambar 3 untuk memperoleh nilai area terbakar beserta dengan tingkat keparahan, dapat dilakukan dengan menggunakan indeks RBR yang dikembangkan dari hasil hitungan selisih nilai NBR sebelum kebakaran dan nilai NBR setelah kebakaran atau yang disebut dengan indeks dNBR. Visual hasil dari hitungan dengan indeks RBR menggunakan persamaan frekuensi piksel pada indeks kebakaran yang dibuat oleh (Key & Benson, 2006).



Gambar 4. Visual hasil nilai RBR validasi

Hasil pada Gambar 4 nilai RBR validasi menunjukkan nilai tingkat keparahan dengan hasil nilai terendah -0.338 sedangkan jika syarat itu adalah -0.5 artinya masih masuk dalam syarat validasi RBR validasi. Dengan yang bersimbol warna hijau di area hijau menunjukkan bahwa area tersebut tidak mengalami kejadian kebakaran. Sementara itu, nilai tertinggi mencapai 0.609 yang disimbolkan dengan warna merah dan menunjukkan bahwa area tersebut mengalami kebakaran yang paling parah.

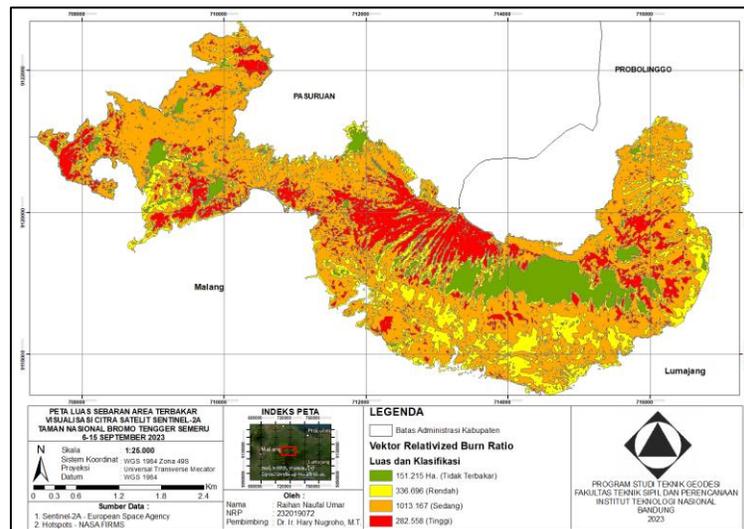
3.2 Klasifikasi Area Terbakar

Klasifikasi area terbakar dilakukan dengan menggunakan nilai validasi RBR yang telah diperoleh sebelumnya, kemudian dilakukan klasifikasi menggunakan empat kelas klasifikasi yaitu tidak terbakar, rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 3. Kelas klasifikasi keparahan dan luas area

No.	Kelas Tingkat Keparahannya	Kelas Klasifikasi	Luas Area (Ha.)
1	Tidak Terbakar	-1.320 – 0.1	151.215 Ha.
2	Rendah	0.1 - 0.27	336.696 Ha.
3	Sedang	0.27 - 0.44	1.013,2 Ha.
4	Tinggi	0.44 - 0.656	282.558 Ha.

Dari hasil klasifikasi pada Tabel 3 tersebut kemudian dilakukan perhitungan luas pada masing-masing kelas tingkat keparahan. Luas area pada masing-masing kelas tingkat keparahan area terbakar. Karena hasil pada kelas klasifikasi ditemukan yang terendah -1.320 dan tertinggi 0.656 sehingga tidak ditemukannya kelas klasifikasi sangat tinggi yaitu >0.66.



Gambar 5. Peta Vektor Luas Area Terbakar

Berdasarkan hasil perhitungan luas area terbakar di atas, dapat diketahui bahwa pada wilayah Taman Nasional Bromo Tengger Semeru sebagian besar area yang memiliki tingkat keparahan terluas yaitu sedang. Total luas area yang terbakar di Bukit Teletubbies atau Savana Kaldera ini

adalah 1.632,42 ha. Sementara itu, area dengan kelas tingkat keparahan tinggi merupakan area yang termasuk paling sedikit. Apabila di lihat dari peta sebaran area terbakar, tingkat keparahan tinggi merupakan area wilayah dengan tingkat titik panas paling banyak.

3.3 Hasil Pengujian Akurasi

Agar mengetahui kebenaran persebaran area terbakar hasil klasifikasi dengan nilai RBR, maka digunakan data spasial titik panas sesuai dengan periode kejadian kebakaran yaitu pada tanggal 6 sampai 12 September 2023 data titik panas yang tercatat pada sumber yang diambil, sesuai pada pasca kejadian tepat terjadi pada tanggal tersebut. Data titik panas tersebut yang bertujuan untuk dapat mengidentifikasi area terbakar dilakukan dengan cara menghitung tingkat kepercayaan atau *confidence level* pada titik panas lalu di sesuaikan dengan tingkat kepercayaan dari sumber informasi data *hotspot* Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Perbedaan area terbakar hasil klasifikasi tersebut dianggap sesuai apabila persebarannya sama dengan data titik panas. Hitungan akurasi dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\sum \text{data valid}}{\sum \text{data keseluruhan area terbakar}} \times 100 \\
 &= \frac{150}{151} \times 100\% \\
 &= \frac{150 \times 100}{151} \\
 &= \frac{15000}{151} \\
 &= 99.34\%
 \end{aligned}$$

Pada hasil hitungan data kesesuaian titik panas dengan tingkat kepercayaan yang sudah sesuai dengan klasifikasi area terbakar, perhitungan ini menggunakan *Error Matrix* atau *Confusion Matrix* lalu data tersebut di anggap benar karena hitungan akurasi yang sesuai. Jika ketelitian lebih dari atau sama dengan 85%, maka hasil klasifikasi dapat diterima. Berikut adalah hasil jumlah data yang sudah dihitung sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil hitungan *Confidence Level*

Tingkat Kepercayaan (<i>Confidence Level</i>) sesuai dengan klasifikasi area terbakar		
Rendah	21 Titik	150 Titik
Sedang	83 Titik	
Tinggi	46 Titik	
Tidak Sesuai	1 Titik	1 Titik

Pada persamaan yang digunakan, data valid merupakan data titik panas hasil dari hasil persamaan tingkat kepercayaan dengan klasifikasi yang sudah tertera. Sementara itu, data keseluruhan area terbakar merupakan gabungan *data attribute table* dari data titik panas dan area yang terbakar yang telah dipilah dari kelas tidak terbakar hingga kelas tinggi.

4. KESIMPULAN

1. Telah terjadi kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru tepatnya di Savana Kaldera, Bukit Teletubbies pada tanggal 6-15 September 2023 yang di sebabkan oleh manusia. Jumlah persebaran titik panas (*hotspots*) di area tersebut pada bulan September tercatat bahwa kumpulan titik panas hanya terdapat dari tanggal 6-12 September 2023. Telah disimpulkan bahwa distribusi titik panas di area tersebut berakhir pada tanggal 12 September 2023.
2. Nilai yang dihasilkan dari indeks NBR setelah kejadian kebakaran meningkat setelah sebelum kejadian kebakaran. Hal tersebut tidak menentukan nilai atau tingkat keparahan area terbakar, namun menunjukkan adanya perubahan warna pada kenampakan citra dari warna terang (*NBR_{prefire}*) menjadi warna keabuan (*NBR_{postfire}*).
3. Tingkat keparahan terbakar yang memiliki luas paling besar adalah tingkat sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah Taman Nasional Bromo Tengger Semeru merupakan area dengan tingkat kebakaran sedang dengan total luas area terbakar yaitu 1.632,422 ha.
4. Pengujian akurasi pada penelitian ini menggunakan area yang telah di klasifikasi dari hasil pengolahan data area terbakar. Dari hasil mengidentifikasi area terbakar terhadap distribusi titik *hotspots* dengan tingkat kepercayaan (*Confidence Level*) yang sesuai dengan klasifikasi sehingga dapat disimpulkan bahwa peta sebaran area terbakar yang di hasilkan pada penelitian ini dapat dianggap benar atau sesuai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini khususnya kepada Bapak Dr. Ir. Hary Nugroho M.T. selaku pembimbing selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bromo Tengger Semeru. (2021). Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Kabupaten Malang.
- Gellert, P. K. (1998). *Abrief History and Analysis of Indonesia's Forest Fire Crisis*. 66, 368–387.
- Herawati, H., & Santoso, H. (2011). *Forest Policy and Economics Tropical Forest Susceptibility to and Risk of Fire Under Changing Climate: A review of fire Nature, Policy and Institutions in Indonesia*. 13, 227–233.
- Key, C. H., & Benson, N. C. (2006). *Landscape Assessment (LA) sampling and analysis methods*.
- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. (2020). *Sosialisasi Peningkatan Informasi Titik Api (Hotspot) Berbasis Data Satelit Penginderaan Jauh Untuk Deteksi dan Pemantauan Kebakaran Hutan / Lahan*.
- Parks, S. A., Dillon, G. K., & Miller, C. (2014). *A new metric for quantifying burn severity: The relativized burn ratio. Remote Sensing, 6(3), 1827–1844*.

Rahmi, K. I. N., & Febrianti, N. (2020). Pemanfaatan Data Sentinel-2 untuk Analisis Indeks Area Terbakar (*Burned Area*). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 02(01), 1–6.

Suwarsono, Rokhmatuloh, & Waryono, T. (2013). Pengembangan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan Dan Lahan (*Burned Area*) Menggunakan Citra Modis Di Kalimantan (*Model Development of Burned Area Identification Using Modis Imagery in Kalimantan*). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 10(2), 93–112.

Tata, H. L., Narendra, B. H., & Mawazin. (2018). *Forest and land fires in Pelalawan district, Riau, Indonesia: Drivers, pressures, impacts and responses*. *Biodiversitas*, 19(2), 494–501. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190224>.

Thoha, A. S., Saharjo, B. H., Boer, R., & Ardiansyah, M. (2019). *Characteristics and causes of forest and land fires in Kapuas district, Central Kalimantan Province, Indonesia*. *Biodiversitas*, 20(1), 110–117.