



Contents lists available at [Journal IICET](https://journal.iicet.org)

JRTI (Jurnal Riset Tindakan Indonesia)

ISSN: 2502-079X (Print) ISSN: 2503-1619 (Electronic)

Journal homepage: <https://jurnal.iicet.org/index.php/jrti>



Dampak bencana kebakaran hutan terhadap lingkungan dan upaya penanggulangan di indonesia

Afdhal Amri¹, Akhirman¹, Arum Zaharani¹, Chintya Rizki¹, Loly Marlina Harianja¹, Nola Prameswari¹, Vauzia¹, Wulan Nuzulia Putri¹

¹Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Oct 13th, 2024

Revised Nov 24th, 2024

Accepted Dec 20th, 2024

Keyword:

Kebakaran Hutan,
Dampak Kebakaran,
Upaya Pasca Kebakaran

ABSTRACT

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) adalah permasalahan lingkungan utama di Indonesia, khususnya di Sumatera dan Kalimantan. Selain faktor alam seperti kekeringan, penyebab utama karhutla adalah aktivitas manusia, seperti pembukaan lahan dengan cara membakar. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk mengevaluasi dampak karhutla, strategi pencegahan, serta langkah pemulihan pasca-kebakaran. Penulisan literatur dilakukan dengan menelusuri publikasi artikel yang ditemukan pada Google Scholar pada tahun 2018-2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karhutla berdampak negatif terhadap keanekaragaman hayati, ekosistem, dan kesehatan masyarakat akibat polusi asap. Upaya pengendalian seperti deteksi titik api berbasis teknologi, patroli rutin, serta keterlibatan masyarakat memiliki peran penting dalam mengurangi kejadian karhutla. Pemulihan ekosistem melibatkan reforestasi, restorasi lahan gambut, dan edukasi pengelolaan lahan. Studi ini menekankan pentingnya kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta dalam mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan.



© 2024 The Authors. Published by IICET.

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>)

Corresponding Author:

Arum Zaharani,
Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia
Email: arumzaharani18@gmail.com

Introduction

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan di Indonesia, terutama di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Berdasarkan data dari BMKG (2023), memberikan catatan lebih dari 40.000 titik api yang beredar di seluruh Indonesia selama tahun 2023, dengan daerah yang paling terdampak adalah Provinsi Riau, Kalimantan Tengah, dan Sumatera Selatan. Area yang terbakar telah mencapai hingga lebih dari 150.000 hektar, yang memberikan dampak besar terhadap emisi karbon di kawasan Asia Tenggara. Fenomena ini tidak hanya disebabkan oleh faktor alam, seperti musim kemarau panjang atau petir, tetapi juga oleh aktivitas manusia, seperti pembukaan lahan dengan cara membakar (Gaveau et al., 2014). Akibatnya, dampak karhutla meluas pada kerusakan ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, dan gangguan kesehatan masyarakat, termasuk peningkatan kasus infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) akibat polusi asap.

Pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai kebijakan untuk mengatasi karhutla. Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan secara tegas melarang pembukaan lahan dengan pembakaran. Selain itu, pelaku usaha diwajibkan untuk memiliki sistem pengendalian kebakaran yang memadai, sebagai bentuk tanggung jawab dalam mencegah kebakaran di area kerja mereka. Strategi lain yang diterapkan adalah pemantauan berbasis teknologi, seperti penggunaan satelit untuk mendeteksi titik api, serta pembentukan Satuan Tugas

Kebakaran Hutan dan Lahan (Satgas Karhutla) yang melibatkan berbagai lembaga pemerintah dan Masyarakat (Andrew, 2020).

Upaya pengendalian kebakaran hutan di wilayah Kelurahan Sungai Merdeka, Kalimantan Timur, mencakup tiga strategi utama: pencegahan, pemadaman, dan penanganan pasca kebakaran. Pencegahan dilakukan melalui patroli rutin, pemasangan papan peringatan, serta penyuluhan kepada masyarakat mengenai bahaya kebakaran. Pemadaman segera dilaksanakan ketika kebakaran masih kecil, dengan memanfaatkan alat sederhana seperti gepyokan. Penanganan pasca kebakaran melibatkan monitoring dan evaluasi kerusakan untuk memulihkan kawasan terdampak. Partisipasi masyarakat menjadi elemen penting, terutama dalam deteksi dini dan pelaporan, yang diperkuat melalui pendekatan pemerintah dan dinas kehutanan setempat (Zulkifli et al., 2019).

Upaya pasca-kebakaran juga menjadi bagian penting dalam pengelolaan karhutla. Rehabilitasi lingkungan, seperti reforestasi dan restorasi ekosistem gambut, dilakukan untuk memulihkan fungsi ekologis hutan yang terdampak (Page et al., 2011). Selain itu, edukasi kepada masyarakat mengenai praktik pengelolaan lahan tanpa pembakaran terus digalakkan untuk mengurangi risiko kebakaran di masa mendatang. Namun, tantangan besar masih dihadapi dalam penegakan hukum dan perubahan perilaku masyarakat. Kearifan lokal seringkali menjadi alasan untuk tetap menggunakan metode pembakaran dalam membuka lahan. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih inklusif dan kolaboratif, dengan melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat adat, dalam menyusun strategi pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah memberikan wawasan tentang kebakaran hutan di Indonesia, upaya pengendalian kebakaran dan upaya pemulihan pasca kebakaran tetapi masih ada kebutuhan akan penelitian lanjutan yang lebih mendalam dan komprehensif.

Penelitian bertujuan untuk menggambarkan lebih komprehensif dan menjelaskan lebih menyeluruh mengenai kebakaran hutan di Indonesia, upaya pengendalian kebakaran dan upaya pemulihan pasca kebakaran. Diharapkan artikel ini dapat menjadi kontribusi yang berharga untuk pemahaman kita tentang kebakaran hutan di Indonesia, upaya pengendalian kebakaran dan upaya pemulihan pasca kebakaran.

Method

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi literatur (literature study). Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelola data penelitian secara objektif, sistematis, analitis dan kritis tentang dinamika kebakaran hutan khususnya pada aspek dampak, pengendalian, dan upaya pemulihan pasca kebakaran. Penelitian dengan studi literatur memiliki persiapan yang sama dengan penelitian lainnya akan tetapi sumber dan metode pengumpulan data dengan mengambil data di pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah bahan penelitian dari artikel hasil penelitian tentang variabel penelitian ini (Putri et al., 2020).

Penelitian studi literatur ini menganalisa dengan matang dan mendalam agar mendapatkan hasil yang objektif. Data yang dikumpulkan dianalisis adalah data sekunder berupa hasil-hasil penelitian seperti buku, jurnal, artikel, situs internet, dan lainnya yang relevan. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data analisis isi (content analysis). Analisis data dilakukan dengan menganalisis hasil penelitian dari yang paling relevan, relevan, dan cukup relevan.

Results and Discussions

Masalah Kebakaran Hutan

Wilayah yang beresiko tinggi adalah Indonesia terutama pulau Kalimantan dan Sumatera, rentan terhadap kebakaran hutan karena lahan gambut dan cakupan hutannya yang luas. Daerah-daerah ini sangat rentan selama musim kemarau ketika vegetasi menjadi kering dan rentan terhadap pengapian. Dampak Lingkungan: Kebakaran hutan berkontribusi terhadap polusi udara yang parah, tidak hanya mempengaruhi komunitas lokal tetapi juga negara-negara tetangga. Emisi karbon dari kebakaran ini menyebabkan kabut asap, yang menimbulkan risiko kesehatan, terutama penyakit pernapasan pada populasi rentan seperti anak-anak. Pengaruh Perubahan Iklim, Pemanasan global memperburuk frekuensi dan intensitas kebakaran hutan, membuatnya penting untuk memahami interaksi antara kondisi iklim dan kejadian kebakaran hutan (Kadir et al., 2023). Selain pengaruh terhadap kualitas udara, kebakaran hutan di Indonesia juga berdampak besar pada kesehatan masyarakat. Kementerian Kesehatan memberikan laporan adanya peningkatan kasus terjadinya infeksi saluran pernapasan akut sebesar 15% di Sumatera dan Kalimantan selama musim panas 2023, khususnya di daerah yang terkena kabut asap.

Kebakaran hutan tropis merupakan masalah yang signifikan di Indonesia, terutama di daerah seperti Sumatera dan Kalimantan, di mana lahan gambut sangat rentan terhadap kekeringan dan kebakaran berulang. Kebakaran ini sering diperburuk oleh faktor antropogenik dan perubahan iklim, yang menyebabkan dampak lingkungan yang parah dan bahaya kesehatan akibat asap. Pola Musiman: Terjadinya titik panas kebakaran biasanya memuncak dari September hingga November, bertepatan dengan musim kemarau. Pola musiman ini sangat penting untuk memahami kapan upaya pengendalian kebakaran perlu diintensifkan (Vadrevu et al., 2023).

Kebakaran hutan tropis, terutama di daerah seperti Pulau Sumatera, menimbulkan tantangan lingkungan dan kesehatan yang signifikan. Berikut adalah ikhtisar terperinci berdasarkan temuan jurnal: Frekuensi dan Penyebab: Pulau Sumatera sangat rentan terhadap kebakaran hutan dan lahan, terutama karena aktivitas manusia seperti pembukaan lahan melalui pembakaran. Praktek ini lazim di Perkebunan kelapa sawit, yang meliputi area luas 10,2 juta hektar di Sumatera, meningkatkan risiko kebakaran. Pembakaran lahan gambut memperburuk efek kebakaran ini, melepaskan asap dan gas berbahaya yang mempengaruhi kualitas udara dan berkontribusi terhadap perubahan iklim. Konsekuensi dari kebakaran ini melampaui perbatasan lokal, berdampak pada negara-negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura (Safitri et al., 2024).

Frekuensi dan Penyebab: Kebakaran hutan dan lahan terjadi setiap tahun di Kalimantan Timur, diperburuk oleh faktor alam seperti El Niño, yang menyebabkan kekeringan yang berkepanjangan, dan aktivitas manusia seperti pembukaan lahan melalui pembakaran. Kebakaran ini mengakibatkan kerusakan ekologis, hambatan transportasi, dan penurunan ekonomi, yang mempengaruhi berbagai sektor. Kebakaran tidak hanya menjadi perhatian lokal tetapi juga memiliki implikasi regional dan global karena dampak lingkungannya (Kumalawati et al., 2023).

Kebakaran hutan tropis sering didorong oleh deforestasi, konversi penggunaan lahan, dan praktik pertanian seperti metode tebas-dan-bakar. Praktik-praktik ini menyebabkan peningkatan kejadian kebakaran, terutama selama musim kemarau ketika vegetasi menjadi lebih rentan terhadap penyalaan.

Kebakaran hutan melepaskan sejumlah besar polutan atmosfer, termasuk karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO₂). Studi ini menemukan bahwa kebakaran lahan di lanskap Batanghari bagian bawah memancarkan tingkat CO mulai dari 200-350 ppbv, berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara. Dampak terhadap Keanekaragaman Hayati: Hutan hujan dataran rendah yang utuh di wilayah tersebut terancam oleh kebakaran ini, yang dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan perusakan habitat (Wibowo et al., 2021).

Kebakaran hutan tropis seringkali tidak direncanakan dan dapat dipicu oleh aktivitas alam dan manusia, yang mengarah pada penghancuran area vegetasi dan ekosistem. Kehancuran ini dapat memiliki efek jangka panjang pada keanekaragaman hayati dan perubahan iklim. Deteksi dini hotspot sangat penting karena dapat secara signifikan mengurangi risiko kebakaran hutan dan lahan yang lebih besar. Studi ini menekankan pentingnya memantau hotspot ini untuk mencegah kerusakan yang luas (Mitra Unik et al., 2023).

Kebakaran hutan tropis, khususnya di Indonesia, terjadi hampir setiap tahun, dengan frekuensi, intensitas, dan daerah yang terkena dampak yang bervariasi. Kebakaran ini menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, termasuk polusi dan hilangnya keanekaragaman hayati, serta kerugian ekonomi bagi masyarakat yang bergantung pada sumber daya hutan. Terjadinya kebakaran hutan dan lahan di daerah seperti Provinsi Riau dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk faktor biofisik lingkungan, faktor sosial ekonomi, dan faktor kebijakan spasial. Memahami faktor-faktor pendorong ini sangat penting untuk strategi manajemen dan pencegahan kebakaran yang efektif (Zainul & Minggu, 2022).

Kebakaran hutan di Himalaya barat telah meningkat, terutama dipengaruhi oleh faktor iklim seperti suhu dan curah hujan. Jumlah kebakaran rata-rata per tahun dari 2001 hingga 2020 tercatat pada 1347, dengan puncak yang signifikan pada tahun-tahun tertentu, terutama 2012, yang melihat 3096 kebakaran. Musim kebakaran di wilayah ini berlangsung dari Februari hingga Juni, memuncak pada bulan Mei. Periode ini ditandai dengan kenaikan suhu dan musim kemarau yang berkepanjangan, yang berkontribusi pada insiden kebakaran yang lebih tinggi. Jenis vegetasi yang berbeda menunjukkan berbagai tingkat kerentanan kebakaran. Hutan daun jarum cemara, terutama yang memiliki pinus Chir, menunjukkan intensitas kebakaran tertinggi, menunjukkan bahwa jenis hutan tertentu lebih rentan terhadap kebakaran hutan (Kumar & Kumar, 2022).

Indonesia menghadapi masalah kebakaran hutan yang parah, dengan Sumatera Selatan menjadi salah satu provinsi yang paling rentan. Rata-rata, sekitar 50.000 hektar dibakar setiap tahun, berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca dan degradasi lingkungan. Emisi Gas Rumah Kaca. Kebakaran hutan 2015 melepaskan sejumlah besar gas rumah kaca, termasuk 806.406 Gt CO₂ dan 85.268 Gg polutan, memperburuk perubahan iklim dan masalah kualitas udara. Hubungan antara kondisi meteorologi dan kejadian kebakaran sangat

penting. Fire Weather Index (FWI) digunakan untuk menilai potensi kebakaran, menunjukkan bahwa kondisi cuaca tertentu secara signifikan meningkatkan kemungkinan kebakaran hutan (Nainggolan et al., 2020).

Kalimantan Selatan memiliki potensi tinggi untuk kebakaran hutan dan lahan (karhutla), dengan area yang signifikan terbakar dalam beberapa tahun terakhir. Misalnya, kebakaran terburuk terjadi pada tahun 2015 dan 2019, mempengaruhi jutaan hektar. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) memperkirakan kerugian akibat kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2019 mencapai Rp75 triliun, menyoroti konsekuensi ekonomi yang parah dari bencana ini. Kebakaran tidak hanya menyebabkan kerugian material tetapi juga menyebabkan kerusakan ekstensif pada ekosistem hutan, mempengaruhi keanekaragaman hayati dan berkontribusi terhadap perubahan iklim (Taqiyuddin et al., 2022).

Faktor penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, khususnya di Kalimantan, dapat dikategorikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam meliputi iklim, seperti rendahnya curah hujan yang meningkatkan tingkat kekeringan bahan bakar permukaan, kecepatan angin yang mempercepat penyebaran api, serta kejadian petir tanpa hujan atau aktivitas vulkanik. Sementara itu, faktor manusia termasuk pembukaan lahan melalui pembakaran tidak terkendali, perladangan, dan aktivitas ilegal logging. Hubungan antara curah hujan dengan kebakaran sangat signifikan, di mana rendahnya curah hujan berkorelasi negatif dengan jumlah titik panas (hotspot) yang menjadi indikator awal kebakaran. Data dari Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa curah hujan rendah pada musim kemarau menjadi salah satu pemicu utama tingginya hotspot, seperti yang terlihat pada tahun 2019 dengan jumlah hotspot tertinggi selama periode penelitian (Saharjo & Hasanah, 2023).

Tingkat bahaya kebakaran hutan dan lahan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah, berdasarkan parameter seperti jenis tutupan lahan, curah hujan, dan jenis tanah. Di Kabupaten Ogan Ilir, kawasan dengan tingkat bahaya tinggi meliputi 10,11% wilayah, yang sebagian besar terdiri dari lahan gambut dan semak belukar dengan curah hujan rendah, sehingga sangat rentan terhadap kebakaran. Tingkat bahaya sedang mencakup 58,43% wilayah, didominasi oleh perkebunan dengan curah hujan menengah, sementara tingkat bahaya rendah berada pada kawasan berhutan dengan curah hujan tinggi yang mencakup 31,46% wilayah. Analisis ini penting untuk mitigasi dan manajemen risiko kebakaran (Utomo et al., 2022).

Kebakaran hutan memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Secara lingkungan, kebakaran mengakibatkan kerusakan ekosistem, hilangnya biodiversitas, serta peningkatan emisi gas rumah kaca yang memperparah perubahan iklim. Secara ekonomi, kebakaran hutan memicu kerugian besar akibat penurunan produktivitas lahan dan biaya pemadaman yang tinggi. Dampak sosialnya mencakup gangguan kesehatan masyarakat, terutama infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) akibat kabut asap, serta terganggunya aktivitas sehari-hari hingga hubungan internasional, seperti protes dari negara tetangga akibat polusi lintas batas.

Upaya Pengendalian Kebakaran

Pemerintah Indonesia bekerja sama dengan lembaga masyarakat dan industri untuk melaksanakan langkah-langkah pencegahan kebakaran hutan. Namun, beberapa daerah tetap menantang karena fenomena alam dan aktivitas manusia seperti pembukaan lahan yang tidak terkendali dan deforestasi. Penggunaan algoritma canggih, seperti jaringan Memori Jangka Panjang (LSTM), telah digunakan untuk meramalkan hotspot kebakaran hutan. Pemodelan prediktif ini membantu dalam merencanakan dan melaksanakan langkah-langkah pengendalian kebakaran tepat waktu (Kadir et al., 2023).

Studi ini menggunakan algoritma Memori Jangka Pendek Panjang (LSTM) untuk memprediksi titik api berdasarkan data historis dari 2010 hingga 2021. Pemodelan prediktif ini sangat penting untuk upaya manajemen dan pengendalian kebakaran proaktif, memungkinkan pihak berwenang mengalokasikan sumber daya secara efektif selama periode berisiko tinggi. Dataset kebakaran mencakup berbagai parameter seperti lokasi, tanggal, tingkat kepercayaan, dan kecerahan, yang sangat penting untuk menilai risiko kebakaran dan menerapkan langkah-langkah pengendalian. Klasifikasi titik api menjadi lima tingkat kepercayaan membantu memprioritaskan area untuk intervensi (Vadrevu et al., 2023).

Penggunaan teknologi penginderaan jauh, terutama satelit seperti Terra/Aqua yang dilengkapi dengan sensor MODIS, memainkan peran penting dalam mendeteksi hotspot -area dengan suhu permukaan tinggi yang menunjukkan potensi kebakaran. Penerapan metode CLARA untuk pengelompokan data hotspot, yang membantu mengidentifikasi wilayah dengan potensi kebakaran yang bervariasi (tinggi, sedang, rendah). Metode ini kuat terhadap outlier dan efektif untuk kumpulan data besar, memberikan wawasan berharga untuk strategi pencegahan kebakaran (Safitri et al., 2024).

Data sekunder dari gambar S-NPP VIIRS digunakan untuk menganalisis distribusi hotspot dari 2012 hingga 2022. Analisis ini membantu mengidentifikasi area dengan risiko kebakaran tinggi, memungkinkan langkah-

langkah pengendalian kebakaran yang ditargetkan. Perlunya upaya pencegahan di kabupaten dengan distribusi hotspot tinggi untuk mengurangi dampak negatif kebakaran dan melindungi nyawa dan properti (Kumalawati et al., 2023).

Teknologi penginderaan jauh, seperti VIIRS dan MODIS digunakan untuk mendeteksi titik panas kebakaran darat. Pendekatan ini membantu dalam mengidentifikasi area yang berisiko dan memungkinkan intervensi tepat waktu. Pengendalian kebakaran yang efektif sering kali melibatkan penerapan peraturan terhadap praktik tebas-bakar dan mempromosikan praktik penggunaan lahan yang berkelanjutan. Namun, penegakan hukum dapat menjadi tantangan karena tekanan ekonomi pada masyarakat lokal (Wibowo et al., 2021).

Penggunaan teknologi penginderaan jauh, seperti drone dan pesawat tak berawak, untuk memantau hotspot di area yang sulit diakses. Teknologi ini memungkinkan pengambilan gambar video yang efisien dan teknik peningkatan gambar berikutnya untuk mendeteksi fitur api seperti warna, asap, dan tekstur. Algoritma YOLO (You Only Look Once) digunakan untuk deteksi api dan asap secara real-time. Algoritma pembelajaran mendalam ini menggunakan jaringan saraf konvolusi untuk memprediksi kotak pembatas di sekitar objek yang terdeteksi, meningkatkan kemampuan untuk memantau dan merespons kebakaran hutan secara efektif. Studi ini melakukan tes menggunakan berbagai kumpulan data untuk mengevaluasi efektivitas algoritma YOLO V4 dalam mendeteksi api dan asap, mencapai tingkat kepercayaan yang tinggi dalam deteksi (Mitra Unik et al., 2023).

Penggunaan teknik penambahan data, khususnya algoritma Naïve Bayes, untuk mengklasifikasikan hotspot yang menunjukkan potensi kebakaran hutan. Klasifikasi ini dapat membantu memprediksi munculnya hotspot, memungkinkan tindakan pencegahan tepat waktu diambil sebelum kebakaran terjadi. Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan hotspot di kabupaten Pelalawan dari 2015 hingga 2019, mencapai tingkat akurasi tinggi, yang menggarisbawahi potensi pendekatan berbasis data dalam upaya pengendalian kebakaran (Zainul & Minggu, 2022).

Pola kebakaran hutan dapat membantu dalam mengembangkan strategi pengelolaan dan mitigasi kebakaran yang efektif. Ini termasuk mengidentifikasi titik panas dan jenis hutan rentan, yang dapat membantu memprioritaskan area untuk upaya pengendalian kebakaran (Kumar & Kumar, 2022).

Pemanfaatan data satelit NASA-GFWED dan FIRMS untuk memantau dan menganalisis peristiwa hotspot, yang membantu dalam memahami dan memprediksi kejadian kebakaran. Informasi Cuaca Kebakaran: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menyediakan informasi cuaca kebakaran penting untuk mendukung lembaga dalam upaya pemadaman kebakaran mereka (Nainggolan et al., 2020).

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kalimantan Selatan menggunakan aplikasi LAPAN: Fire Hotspot, yang memanfaatkan teknologi GeoAI untuk pemantauan dan deteksi dini kebakaran. Aplikasi ini menyediakan data penting untuk manajemen kebakaran yang efektif dan alokasi sumber daya. Aplikasi LAPAN membantu dalam perencanaan dan pelaksanaan program yang bertujuan mengurangi risiko kebakaran hutan dan lahan. Ini berfungsi sebagai alat bagi lembaga pemerintah untuk memantau hotspot dan mengoordinasikan tanggapan. Tantangan dalam Implementasi: Terlepas dari kelebihanannya, aplikasi LAPAN memiliki keterbatasan, seperti kebutuhan verifikasi manusia dan ketersediaannya hanya pada sistem Android (Taqiyuddin et al., 2022).

Upaya Pemulihan Pasca Kebakaran

Pemulihan pasca-kebakaran melibatkan analisis dampak kebakaran hutan pada ekosistem dan komunitas. Studi ini menekankan perlunya pemantauan berkelanjutan untuk memahami efek jangka panjang dari kebakaran hutan pada kualitas udara dan keanekaragaman hayati. Penelitian di masa depan harus fokus pada mengidentifikasi faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi kejadian kebakaran hutan dan meningkatkan keakuratan model peramalan. Ini akan membantu dalam mengembangkan strategi pemulihan yang efektif dan meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap kebakaran hutan di masa depan. mengatasi masalah kebakaran hutan tropis membutuhkan pendekatan beragam yang mencakup langkah-langkah pengendalian yang efektif, keterlibatan masyarakat, dan penelitian berkelanjutan untuk mengurangi dampak dari peristiwa menghancurkan (Kadir et al., 2023).

Setelah kebakaran hutan, menilai dampak pada daerah yang terkena dampak sangat penting untuk pemulihan. Studi ini menyoroti bahwa jumlah hotspot cenderung meningkat menjelang akhir tahun, menunjukkan perlunya strategi pemantauan dan pemulihan berkelanjutan. Pemantauan terus menerus terhadap pola kebakaran dan upaya pemulihan diperlukan untuk mengurangi risiko di masa depan. Akurasi algoritma LSTM dalam peramalan dapat membantu dalam perencanaan upaya pemulihan dengan memprediksi potensi kejadian kebakaran dan dampaknya terhadap ekosistem dan komunitas (Vadrevu et al., 2023).

Strategi mitigasi dan pencegahan yang komprehensif. Ini termasuk upaya reboisasi, restorasi lahan gambut, dan keterlibatan masyarakat dalam praktik pengelolaan lahan berkelanjutan. Dampak kebakaran hutan terhadap kesehatan masyarakat, seperti masalah pernapasan akibat menghirup asap, memerlukan intervensi kesehatan pasca kebakaran. Selain itu, upaya pemulihan ekonomi berfokus pada pemulihan mata pencaharian yang terkena dampak kebakaran, terutama di sektor pertanian yang bergantung pada tanah (Safitri et al., 2024).

Setelah peristiwa kebakaran, penting untuk menerapkan strategi pemulihan yang efektif yang mencakup penilaian kerusakan dan perencanaan untuk reboisasi dan restorasi habitat. Melibatkan komunitas lokal dalam upaya pemulihan dapat meningkatkan ketahanan terhadap kebakaran di masa depan. Ini termasuk mendidik mereka tentang praktik pengelolaan lahan berkelanjutan untuk mencegah kejadian di masa depan. Pemantauan berkelanjutan data hotspot pasca-kebakaran sangat penting untuk memahami kemajuan pemulihan dan menyesuaikan strategi sesuai kebutuhan untuk memastikan keseimbangan ekologis dan keselamatan masyarakat. Mengatasi masalah kebakaran hutan tropis memerlukan pendekatan beragam yang mencakup pemantauan, tindakan pencegahan, dan strategi pemulihan yang efektif untuk meminimalkan dampak bencana ini terhadap lingkungan dan masyarakat lokal (Kumalawati et al., 2023)

Upaya pemulihan pasca-kebakaran biasanya berfokus pada reboisasi dan rehabilitasi daerah yang terbakar. Ini termasuk menanam spesies asli untuk memulihkan keanekaragaman hayati dan meningkatkan ketahanan ekosistem. Melibatkan masyarakat lokal dalam upaya pemulihan sangat penting. Pendidikan tentang praktik berkelanjutan dan pentingnya konservasi hutan dapat membantu mengurangi risiko kebakaran di masa depan. Pemantauan berkelanjutan kualitas udara dan kesehatan hutan pasca kebakaran sangat penting untuk menilai kemajuan pemulihan dan menyesuaikan strategi pengelolaan yang sesuai (Wibowo et al., 2021).

Upaya pemulihan fungsi ekosistem dapat dilakukan melalui suksesi alami, rehabilitasi ekosistem, restorasi ekosistem dan cara lain sesuai pengetahuan dan teknologi. Upaya pemulihan hutan yang dilakukan di lokasi penelitian berupa suksesi alami yaitu kawasan regenerasi alami dan rehabilitasi yaitu revegetasi. Upaya ini akan menghasilkan komponen vegetasi yang berbeda-beda dan akan menunjukkan pemodelan keadaan suatu lahan dalam mencapai kondisi yang diinginkan dengan melihat salah satu faktor yang penting yaitu sifat kimia gambut dalam penelitian ini berupa pH (KCl dan H₂O), C-organik, KTK, N, P, K, basa dapat ditukar (K, Ca, Na, Mg) serta kadar abu dan kadar air. Pengukuran sifat kimia gambut dalam menilai tingkat kematangan menunjukkan keragaman yang sangat tinggi. (Kurniasari et al., 2020)

Upaya yang dilakukan oleh pemerintah dalam pengendalian pasca kebakaran hutan adalah melalui bantuan dan dilakukan oleh KLH (Kementrian Lingkungan Hidup) adalah Koordinasi dan memberikan bantuan teknis terkait kerusakan lingkungan akibat Karhutla, pengelolaan SDM, koordinasi upaya pemulihan lingkungan hidup, terlibat dalam penegakkan hukum. Serta KLH juga bekerja sama dengan Kemhut (Kementrian Kehutanan) koordinasi dalam pelaksanaan pengendalian Karhutla, pengelolaan SDM (Manggala Agni), monitoring pemegang ijin memiliki sarpras, terlibat dalam penegakan hukum, koordinasi pemulihan lingkungan hidup akibat Karhutla, meningkatkan koordinasi dan memberikan bantuan teknis untuk kerja sama regional dan internasional yang menyebabkan kerusakan lingkungan hidup (Asteriniah & Sutina, 2017)

Pemulihan pasca-kebakaran, ini menyiratkan bahwa pemantauan dan deteksi yang efektif dapat mengarah pada tanggapan tepat waktu yang dapat mengurangi dampak kebakaran hutan. Ini termasuk menilai kerusakan dan menerapkan strategi restorasi untuk merehabilitasi ekosistem yang terkena dampak. Penelitian menunjukkan bahwa kualitas dan keragaman kumpulan data gambar yang digunakan untuk algoritma deteksi pelatihan secara signifikan mempengaruhi efektivitas deteksi kebakaran, yang dapat menjadi penting untuk perencanaan upaya pemulihan (Mitra Unik et al., 2023).

Upaya pemulihan pasca-kebakaran sangat penting untuk mengurangi dampak jangka panjang dari kebakaran hutan. Upaya ini mungkin termasuk reboisasi, restorasi tanah, dan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas udara. Dampak negatif dari kebakaran hutan, seperti penurunan keanekaragaman hayati dan perubahan sifat tanah, memerlukan strategi pemulihan komprehensif untuk memulihkan ekosistem. Melibatkan komunitas lokal dalam upaya pemulihan sangat penting. Ini dapat melibatkan mendidik mereka tentang praktik pengelolaan lahan berkelanjutan dan pentingnya melestarikan sumber daya hutan. Partisipasi masyarakat dapat meningkatkan efektivitas inisiatif pemulihan dan meningkatkan ketahanan terhadap kebakaran hutan di masa depan. Studi ini menunjukkan bahwa penelitian lebih lanjut dapat fokus pada pengembangan aplikasi berbasis web untuk menampilkan hasil dari klasifikasi hotspot. Alat tersebut dapat memfasilitasi komunikasi dan koordinasi yang lebih baik di antara para pemangku kepentingan yang terlibat dalam upaya manajemen dan pemulihan kebakaran (Zainul & Minggu, 2022).

Kebakaran permukaan, yang mungkin tidak secara signifikan mengubah kanopi hutan, memungkinkan pemulihan ekosistem yang lebih cepat. Peran faktor iklim dalam dinamika kebakaran, mencatat bahwa peningkatan suhu berkorelasi dengan insiden kebakaran yang lebih tinggi, sementara curah hujan cenderung

mengurangnya. Hubungan ini sangat penting untuk merencanakan upaya pengendalian kebakaran dan pemulihan (Kumar & Kumar, 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa kepadatan hotspot tertinggi terjadi selama akhir musim kemarau (SON), menunjukkan bahwa upaya pemulihan harus diintensifkan selama periode ini untuk mengurangi risiko kebakaran. Pemantauan Jangka panjang: Pemantauan berkelanjutan terhadap kondisi cuaca kebakaran dan kejadian hotspot sangat penting untuk pemulihan yang efektif dan strategi manajemen kebakaran di masa depan, memastikan bahwa pelajaran yang dipetik dari peristiwa masa lalu menginformasikan tindakan di masa depan (Nainggolan et al., 2020).

Pemulihan pasca-kebakaran melibatkan perencanaan strategis oleh BPBD untuk mengatasi dampak kebakaran. Ini termasuk menilai kerusakan dan menerapkan upaya restorasi untuk merehabilitasi daerah yang terkena dampak. Aplikasi ini juga bertujuan untuk mendidik masyarakat tentang manajemen dan pemulihan kebakaran, memastikan bahwa pemangku kepentingan lokal terlibat dalam proses pemulihan. Pemantauan berkelanjutan melalui aplikasi LAPAN membantu dalam menilai efektivitas upaya pemulihan dan merencanakan intervensi di masa depan untuk mencegah insiden serupa. (Taqiyuddin et al., 2022).

Conclusions

Penelitian ini menunjukkan bahwa kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, terutama di Sumatera dan Kalimantan, merupakan masalah lingkungan yang kompleks dan memerlukan pendekatan yang komprehensif untuk penanganannya. Kebijakan pemerintah yang melarang pembukaan lahan dengan pembakaran dan penggunaan teknologi pemantauan telah membantu dalam mengurangi kejadian karhutla, namun tantangan dalam penegakan hukum dan perubahan perilaku masyarakat masih menjadi hambatan utama. Upaya pemulihan pasca-kebakaran, seperti rehabilitasi lingkungan dan edukasi masyarakat, sangat penting untuk memulihkan fungsi ekologis hutan dan mengurangi risiko kebakaran di masa mendatang. Penelitian ini menekankan pentingnya pendekatan yang inklusif dan kolaboratif, melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat adat, dalam menyusun strategi pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan.

Penelitian selanjutnya diharapkan perlu membahas tindak-tanduk strategis seperti perbaikan dalam teknologi memprediksi dengan menggunakan Artificial Intelligence (AI) untuk membantu memprediksi resiko kebakaran dengan cepat. Selain itu, kerjasama dengan pihak pemerintah dan swasta serta komunitas lainnya penting ditingkatkan. Penelitian selanjutnya juga berfokus terhadap penanganan penangan karhutla secara cepat.

References

- Andrew, P. (2020). Publication Information. Cataloging Sheet Maps, 17(6), 125–132. <https://doi.org/10.4324/9781315809120-23>
- Asteriniyah, F., & Sutina. (2017). Implementasi Kebijakan Pengendalian Kebakaran Hutan Dan Lahan Oki. *Jurnal Abdimas Mandiri*, 1(2), 71–77.
- Gaveau, D. L. A., Salim, M. A., Hergoualc'H, K., Locatelli, B., Sloan, S., Wooster, M., Marlier, M. E., Molidena, E., Yaen, H., DeFries, R., Verchot, L., Murdiyarso, D., Nasi, R., Holmgren, P., & Sheil, D. (2014). Major atmospheric emissions from peat fires in Southeast Asia during non-drought years: Evidence from the 2013 Sumatran fires. *Scientific Reports*, 4, 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep06112>
- Kadir, E. A., Kung, H. T., AlMansour, A. A., Irie, H., Rosa, S. L., & Fauzi, S. S. M. (2023). Wildfire Hotspots Forecasting and Mapping for Environmental Monitoring Based on the Long Short-Term Memory Networks Deep Learning Algorithm. *Environments - MDPI*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/environments10070124>
- Kumalawati, R., Yulianti, A., Raharjo, J. T., Rijanta, R., Susanti, A., Saputra, E., Wahyu Budiman, P., Aris Pratomo, R., Hendra Murliawan, K., Putra Danarto, W., Anastasia Muhtar, G., & Nurita Anggraini, R. (2023). Hotspot Distribution Analysis as Forest and Land Fire Indicators in the New National Capital City (IKN). *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 20(3), 691–703. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v20i3.691-703>
- Kumar, S., & Kumar, A. (2022). Hotspot and trend analysis of forest fires and its relation to climatic factors in the western Himalayas. *Natural Hazards*, 114(3), 3529–3544. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05530-5>
- Kurniasari, F., Kurniawan, S., Nopriani, L. S., & Rachmanadi, D. (2020). Analisis Sifat Kimia Gambut Pasca Kebakaran Dengan Berbagai Upaya Pemulihan Hutan Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (Khdtk) Tumbang Nusa, Kalimantan Tengah. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 221–230. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.1.25>
- Mitra Unik, Yoze Rizki, & Dicko Andrean. (2023). Hotspots and Smoke Detection from Forest and Land Fires

- Using the YOLO Algorithm (You Only Look Once). *Journal International Multidisciplinary*, 1(1), 46–56. <https://doi.org/10.58794/jim.v1i1.410>
- Nainggolan, H. A., Veanti, D. P. O., & Akbar, D. (2020). Utilisation of Nasa - Gfwd and Firms Satellite Data in Determining the Probability of Hotspots Using the Fire Weather Index (Fwi) in Ogan Komering Ilir Regency, South Sumatra. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 17(1), 85. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2020.v17.a3202>
- Page, S. E., Rieley, J. O., & Banks, C. J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, 17(2), 798–818. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x>
- Putri, F. A., Bramasta, D., & Hawanti, S. (2020). Studi literatur tentang peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran menggunakan model pembelajaran the power of two di SD. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 6(2), 605–610.
- Safitri, M., Salma, A., Amalita, N., & Fitri, F. (2024). Grouping Potential Forest and Land Fires Areas in Sumatera Island Based on Hotspot Using CLARA Method. 2, 265–272.
- Saharjo, B. H., & Hasanah, U. (2023). Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengan. *Journal of Tropical Silviculture*, 14(01), 25–29. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.14.01.25-29>
- Taqiyuddin, M. S., Awaly, A. R., Aditama, M. D., Zahra, A., & ... (2022). Monitoring of Forest and Land Fires by the Regional Disaster Management Agency of South Kalimantan Province through the LAPAN Application: Fire Hotspot. *Legal ...*, 11(2), 1450–1457.
- Utomo, B., Yusmiono, B. A., Prasetya, A. P., Julita, M., & Putri, M. K. (2022). Analisis Tingkat Bahaya Karhutla (Kebakaran Hutan dan Lahan) di Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 10(1), 30–41. <https://doi.org/10.14710/jwl.10.1.30-41>
- Vadrevu, K. P., Ohara, T., & Justice, C. (2023). Vegetation Fires and Pollution in Asia. In *Vegetation Fires and Pollution in Asia*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-29916-2>
- Wibowo, A. A., Basukriadi, A., & Nurdin, E. (2021). Forest covers, land fire hotspots, and atmospheric pollutions (CO, SO₂) in the lower batanghari river basin landscape during dry season (June-August 2021). *Biodiversitas*, 22(12), 5678–5687. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221254>
- Zainul, M., & Minggu, E. (2022). Classification of Hotspots Causing Forest and Land Fires Using the Naive Bayes Algorithm. *Interdisciplinary Social Studies*, 1(5), 555–567. <https://doi.org/10.55324/iss.v1i5.62>
- Zulkifli, Ismail, & Kamarubayana, L. (2019). 54153-ID-studi-pengendalian-kebakaran-hutan-di-wi (1). *Jurnal AGRIFOR*, XVI, 141–150.