Ulin - J Hut Trop Vol. 10 (2) : 555-564
September 2026
pISSN 2599 1205, eISSN 2599 1183
DOI: https://doi.org/10.32522/zjax6n13

Hubungan Faktor Biofisik dan Antropogenik dengan Kebakaran Lahan di Kota Samarinda Menggunakan Korelasi Spearman

Dani Surya Atmaja *, Sri Endayani, Djumansi Derita
Program Studi Kehutanan, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
*Email: admajadhany@gmail.com

Artikel diterima : 16 Juni 2026 Revisi diterima : 21 Agustus 2026.

ABSTRACT

This study analyzes the biophysical and anthropogenic factors affecting land fire area in Samarinda City from 2016 to 2025. Land fires represent a repetitive ecological threat in urban buffer zones directly bordering the New Capital City (IKN). Considering the limited annual sample size (n = 10 years) and the non-normal distribution of burned areas, a non-parametric approach using Spearman's Rank Correlation analysis was applied to evaluate the relationship between hotspot frequency, rainfall, population density, and land fire area. The results indicate that population density shows a strong and statistically significant positive correlation with land fire area ($rs = 0.682$; $p < 0.05$). Hotspot frequency and annual rainfall demonstrate moderate positive correlations but are not statistically significant. The findings suggest that anthropogenic pressure plays a dominant role in controlling land fire occurrence in urban buffer landscapes of Samarinda. This study contributes to urban fire mitigation strategies through the integration of biophysical and social-environmental perspectives.

Key words: Biophysical factors, Anthropogenic factors, Land fire, Spearman correlation, Samarinda

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis faktor biofisik dan antropogenik yang memengaruhi luas kebakaran lahan di Kota Samarinda selama periode 2016–2025. Kebakaran lahan merupakan ancaman ekologis yang terjadi secara berulang pada kawasan perkotaan penyangga yang berbatasan langsung dengan Ibu Kota Nusantara (IKN). Mengingat ukuran sampel tahunan yang terbatas (n = 10 tahun) serta distribusi data luas kebakaran yang tidak berdistribusi normal, penelitian ini menggunakan pendekatan statistik nonparametrik melalui analisis Korelasi Peringkat Spearman untuk mengevaluasi hubungan antara frekuensi hotspot, curah hujan, kepadatan penduduk, dan luas kebakaran lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan penduduk memiliki korelasi positif yang kuat dan signifikan secara statistik terhadap luas kebakaran lahan ($rs = 0{,}682$; $p < 0{,}05$). Sementara itu, frekuensi hotspot dan curah hujan tahunan menunjukkan korelasi positif dengan kekuatan sedang, namun tidak signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa tekanan antropogenik berperan lebih dominan dalam memengaruhi kejadian kebakaran lahan pada lanskap perkotaan penyangga di Kota Samarinda. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi mitigasi kebakaran lahan perkotaan melalui integrasi perspektif biofisik dan sosial-lingkungan.

Kata kunci: faktor biofisik, faktor antropogenik, kebakaran lahan, korelasi Spearman, Samarinda.

PENDAHULUAN

Kota Samarinda sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Timur memiliki posisi strategis dalam sistem perkotaan regional yang berkembang seiring dengan pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN). Perkembangan tersebut perlu diperhatikan karena peningkatan aktivitas perkotaan, pertumbuhan penduduk, pembangunan infrastruktur, dan perubahan penggunaan lahan dapat meningkatkan tekanan terhadap kawasan vegetasi dan lahan terbuka. Dalam konteks Kota Samarinda, perubahan tutupan lahan telah terjadi pada beberapa kawasan, termasuk Sub-DAS Karang Mumus, yang menunjukkan adanya dinamika penggunaan lahan akibat aktivitas antropogenik (Endayani dkk., 2023). Oleh karena itu, peningkatan tekanan antropogenik menjadi salah satu aspek penting dalam memahami dinamika kebakaran lahan di Kota Samarinda. Namun, dinamika perubahan penggunaan lahan dan meningkatnya tekanan antropogenik juga dapat meningkatkan kerentanan lingkungan perkotaan terhadap kejadian kebakaran lahan. Kebakaran merupakan fenomena kompleks yang dipengaruhi oleh interaksi antara kondisi vegetasi, ketersediaan bahan bakar, kondisi meteorologis, dan aktivitas manusia. Pada periode kering, penurunan kelembapan vegetasi dan bahan bakar permukaan dapat meningkatkan kerentanan terhadap penyalaan dan penyebaran api (Gale dkk., 2023). Dalam konteks Kota Samarinda, kondisi tersebut penting diperhatikan karena perubahan tutupan lahan dan aktivitas antropogenik telah menjadi bagian dari dinamika lingkungan kawasan

perkotaan (Endayani dkk., 2023). . Kejadian karhutla di wilayah urban seperti Samarinda tidak hanya merusak sisa vegetasi alami dan menurunkan keanekaragaman hayati lokal, tetapi juga menimbulkan kerugian ekonomi melalui kerusakan properti, emisi gas rumah kaca, serta gangguan kesehatan masyarakat akibat polusi kabut asap (Chukwuma dkk., 2021; Corbea-p, 2026; Desalegn & Mulu, 2021). Oleh karena itu, pengawasan dan mitigasi bencana kebakaran di wilayah ini memerlukan pendekatan ilmiah yang terukur berbasis data empiris (Elbeih, 2021; Endayani dkk., 2019; Endayani dkk., 2022).

Secara saintifik, intensitas kebakaran hutan dan lahan sangat berkaitan erat dengan faktor biofisik lingkungan, khususnya fluktuasi iklim berupa curah hujan (Endayani dkk., 2023; Endayani, Stefano, dkk., 2022; Erdem dkk., 2021). Penurunan curah hujan yang signifikan di bawah ambang batas normal, terutama saat terjadinya fenomena iklim global *El Niño*, menciptakan kondisi defisit air yang parah di permukaan tanah (Feldmeier dkk., 2024; Gale dkk., 2023; Ghoneim dkk., 2022). Kondisi kering ini mempercepat proses pengeringan seresah, ranting, dan akumulasi biomassa lainnya yang bertindak sebagai bahan bakar hutan (*fuel load*), sehingga menjadi sangat sensitif dan mudah tersulut oleh percikan api (Giamberini dkk., 2024; Gürtekin & Gökçe, 2021; Kadafi dkk., 2026). Hubungan negatif antara tingkat curah hujan dan potensi perluasan api menjadikannya sebagai faktor pengendali utama dalam siklus hidrologi dan kerentanan lahan hutan tropis (Larkin dkk., 2021; Li dkk., 2021; Liu dkk., 2021).

Meskipun faktor biofisik menjadi elemen pendukung, fenomena karhutla di kawasan perkotaan seperti Kota Samarinda pada dasarnya tidak dapat dilepaskan dari faktor antropogenik atau aktivitas sosial manusia. Pertumbuhan penduduk yang cepat menimbulkan tekanan demografi yang tinggi terhadap ketersediaan ruang hidup dan kawasan hijau (Livert dkk., 2026; Martins dkk., 2020; Ndehedehe dkk., 2021). Tekanan sosial-ekonomi ini mendorong terjadinya konversi lahan vegetasi secara masif menjadi area pemukiman, kawasan komersial, maupun pertanian urban (Neilson dkk., 2022; Niraula dkk., 2026; Oliveira dkk., 2021). Metode pembakaran sering kali dipilih oleh masyarakat karena dinilai paling efisien dan hemat biaya dalam pembersihan lahan (*land clearing*), yang pada akhirnya meningkatkan risiko pelarian api (*escaped fires*) yang tidak terkendali ke wilayah penyangga akibat kelalaian domestik urban (Quan & Bansal, 2021; Ramírez-san-miguel dkk., 2026; S dkk., 2021).

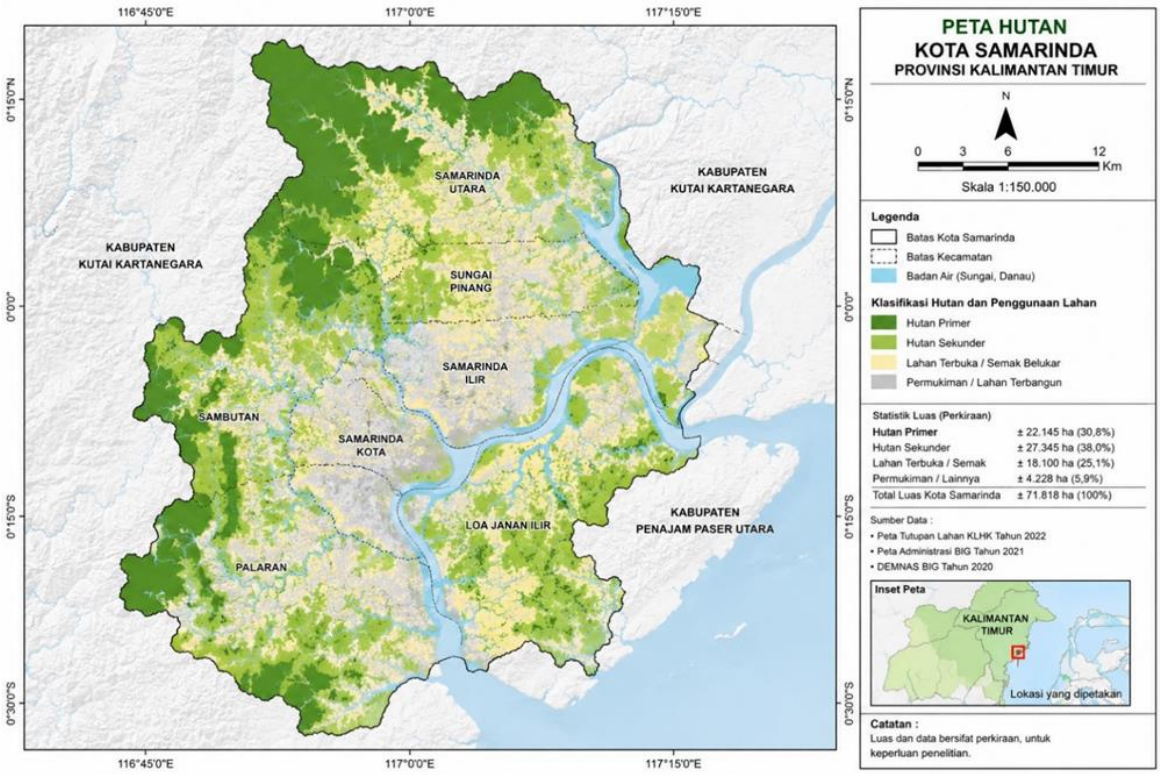
Untuk memantau kejadian kebakaran lahan secara berkelanjutan, teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan melalui deteksi anomali termal atau titik panas (*hotspot*). Data *hotspot* berbasis sensor satelit dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengidentifikasi potensi kejadian kebakaran dan mendukung pemantauan kebakaran pada wilayah yang luas (Stefano dkk., 2021; Taloor dkk., 2021; Tamiru & Wagari, 2021). Fluktuasi jumlah titik panas dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) tertentu secara statistik memiliki korelasi linear yang kuat terhadap luas riil area yang terbakar di lapangan (Wu dkk., 2022; Xu dkk., 2025; Yousef dkk., 2022). Mengingat pentingnya mengintegrasikan aspek alam dan manusia dalam kebijakan mitigasi serta keterbatasan jumlah runtun waktu data makro tahunan, penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi non-parametrik titik panas, curah hujan, dan kepadatan penduduk terhadap luas kebakaran lahan di Kota Samarinda periode 2016-2025 dengan pendekatan koefisien peringkat Spearman (Xu dkk., 2025; Yousef dkk., 2022; Yudhana dkk., 2021).

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengintegrasikan faktor biofisik dan antropogenik untuk menjelaskan kejadian kebakaran lahan pada kawasan perkotaan penyangga Ibu Kota Nusantara (IKN). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menitikberatkan pada faktor iklim atau biofisik secara terpisah, penelitian ini mengevaluasi pengaruh hotspot, curah hujan, dan kepadatan penduduk secara bersamaan menggunakan pendekatan korelasi non-parametrik Spearman berdasarkan data deret waktu periode 2016–2025. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi mitigasi kebakaran lahan berbasis risiko sosial-ekologis di kawasan perkotaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah administratif Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa kota ini bertindak sebagai wilayah urban penyangga utama IKN dengan dinamika kepadatan penduduk tinggi serta catatan historis karhutla yang repetitif. Penelitian ini berlangsung selama 4 (empat) bulan, terhitung mulai bulan Februari 2026 sampai dengan Mei 2026 (Gambar 1).

pISSN 2599 1205, eISSN 2599 1183
DOI: https://doi.org/10.32522/zjax6n13



Gambar 1. Peta Wilayah Studi Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur

Alat dan Bahan Penelitian

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan statistik nonparametrik dengan Koefisien Korelasi Peringkat Spearman. Bahan utama yang digunakan berupa berkas data angka sekunder riil kurun waktu 10 tahun (periode 2016-2025) di Kota Samarinda yang mencakup: (1) Data Luas Kebakaran Lahan (Hektar), (2) Data Jumlah Titik Panas/*Hotspot* sensor MODIS NASA (Unit), (3) Data Rata-rata Curah Hujan (mm/tahun) resmi BMKG, dan (4) Data Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km²) dari BPS.

Jenis dan Metode Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif berbentuk numerik sekunder bertipe *time-series* (deret waktu) tahunan dari tahun 2016 hingga 2025. Data diperoleh sepenuhnya melalui metode dokumentasi dan studi pustaka dari portal resmi SiPongi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk variabel Luas Kebakaran dan *Hotspot*, data BMKG untuk variabel Curah Hujan, serta Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Samarinda untuk variabel Kepadatan Penduduk (Taloor dkk., 2021; Tamiru & Wagari, 2021; Wu dkk., 2022).

Metode Analisis Data

Mengingat ukuran sampel pengamatan tahunan yang terbatas (n = 10) dan sebagian variabel tidak memenuhi asumsi distribusi normal berdasarkan uji Shapiro–Wilk, hubungan antara variabel dianalisis menggunakan Koefisien Korelasi Peringkat Spearman (*Spearman's rank correlation coefficient*). Metode nonparametrik ini digunakan untuk mengevaluasi arah dan kekuatan hubungan monotonik antarvariabel. Pengujian signifikansi dilakukan pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) (Ramírez-san-miguel dkk., 2026; S dkk., 2021; Stefano dkk., 2021). Metode ini berfungsi untuk mengevaluasi kekuatan (keeratan) dan arah hubungan monotonik antar variabel tanpa memerlukan asumsi normalitas data ataupun linearitas ketat. Nilai signifikansi diuji pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Sebelum dilakukan analisis korelasi, data diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro–Wilk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian variabel memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05 sehingga tidak memenuhi asumsi distribusi normal. Oleh karena itu, analisis hubungan antar variabel dilakukan menggunakan Koefisien Korelasi Peringkat Spearman yang sesuai untuk data berdistribusi tidak normal dan ukuran sampel relatif kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

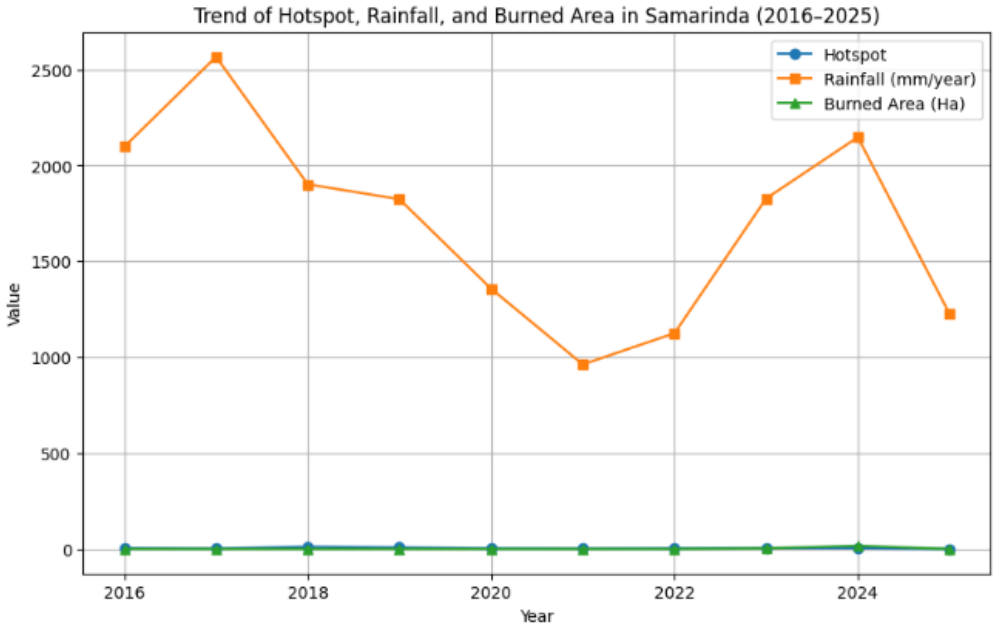
Analisis deskriptif dilakukan pada data sekunder riil terbaru periode 2016-2025. Berikut data sekunder dengan variabel Luas Karhutla (Y), Hotspot (X1), Curah Hujan (X2), dan Kepadatan Penduduk (X3) selama rentan waktu 10 tahun.

Tabel 1. Data Indikator Kebakaran, Biofisik, dan Antropogenik Kota Samarinda (2016-2025)

Tahun	Luas Karhutla (Y) (Ha)	*Hotspot* (X1) (Titik)	Curah Hujan (X2) (mm/tahun)	Kepadatan Penduduk (X3) (Jiwa/Km^2)
2016	0,0	4	2.097,80	1.155,99
2017	0,0	2	2.566,80	1.177,13
2018	0,0	12	1.902,00	1.197,55
2019	0,0	8	1.824.00	1.238,90
2020	0,0	3	1.357.52	1.155,57
2021	0,0	2	962.46	1.160,40
2022	0,0	3	1.125.00	1.165,00
2023	3,1	5	1.827,50	1.187,00
2024	16,5	5	2.147,50	1.197,00
2025	0,0	0	1.226,20	1.208,00

Keterangan: Data di olah dari berbagai sumber.

Berdasarkan Tabel 1, data menunjukkan karakteristik yang sangat spesifik di mana luas kebakaran bernilai nol sepanjang tahun 2016 hingga 2022, lalu mengalami peningkatan luas kebakaran pada tahun 2023 sebesar 3,1 Ha dan mencapai puncaknya pada tahun 2024 sebesar 16,5 Ha sebelum kembali turun ke angka nol pada tahun 2025. Jumlah *hotspot* tertinggi tercatat pada tahun 2018 (12 titik) dan 2019 (8 titik), sementara curah hujan tahunan berkisar antara 962,46 mm (paling kering, tahun 2021) hingga 2.566,80 mm (paling basah, tahun 2017). Kepadatan penduduk terus memperlihatkan tren peningkatan yang stabil dari 1.155,99 jiwa/km² menjadi 1.208,00 jiwa/km² di akhir periode pengamatan.



Gambar 2. Curah Hujan, dan Luas Kebakaran di Kota Samarinda Tahun 2016–2025

pISSN 2599 1205, eISSN 2599 1183
DOI: https://doi.org/10.32522/zjax6n13

Gambar 2 menunjukkan tren temporal jumlah hotspot, curah hujan tahunan, dan luas kebakaran di Kota Samarinda selama periode 2016–2025. Grafik memperlihatkan pola fluktuatif pada hotspot dan curah hujan, sedangkan luas kebakaran mengalami peningkatan pada tahun 2023 dan mencapai puncaknya pada tahun 2024 sebelum kembali menurun pada tahun 2025 (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	Statistik W	p-value	Keterangan
Luas Kebakaran	0,612	0,001	Tidak Normal
Hotspot	0,831	0,037	Tidak Normal
Curah Hujan	0,914	0,284	Normal
Kepadatan Penduduk	0,927	0,361	Normal

Keterangan:Karena terdapat variabel yang tidak berdistribusi normal (p < 0,05), maka analisis hubungan menggunakan Korelasi Spearman.

Pengujian asosiasi non-parametrik menggunakan perangkat statistik melahirkan koefisien korelasi peringkat Spearman (r_s) dan nilai signifikansi (*p-value*) dua arah (*2-tailed*) sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Nilai Koefisien Korelasi *Spearman* (r_s)

Hubungan Analisis Variabel	Koefisien Korelasi (r_s)	Nilai Signifikansi (*p-value*)	Kekuatan Hubungan	Status Hipotesis (α = 5%)
(X1) – (Y)	0,439	0,205	Positif, Sedang	Tidak Signifikan
(X2) – (Y)	0,404	0,247	Positif, Sedang	Tidak Signifikan
(X3) – (Y)	0,682	0,030	Positif, Kuat	Signifikan

Analisis Hubungan Indikator Termal Hotspot dengan Luas Kebakaran.

Hasil perhitungan korelasi peringkat Spearman menunjukkan bahwa variabel Jumlah Titik Panas (*Hotspot*) memiliki nilai koefisien r_s = 0,439 dengan nilai signifikansi sebesar 0,205. Karena nilai 0,205 > 0,05, maka secara statistik formal pada skala makro tahunan, hubungan antara kedua variabel dikategorikan memiliki arah yang positif dengan kekuatan sedang, namun tidak signifikan.

Secara teoritis, kerapatan *hotspot* sebagai indikator radiasi panas permukaan bumi (*heat*) dalam *Fire Triangle Theory* berkorelasi kuat dengan kerusakan vegetasi riil di lapangan. Namun, ketidak-signifikanan secara statistik dalam rentang tahunan data disebabkan oleh fenomena operasional penanggulangan karhutla di lapangan. Pada tahun 2018 dan 2019, satelit MODIS menangkap akumulasi titik panas yang tinggi (12 dan 8 titik), namun catatan Luas Karhutla dari SiPongi tetap berada pada angka 0 Ha. Fenomena ini diduga berkaitan dengan efektivitas upaya pemadaman dini yang dilakukan oleh berbagai pihak terkait sehingga kejadian api yang terdeteksi melalui hotspot tidak berkembang menjadi kebakaran dengan luasan yang signifikan. Namun demikian, dugaan tersebut memerlukan kajian lebih lanjut melalui data operasional penanggulangan kebakaran (*early suppression*) saat api baru menyulut area semak kecil, sehingga luasan lahan terbakar tidak sempat meluas secara masif dan tidak terekam dalam batas minimal luasan pelaporan makro kementerian.

*Analisis Hubungan Faktor Biofisik Curah Hujan dengan Luas Kebakaran***.**

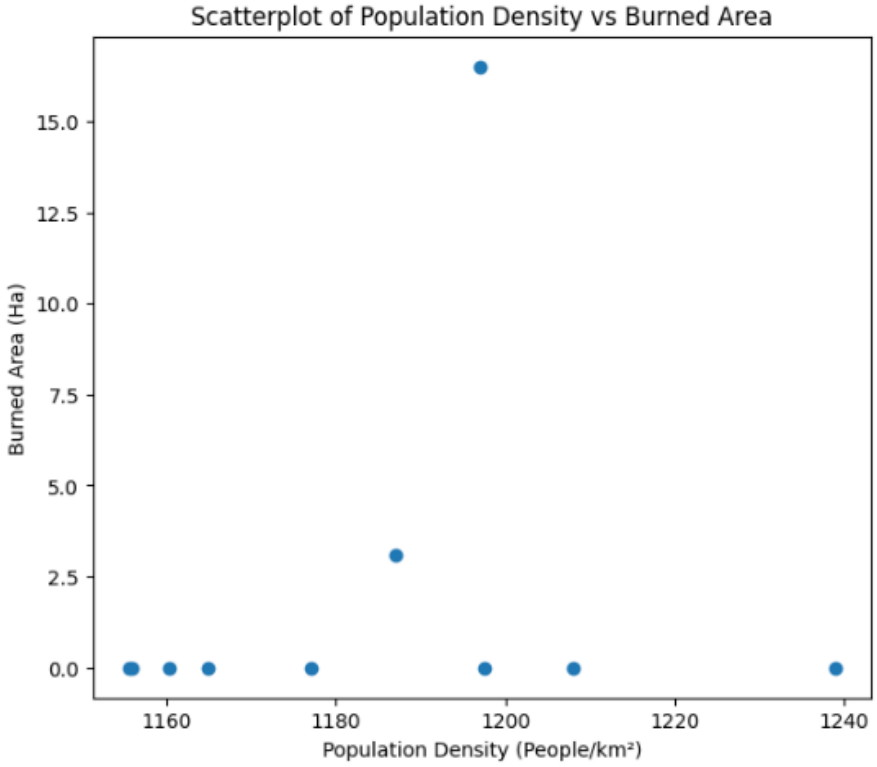
Variabel Curah Hujan menghasilkan koefisien korelasi Spearman sebesar r_s = 0,404 dengan signifikansi 0,247 > 0,05. Hasil data riil terbaru ini menunjukkan arah korelasi yang bernilai positif sedang tetapi ***tidak signifikan*** secara statistik tahunan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan tahunan memiliki hubungan positif sedang namun tidak signifikan terhadap luas kebakaran lahan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa total curah hujan tahunan belum mampu merepresentasikan distribusi hujan musiman secara detail. Kebakaran lahan di kawasan urban tropis lebih dipengaruhi oleh periode kering jangka pendek *(dry spell)* dibandingkan total akumulasi hujan tahunan. Namun, fenomena ini sangat logis karena tahun terjadinya kebakaran masif (2024 dengan 16,5 Ha) justru bertepatan dengan tahun basah yang memiliki curah hujan tahunan total cukup tinggi yaitu 2.147,50 mm. Hal ini membuktikan keterbatasan analisis data agregat tahunan (*time-lag and seasonal masking effects*). Kebakaran lahan hutan tropis urban di Kota Samarinda tidak dikendalikan oleh total volume hujan selama setahun penuh, melainkan

dikendalikan oleh distribusi bulanan. Meskipun total hujan satu tahun tinggi, jika terjadi fase kering ekstrem (*dry spell*) tanpa hujan selama beberapa minggu di bulan tertentu, seresah dan semak belukar sekunder akan mengering secara instan menjadi bahan bakar rapuh (*fuel moisture deficit*). Ketika tersulut aktivitas manusia, kebakaran berskala besar tetap terjadi di tahun tersebut, memunculkan bias korelasi positif pada skala tahunan.

*Analisis Hubungan Faktor Antropogenik Kepadatan Penduduk dengan Luas Kebakaran***.**

Berbeda dengan indikator fisik-alamiah, variabel Kepadatan Penduduk menghasilkan koefisien korelasi Spearman r_s sebesar ***0,682*** dengan nilai signifikansi sebesar ***0,030***. Karena nilai 0,030 < 0,05, hipotesis diterima: terdapat hubungan positif yang kuat dan signifikan secara statistik antara Kepadatan Penduduk dengan Luas Kebakaran Lahan di Kota Samarinda.



Gambar 3. Kepadatan Penduduk dan Luas Kebakaran di Kota Samarinda

Gambar 3 menunjukkan adanya hubungan positif antara kepadatan penduduk dan luas kebakaran lahan. Hasil Korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat dan signifikan antara kepadatan penduduk dan luas kebakaran lahan (rs = 0,682; p = 0,030). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan penduduk **berasosiasi** dengan perubahan luas kebakaran lahan selama periode pengamatan. Namun, hubungan statistik tersebut tidak dapat diinterpretasikan sebagai hubungan sebab-akibat karena penelitian ini menggunakan analisis korelasi dan tidak menerapkan model regresi multivariat maupun analisis kausal. Kepadatan penduduk dalam penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai indikator tekanan antropogenik yang memiliki keterkaitan statistik dengan luas kebakaran lahan. Mekanisme yang mendasari hubungan tersebut, termasuk perubahan penggunaan lahan, aktivitas pembukaan lahan, pembakaran sampah, maupun faktor sosial-ekonomi lainnya, memerlukan pengujian lebih lanjut menggunakan data dengan resolusi temporal dan spasial yang lebih tinggi serta pendekatan analisis multivariat. .

Kepadatan penduduk Kota Samarinda menunjukkan dinamika selama periode 2016–2025 dan pada akhir periode pengamatan tercatat sebesar 1.208,00 jiwa/km². Hasil korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat dan signifikan antara kepadatan penduduk dan luas kebakaran lahan (rs = 0,682; p = 0,030). Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan tekanan antropogenik berpotensi berkaitan dengan meningkatnya kerentanan kebakaran lahan. Pada kawasan perkotaan, kepadatan penduduk dapat meningkatkan intensitas pemanfaatan ruang, kebutuhan lahan permukiman, serta interaksi manusia dengan lahan terbuka dan vegetasi. Namun demikian, hubungan tersebut tidak secara langsung menunjukkan hubungan sebab-akibat, sehingga

pISSN 2599 1205, eISSN 2599 1183
DOI: https://doi.org/10.32522/zjax6n13

mekanisme aktivitas manusia yang memicu kebakaran masih memerlukan verifikasi melalui data penggunaan lahan dan kejadian kebakaran yang lebih rinci. . Tekanan demografis yang tinggi ini menciptakan eskalasi kebutuhan konversi lahan terbuka hijau dan semak belukar perkotaan menjadi areal pemukiman, koridor komersial, maupun utilitas publik.

Metode pembakaran lahan (*slash-and-burn*) dipilih oleh sebagian oknum masyarakat urban pinggiran karena merupakan metode praktis pembersihan lahan (*land clearing*) yang paling murah dan hemat tenaga kerja. Ketika kerapatan penduduk meningkat, frekuensi aktivitas pembukaan lahan secara ilegal ini merambat mendekati batas sabuk hijau hutan sekunder. Dikombinasikan dengan tingginya peluang kelalaian aktivitas perkotaan (*accidental human-caused fires*), seperti pembakaran sampah domestik yang ditinggalkan tanpa pengawasan atau pembuangan puntung rokok di lahan tidur yang kering, faktor antropogenik terbukti menjadi pemicu utama (*primary human driver*) dominan yang mengendalikan perluasan kebakaran lahan di Kota Samarinda selama periode 2016-2025 (Endayani dkk., 2023; Endayani, Stefano, dkk., 2022; Erdem dkk., 2021).

Temuan ini menunjukkan bahwa tekanan antropogenik memiliki kontribusi yang lebih besar dibandingkan faktor biofisik tahunan dalam memengaruhi kejadian kebakaran lahan di kawasan perkotaan. Kondisi tersebut mengindikasikan pentingnya penguatan edukasi masyarakat, pengawasan aktivitas pembukaan lahan, serta peningkatan pengendalian kebakaran pada wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk merupakan faktor yang memiliki hubungan positif kuat dan signifikan terhadap luas kebakaran lahan di Kota Samarinda selama periode 2016–2025. Sebaliknya, hotspot dan curah hujan tahunan menunjukkan hubungan positif sedang namun tidak signifikan secara statistik. Penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk memiliki hubungan positif yang kuat dan signifikan dengan luas kebakaran lahan di Kota Samarinda selama periode 2016–2025 ($r_s = 0{,}682$; $p = 0{,}030$). Sementara itu, hotspot dan curah hujan tahunan menunjukkan hubungan positif sedang, tetapi tidak signifikan secara statistik. Di antara variabel yang diuji, kepadatan penduduk menunjukkan asosiasi statistik paling kuat dengan luas kebakaran lahan. Namun, temuan ini tidak menunjukkan bahwa kepadatan penduduk menyebabkan atau memengaruhi secara langsung kejadian kebakaran karena analisis yang digunakan bersifat korelasional. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data dengan resolusi temporal dan spasial yang lebih tinggi serta pendekatan multivariat atau analisis kausal untuk mengidentifikasi kontribusi relatif dan mekanisme hubungan antarvariabel. Hasil penelitian dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan mitigasi kebakaran lahan yang tidak hanya berfokus pada kondisi iklim, tetapi juga mempertimbangkan tekanan aktivitas manusia dan dinamika kependudukan. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data bulanan atau musiman untuk memperoleh gambaran hubungan yang lebih rinci antara faktor biofisik dan kejadian kebakaran lahan.

DAFTAR PUSTAKA

Aljenaid, S., Abido, M., Redha, G. K., AlKhuzaei, M., Marsan, Y., Khamis, A. Q., Naser, H., AlRumaidh, M., & Alsabbagh, M. (2022). Assessing the spatiotemporal changes, associated carbon stock, and potential emissions of mangroves in Bahrain using GIS and remote sensing data. *Regional Studies in Marine Science*, *52*. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102282

Alqahtany, A. (2023). GIS-based assessment of land use for predicting increase in settlements in Al Ahsa Metropolitan Area, Saudi Arabia for the year 2032. *Alexandria Engineering Journal*, *62*, 269–277. https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.07.020

Bedair, S., Sayed, S. A., & AlMetwaly, W. M. (2022). Enhancing Hybrid Learning using Open Source GIS-Based Maps Archiving System. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *25*(3), 779–793. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.07.003

Brandt, P., Hamunyela, E., Herold, M., Bruin, S. De, Verbesselt, J., & Ru, M. C. (2018). *Agriculture , Ecosystems and Environment Sustainable intensi fi cation of dairy production can reduce forest disturbance in Kenyan montane forests*. *265*(July), 307–319. https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.011

Çetinkaya, C., Erbaş, M., Kabak, M., & Özceylan, E. (2022). A mass vaccination site selection problem: An application of GIS and entropy-based MAUT approach. *Socio-Economic Planning Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101376

Chowdhury, M. S., & Hafsa, B. (2022). Multi-decadal land cover change analysis over Sundarbans Mangrove Forest of Bangladesh: A GIS and remote sensing based approach.

Global Ecology and Conservation, *37*. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02151

Chukwuma, E. C., Okonkwo, C. C., Ojediran, J. O., Anizoba, D. C., Ubah, J. I., & Nwachukwu, C. P. (2021). A Gis Based Flood Vulnerability Modelling Of Anambra State Using An Integrated Ivfrn-Dematel-Anp Model. *Heliyon*, *7*(9). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08048

Corbea-p, A. (2026). *International Journal of Disaster Risk Reduction Integrating physical drivers for wildfire hazard modelling in support of disaster risk reduction : A case study in Castile and ´ n , Spain Le o*. *135*(January).

Desalegn, H., & Mulu, A. (2021). Mapping flood inundation areas using GIS and HEC-RAS model at Fetam River, Upper Abbay Basin, Ethiopia. *Scientific African*, *12*. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00834

Elbeih, S. F. (2021). Evaluation of agricultural expansion areas in the Egyptian deserts: A review using remote sensing and GIS. In *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* (Vol. 24, Issue 3P2, pp. 889–906). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.10.004

Endayani, S., Sadono, R., Kusumandari, A., & Hartono. (2019). Social and economic vulnerability in the sub-watershed of Karang mumus, East Kalimantan Province. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, *25*(2), 93–103. https://doi.org/10.7226/jtfm.25.2.93

Endayani, S., Sadono, R., Kusumandari, A., Hartono, & Baiquni, M. (2022). Horizontal and Vertical Geometric Accuracy of Agisoft Photoscan and Pix4D Mapper Softwares at Kebun Raya Universitas Mulawarman in Samarinda, East Kalimantan, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, *12*(5), 2132–2139. https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.5.16362

Endayani, S., Stefano, A., Fathiah, Hamka, & Lisnawati, A. (2023). Forest Land Change Assessment of Karang Mumus Sub-Watershed Area. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, *29*(1), 35–44. https://doi.org/10.7226/jtfm.29.1.35

Endayani, S., Stefano, A., Fathiah, Purbawati, & Rosanti, I. (2022). Monitoring Forest Area Change Using Quickbird. *Biotropia*, *29*(2), 161–170. https://doi.org/10.11598/btb.2022.29.2.1690

Erdem, F., Atun, R., Yigit Avdan, Z., Atila, I., & Avdan, U. (2021). Drought analysis of Van Lake Basin with remote sensing and GIS technologies. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *24*(3), 1093–1102. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.10.006

Feldmeier, D. E., Schmitz, O. J., Carter, N. H., Masunga, G. S., & Orrick, D. (2024). Predictions & perceptions : A social-ecological analysis of human-carnivore conflict in Botswana. *Biological Conservation*, *294*(July 2023), 110615. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110615

Gale, M. G., Cary, G. J., Dijk, A. I. J. M. Van, & Yebra, M. (2023). Untangling fuel , weather and management effects on fire severity : Insights from large-sample LiDAR remote sensing analysis of conditions preceding the 2019-20 Australian wildfires. *Journal of Environmental Management*, *348*(October), 119474. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119474

Ghoneim, S. M., Yehia, M. A., Salem, S. M., & Ali, H. F. (2022). Integrating remote sensing data, GIS analysis and field studies for mapping alteration zones at Wadi Saqia area, central Eastern Desert, Egypt. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *25*(1), 323–336. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.02.001

Giamberini, M., Marques, E., Fava, F., & Lucas, R. (2024). *Remote sensing of vegetation and soil moisture content in Atlantic humid mountains with Sentinel-1 and 2 satellite sensor data In ˆ*. *163*(July 2023). https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112123

Gürtekin, E., & Gökçe, O. (2021). Estimation of erosion risk of Harebakayiş sub-watershed, Elazig, Turkey, using GIS based RUSLE model. *Environmental Challenges*, *5*. https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100315

Kadafi, B., Morales, C., Gomez-ccochachi, Y. Y., Leidy, N., Victor, W., Aponte, C., Godoy, Q., Or, S. F., Gomez, J. C., Grover, F., Garamendi, R., Ibarra, C., Clemente, S., Díaz, H., Barnes, C. H. W., & Hern, A. D. (2026). *Remote Sensing Applications : Society and Environment Water security and hydrosocial resilience in the Peruvian Andes : Remote sensing and cultural governance in the Razuhuillca watershed*. *41*.

Larkin, A., Gu, X., Chen, L., & Hystad, P. (2021). Predicting perceptions of the built environment using GIS, satellite and street view image approaches. *Landscape and Urban Planning*, *216*. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.10

pISSN 2599 1205, eISSN 2599 1183
DOI: https://doi.org/10.32522/zjax6n13

4257

Li, W., Winter, P. L., Milburn, L. A., & Padgett, P. E. (2021). A dual-method approach toward measuring the built environment - sampling optimization, validity, and efficiency of using GIS and virtual auditing. *Health and Place*, *67*. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102482

Liu, Q., Zhai, G., & Lu, X. (2021). Integrated land-sea surveying and mapping of intertidal zone based on high-definition remote sensing images and GIS technology. *Microprocessors and Microsystems*, *82*. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.103937

Livert, F., Avila, G., Herrera, P., Anasco, L., & Figueroa-aldunce, I. (2026). International Journal of Disaster Risk Reduction When wildfires reward incumbents : Risk exposure and electoral accountability in Chile. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *140*(April), 106146. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2026.106146

Martins, B., Nunes, A., & Lourenço, L. (2020). ScienceDirect The development of gullies in a Mediterranean environment : The example of the Corgo gully (central Portugal). *Energy Reports*, *6*, 794–799. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.004

Ndehedehe, C. E., Onojeghuo, A. O., Stewart-koster, B., Bunn, S. E., & Ferreira, V. G. (2021). Upstream flows drive the productivity of floodplain ecosystems in tropical Queensland. *Ecological Indicators*, *125*, 107546. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107546

Neilson, E. W., Castillo-ayala, C., Beckers, J. F., Johnson, C. A., St-laurent, M. H., Mansuy, N., Price, D., Kelly, A., & Parisien, M. A. (2022). The direct and habitat-mediated influence of climate on the biogeography of boreal caribou in Canada. *Climate Change Ecology*, *3*(June 2021), 100052. https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2022.100052

Niraula, P., Lal, C., & Kumar, R. (2026). Progress in Disaster Science Community resilience to multi-hazard risks : Insights from Narayani. *Progress in Disaster Science*, *29*(January), 100523. https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2026.100523

Oliveira, R. De, Coll, R., Souza, R., Antonio, C., Junior, S., Capristo-silva, G. F., & Lima, M. (2021). *NMDI application for monitoring different vegetation covers in the Atlantic Forest biome , Brazil*. *33*(May). https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100329

Quan, S. J., & Bansal, P. (2021). A systematic review of GIS-based local climate zone mapping studies. In *Building and Environment* (Vol. 196). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107791

Ramírez-san-miguel, V., Chuizaca-espinoza, I. A., Castro-rodas, D., Guimar, Y. C., & Escand, P. (2026). *Assessment of post-fire ecosystem resilience in Andean moorland using remote sensing and statistical modelling*. *23*(May). https://doi.org/10.1016/j.envc.2026.101512

S, S. R., Laura, C. P., Vergara, P. M., Carvajal, M. A., & Alaniz, A. J. (2021). *Agriculture , Ecosystems and Environment Native bees in Mediterranean semi-arid agroecosystems : Unravelling the effects of biophysical habitat , floral resource , and honeybees*. *307*(October 2020). https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107188

Stefano, A., Endayani, S., & Sadono, R. (2021). Combining the Traditional and Modern Architecture in Taman Samarendah Plan, Samarinda City, East Kalimantan Province, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, *11*(2), 705–711. https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.2.8341

Taloor, A. K., Adimalla, N., & Goswami, A. (2021). Remote Sensing and GIS applications in Geoscience. *Applied Computing and Geosciences*, *11*. https://doi.org/10.1016/j.acags.2021.100065

Tamiru, H., & Wagari, M. (2021). Evaluation of data-driven model and GIS technique performance for identification of Groundwater Potential Zones: A case of Fincha Catchment, Abay Basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *37*. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100902

Wu, X., Xu, C., Xu, X., Chen, G., Zhu, A., Zhang, L., Yu, G., & Du, K. (2022). A Web-GIS hazards information system of the 2008 Wenchuan Earthquake in China. *Natural Hazards Research*. https://doi.org/10.1016/j.nhres.2022.03.003

Xu, L., He, Y., Zhang, L., Xu, H., & Tang, C. (2025). Trees , Forests and People Multi-scenario impacts on ecosystem services and relationships in alpine ecosystems : A case study of the Daxing ' anling forest area , Inner Mongolia. *Trees, Forests and People*, *21*(August), 100975. https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100975

Yousef, G. A., Elazony, M. A., Abdelsattar, A., Sewailam, M. M., & Elsaid, O. H. (2022).

Applying an integrated Remote Sensing-GIS approach in the documentation of handicraft centers at New Valley Governorate, Egypt. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *25*(3), 731–739. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.04.004

Yudhana, A., Sulistyo, D., & Mufandi, I. (2021). GIS-based and Naïve Bayes for nitrogen soil mapping in Lendah, Indonesia. *Sensing and Bio-Sensing Research*, *33*. https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100435