

ANALISIS PENGARUH DINAMIKA CUACA TERHADAP DISTRIBUSI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN BERBASIS EKOREGION DI PULAU SUMATRA TAHUN 2016—2023

Oleh Asshaffa Naim
21/478408/GE/09625

INTISARI

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) merupakan salah satu bencana berulang di Pulau Sumatra yang berdampak signifikan terhadap manusia maupun lingkungan. Dinamika cuaca berperan dalam menciptakan kondisi yang menentukan kerentanan suatu area terhadap kemunculan dan penyebaran titik panas karhutla. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mendeskripsikan distribusi spasial dan temporal titik panas berbasis ekoregion di Pulau Sumatra, (2) Menganalisis dinamika spasial dan temporal presipitasi, temperatur, dan kelembapan tanah sebelum kemunculan titik panas berbasis ekoregion di Sumatra, serta (3) Menganalisis hubungan titik panas dengan variabilitas presipitasi, temperatur, dan kelembapan tanah.

Distribusi titik panas dideskripsikan melalui perhitungan akumulasi titik panas tahunan dan bulanan serta pemetaan kepadatan *hotspot* dari FIRMS NASA pada grid berukuran 0.25° . Data curah hujan dan temperatur ERA5, dan kelembapan tanah SMAP diekstrak selama periode pra-karhutla yang telah ditentukan. Rata-rata harian tiap variabel dihitung per piksel grid dan di setiap ekoregion. Hasil perhitungan dipetakan untuk melihat variabilitas spasial dari dinamika cuaca, sedangkan rata-rata harian pada tiap ekoregion divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk dianalisis secara temporal. Metode regresi binomial negatif digunakan untuk menganalisis hubungan titik panas dengan dinamika cuaca secara statistik. Rata-rata parameter cuaca pra-karhutla digunakan sebagai variabel independen, sedangkan jumlah titik panas digunakan sebagai variabel dependen. Hasil regresi meliputi signifikansi, koefisien, dan nilai *Incidence Rate Ratio* (IRR) diinterpretasi sebagai dasar analisis untuk mengetahui besar pengaruh variabel pada tiap ekoregion.

Distribusi titik panas menunjukkan variasi spasial antar ekoregion dengan konsentrasi di pesisir timur Sumatra, terutama pada hutan rawa gambut dan hutan hujan dataran rendah. Secara temporal, jumlah titik panas naik signifikan pada tahun kering seperti 2016, 2018, 2019, dan 2023, dan cenderung terjadi pada puncak atau setelah musim kemarau pada bulan Juli-November. Dinamika ketiga variabel cuaca pra-karhutla relatif konsisten di semua ekoregion, meskipun dengan laju perubahan yang bervariasi. Curah hujan dan kelembapan tanah menunjukkan penurunan, sedangkan temperatur menunjukkan kenaikan. Hasil regresi mengindikasikan bahwa curah hujan berperan dalam menekan kebakaran, terutama di hutan rawa air tawar. Temperatur berpengaruh dalam meningkatkan kebakaran pada ekoregion mangrove paparan sunda dan hutan rawa gambut. Sementara itu, kelembapan tanah menunjukkan efek yang lebih rendah, dibandingkan dua variabel lainnya. Kemunculan titik panas pada ekoregion rawa dan mangrove cenderung lebih sensitif terhadap perubahan curah hujan dan temperatur daripada ekoregion hutan hujan.

Kata kunci : ekoregion, kebakaran hutan dan lahan (karhutla), titik panas (*hotspot*), variabilitas cuaca

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF WEATHER DYNAMICS ON FOREST
AND LAND FIRES DISTRIBUTION BASED ON ECOREGION IN
SUMATRA ISLAND 2016—2023

By Asshaffa Naim
21/478408/GE/09625

ABSTRACT

Forest and land fires is one of the recurring disasters in Sumatra Island that had significant impact for human and the environment. Weather dynamics plays a role in creating conditions that determined the occurrence and spread of fire hotspots. To address that, this study aims to: (1) Describe the spatial and temporal distribution of hotspots in Sumatra Island based on ecoregion, (2) Analyse spatial and temporal dynamics of precipitation, temperature, and soil moisture before hotspot occurrence in Sumatra based on ecoregion, and (3) Analyse the relationship between hotspots with precipitation, temperature, and soil moisture variability based on negative binomial regression.

Hotspot distribution is described by calculating the annual and monthly accumulation of hotspots and by mapping the hotspot density from FIRMS NASA in a 0.25° grid. Next, precipitation and temperature data from ERA5, and soil moisture data from SMAP were extracted on each hotspot during the pre-forest fire period that has been determined. The average of each variable is calculated on each pixel inside every ecoregion. The result on the grid is mapped to saw the spatial variability of weather dynamics, meanwhile the daily average on every ecoregion is visualized in the form of a graph for the temporal analysis. The negative binomial regression method is used to analyse the relationship of hotspots and weather dynamics statistically. The average of pre-forest fire weather parameter is used as the independent variable, whereas the number of hotspots is used as the dependent variable. Regression results including the significance, coefficients, and Incidence Rate Ratio (IRR) value is being interpreted as a basis to analyse how far every weather variable is affecting each ecoregion.

The hotspot distribution shows spatial variation between ecoregions with concentration on the east coast of Sumatra, especially on peat swamp forest and lowland rainforest. Temporally, the number of hotspots is significantly higher on dry years, such as 2016, 2018, 2019, and 2023, and tends to increase at the peak or after the summer season in July-November. The dynamics of the three weather variables pre-forest fires are relatively consistent across all ecoregions, even though the change rate varies between one ecoregion and the other. Precipitation and soil moisture displayed decreasing trend, while temperature is increasing towards hotspot occurrence. Regression results indicates that precipitation tends to suppress forest fire numbers, particularly in freshwater swamp forest. Temperature has a significant effect on increasing fires in Sunda Shelf mangrove and peat swamp forest. Meanwhile, soil moisture shows a smaller effect than the other two variables. The occurrence of hotspots in swamp and mangrove ecoregions tends to be more sensitive to changes in rainfall and temperature than in rainforest ecoregions.

Keyword : ecoregion, forest and land fires, hotspot, weather variability