

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran hutan dan lahan (KARHUTLA) merupakan masalah lingkungan yang sering terjadi pada musim kemarau di Indonesia, terutama pada daerah yang masih memiliki kawasan hutan dan perkebunan seperti Pulau Sumatera dan Kalimantan. Dampak kebakaran hutan dan lahan memiliki spektrum yang luas dan beragam. Sektor transportasi terutama penerbangan menjadi sektor yang sangat terdampak karena asap kebakaran mengganggu jarak pandang mendatar (*visibility*) pada saat pesawat terbang akan lepas landas dan mendarat di bandara. Bahkan di beberapa lokasi, terjadi penutupan bandara akibat pekatnya asap kebakaran hutan dan lahan. Sektor lain yang tidak kalah pentingnya yang terdampak asap adalah sektor Kesehatan. Kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2015 di Provinsi Riau, Jambi dan Sumatera Selatan menyebabkan bencana terburuk dalam 18 tahun terakhir, yang memberikan dampak polusi udara sangat parah di beberapa negara Asia Tenggara (Amri *et al.*, 2024).

Luas kawasan hutan dan lahan terbakar selama periode Januari hingga September 2023 di Provinsi Jambi mencapai 335 hektare lebih dan tersebar di 27 titik. Berdasarkan data dan catatan Satgas KARHUTLA Jambi lewat aplikasi KARHUTLA di Provinsi Jambi, kawasan yang paling banyak terbakar di Kabupaten Batang Hari, Tebo, Merangin, Bungo, Muaro Jambi, Tanjung Jabung Barat dan Tanjung Jabung Timur serta Sarolangun. Rincian total luasan wilayah yang terbakar di Provinsi Jambi pada Kabupaten Batang Hari seluas 111,14 ha, Sarolangun 40,02 ha, Tebo 31,20 ha, Tanjung Jabung Barat 16,13 ha, Merangin 9,80 ha, Bungo 9,45 ha, Muaro Jambi 7 ha dan Kabupaten Tanjung Jabung Timur 4,80 ha. (Mairiadi, 2023).

Di Provinsi Jambi, kebakaran hutan dan lahan terjadi hampir setiap tahun, terutama pada musim kemarau yang dipengaruhi oleh peristiwa global bernama El Nino (peristiwa yang ditandai oleh peningkatan suhu muka laut di Samudera Pasifik bagian Tengah hingga Timur, yang mengakibatkan penurunan curah hujan yang signifikan pada wilayah Indonesia bagian Barat) terjadi. Citra satelit membantu

menemukan titik-titik kebakaran (*hotspot*) dimana untuk Provinsi Jambi sebagian besar *hotspot* terdeteksi pada lahan gambut. Provinsi Jambi memiliki lahan gambut ke-3 terluas di pulau Sumatera. Luas area lahan gambut di Provinsi Jambi mencapai 736.227,20 ha atau sekitar 14% dari luas Provinsi Jambi (Haryadi et.al., 2019).

Dampak dari kebakaran tersebut menyebabkan potensi kerugian yang tidak dapat diukur secara finansial, seperti hilangnya keanekaragaman hayati, perubahan ekosistem dan lingkungan, serta kemungkinan terganggunya habitat satwa liar (Ramadani et.al., 2023), juga berdampak pada negara-negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura karena asap yang menyebar dari kebakaran tersebut (Amri, 2020). Selain itu, kebakaran hutan dan lahan juga menghasilkan emisi besar gas karbon dioksida serta polutan atmosfer lainnya. Kebakaran ini menyebabkan konsentrasi partikulat (*particulate matter/PM*) dengan berbagai ukuran meningkat seperti PM_{2,5}, yaitu partikulat dengan ukuran $\leq 2,5$ mikrometer (Yulianti, 2018).

PM_{2,5} merupakan salah bentuk polutan udara yang memiliki andil terhadap kematian 7 juta orang per tahun karena paparan polusi udara (WHO, 2012). KARHUTLA menyebabkan dan penurunan kualitas udara yang signifikan, diantaranya melalui lonjakan konsentrasi PM_{2,5} yang melewati ambang batas sehat ($\leq 15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), yang berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat di Provinsi Jambi, khususnya peningkatan penyakit pernafasan. Dinas Kesehatan Kota Jambi mencatat 10 ribuan warga terserang Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) sepanjang bulan Juli dan Agustus 2023. Jumlah kasus ISPA di Kota Jambi pada bulan Juli mencapai 5.310 kasus sementara bulan Agustus meningkat menjadi 5.477. (Tim detikSumbagsel, 2023 Oktober 2).

Kebakaran hutan dan lahan tidak saja menghasilkan partikel-partikel berbagai ukuran, yang memiliki karakteristik kimiawi tertentu, namun pembakaran biomassa (vegetasi hutan dan tanaman produksi) juga mengemisikan berbagai macam gas baik polutan maupun gas rumah kaca. Partikel-partikel hasil kebakaran didominasi oleh karbon organik (*organic carbon*) dan karbon hitam (*black carbon*) yang mendorong percepatan perubahan iklim melalui *global warming* (Yokelson, 2007; Ditas, 2018). Gas polutan tersebut meliputi diantaranya Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), dan Karbon Monoksida (CO). Gas-gas tersebut bersifat beracun sehingga membahayakan kesehatan pada

konsentrasi tertentu. Sedangkan gas rumah kaca meliputi antara lain Karbon Dioksida (CO_2) dan Metana (CH_4). Gas-gas ini tidak beracun, namun memiliki dampak yang besar terhadap perubahan iklim dalam jangka panjang. Gas polutan dan gas rumah kaca tersebut akan membentuk sifat kimiawi atmosfer pada periode kebakaran yang kemungkinan besar sangat berbeda dengan kondisi non kebakaran.

Peningkatan jumlah partikel di atmosfer akibat KARHUTLA, selain meningkatkan konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$, juga mempengaruhi nilai *Aerosol Optical Depth* (AOD) yang mewakili sifat optik atmosfer. Aerosol merupakan seluruh partikel padat dan cair yang tersuspensi di atmosfer. Partikel padat berasal dari sumber-sumber alami seperti gunung berapi, debu gurun, pasir pantai, serbuk sari, percikan ombak laut, dan sebagainya. Sumber aerosol juga berasal dari antropogenik (aktivitas manusia) seperti pembakaran bahan bakar fosil, kebakaran hutan dan lahan, konstruksi, dan lain-lain. Keberadaan aerosol di atmosfer menghalangi radiasi sinar matahari yang menyebabkan penurunan intensitas sinar matahari langsung yang diterima permukaan bumi. Semakin banyak aerosol di atmosfer, semakin tinggi nilai AOD yang diukur oleh Sunphotometer, dan demikian juga sebaliknya.

Penelitian ini menitikberatkan pada analisa sifat fisik dan optik atmosfer. Sifat fisik diwakili oleh konsentrasi ambient $\text{PM}_{2,5}$, dan sifat optik diwakili oleh AOD, untuk memberikan gambaran perbedaan parameter-parameter tersebut pada periode tahun 2022-2024. Analisa lanjutan akan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$ dan AOD sehingga diperoleh persamaan empiris yang berguna untuk mengestimasi konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$ meskipun tidak ada peralatan pengukur $\text{PM}_{2,5}$. Ketersediaan data AOD yang berasal dari berbagai satelit dapat diakses publik dengan mudah, sehingga dengan menggunakan persamaan empiris tersebut, konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$ dititik manapun dapat diestimasi selama data AOD satelit pada titik tersebut diketahui. Disamping itu, data AOD satelit juga berguna untuk mengetahui sebaran estimasi konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$ pada suatu wilayah.

Stasiun Meteorologi Sultan Thaha yang merupakan Unit Pelayanan Terpadu Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika di Kota Jambi memiliki peralatan yang lengkap untuk mengamati konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$, AOD, dan sifat kimiawi atmosfer. Pengukuran sifat kimiawi atmosfer diukur melalui air hujan. Air hujan

akan melarutkan partikel dan berinteraksi dengan gas-gas di atmosfer, lalu diambil sampelnya untuk diteliti kandungan kimiawinya. Pengukuran AOD dilakukan dengan peralatan Sunphotometer yang merupakan jaringan global Aerosol Robotic Network (AERONET) milik lembaga antariksa Amerika Serikat NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Sedangkan $PM_{2,5}$ diukur dengan Analyzer BAM 1020 yang memberikan konsentrasi ambient $PM_{2,5}$ setiap jam.

Penelitian ini lahir dari pemikiran baru tentang pentingnya penelitian aerosol melalui analisis sifat fisik (diwakili konsentrasi $PM_{2,5}$) dan optik (diwakili AOD) pada periode tahun 2022-2024. Sebagian besar penelitian AOD yang menggunakan data satelit saat KARHUTLA secara umum tanpa melakukan validasi silang dengan data in-situ seperti AERONET. Selain itu, pendekatan konversi AOD ke $PM_{2,5}$ belum banyak diterapkan di Indonesia. Keterbatasan alat pemantau $PM_{2,5}$ in-situ yang mahal menjadi hambatan utama dalam mendapatkan distribusi spasial $PM_{2,5}$. Penelitian ini penting dilakukan untuk memanfaatkan data AOD dari AERONET dan satelit Terra-Aqua yang dilengkapi dengan sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) milik NASA sebagai pendekatan alternatif dalam mengetahui konsentrasi $PM_{2,5}$ selama peristiwa KARHUTLA. MODIS menyediakan AOD diatas daratan dan lautan pada siang hari sebanyak 2 kali, yaitu sekitar pukul 10.00-12.00 WIB dan 12.30 – 14.30 WIB (Hu. Et.al., 2014).

Kemudahan akses data AOD dari berbagai satelit memberikan kesempatan publik untuk mengestimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ beserta sebarannya, dari hasil konversi data AOD dan $PM_{2,5}$ in-situ. Estimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ tersebut dapat digunakan untuk menentukan kategori kualitas udara di lokasi tersebut, meskipun tidak ada peralatan pengukur $PM_{2,5}$, sehingga upaya kesiapsiagaan menghadapi dampak KARHUTLA terhadap kesehatan dapat segera ditetapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Kebakaran hutan dan lahan merupakan bencana ekologis lingkungan yang hampir setiap tahun terjadi di Provinsi Jambi, terutama selama musim kemarau. Asap hasil kebakaran biomassa tumbuhan hutan, tanaman produksi, dan gambut kering mengemisikan partikel-partikel dan berbagai macam gas ke atmosfer dalam jumlah yang sangat besar. Partikel-partikel menyebabkan peningkatan konsentrasi $PM_{2,5}$ yang menurunkan status kualitas udara menjadi tidak sehat sampai

berbahaya. Peningkatan jumlah partikel juga meningkatkan jumlah aerosol di atmosfer, menghalangi intensitas radiasi langsung sinar matahari yang diterima permukaan bumi sehingga meningkatkan nilai AOD dan ukuran optik partikel yang diwakili oleh parameter *Angstrom Exponent* (AE).

Status kualitas udara perlu disampaikan kepada masyarakat secara kontiniu, khususnya pada saat terjadi KARHUTLA. Berbagai keterbatasan (ketersediaan peralatan, anggaran biaya, dll) menjadi kendala untuk dapat menginformasikan status kualitas udara di masyarakat. Hasil estimasi konsentrasi $PM_{2,5}$, yang merupakan parameter pencemar udara paling berpengaruh terhadap kesehatan manusia harus disampaikan kepada publik tiap jam selama 24 jam.

Ketersediaan data AOD yang berasal dari berbagai satelit dapat diakses publik dengan mudah dapat dijadikan acuan untuk mengestimasi kosentrasi $PM_{2,5}$, sehingga kategori kualitas udara berdasarkan konsentrasi $PM_{2,5}$, dapat disampaikan kepada publik tiap jam selama 24 jam meskipun tidak memiliki peralatan pengukur $PM_{2,5}$.

Dari uraian yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan permasalahan dalam penelitian ini yaitu mencakup beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Bagaimana sumber dan dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, status kualitas udara, nilai AOD dan AE?
- 2) Bagaimana hubungan antara konsentrasi $PM_{2,5}$ dengan nilai AOD berdasarkan pengukuran in-situ?
- 3) Bagaimana cara mengestimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ meskipun tidak ada pengukuran in-situ?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis sumber dan dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, status kualitas udara, nilai AOD dan AE;
- 2) Menganalisis hubungan antara konsentrasi $PM_{2,5}$ dan AOD berdasarkan pengukuran in-situ;
- 3) Melakukan estimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ menggunakan AOD MCD19A2 berdasarkan persamaan empiris hubungan $PM_{2,5}$ dan AOD dari pengukuran in-situ;

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian yang ingin dicapai maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pemangku kepentingan dan masyarakat luas antara lain:

- 1) Menambah wawasan dan pengetahuan ilmiah mengenai sumber dan dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, kategori kualitas udara berdasarkan konsentrasi $PM_{2,5}$, nilai AOD, dan AE;
- 2) Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode konversi AOD menjadi estimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ yang dapat digunakan untuk memperkirakan konsentrasi dan distribusi $PM_{2,5}$ pada lokasi dimana saja yang tidak ada peralatan pemantau konsentrasi $PM_{2,5}$ dengan memanfaatkan data AOD dari satelit; dan
- 3) Menyediakan data dan analisis yang dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam mengambil kebijakan upaya kesiapsiagaan menghadapi dampak KARHUTLA terhadap kesehatan.