

## Burned Area Mapping Using $\Delta$ BAI-Otsu from Landsat 8 Imagery in Bukit Anak Dara East Lombok

Andrie Ridzki Prasetyo<sup>1\*</sup>, Niechi Valentino<sup>1</sup>, Rato Firdaus Silamon<sup>1</sup>, Muhamad Husni Idris<sup>1</sup>, Sitti Latifah<sup>1</sup>, Irwan Mahakam Lesmono Aji<sup>1</sup>, Roni Putra Pratama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kehutanan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

### Article History

Received : November 27<sup>th</sup>, 2025

Revised : December 08<sup>th</sup>, 2025

Accepted : December 11<sup>th</sup>, 2025

\*Corresponding Author: **Andrie Ridzki Prasetyo**, Program Studi Kehutanan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;  
Email:  
[andrieridzki@unram.ac.id](mailto:andrieridzki@unram.ac.id)

**Abstract:** Forest and land fires are recurrent in Indonesian tropical mountain savannas and threaten biodiversity, carbon stocks, and local livelihoods, yet spatially explicit burned-area information is still limited. This study aimed to evaluate the performance of the Burn Area Index (BAI) from Landsat 8 OLI-TIRS imagery for mapping the 2024 fire in Bukit Anak Dara, East Lombok. Burned and unburned pixels were classified by applying a two-class Otsu threshold to the  $\Delta$ BAI histogram for the full scene extent. The resulting burned-area map was validated against high-resolution polygons obtained from visual interpretation of Sentinel-2A imagery and against fire hotspots from the SiPongi+ system. Compared with Sentinel-2A polygons, the  $\Delta$ BAI-Otsu method produced a burned-area estimate of 275.49 ha versus 318.87 ha from the reference and achieved an overall accuracy of 0.97, precision of 0.94, recall of 0.81, and an F1-score of 0.87. Validation against hotspot data yielded lower performance (overall accuracy 0.87, precision 0.40, recall 0.41, F1-score 0.41), reflecting conceptual and spatial-scale differences between point-based active-fire detections and patch-based burned-area mapping. Burned pixels were concentrated on west-northwest facing slopes dominated by dry savanna, highlighting the role of topography and fuel characteristics in fire spread. Overall, the results therefore indicate that the  $\Delta$ BAI-Otsu approach is a rapid, transparent, and reproducible tool for post-fire burned-area mapping in tropical mountain ecosystems and has strong potential for routine operational monitoring.

**Keywords:** Burn area index, Burned area mapping, Landsat 8 OLI-TIRS, Otsu Threshold, Tropical Mountain Savanna.

### Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) merupakan salah satu bencana ekologis paling serius di wilayah tropis, dengan dampak yang meluas terhadap sistem iklim, kesehatan manusia, serta keberlanjutan ekosistem. Secara global, kebakaran menyebabkan deforestasi dan menjadi kontributor signifikan terhadap emisi karbon dunia. Di kawasan Asia Tenggara, Indonesia menjadi salah satu negara dengan tingkat kejadian kebakaran tertinggi (Purnomo *et al.*, 2019). Menurut laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB,

2023), selama periode 2019–2023, luas area yang terbakar di Indonesia mencapai rata-rata 200.000 hektar per tahun. Selain menimbulkan kerugian ekonomi, karhutla juga mengakibatkan degradasi ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, serta gangguan terhadap fungsi tata air di daerah tangkapan hujan (Liu *et al.*, 2020).

Fenomena kebakaran di kawasan Bukit Anak Dara, Kabupaten Lombok Timur, merupakan contoh nyata ancaman ekologis pada ekosistem pegunungan tropis. Kawasan ini memiliki tutupan vegetasi savana dengan tingkat kekeringan tinggi selama musim

kemarau, serta kondisi topografi lereng curam yang mempercepat penyebaran api. Berdasarkan catatan SIPONGI+, kebakaran yang terjadi pada Agustus–September 2024 menyebabkan penurunan drastis tutupan vegetasi dan peningkatan suhu permukaan yang signifikan.

Teknologi penginderaan jauh telah menjadi metode yang efektif dan efisien untuk mendeteksi objek yang ada dipermukaan bumi serta memantau area kebakaran, baik secara temporal maupun spasial (Vetruta *et al.*, 2024; Prasetyo *et al.*, 2024; Székely & Baur, 2023; Prasetyo *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2020). Salah satu indeks spektral yang banyak digunakan adalah *Burn Area Index* (BAI), yang pertama kali diperkenalkan oleh Chuvieco *et al.* (2002). Indeks ini dirancang untuk menyoroti area terbakar dengan menggunakan kombinasi kanal merah (RED) dan inframerah dekat (NIR), yang sensitif terhadap perubahan reflektansi akibat kebakaran. Nilai BAI meningkat secara signifikan di area yang hangus karena penurunan reflektansi pada NIR dan peningkatan pada RED.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengevaluasi kinerja BAI di berbagai ekosistem. Liu *et al.* (2020) menunjukkan bahwa BAI pada citra Landsat 8 dapat mendeteksi area terbakar dengan akurasi lebih dari 80% di Cina, sementara Kurbanov *et al.* (2022) membuktikan efektivitasnya untuk mengukur tingkat keparahan kebakaran di wilayah boreal. Di Indonesia, Carreiras *et al.* (2020) menggabungkan BAI dengan data radar Sentinel-1 untuk mengurangi pengaruh awan pada pemetaan area terbakar di Kalimantan Tengah. Namun, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada ekosistem dataran rendah dan rawa gambut, sedangkan studi mengenai penerapan BAI pada ekosistem pegunungan tropis masih sangat terbatas (Rokhmatusloh *et al.*, 2022; Carreiras *et al.*, 2020).

Karakteristik geospasial pegunungan seperti variasi kemiringan, orientasi lereng, dan tipe vegetasi diketahui dapat memengaruhi reflektansi spektral dan keakuratan hasil klasifikasi area terbakar (Székely & Baur, 2023). Kondisi ini menuntut pendekatan metodologis yang mempertimbangkan faktor topografi dalam penerapan indeks

penginderaan jauh seperti BAI. Selain itu, belum banyak penelitian di Indonesia yang memvalidasi hasil klasifikasi area terbakar dengan data hotspot aktual dari sistem SIPONGI+ milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, padahal validasi spasial ini sangat penting untuk mengukur reliabilitas model deteksi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi efektivitas *Burn Area Index* (BAI) dalam mengidentifikasi area terbakar di kawasan Bukit Anak Dara, Lombok Timur, menggunakan data citra Landsat 8 OLI–TIRS.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat Penelitian

Kawasan Bukit Anak Dara, yang terletak di Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat dijadikan sebagai area fokus penelitian. Secara geografis, lokasi penelitian berada pada koordinat 8°21'–8°23' LS dan 116°33'–116°34' BT. Lokasi ini terletak pada ketinggian 1.000–2.000 meter di atas permukaan laut. Lokasi penelitian ditampilkan pada gambar 1. Kawasan ini didominasi oleh vegetasi savana dan semak belukar yang mudah terbakar selama musim kemarau. Pemilihan wilayah ini didasarkan pada catatan kejadian kebakaran yang signifikan pada Agustus–September 2024, sebagaimana tercatat dalam sistem SIPONGI+ Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

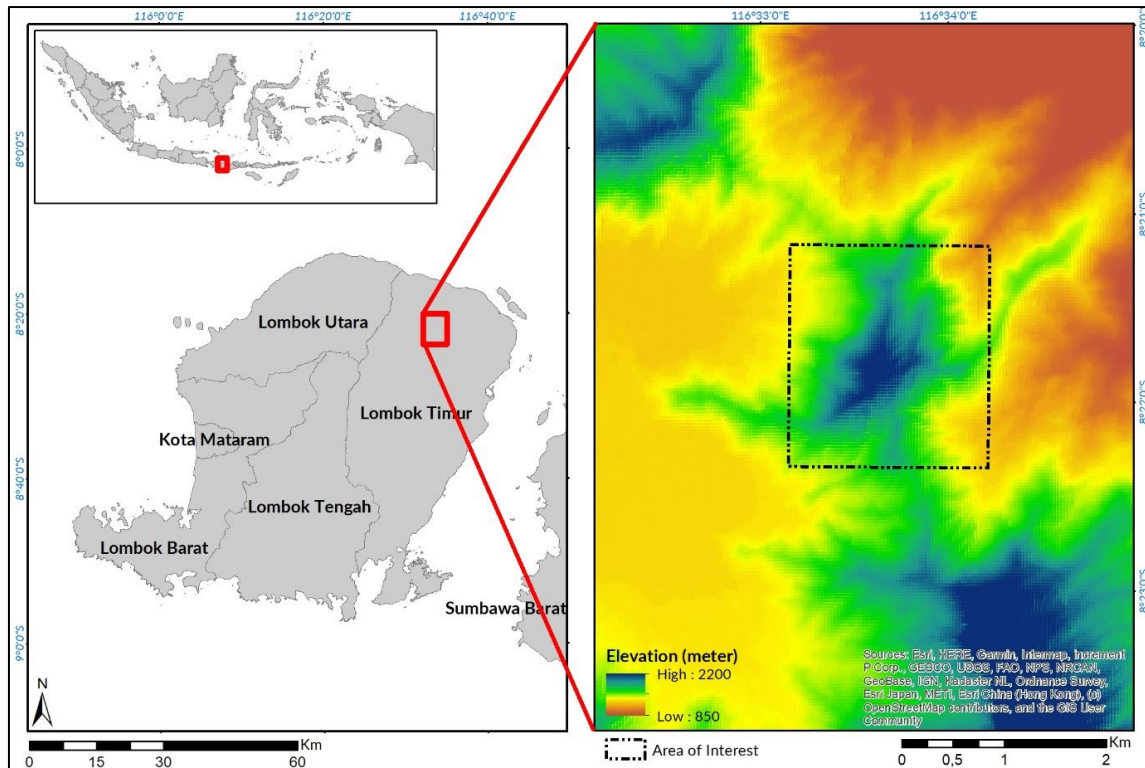
Citra satelit yang digunakan meliputi Landsat 8 OLI–TIRS *Level-2 Science Product* (L2SP) dengan path/row 116/066, diperoleh dari portal USGS Earth Explorer (2024). Citra pra-kebakaran diambil pada tanggal 29 Agustus 2024, dan citra pasca-kebakaran pada 14 September 2024.

### Data dan Sumber

Data utama dalam penelitian ini meliputi:

1. Citra Landsat 8 OLI–TIRS L2SP (*Level-2 Surface Reflectance Product*) yang telah mengalami koreksi radiometrik dan atmosferik otomatis oleh algoritma LaSRC (*Landsat Surface Reflectance Code*) dari USGS. Oleh karena itu, tahapan koreksi radiometrik dan atmosferik tidak dilakukan kembali, karena data telah dalam bentuk

- reflektansi permukaan (*surface reflectance*) yang siap dianalisis (USGS, 2023).
2. Data hotspot dari sistem SIPONGI+ dan interpretasi visual citra sentinel 2A sebagai data pembanding untuk validasi spasial area terbakar.
  3. Observasi dan pengamatan lapangan



**Gambar 1.** Area Fokus Penelitian

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data, pengolahan citra, perhitungan indeks BAI, analisis  $\Delta$ BAI, klasifikasi area terbakar menggunakan ambang batas otsu, hingga validasi spasial menggunakan data hotspot dan interpretasi visual citra Sentinel 2A.

### Perhitungan *Burn Area Index* (BAI)

Indeks area terbakar dihitung berdasarkan perbandingan reflektansi spektral kanal merah (RED) dan inframerah dekat (NIR) sebagaimana dirumuskan oleh Chuvieco *et al.* (2002) dan dimodifikasi oleh Liu *et al.* (2020):

$$BAI = \frac{1}{(Red - 0,1)^2 + (NIR - 0,06)^2}$$

Nilai BAI yang tinggi menunjukkan area yang lebih mungkin mengalami kebakaran karena perubahan signifikan pada pantulan

spektral akibat karbonisasi permukaan tanah. Untuk meningkatkan kepekaan terhadap perubahan temporal, dilakukan perhitungan  $\Delta$ BAI, yaitu selisih nilai antara kondisi pasca kebakaran dan pra kebakaran:

$$\Delta BAI = BAI_{postfire} - BAI_{prefire}$$

Nilai  $\Delta$ BAI positif menunjukkan adanya kenaikan nilai indeks yang mengindikasikan area hangus (*burned area*), sedangkan nilai  $\Delta$ BAI mendekati nol atau negatif menunjukkan area tidak terbakar (*unburned*).

### Klasifikasi Area Terbakar

Klasifikasi dilakukan berdasarkan nilai  $\Delta$ BAI yang diperoleh dari hasil selisih indeks sebelum dan sesudah kebakaran. Ambang batas klasifikasi ditentukan berdasarkan distribusi histogram  $\Delta$ BAI dan verifikasi lapangan. Ambang batas Otsu dua kelas digunakan pada penelitian ini, dihitung dari histogram  $\Delta$ BAI pada seluruh extent. Keputusan: Terbakar bila  $\Delta BAI > t\_Otsu$ ; Tidak terbakar bila  $\Delta BAI \leq t\_Otsu$ .

## Validasi Spasial

Hasil klasifikasi area terbakar dan tidak terbakar divalidasi menggunakan data hotspot dari SIPONGI+ untuk periode 29 Agustus–4 September 2024 dan hasil interpretasi visual citra sentinel 2A yang memiliki resolusi spasial lebih tinggi dibanding Citra Landsat 8 OLI-TIRS. Overlay menggunakan pendekatan spasial biner untuk menghasilkan *confusion matrix*, yang memuat nilai *True Positive (TP)*, *False Positive (FP)*, *False Negative (FN)*, dan *True Negative (TN)* (Congalton & Green, 2019).

## Evaluasi Akurasi

Evaluasi akurasi dilakukan untuk mengukur performa metode BAI dalam mendeteksi area terbakar. Empat parameter yang digunakan adalah *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*, sebagaimana disarankan oleh Foody (2020) dan Olofsson et al. (2014) dalam evaluasi hasil klasifikasi berbasis penginderaan jauh. Masing-masing metrik dihitung dengan persamaan berikut:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

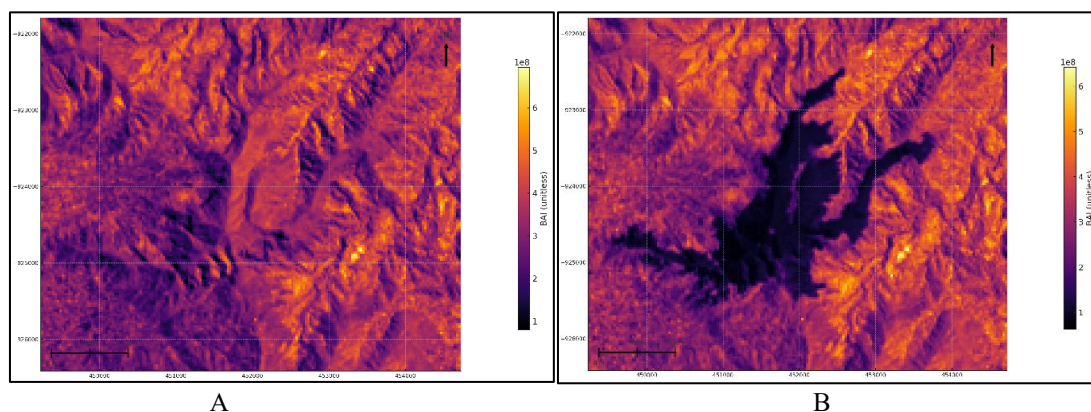
Nilai *accuracy* menunjukkan proporsi total klasifikasi yang benar, sedangkan *precision* menilai ketepatan model dalam mendeteksi area terbakar tanpa kesalahan positif yang berlebihan. *Recall* mengukur sensitivitas model terhadap

area terbakar yang sesungguhnya, dan *F1-score* merepresentasikan keseimbangan antara *precision* dan *recall*. Menurut Foody (2020), kombinasi metrik ini sangat penting untuk memastikan keandalan hasil klasifikasi pada data yang tidak seimbang, seperti antara area terbakar dan tidak terbakar. Konteks penginderaan jauh, penggunaan *confusion matrix* merupakan pendekatan standar untuk mengukur akurasi tematik peta hasil klasifikasi (Székely & Baur, 2023; Congalton & Green, 2019; Olofsson et al., 2014).

## Hasil dan Pembahasan

### Burn Area Index (BAI)

Hasil analisis terhadap citra Landsat 8 OLI-TIRS *prefire* dan *postfire* menunjukkan perbedaan spektral yang signifikan pada kanal merah (RED) dan inframerah dekat (NIR), terutama pada area yang mengalami perubahan tutupan vegetasi akibat kebakaran. Perubahan nilai BAI ini menggambarkan adanya peningkatan pantulan pada kanal merah akibat karbonisasi permukaan serta penurunan reflektansi pada NIR, yang secara eksplisit mengindikasikan area terbakar (Chuvieco et al., 2002; Liu et al., 2020). Secara spasial, area dengan nilai BAI tinggi terkonsentrasi pada bagian lereng hingga puncak Bukit Anak Dara, terutama di sisi barat daya dan barat laut. Pola ini konsisten dengan karakteristik vegetasi savana kering yang mendominasi wilayah tersebut, di mana biomassa kering menjadi bahan bakar utama penyebaran api selama musim kemarau (Sutomo & van Etten, 2023). Peta BAI *prefire* dan *postfire* yang disajikan memperlihatkan kontras visual yang jelas (Gambar 2).

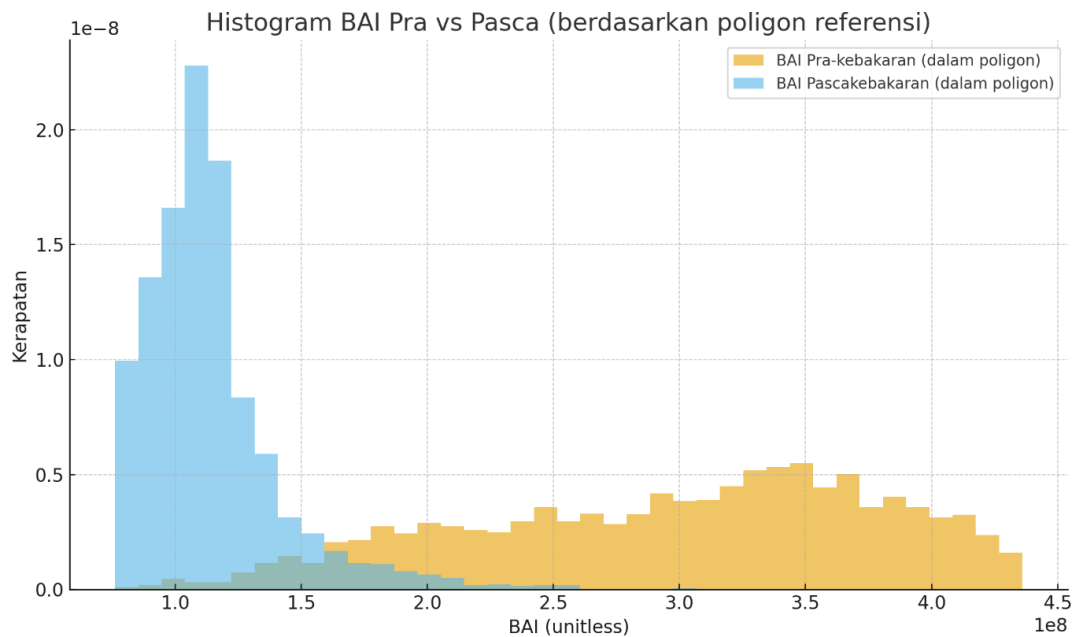


Gambar 2. Perbandingan Visualisasi BAI *prefire* (A) dengan BAI *postfire* (B)

### Analisis Perubahan $\Delta$ BAI dan Penentuan Otsu Threshold

Distribusi histogram  $\Delta$ BAI memperlihatkan pergeseran distribusi kondisi *prefire* ke *postfire*. Hal ini terlihat pada Gambar 3. Kurva *postfire* bergeser ke rentang nilai yang lebih rendah dan median/mean-nya menurun dibanding *prefire*, menandakan perubahan spektral yang konsisten dengan dampak hangus, yakni penurunan reflektansi NIR yang kuat disertai respons RED yang dipengaruhi

penggelapan permukaan (arang/abu) dan heterogenitas tingkat keparahan di dalam *patch* terbakar. Pola “pergeseran ke kiri” ini juga mencerminkan variasi kondisi mikro-topografi dan bahan bakar (savana–semak) yang mengatur intensitas serta jejak termal/optik pascakebakaran, sehingga menghasilkan pemisahan distribusi *pre–post* yang cukup nyata dalam histogram (Liu et al., 2020; Székely & Baur, 2023).



**Gambar 3.** Histogram perubahan BAI *prefire* dan *postfire*

Penentuan ambang batas area terbakar, digunakan metode Otsu (1979), yang secara otomatis memaksimalkan varians antar kelas dan meminimalkan varians dalam kelas. Ambang dua-kelas ditentukan otomatis menggunakan Otsu pada histogram  $\Delta$ BAI untuk seluruh extent (Liu et al., 2020), sehingga pemisahan “terbakar” ( $> t_{\text{Otsu}}$ ) vs “tidak terbakar” ( $\leq t_{\text{Otsu}}$ ) bersifat *data-driven* dan reproduibel (Foody, 2020). Untuk mencegah inversi label, orientasi kelas

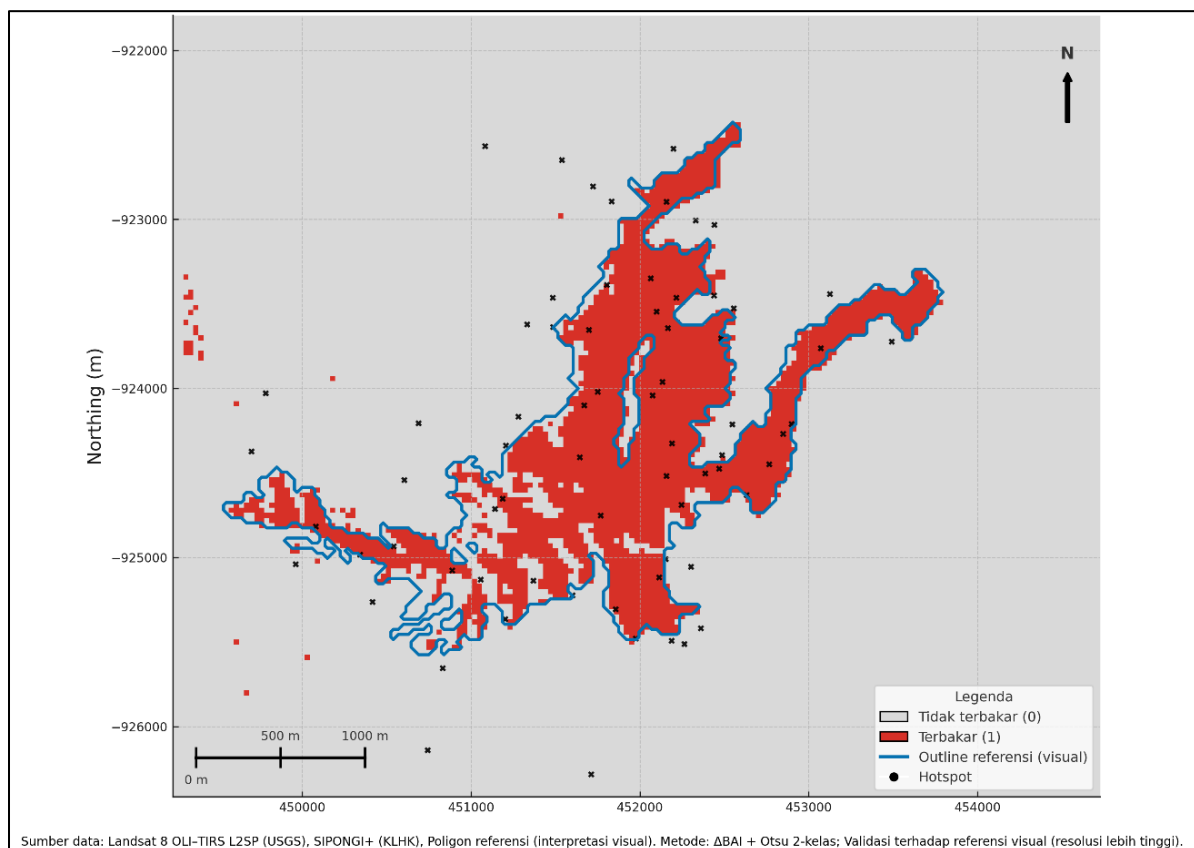
diselaraskan terhadap poligon interpretasi visual (resolusi lebih tinggi) dengan memilih orientasi yang memaksimalkan F1-score. Berdasarkan hasil pemrosesan, estimasi luas terbakar dari klasifikasi  $\Delta$ BAI adalah 275,49 ha. Area dengan  $\Delta$ BAI tinggi membentuk pola memanjang mengikuti arah lereng barat, yang diduga merupakan jalur perambatan api berdasarkan kondisi topografi dan arah angin dominan (Zidane et al., 2021).

**Tabel 1.** Perbandingan Hasil Klasifikasi area terbakar dan tidak terbakar dari berbagai sumber

| Sumber                        | Kategori       | Jumlah Piksel | Luas (ha) | Persentase (%) |
|-------------------------------|----------------|---------------|-----------|----------------|
| Prediksi ( $\Delta$ BAI Otsu) | Tidak Terbakar | 25121         | 2260.89   | 89.14          |
| Prediksi ( $\Delta$ BAI Otsu) | Terbakar       | 3061          | 275.49    | 10.86          |
| Referensi Poligon             | Tidak Terbakar | 24639         | 2217.51   | 87.43          |
| Referensi Poligon             | Terbakar       | 3543          | 318.87    | 12.57          |
| Referensi Hotspot             | Tidak Terbakar | 25200         | 2268      | 89.42          |
| Referensi Hotspot             | Terbakar       | 2982          | 268.38    | 10.58          |

Hasil klasifikasi yang tercantum pada Tabel 1 menunjukkan bahwa metode  $\Delta$ BAI-Otsu mengidentifikasi area tidak terbakar seluas 2.260,89 hektar (89,14%) dan area terbakar seluas 275,49 hektar (10,86%). Bila dibandingkan dengan referensi poligon, terdapat sedikit perbedaan dalam estimasi, di mana area terbakar berdasarkan data referensi lebih tinggi, yaitu 318,87 hektar (12,57%). Hal ini menunjukkan bahwa metode  $\Delta$ BAI-Otsu cenderung mengunderestimasi area terbakar jika dibandingkan dengan data interpretasi citra visual. Ketidakesesuaian ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kualitas resolusi spasial landsat yang rendah dibanding sentinel 2A, variasi tingkat keparahan kebakaran, tutupan lahan yang heterogen, serta keberadaan awan atau asap yang dapat memengaruhi kualitas citra satelit (Vetrita et al., 2024; Howe et al., 2022).

Sementara itu, bila dibandingkan dengan referensi hotspot, hasil klasifikasi  $\Delta$ BAI-Otsu menunjukkan kedekatan nilai estimasi. Referensi hotspot menunjukkan area terbakar sebesar 268,38 hektar (10,58%) dan area tidak terbakar sebesar 2.268 hektar (89,42%). Kesamaan ini dapat diinterpretasikan sebagai bentuk konvergensi antara pendekatan berbasis suhu permukaan (*thermal anomaly*) dan pendekatan indeks spektral pascakebakaran. Namun demikian, penting untuk dicatat bahwa data hotspot seperti yang dihasilkan oleh MODIS atau VIIRS memiliki resolusi spasial dan temporal yang berbeda, serta memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kebakaran berintensitas rendah atau tertutup awan (Sirin & Medvedeva, 2022). Visualisasi perbandingan deteksi  $\Delta$ BAI-Otsu dengan referensi polygon dan hotspot disajikan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Perbandingan deteksi  $\Delta$ BAI-Otsu dengan referensi polygon dan hotspot

### Validasi Spasial dan Evaluasi Akurasi

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa metode  $\Delta$ BAI dengan segmentasi Otsu memiliki kinerja yang cukup baik dalam mendeteksi area kebakaran. Metode

ini relatif sederhana, namun tetap efektif untuk pemetaan pascakebakaran pada skala menengah hingga luas, terutama jika digunakan sebagai bagian dari sistem pemantauan kebakaran berbasis citra penginderaan jauh (Chuvieco et al.,

2020; Szpakowski & Jensen, 2019). Meski demikian, untuk meningkatkan akurasi, disarankan untuk mengombinasikan metode ini dengan pendekatan multitemporal atau integrasi data indeks vegetasi lainnya seperti Normalized Burn Ratio (NBR) atau differenced NBR (dNBR), yang telah terbukti sensitif terhadap perubahan kondisi vegetasi akibat kebakaran (Morante-Carballo et al., 2022).

Evaluasi performa metode  $\Delta$ BAI dengan segmentasi Otsu terhadap dua jenis referensi (poligon hasil interpretasi visual dan data hotspot) menunjukkan perbedaan yang signifikan. Berdasarkan tabel 2, Validasi

terhadap referensi poligon menghasilkan nilai akurasi yang sangat tinggi (0,97), dengan *precision* sebesar 0,94 dan *recall* 0,81. Hal ini mencerminkan bahwa metode ini mampu mengidentifikasi area terbakar dengan presisi dan keseimbangan yang baik antara deteksi positif dan negatif. Kinerja tinggi ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menyebutkan bahwa indeks spektral berbasis pascakebakaran, seperti BAI dan dNBR, efektif dalam pemetaan area terbakar secara spasial (Morante-Carballo et al., 2022; Chuvieco et al., 2020; Chuvieco et al., 2002).

**Tabel 2.** Metriks Akurasi Prediksi  $\Delta$ BAI-Otsu terhadap dua jenis referensi yang digunakan

| Referensi                           | TP   | FP   | FN   | TN    | Accuracy | Precision | Recall | F1-score |
|-------------------------------------|------|------|------|-------|----------|-----------|--------|----------|
| Poligon<br>(interpretasi<br>visual) | 2881 | 180  | 662  | 24459 | 0.97     | 0.94      | 0.81   | 0.87     |
| Hotspot                             | 1230 | 1831 | 1752 | 23369 | 0.87     | 0.40      | 0.41   | 0.41     |

Sebaliknya, ketika diuji terhadap data hotspot, kinerja metode  $\Delta$ BAI-Otsu menurun secara signifikan, dengan akurasi sebesar 0,87, *precision* 0,40, dan *recall* 0,41. Hal ini menunjukkan bahwa banyak titik panas yang tidak terklasifikasi sebagai area terbakar, atau sebaliknya. Perbedaan ini disebabkan oleh sifat data hotspot yang bersifat titik (*point-based*) dan merepresentasikan deteksi termal sesaat, yang tidak selalu menggambarkan luasan area terbakar secara akurat (Sirin & Medvedeva, 2022; Weng et al., 2022). Selain itu, deteksi hotspot sangat bergantung pada kondisi atmosfer, seperti keberadaan awan atau asap, serta sensitivitas sensor terhadap intensitas kebakaran.

Perbedaan performa ini mengindikasikan bahwa pemilihan referensi validasi sangat memengaruhi hasil evaluasi suatu metode klasifikasi kebakaran. Metode  $\Delta$ BAI-Otsu menunjukkan potensi kuat untuk digunakan dalam pemetaan area kebakaran apabila divalidasi dengan data spasial seperti poligon hasil interpretasi visual. Namun, untuk aplikasi operasional berbasis deteksi dini atau pemantauan *real-time*, pendekatan ini perlu dikombinasikan dengan data multi-sumber dan teknik deteksi aktif guna mengatasi keterbatasan masing-masing metode (Morante-Carballo et al., 2022; Chuvieco et al., 2020; Szpakowski & Jensen, 2019).

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi indeks  $\Delta$ BAI dengan segmentasi otomatis Otsu pada citra Landsat 8 OLI-TIRS mampu mengidentifikasi area terbakar di Bukit Anak Dara secara andal. Metode ini menghasilkan luas area terbakar sebesar 275,49 ha, relatif dekat dengan luas referensi poligon interpretasi visual Sentinel-2A sebesar 318,87 ha, dengan akurasi keseluruhan 0,97, *precision* 0,94, *recall* 0,81, dan F1-score 0,87. Dibandingkan dengan data hotspot SiPongi+, kinerja metode  $\Delta$ BAI-Otsu lebih rendah (akurasi keseluruhan 0,87, *precision* 0,40, *recall* 0,41, F1-score 0,41), yang menegaskan bahwa hotspot lebih tepat dipandang sebagai indikator keberadaan titik api aktif, bukan representasi spasial batas area terbakar. Hal ini sekaligus menegaskan pentingnya pemilihan referensi yang sesuai dalam validasi pemetaan area terbakar berbasis penginderaan jauh. Secara spasial, piksel terbakar terkonsentrasi pada lereng berarah barat-barat laut yang didominasi savana kering, mengindikasikan peran faktor topografi dan karakteristik bahan bakar terhadap sebaran kebakaran. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan  $\Delta$ BAI-Otsu berpotensi digunakan sebagai metode cepat, transparan, dan

replikabel untuk pemantauan pascakebakaran rutin di ekosistem pegunungan tropis, sekaligus membuka peluang pengembangan lebih lanjut melalui integrasi dengan indeks keparahan kebakaran dan informasi topografi yang lebih rinci.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui dana PNPB dalam skema Penelitian Dosen Pemula. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian, antara lain KPHL Rinjani Timur, pengelola kawasan Bukit Anak Dara, rekan-rekan sejawat, mahasiswa yang terlibat dalam pengambilan dan pengolahan data, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan dukungan teknis maupun nonteknis.

## Referensi

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2023). Data Bencana Indonesia 2023. Website: <https://bpbid.kepriprov.go.id/files/buku-data-bencana-indonesia-tahun-2023.pdf> (terakhir diakses pada tanggal 4 januari 2025)
- Carreiras, J., Quegan, S., Tansey, K., & Page, S. (2020). Sentinel-1 observation frequency significantly increases burnt area detectability in tropical SE Asia. *Environmental Research Letters*, 15. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7765>.
- Chuvieco, E., Martín, M., & Palacios, A. (2002). Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 5103 - 5110. <https://doi.org/10.1080/01431160210153129>.
- Chuvieco, E., Aguado, I., Salas, J., García, M., Yebra, M., & Oliva, P. (2020). Satellite Remote Sensing Contributions to Wildland Fire Science and Management. *Current Forestry Reports*, 6, 81-96. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00116-5>.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2019). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices* (3rd ed.). CRC Press.
- Foody, G. (2020). Explaining the unsuitability of the kappa coefficient in the assessment and comparison of the accuracy of thematic maps obtained by image classification. *Remote Sensing of Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111630>.
- Howe, A., Parks, S., Harvey, B., Saberi, S., Lutz, J., & Yocom, L. (2022). Comparing Sentinel-2 and Landsat 8 for Burn Severity Mapping in Western North America. *Remote. Sens.*, 14, 5249. <https://doi.org/10.3390/rs14205249>.
- Kurbanov, E., Vorobev, O., Lezhnin, S., Sha, J., Wang, J., Li, X., Cole, J., Dergunov, D., & Wang, Y. (2022). Remote Sensing of Forest Burnt Area, Burn Severity, and Post-Fire Recovery: A Review. *Remote. Sens.*, 14, 4714. <https://doi.org/10.3390/rs14194714>.
- Liu, S., Zheng, Y., Dalponte, M., & Tong, X. (2020). A novel fire index-based burned area change detection approach using Landsat-8 OLI data. *European Journal of Remote Sensing*, 53(1), 104–112. <https://doi.org/10.1080/22797254.2020.1738900>
- Morante-Carballo, F., Bravo-Montero, L., Carrión-Mero, P., Velástegui-Montoya, A., & Berrezueta, E. (2022). Forest Fire Assessment Using Remote Sensing to Support the Development of an Action Plan Proposal in Ecuador. *Remote. Sens.*, 14, 1783. <https://doi.org/10.3390/rs14081783>.
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), 62–66.

- <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>
- Prasetyo, A. R., Valentino, N., & Hambali, M. R. (2024). Analisis Komparatif Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 9 dan Sentinel 2A di Desa Labuan Tereng Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 10(2), 187-200. <https://doi.org/10.29303/jstl.v10i2.606>
- Prasetyo, A. R., Valentino, N., & Hadi, M. A. (2023). Identifikasi Sebaran Spasial dan Kerapatan Mangrove Gili Lawang menggunakan Citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2: Identification Gili Lawang Mangrove Spatial Distribution and Density with Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 Imagery. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(2), 215-225. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i2.450>
- Purnomo, H., Okarda, B., Shantiko, B., Achdiawan, R., Dermawan, A., Kartodihardjo, H., & Dewayani, A. (2019). Forest and Land Fires, Toxic Haze and Local Politics in Indonesia. *International Forestry Review*, 21, 486 - 500. <https://doi.org/10.1505/146554819827906799>
- Rokhmatuloh, A., Indratmoko, S., Riyanto, I., Margatama, L., & Arief, R. (2022). Burnt-Area Quick Mapping Method with Synthetic Aperture Radar Data. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app122311922>
- Sutomo, & Van Etten, E. (2023). Fire Impacts and Dynamics of Seasonally Dry Tropical Forest of East Java, Indonesia. *Forests*. <https://doi.org/10.3390/f14010106>
- Szpakowski, D., & Jensen, J. (2019). A Review of the Applications of Remote Sensing in Fire Ecology. *Remote Sens.*, 11, 2638. <https://doi.org/10.3390/rs11222638>
- Székely, B., & Baur, J. (2023). *Detecting Forest Fires by Using Remotely Sensed Data in Riau, Indonesia*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-7744>
- Sirin, A., & Medvedeva, M. (2022). Remote Sensing Mapping of Peat-Fire-Burnt Areas: Identification among Other Wildfires. *Remote Sens.*, 14, 194. <https://doi.org/10.3390/rs14010194>
- U.S. Geological Survey. (2023). *Landsat Collection 2 Level-2 Science Product Guide*. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-level-2-science-product-guide>
- Vetrita, Y., Albar, I., Santoso, I., Prasasti, I., Kartika, T., Usman, A., Tosiani, A., Haryanto, D., E., Famurianty, E., Ulfa, K., & Purwanto, J. (2024). Monthly mapping of Indonesia's burned areas: implementation, history, techniques, and future directions. *International Journal of Remote Sensing*, 46, 636 - 660. <https://doi.org/10.1080/01431161.2024.2421942>
- Weng, L., Luo, R., Huang, M., Wang, C., & Chen, L. (2022, December). Wildfire Detection and Burned Area Estimation Based on Multi-source Spatial Data. In *2022 IEEE Smartworld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Scalable Computing & Communications, Digital Twin, Privacy Computing, Metaverse, Autonomous & Trusted Vehicles (SmartWorld/UIC/ScalCom/DigitalTwin/PriComp/Meta)* (pp. 1502-1507). IEEE. <https://doi.org/10.1109/smartworld-uic-atc-scalcom-digitaltwin-pricomp-metaverse56740.2022.00217>
- Zidane, I., Lhissou, R., Ismaili, M., Manyari, Y., Bouli, A., & Mabrouki, M. (2021). Characterization of Fire Severity in the Moroccan Rif Using Landsat-8 and Sentinel-2 Satellite Images. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11, 72-83. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.1.10342>