

ANALISIS HOTSPOT DI KECAMATAN KOTO BARU KABUPATEN DHARMASRAYA

Isna Abelia¹, Elvi Zuriyani², Rika Despica³

¹Pendidikan Geografi, Universitas PGRI Sumatera Barat

²Pendidikan Geografi, Universitas PGRI Sumatera Barat

³Pendidikan Geografi, Universitas PGRI Sumatera Barat

¹isnaabelia402@gmail.com , ²elvizuriyani@upgrisba.ac.id ,

³rikadespika@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the spatial distribution of hotspots, identify the factors causing fires, assess mitigation efforts, and assess the impact of hotspot phenomena on the environment and society in Koto Baru District, Dharmasraya Regency in 2024. The method used is descriptive qualitative with field observation approaches, interviews, questionnaires, and spatial data analysis using satellite imagery and ArcGIS software. The results showed that the distribution of the most hotspots was in Nagari Koto Padang (52%), followed by Nagari Koto Baru (30%), Nagari Ampang Kuranji (17%), while Nagari Sialang Gaung had no hotspots (0%). The factors causing fires include physical factors, such as forest residues (twigs and dry leaves), and social factors, such as agricultural residues (straw and husks). Mitigation efforts were carried out through the use of firefighting equipment by the community (75%), technical training for volunteers, improvement of firefighting facilities, and education in vulnerable areas, although still hampered by difficult terrain, limited personnel, and low early reporting. The hotspot phenomenon has resulted in ecosystem damage, biodiversity loss, increased cases of acute respiratory infections (ARI), and disruption to socio-economic activities. These findings underscore the need for strengthened early warning systems, cross-sector coordination, and active community participation to mitigate forest and land fires sustainably.

Keywords: hotspots, forest and land fires, spatial distribution

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran spasial hotspot, mengidentifikasi faktor penyebab kebakaran, mengkaji upaya penanggulangan, serta menilai dampak fenomena hotspot terhadap lingkungan dan masyarakat di Kecamatan Koto Baru, Kabupaten Dharmasraya pada tahun 2024. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan observasi lapangan, wawancara, kuesioner, serta analisis data spasial menggunakan citra satelit dan perangkat lunak ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran titik api terbanyak berada di Nagari Koto Padang (52%), disusul Nagari Koto Baru (30%), Nagari Ampang Kuranji (17%), sedangkan Nagari Sialang Gaung tidak memiliki titik api (0%). Faktor penyebab kebakaran meliputi faktor fisik, seperti sisa hasil hutan (ranting dan daun kering), serta faktor sosial, seperti sisa hasil pertanian (jerami dan sekam). Upaya penanggulangan dilakukan melalui pemanfaatan peralatan

pemadam oleh masyarakat (75%), pelatihan teknis bagi relawan, peningkatan sarana pemadam, serta edukasi di wilayah rawan, meskipun masih terkendala medan sulit, keterbatasan personel, dan rendahnya pelaporan dini. Fenomena hotspot berdampak pada kerusakan ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, meningkatnya kasus ISPA, serta terganggunya aktivitas sosial-ekonomi masyarakat. Temuan ini menegaskan perlunya penguatan sistem peringatan dini, koordinasi lintas sektor, dan partisipasi aktif masyarakat untuk mitigasi kebakaran hutan dan lahan secara berkelanjutan.

Kata kunci: hotspot, kebakaran hutan dan lahan, sebaran spasial

A. Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) telah menjadi salah satu permasalahan lingkungan paling serius di Indonesia. Fenomena ini tidak hanya berdampak terhadap kerusakan ekosistem, tetapi juga memengaruhi kesehatan manusia, perekonomian, bahkan hubungan diplomatik antarnegara akibat kabut asap lintas batas. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, Indonesia menempati peringkat ketiga dunia sebagai negara penyumbang pencemaran udara akibat karhutla, terutama pada ekosistem lahan gambut yang sangat rentan terbakar. Laju deforestasi yang mencapai 1,1 juta hektar per tahun atau setara 2% dari total luas hutan nasional menunjukkan bahwa degradasi hutan berlangsung dalam skala yang mengkhawatirkan (Nurkholis et al., 2016). Peristiwa besar kebakaran hutan tercatat pada tahun 1982–1983,

1991, 1994, 1997–1998, 2006, dan 2015, yang menimbulkan kerugian ekonomi hingga lebih dari Rp200 triliun (Purnomo et al., 2017) serta menyebabkan gangguan kesehatan seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), penyakit kardiovaskular, dan iritasi mata (Susanto et al., 2019).

Karhutla di Indonesia umumnya terjadi secara berulang setiap tahun, terutama pada periode musim kemarau. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa sepanjang tahun 2024 terdapat 629 kasus kebakaran yang berhasil ditangani, dengan puncak kejadian antara Juli hingga Oktober. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melalui sistem pemantauan SiPongi, luas lahan terbakar hingga September 2024 mencapai 283.620,48 hektar. Angka ini meningkat dibandingkan tahun 2022

(204.894 hektar), namun masih lebih rendah dibandingkan tahun 2023 (1.161.192,9 hektar). Meskipun demikian, tren ini menunjukkan bahwa karhutla masih menjadi ancaman nyata, terutama di provinsi-provinsi rawan seperti Riau, Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah, dan Sumatera Barat.

Kabupaten Dharmasraya di Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap karhutla. Berdasarkan pemantauan citra satelit, pada 30 September 2023 terdeteksi 35 titik panas (hotspot) di kabupaten ini. Kecamatan Koto Baru menjadi salah satu lokasi dengan jumlah hotspot signifikan. Karakteristik tutupan lahan yang didominasi oleh perkebunan, lahan kering, dan vegetasi mudah terbakar membuat wilayah ini rawan terhadap kebakaran, khususnya saat musim kemarau. Data tahun 2024 menunjukkan luas kebakaran mencapai 47 hektar, dengan distribusi terbesar di Nagari Koto Baru (24 ha), diikuti Koto Padang (13 ha), Sialang Gaung (9 ha), dan Ampang Kuranji (1 ha). Faktor penyebab kebakaran di wilayah ini mencakup kombinasi faktor alam dan non-alam, seperti kondisi cuaca

kering, bahan bakar vegetasi yang melimpah, serta aktivitas manusia berupa pembukaan lahan dengan cara membakar.

Permasalahan karhutla di Koto Baru bukan hanya disebabkan oleh faktor cuaca dan kondisi lahan, tetapi juga dipengaruhi oleh rendahnya kesadaran masyarakat mengenai dampak ekologis pembakaran lahan, lemahnya pengawasan, dan keterbatasan sarana pemadaman. Upaya penanggulangan yang selama ini dilakukan cenderung bersifat reaktif, yaitu fokus pada pemadaman saat kebakaran sudah terjadi, sementara upaya pencegahan dan deteksi dini masih kurang optimal. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan berbasis teknologi untuk memperkuat sistem pemantauan dan mitigasi.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam menganalisis sebaran spasial hotspot. SIG memungkinkan pengolahan data citra satelit untuk memetakan lokasi titik panas secara akurat, menganalisis pola distribusi kebakaran, mengidentifikasi faktor risiko, serta memberikan informasi spasial yang relevan bagi pengambil

kebijakan. Melalui SIG, data mengenai hotspot dapat dipadukan dengan informasi penutupan lahan, curah hujan, dan parameter lingkungan lainnya untuk menghasilkan peta kerawanan kebakaran yang dapat digunakan dalam perencanaan mitigasi.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk memahami secara komprehensif distribusi spasial hotspot di Kecamatan Koto Baru, faktor-faktor penyebabnya, strategi penanggulangan yang telah dilakukan, serta dampak yang ditimbulkan baik terhadap lingkungan maupun masyarakat. Dengan pemahaman yang lebih mendalam, diharapkan dapat dirumuskan strategi mitigasi karhutla yang lebih efektif, berkelanjutan, dan berbasis bukti ilmiah. Penelitian ini juga memberikan kontribusi praktis sebagai sumber informasi bagi pemerintah daerah, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), serta pihak-pihak terkait dalam pengelolaan risiko bencana.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk: (1) menganalisis distribusi spasial hotspot di Kecamatan Koto Baru Kabupaten Dharmasraya tahun

2024; (2) mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya kebakaran; (3) mengevaluasi upaya penanggulangan yang dilakukan; dan (4) mengkaji dampak fenomena hotspot terhadap lingkungan dan masyarakat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi penguatan sistem mitigasi berbasis SIG yang dapat diimplementasikan di wilayah rawan kebakaran, tidak hanya di Dharmasraya tetapi juga di daerah lain dengan karakteristik serupa.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang berlandaskan pada filsafat post-positivisme untuk meneliti kondisi objek secara alamiah dengan peneliti sebagai instrumen kunci melalui observasi, wawancara, penyebaran angket, dan dokumentasi. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Koto Baru, Kabupaten Dharmasraya dengan fokus pada analisis sebaran hotspot, faktor penyebab kebakaran, upaya penanggulangan, dan dampaknya terhadap lingkungan serta masyarakat. Data yang digunakan terdiri atas data primer yang diperoleh

dari wawancara, observasi lapangan, dan kuesioner kepada masyarakat lokal, petugas pemadam kebakaran, serta pihak terkait, dan data sekunder yang bersumber dari citra satelit MODIS, VIIRS, Sentinel, Landsat, data kependudukan BPS, serta dokumen kebijakan pemerintah. Pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling dengan perhitungan Slovin, menghasilkan 99 responden dari empat nagari. Analisis data dilakukan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk mengolah dan memvisualisasikan data spasial sebaran titik api, mengidentifikasi pola kerawanan, serta menghubungkannya dengan faktor biofisik dan sosial di wilayah penelitian.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan data observasi lapangan, wawancara, kuesioner, dan analisis spasial menggunakan citra satelit serta perangkat lunak ArcGIS, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi sebaran hotspot, faktor penyebab kebakaran, upaya

penanggulangan, serta dampak fenomena hotspot terhadap lingkungan dan masyarakat di Kecamatan Koto Baru, Kabupaten Dharmasraya pada tahun 2024.

1. Distribusi Spasial Hotspot di Kecamatan Koto Baru Tahun 2024

Hasil analisis menunjukkan bahwa total titik api (hotspot) yang terdeteksi di wilayah Kecamatan Koto Baru selama tahun 2024 tersebar tidak merata pada empat nagari. Nagari Koto Padang menempati posisi tertinggi dengan persentase 52% dari total hotspot, diikuti oleh Nagari Koto Baru dengan 30%, Nagari Ampang Kuranji dengan 17%, sedangkan Nagari Sialang Gaung tidak ditemukan hotspot sama sekali (0%). Data ini dihasilkan dari overlay peta tutupan lahan dengan peta distribusi hotspot yang diperoleh dari citra satelit MODIS dan VIIRS.

Sebagian besar hotspot terdeteksi pada lahan dengan tutupan vegetasi kering, khususnya pada area perkebunan sawit dan hutan sekunder yang berada dekat permukiman. Pola sebaran menunjukkan konsentrasi hotspot di wilayah yang memiliki akses jalan dan aktivitas manusia yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa selain faktor alam, faktor

aktivitas manusia turut memperbesar risiko terjadinya kebakaran.

2. Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran

Hasil wawancara dengan masyarakat dan petugas BPBD mengidentifikasi dua kelompok faktor penyebab kebakaran:

- a) **Faktor fisik:** meliputi tumpukan sisa hasil hutan seperti ranting dan daun kering, rendahnya kelembapan tanah selama musim kemarau, keberadaan vegetasi mudah terbakar seperti ilalang, serta cuaca panas berkepanjangan.
- b) **Faktor sosial:** meliputi praktik pembukaan lahan dengan cara membakar, pembakaran sisa hasil pertanian seperti jerami dan sekam, kelalaian membuang puntung rokok, serta kegiatan pemburuan satwa yang menggunakan api untuk mengusir hewan.

Sebanyak 64% responden mengakui bahwa pembakaran lahan dilakukan sebagai metode termudah dan termurah untuk membersihkan lahan, meskipun mereka menyadari risikonya. Sementara itu, 21% menyebut kebakaran berasal dari faktor alam, dan sisanya 15% tidak

mengetahui secara pasti penyebabnya.

3. Upaya Penanggulangan Kebakaran

Masyarakat di Kecamatan Koto Baru telah berupaya melakukan penanggulangan secara swadaya, antara lain dengan memanfaatkan peralatan pemadam sederhana seperti pompa air portabel, membuat sekat bakar, serta melaksanakan ronda di musim kemarau. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 75% masyarakat pernah terlibat langsung dalam pemadaman kebakaran di wilayah mereka.

Pemerintah daerah melalui BPBD dan Satpol PP Damkar telah mengadakan pelatihan teknis bagi relawan, menyediakan sarana pemadam, serta melakukan sosialisasi pencegahan kebakaran melalui media lokal dan pertemuan di tingkat nagari. Koordinasi lintas sektor juga dilakukan dengan TNI dan Polri untuk mempercepat penanganan di lapangan. Namun demikian, hambatan yang dihadapi mencakup medan yang sulit dijangkau, keterbatasan jumlah personel, dan rendahnya laporan dini dari masyarakat.

4. Dampak Fenomena Hotspot

Fenomena hotspot di Kecamatan Koto Baru berdampak signifikan terhadap lingkungan dan kehidupan sosial-ekonomi masyarakat. Dari sisi ekologi, kebakaran mengakibatkan kerusakan ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, dan degradasi kualitas tanah. Satwa liar terpaksa berpindah habitat, dan beberapa jenis tanaman endemik mengalami penurunan populasi.

Dampak terhadap kesehatan juga cukup serius. Puskesmas setempat melaporkan peningkatan kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) selama puncak kebakaran. Masyarakat mengeluhkan terganggunya aktivitas sehari-hari akibat kabut asap tebal, berkurangnya hasil panen karena lahan terbakar, serta kerugian ekonomi akibat terganggunya distribusi hasil pertanian.

Temuan ini menunjukkan bahwa masalah kebakaran hutan dan lahan di Kecamatan Koto Baru bukan hanya isu lingkungan, tetapi juga menyangkut aspek kesehatan, sosial, dan ekonomi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran hotspot di Kecamatan

Koto Baru pada tahun 2024 memiliki pola spasial yang terkonsentrasi pada wilayah dengan tutupan lahan berupa perkebunan dan hutan sekunder yang dekat dengan permukiman dan akses jalan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Almegi et al. (2022) yang menyatakan bahwa area perkebunan dan lahan kering sekunder merupakan tipe tutupan lahan yang memiliki kerentanan tinggi terhadap kebakaran hutan dan lahan, karena sifat vegetasi dan sisa biomassa yang mudah terbakar. Keberadaan akses jalan turut memperbesar peluang terjadinya kebakaran, mengingat aksesibilitas yang tinggi memungkinkan lebih banyak aktivitas manusia yang berpotensi memicu api, baik secara sengaja maupun tidak.

Dari sisi faktor penyebab, penelitian ini membagi sumber kebakaran ke dalam dua kategori utama, yaitu faktor fisik dan faktor sosial. Faktor fisik seperti sisa ranting, daun kering, dan rendahnya kelembapan tanah pada musim kemarau menciptakan kondisi bahan bakar alami yang siap terbakar. Sementara itu, faktor sosial seperti pembukaan lahan dengan metode pembakaran, pembakaran sisa hasil pertanian, dan kelalaian masyarakat

(misalnya membuang puntung rokok) menjadi pemicu utama penyulutan api. Hal ini konsisten dengan pendapat Darwiati dan Tuheteru (2010) yang menyatakan bahwa hampir 99% kebakaran hutan dan lahan di Indonesia disebabkan oleh aktivitas manusia, sedangkan faktor alam hanya menyumbang persentase yang sangat kecil.

Upaya penanggulangan yang dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah daerah menunjukkan adanya bentuk mitigasi partisipatif. Keterlibatan aktif masyarakat dalam pemadaman kebakaran, meskipun dengan peralatan sederhana, membuktikan bahwa kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan sudah mulai tumbuh. Program pelatihan teknis, penyediaan sarana pemadam, dan sosialisasi yang dilakukan BPBD, TNI, dan Polri telah berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas lokal dalam merespon kejadian kebakaran. Namun, hambatan seperti medan yang sulit dijangkau, keterbatasan personel, serta minimnya laporan dini menjadi tantangan yang perlu diatasi. Kondisi ini selaras dengan temuan Ananda et al. (2022) yang menegaskan bahwa faktor geografis dan kebiasaan

masyarakat menjadi penghalang efektivitas sosialisasi pencegahan kebakaran.

Dampak yang ditimbulkan oleh fenomena hotspot di Kecamatan Koto Baru bersifat multidimensi. Dari segi ekologi, kebakaran mengakibatkan kerusakan ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, dan degradasi tanah, yang berdampak pada menurunnya daya dukung lingkungan. Dari segi kesehatan, peningkatan kasus ISPA selama puncak kebakaran menjadi indikator nyata bahwa polusi asap telah mempengaruhi kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Aspek sosial-ekonomi juga terdampak, di mana kerugian akibat gagal panen dan terhambatnya distribusi hasil pertanian mempengaruhi pendapatan warga. Temuan ini menguatkan pernyataan Purnomo et al. (2017) bahwa kebakaran hutan dan lahan tidak hanya merusak lingkungan, tetapi juga mengancam keberlanjutan ekonomi masyarakat lokal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menggarisbawahi bahwa permasalahan kebakaran hutan dan lahan di Kecamatan Koto Baru tidak dapat dipandang sebagai masalah

tunggal, melainkan sebagai persoalan kompleks yang memerlukan pendekatan multidisipliner. Strategi penanggulangan yang efektif harus mengintegrasikan pemantauan berbasis teknologi, peningkatan kapasitas masyarakat, penguatan regulasi, serta koordinasi lintas sektor. Selain itu, upaya pencegahan harus diarahkan pada perubahan perilaku masyarakat melalui edukasi yang berkelanjutan dan pengawasan yang lebih ketat terhadap praktik pembukaan lahan. Dengan demikian, risiko kebakaran dapat diminimalkan dan dampak negatifnya terhadap lingkungan serta masyarakat dapat ditekan secara signifikan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sebaran hotspot di Kecamatan Koto Baru pada tahun 2024 terkonsentrasi pada Nagari Koto Padang (52%), diikuti Nagari Koto Baru (30%), Nagari Ampang Kuranji (17%), dan tidak ditemukan hotspot di Nagari Sialang Gaung. Sebaran ini berkorelasi erat dengan tutupan lahan berupa perkebunan dan hutan sekunder yang memiliki aksesibilitas tinggi, sehingga rawan terhadap kebakaran. Faktor

penyebab kebakaran terbagi menjadi faktor fisik, seperti tumpukan ranting dan daun kering, vegetasi mudah terbakar, serta kondisi cuaca kering berkepanjangan, dan faktor sosial, seperti pembukaan lahan dengan pembakaran, pembakaran sisa hasil pertanian, serta kelalaian masyarakat. Upaya penanggulangan telah dilakukan secara kolaboratif oleh masyarakat dan pemerintah melalui penggunaan peralatan pemadam sederhana, pembuatan sekat bakar, pelatihan teknis, penyediaan sarana pemadam, sosialisasi, dan koordinasi lintas sektor, meskipun masih terkendala medan sulit, minimnya personel, dan rendahnya laporan dini. Fenomena hotspot ini berdampak signifikan terhadap lingkungan, kesehatan, dan ekonomi masyarakat, antara lain kerusakan ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, peningkatan kasus ISPA, terganggunya aktivitas sosial, serta penurunan hasil pertanian. Oleh karena itu, permasalahan kebakaran hutan dan lahan di wilayah ini memerlukan penanganan terpadu yang mengintegrasikan teknologi pemantauan, peningkatan kapasitas masyarakat, penguatan regulasi, serta edukasi berkelanjutan untuk

meminimalkan risiko dan dampak negatifnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W. C. (2018). *Kebakaran hutan dan lahan gambut: Penyebab, dampak, dan strategi penanggulangan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan.
- Almegi, A., Akmal, A., Alifiah, A., Nelvawita, N., & Novita, Y. (2022). Sebaran spasial titik panas (hotspot) berdasarkan penutupan lahan di Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 6(1), 12–24.
- Ananda, F. R., Purnomo, E. P., Fathani, A. T., & Salsabila, L. (2022). Strategi pemerintah daerah dalam mengatasi kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Kotawaringin Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 521–534.
- Antomi, Y. (2019). Sebaran daerah rawan kebakaran hutan dan lahan berdasarkan penutup lahan Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Geospasial*, 8(2), 77–88.
- Cahyono, A., dkk. (2014). *Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia: Karakteristik dan penanggulangan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Darwiati, R., & Tuheteru, F. D. (2010). Faktor penyebab kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 7(1), 25–36.
- Endrawati, S. H., & Yusnita, F. (2015). Analisis data titik panas (hotspot) dan area kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 12(3), 235–245.
- Hatta, M. (2008). Dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap ekosistem dan organisme tanah. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 1(2), 34–42.
- Nurkholis, dkk. (2016). *Kebakaran hutan dan lahan: Analisis penyebab dan upaya penanggulangan*. Jakarta: BPBD Nasional.
- Purnomo, H., Shantiko, B., Sitorus, S., Gunawan, H., & Prasetyo, L. B. (2017). Reducing forest and land fires through good palm oil value chain governance. *Forest Policy and Economics*, 78, 1–10.
- Rasyid, M. (2014). Faktor iklim dan aktivitas manusia sebagai penyebab kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Sains Lingkungan*, 6(1), 45–56.
- Saharjo, B. H. (2017). Dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap lingkungan dan strategi pencegahannya. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 8(2), 104–112.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Usman, R. (2015). Pemanfaatan data hotspot untuk sistem peringatan dini kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Geospasial*, 4(1), 15–25.
- Yuningsih, E. (2015). Partisipasi masyarakat dalam pencegahan kebakaran hutan. *Jurnal Penyuluhan Kehutanan*, 9(1), 65–73.