

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalimantan merupakan pulau terbesar ketiga di dunia dan terluas di Indonesia, membentang di sekitar garis khatulistiwa. Luasnya sekitar 743.330 km² dan terbagi menjadi lima provinsi: Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Utara. Pulau Kalimantan terletak pada zona *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ). ITCZ merupakan daerah pertemuan angin pesat dari belahan bumi utara dan selatan yang menyebabkan udara naik secara konstan, sehingga terbentuk awan-awan konveksif yang intensif. Kondisi ini menyebabkan curah hujan di Kalimantan tinggi sepanjang tahun, dengan rata-rata curah hujan tahunan berkisar dari 2655 mm hingga mencapai 3582 mm (Sa'adi dkk., 2021). Tingginya curah hujan ini tidak hanya memberikan kelembapan yang melimpah bagi ekosistem, tetapi juga menjadikan Kalimantan sebagai wilayah dengan variabilitas hujan yang kompleks. Variabilitas yang dimaksud di sini adalah perubahan pola hujan yang terjadi dalam skala waktu harian (diurnal) maupun musiman, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pemanasan permukaan, sirkulasi angin lokal, dan sistem atmosfer skala besar. Variabilitas ini memiliki peran penting dalam mengontrol sistem hidrologi sungai-sungai besar seperti Kapuas, Mahakam, dan Barito yang menjadi sumber air utama bagi masyarakat dan menopang ekosistem hutan hujan tropis.

Variabilitas curah hujan di Kalimantan tidak hanya terbatas pada tingginya curah hujan tahunan, tetapi mencakup perubahan pola hujan antar musim dan antar waktu dalam sehari. Pada musim hujan, curah hujan dapat mencapai lebih dari 12 mm per hari di wilayah utara dan barat laut, sedangkan pada musim kemarau turun drastis hingga dibawah 6 mm per hari di wilayah selatan dan timur. Secara diurnal, hujan umumnya mulai berkembang pada siang hari di wilayah daratan, mencapai puncaknya pada sore hingga malam hari, kemudian melemah menjelang dini hari. Perubahan pola ini berdampak signifikan terhadap lingkungan serta kondisi sosial ekonomi masyarakat, terutama melalui peningkatan kejadian bencana hidrometeorologi seperti banjir dan kekeringan. Salah satu peristiwa signifikan

terjadi pada tahun 2021, ketika banjir besar melanda Provinsi Kalimantan Selatan, terutama di wilayah Barito, Tanah Laut, dan Banjar. Banjir ini merupakan bencana terbesar dalam kurun waktu 50 tahun terakhir dan mengakibatkan lebih dari 100.000 penduduk terpaksa mengungsi serta menimbulkan kerugian sosial dan ekonomi yang besar (Arrashid dkk., 2023). Selain itu, pada tahun 2023 hingga 2024 terjadi kekeringan musiman yang diperparah oleh fenomena El Niño, sehingga memicu kondisi kekeringan ekstrem di beberapa wilayah Kalimantan. Banyaknya kejadian bencana ini menunjukkan bahwa pemahaman mengenai karakteristik dan mekanisme pengontrol curah hujan di Kalimantan masih belum optimal. Jika mekanisme pengontrol hujan dipahami dengan baik, maka prediksi terhadap kejadian hujan ekstrem dapat dilakukan lebih akurat sehingga mitigasi bencana dapat direncanakan secara lebih efektif.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji bagaimana karakteristik curah hujan di Kalimantan, khususnya terkait variasi diurnal dan distribusi spasial hujan. Beberapa studi menunjukkan bahwa Kalimantan memiliki siklus diurnal curah hujan yang kuat, dengan perbedaan waktu puncak hujan antara wilayah pesisir dan pedalaman akibat pengaruh pemanasan permukaan dan sirkulasi lokal (Ichikawa dan Yasunari, 2006 ; Nuryanto, 2012 ; Takahashi dkk., 2016 ; Kawano dan Kawamura, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Ichikawa dan Yasunari (2006), pola diurnal hujan di wilayah *Maritime Continent* menunjukkan peningkatan aktivitas konveksi pada sore hingga malam hari, yang dipengaruhi oleh proses pemanasan permukaan dan pengaruh sirkulasi besar skala besar. Penelitian yang dilakukan oleh Nuryanto (2012) menemukan bahwa adanya perbedaan fase puncak hujan antara wilayah pesisir dan pedalaman Kalimantan yang dipengaruhi oleh sirkulasi lokal. Sementara itu, penelitian Takahashi dkk. (2016) dan Kawano dan Kawamura (2020) menunjukkan bahwa perambatan hujan diurnal di Kalimantan berkaitan erat dengan interaksi antara konveksi lokal dan sirkulasi regional. Penelitian terbaru dari Sari dkk. (2025) yang secara spesifik meneliti Kalimantan menemukan bahwa variasi diurnal lebih dipengaruhi oleh frekuensi kejadian hujan (PF) daripada intensitas hujan (PI). Namun demikian, sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada analisis statistik curah hujan, seperti pola rata-

rata, frekuensi kejadian hujan, atau distribusi spasial, dan belum membahas secara mendalam mekanisme dinamika dan termodinamika atmosfer yang mendasarinya. Kekurangan dari pendekatan statistik saja yaitu hanya menggambarkan apa yang terjadi tanpa menjelaskan mengapa hal itu terjadi. Misalnya, penelitian dapat menunjukkan bahwa hujan tinggi terjadi pada sore hari, tetapi tidak menjelaskan proses fisika apa yang menyebabkannya. Pendekatan serupa untuk di wilayah tropis lain, seperti yang dilakukan oleh Huang dkk. (2023) dan Ayala dan Tejeda (2023) menunjukkan bahwa variasi diurnal curah hujan sangat dipengaruhi oleh pemanasan permukaan, konvergensi angin, gerak vertikal udara, dan transport uap air. Pendekatan serupa masih jarang diterapkan secara khusus di wilayah Kalimantan.

Selain faktor lokal, fenomena laut-atmosfer skala global seperti *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) juga diketahui memengaruhi curah hujan di Indonesia, termasuk Kalimantan (Aslam, 2018 ; Wahid, 2017 ; Zhu dkk., 2017). Pada fase La Niña, curah hujan di Kalimantan cenderung meningkat dan sering dikaitkan dengan kejadian hujan lebat serta banjir. Sebaliknya, fase El Niño sering dihubungkan dengan penurunan curah hujan dan meningkatnya risiko kekeringan serta kebakaran hutan. Pemahaman tentang fenomena-fenomena ini penting karena dapat membantu dalam prediksi musim dan perencanaan mitigasi bencana.

Perubahan iklim global turut berpotensi memperkuat variabilitas curah hujan di wilayah tropis. Peningkatan suhu permukaan laut dan kandungan uap air di atmosfer dapat memengaruhi intensitas konveksi dan kestabilan atmosfer, yang pada akhirnya berdampak pada pola hujan musiman dan kejadian hujan ekstrem. Dalam konteks ini, Kalimantan menjadi wilayah yang penting untuk dikaji karena sensitivitasnya terhadap perubahan kondisi laut-atmosfer.

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat celah penelitian terkait pemahaman mekanisme fisika atmosfer yang mengontrol perubahan curah hujan musiman dan diurnal di Kalimantan. Penelitian ini diarahkan untuk mengisi celah tersebut dengan menganalisis karakteristik curah hujan serta mengkaji peran faktor-faktor atmosfer, seperti pemanasan permukaan, sirkulasi angin, gerak vertikal

udara, dan transport uap air. Dengan memanfaatkan data satelit curah hujan dan data reanalisis atmosfer, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai keterkaitan antara variabilitas curah hujan dan dinamika atmosfer tropis di wilayah Kalimantan.

1.2 Tujuan Penelitian

Secara rinci, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis variasi diurnal dan musiman curah hujan di wilayah Kalimantan berdasarkan data satelit IMERG.
2. Mengkaji pola spasial dan perambatan hujan diurnal di wilayah Kalimantan pada berbagai musim.
3. Menganalisis peran faktor atmosfer dalam mengontrol pembentukan dan variasi diurnal curah hujan musiman di wilayah Kalimantan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan pemahaman ilmiah mengenai perubahan musiman curah hujan harian di Kalimantan serta mekanisme fisik yang mendasarinya, seperti peran konvergensi angin lapisan bawah dan pengaruh topografi terhadap pembentukan hujan. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mitigasi bencana hidrometeorologi, pengelolaan sumber daya air, serta sistem peringatan dini banjir dan kekeringan di wilayah Kalimantan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik bagi peneliti selanjutnya di bidang fisika atmosfer dan klimatologi tropis.

1.4 Ruang lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup dan batasan dalam penelitian adalah:

1. Lokasi studi, seluruh wilayah Pulau Kalimantan, termasuk provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Utara.
2. Periode waktu, yaitu tahun 2000-2024 yang dianggap cukup panjang untuk mengamati variabilitas iklim antar-dekade.

3. Data penelitian, data yang digunakan meliputi data curah hujan satelit GPM versi 7 IMERG *final run product* dan data *reanalysis* ERA5 untuk parameter relatif, arah kecepatan angin, divergensi, serta gerak vertikal udara dengan resolusi $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ dengan temporal 1 jam.
4. Analisis menekankan pola musiman dan diurnal, serta mekanisme fisik yang mengatur pembentukan hujan.
5. Batasan penelitian, penelitian ini tidak membahas jangka panjang (proyeksi iklim), tetapi fokus penelitian pada karakterisasi perubahan musiman berdasarkan data historis.

