

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebakaran lahan di Indonesia yang terjadi dalam kurun waktu tahun 2015-2019 mencapai 4,4 juta ha dengan 50% diantaranya merupakan lahan gambut, bahkan sekitar 18% dari lahan yang terbakar mengalami kebakaran berulang (Irawan, 2021). Laporan World Bank (2016) menyampaikan bahwa kebakaran hutan dan lahan tahun 2015 menjadi salah satu kebakaran terbesar di Indonesia pasca kebakaran tahun 1997/1998, yang mengakibatkan kerugian global hingga Rp 221 triliun atau setara 16,1 miliar dolar AS. Lalu Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) juga mencatat setengah juta orang masuk rumah sakit serta puluhan orang meninggal karena kebakaran lahan (Irawan, 2021).

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) mengemukakan bahwa tahun 2015-2019 menjadi catatan kelam bagi Provinsi Jambi dalam rentang tahun tersebut terjadi kebakaran seluas 238.401,3 ha (WALHI, 2023). Luasan tersebut 67% (158.971 ha) areal terbakar berada pada areal gambut dan sisanya 33% (79.430,3 ha) pada areal mineral. Data Dinas Kehutanan Provinsi Jambi menyampaikan 80% dari 900 ribu hektare total luas lahan gambut di Jambi rusak akibat kebakaran pada tahun 2015. Kondisi ini semakin parah karena kebakaran terus berulang di tahun selanjutnya. Besarnya angka kebakaran lahan gambut di Provinsi Jambi terjadi karena Provinsi Jambi memiliki luas area lahan gambut mencapai 736.227,20 ha atau sekitar 14% dari luas Provinsi Jambi (Zainuddin et al., 2019).

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) menyampaikan bahwa salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap kebakaran lahan gambut adalah rendahnya tinggi muka air (BRIN, 2024). Pemerintah telah menerbitkan berbagai regulasi dalam upaya untuk melindungi ekosistem gambut, seperti Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2016 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut. Ekosistem gambut dengan fungsi budidaya dinyatakan rusak apabila Tinggi Muka Air (TMA) tanah lebih dari - 0,4 meter di bawah permukaan gambut.

TMA mengalami kenaikan dan penurunan salah satunya dipengaruhi oleh faktor iklim. Penelitian oleh Putra dan Puspawati (2020) menunjukkan bahwa perubahan iklim berkontribusi terhadap penurunan TMA yang memicu meningkatkan jumlah titik panas di lahan gambut, sehingga memperbesar potensi terjadinya kebakaran. Temuan serupa juga dikemukakan oleh Suwananda et al. (2024), yang menyatakan bahwa penurunan kelembapan tanah gambut berkaitan erat dengan rendahnya TMA akibat pengaruh perubahan iklim.

Unsur iklim utama yang memengaruhi TMA adalah curah hujan, suhu, dan kelembapan udara. Curah hujan yang tinggi cenderung meningkatkan pasokan air ke permukaan tanah dan kanal, sementara suhu yang tinggi dapat mempercepat proses penguapan, sehingga berpotensi menurunkan TMA (Putra & Puspawati, 2020). Sebaliknya, kelembapan udara yang tinggi dapat memperlambat proses pengeringan lahan, yang pada akhirnya membantu mempertahankan kadar air tanah lebih lama (Firmansyah et al., 2024). Kombinasi ketiga unsur iklim ini membentuk hubungan yang bersifat kompleks dan *non linear* di mana efek masing-masing variabel saling berinteraksi dan tidak selalu mengikuti pola yang tetap atau linier.

Kompleksitas tersebut tercermin dalam data rata-rata bulanan TMA tahun 2019 di Provinsi Jambi, yang menunjukkan bahwa fluktuasi TMA tidak mengikuti pola hubungan linier terhadap variabel iklim. Sebagai contoh, pada bulan Februari, curah hujan sebesar 21,824 mm dengan suhu 26,321°C dan kelembapan udara 89,25% menghasilkan TMA positif sebesar 0,157 meter. Namun pada bulan Juni, meskipun kelembapan masih tinggi (85,5%), rendahnya curah hujan sebesar 6,300 mm dan suhu yang meningkat menjadi 27,467°C menyebabkan penurunan signifikan pada TMA menjadi -0,292 meter. Hal serupa terjadi pada bulan Oktober, di mana curah hujan meningkat sedikit menjadi 6,909 mm, suhu menurun menjadi 26,748°C, dan kelembapan naik menjadi 84,355%, namun TMA tetap berada di level negatif yaitu -0,303 m. Variasi ini memperlihatkan bahwa perubahan TMA tidak dapat dijelaskan hanya oleh satu variabel secara terpisah. Sebaliknya, perubahan TMA merupakan hasil dari interaksi yang kompleks antar variabel iklim, yang saling memengaruhi secara tidak linier.

Kerumitan hubungan ini menuntut penggunaan metode analisis yang mampu menangkap dinamika interaktif dan non-linier antar variabel iklim secara lebih akurat. Pendekatan konvensional seperti regresi linier cenderung tidak memadai karena keterbatasannya dalam merepresentasikan hubungan yang kompleks dan interdependen. Sehingga diperlukan metode yang dapat sesuai dengan karakteristik data *non linier* serta mampu mengakomodasi interaksi antar variabel secara simultan.

Pendekatan yang umum digunakan dalam analisis data yang kompleks dan *nonlinear* adalah *machine learning*. Berbeda dengan pendekatan statistik konvensional, metode *machine learning* tidak mengharuskan adanya asumsi linieritas atau distribusi tertentu pada data, sehingga lebih fleksibel dalam menangkap pola-pola tersembunyi dan interaksi antar variabel. Pada analisis TMA yang dipengaruhi oleh unsur iklim seperti curah hujan, suhu, dan

kelembapan udara, pendekatan ini dinilai lebih adaptif terhadap dinamika sistem yang tidak sederhana.

Salah satu metode dalam *machine learning* yang memenuhi kriteria tersebut adalah *Random Forest Regression*. Metode ini merupakan pendekatan berbasis ensemble learning yang menggabungkan sejumlah pohon keputusan (*decision trees*) untuk membuat model prediksi yang lebih stabil dan akurat. Model *Random Forest Regression* memiliki kemampuan untuk memetakan hubungan *non-linier* dalam data, serta secara efektif menangani interaksi antar variabel independen tanpa perlu mengandalkan asumsi-asumsi statistik klasik. Kemampuan model ini dalam menyederhanakan kompleksitas hubungan antar variabel menjadikannya relevan dan sesuai untuk diterapkan dalam analisis TMA pada lahan gambut (Mahesti et al., 2022).

Penelitian sebelumnya oleh Romadhoni & Ayu (2024) menggunakan metode *Random Forest Regression* untuk mengestimasi kelembapan tanah gambut dengan memanfaatkan data observasi kelembapan tanah sebagai TMA dan data satelit seperti curah hujan (CHIRPS), serta *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI), *Normalized Difference Soil Index* (NDSI), dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) yang diekstrak dari satelit Landsat 8 sebagai data independen. Pada penelitian ini model *Random Forest Regression* yang telah dibuat menunjukkan kinerja yang baik dalam memprediksi kelembapan tanah. Penelitian lainnya oleh Firmansyah et al., (2024) mengenai metode *Random Forest* yang digunakan untuk prediksi kebakaran lahan gambut di kabupaten Okan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan, faktor-faktor yang digunakan untuk memprediksi kebakaran hutan meliputi data titik panas, yang mengidentifikasi lokasi-lokasi berpotensi terjadi kebakaran, serta data iklim yang mencakup curah hujan, suhu, kelembapan, dan sinar matahari. Pada penelitian ini model *Random Forest* yang telah dibuat efektif dalam mengklasifikasikan data kebakaran, dengan hasil evaluasi yang menunjukkan kinerja yang baik.

Metode *Random Forest Regression* merupakan pendekatan machine learning yang bekerja dengan membangun sejumlah pohon keputusan (*decision trees*), di mana setiap pohon menyusun aturan pembagian data yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan prediksi (Darmawan et al., 2023). Pada penelitian ini, setiap pohon mengevaluasi pengaruh variabel-variabel iklim, seperti curah hujan, suhu, dan kelembapan udara, terhadap TMA. Metode ini menghasilkan model prediktif yang terdiri dari banyak pohon keputusan yang dibangun secara paralel menggunakan teknik *bootstrap sampling*. Karakteristik model ini yang terdiri atas banyak pohon keputusan memungkinkan

penangkapan pola hubungan antar variabel secara lebih akurat, terutama dalam kondisi data yang bersifat non-linier dan kompleks (Dwiyanti & Prianto, 2023). Selain itu, model *Random Forest Regression* juga memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap TMA, sehingga dapat menunjang proses seleksi variabel yang relevan dan interpretasi hasil yang lebih informatif (Mahmuda, 2024). Sehingga metode *Random Forest Regression* digunakan dalam penelitian ini untuk membangun model prediksi TMA yang mampu merepresentasikan hubungan dinamis antara unsur-unsur iklim dengan lebih baik. Berdasarkan latar belakang, penelitian ini menerapkan metode *Random Forest Regression* untuk membuat model prediksi TMA berdasarkan data curah hujan, kelembapan udara dan suhu di Provinsi Jambi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *Random Forest Regression* dalam membangun model prediksi tinggi muka air yang dapat mendukung pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan di Provinsi Jambi?
2. Apa unsur iklim yang memiliki pengaruh signifikan terhadap tinggi muka air ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan model prediksi tinggi muka air berbasis *Random Forest Regression* yang dapat mendukung pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan.
2. Mengidentifikasi faktor iklim yang memiliki pengaruh signifikan terhadap tinggi muka air.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Menambah wawasan dan literatur ilmiah mengenai hubungan antara variabel iklim dan tinggi muka air di lahan gambut, khususnya di Provinsi Jambi dan mengembangkan penerapan metode *Random Forest Regression* untuk analisis data lingkungan, sehingga memberikan referensi baru bagi penelitian serupa di masa depan.

2. Manfaat Praktis

Mendukung upaya restorasi dan pengambilan keputusan berbasis data untuk strategi mitigasi dan adaptasi terhadap kawasan lahan gambut.

3. Manfaat Kebijakan

Memberikan masukan kepada pemerintah daerah dan lembaga terkait untuk mengembangkan kebijakan berbasis sains dalam pengelolaan ekosistem gambut.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan-batasan yang bertujuan untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih terfokus dan relevan dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah gambut yang menjadi lokasi penelitian ini merupakan wilayah gambut yang merupakan titik restorasi oleh Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM) di Provinsi Jambi, yaitu kabupaten Muaro Jambi, Tanjung Jabung Barat, dan Tanjung Jabung Timur.
2. Penelitian ini hanya menerapkan metode *Random Forest Regression* untuk membuat model prediksi tinggi muka air yang bertujuan untuk mengetahui akurasi dari model, dan mengidentifikasi unsur iklim yang memiliki pengaruh signifikan terhadap tinggi muka air.