

Studi Dampak Siklon Tropis Anggrek Terhadap Unsur Cuaca dan Suhu Permukaan Laut di Laut Selatan Jawa

Dzaky Malik Putra Widodo*, Kunarso, Anindya Wirasatriya

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *dzakymalikputraw@students.undip.ac.id

Abstrak

Siklon tropis Anggrek merupakan siklon tropis yang terjadi di Samudera Hindia tanggal 16 Januari - 22 Januari 2024. Siklon tropis merupakan suatu fenomena atmosfer yang disebabkan oleh adanya perubahan tekanan yang terjadi di wilayah dengan perairan hangat yang menyebabkan timbulnya angin dengan kecepatan yang tinggi dan perubahan pada beberapa unsur cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari siklon tropis Anggrek terhadap unsur cuaca yakni angin, transpor uap air, dan curah hujan, serta suhu permukaan laut di laut selatan Jawa. Data yang digunakan adalah data angin dari *Cross Calibrated Multi-Platform*, data SPL dari *Ocean Sea Surface Temperature and Ice Analysis*, data kelembapan spesifik dari ECMWF ERA-5 dan data curah hujan dari *Global Precipitation Measurement* yang divisualisasikan menjadi pola dan kecepatan angin, suhu permukaan laut, transpor uap air dan curah hujan dalam waktu harian dan tahunan melalui perangkat lunak GrADS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siklon tropis Anggrek menyebabkan peningkatan pada kecepatan angin, transpor uap air, dan curah hujan sebesar 22%, 30% dan 12% dari kondisi sebelumnya serta menyebabkan penurunan pada suhu permukaan laut sebesar 0,93% dengan rata-rata nilai kecepatan angin mencapai 7,10 m/s, transpor uap air mencapai 90,24 kg/ms, intensitas curah hujan mencapai 24,04 mm/hari, dan suhu permukaan minimum sebesar 28,97°C.

Kata kunci : Siklon tropis, Dampak, Angin, Suhu permukaan laut, Transpor uap air, Curah hujan.

Abstract

Study of the Impact of Tropical Cyclone Anggrek on Weather Elements and Sea Surface Temperature in the Southern Java Sea

Tropical Cyclone Anggrek was a tropical cyclone that occurred over the Indian Ocean from January 16 to January 22, 2024. Tropical cyclones are atmospheric phenomena caused by pressure changes over warm ocean waters, which generate high wind speeds and result in changes to several weather elements. This study aims to examine the impact of Tropical Cyclone Anggrek on weather elements such as wind, moisture transport, and precipitation, as well as sea surface temperature in the southern waters of Java. The data used include wind data from the Cross Calibrated Multi-Platform, SST data from the Ocean Sea Surface Temperature and Ice Analysis, specific humidity data from ECMWF ERA-5, and precipitation data from the Global Precipitation Measurement. These datasets were visualized into daily and annual wind patterns and speeds, sea surface temperatures, moisture transport, and rainfall using GrADS software. The results showed that Tropical Cyclone Anggrek caused increases in wind speed, moisture transport, and precipitation by 22%, 30%, and 12%, respectively, compared to pre-cyclone conditions. Additionally, it led to a decrease in sea surface temperature by 0.93%, with average values recorded at 7.10 m/s for wind speed, 90.24 kg/ms for moisture transport, 24.04 mm/day for precipitation intensity, and a minimum sea surface temperature of 28.97°C.

Keywords: Tropical Cyclone, Impact, Wind, Sea Surface Temperature, Moisture Transport, Precipitation

PENDAHULUAN

Laut Selatan Jawa merupakan salah satu wilayah perairan Indonesia yang merupakan bagian atau termasuk ke dalam Samudra Hindia. Pada perairan ini terdapat potensi yang mencakup dari segi ekologi

maupun kerentanannya terhadap bencana alam yang terjadi di daerah tersebut (Gumelar *et al.*, 2016). Cuaca merupakan salah satu hal yang berpengaruh dan terpengaruh di wilayah ini. Siklon tropis merupakan sebuah fenomena gangguan atmosfer yang terjadi akibat adanya tekanan rendah pada suatu lokasi di wilayah tropis. Siklon tropis umumnya terjadi dengan berupa sebuah badai besar (Ulhaq dan Haryanto, 2022). Perawiska *et al.* (2018), menjelaskan bahwa terjadinya suatu siklon dapat memberikan dampak yang besar bagi daerah yang dilewatinya. Siklon tropis erat hubungannya dengan cuaca dikarenakan siklon tropis dapat mempengaruhi hingga menimbulkan gangguan cuaca. Menurut Fitri *et al.* (2022), siklon tropis sangat jarang terjadi di wilayah Indonesia, tetapi dikarenakan letak geografis Indonesia yang dikelilingi oleh wilayah laut yang luas seperti Samudra Pasifik, Samudra Hindia dan Laut Cina Selatan, hal ini menyebabkan Indonesia menerima dampak secara tidak langsung yang diakibatkan oleh siklon tropis yang terbentuk di wilayah perairan tersebut. Dampak tidak langsung ini biasanya berupa perubahan cuaca yang terjadi di beberapa wilayah. Selain itu terdapat beberapa daerah pempuan angin, daerah belokan angin, serta daerah yang memiliki defisit kelembapan. Miftahuddin (2016), menjelaskan bahwa cuaca merupakan suatu variasi atmosfer yang bersifat jangka pendek, sedangkan iklim merupakan rata-rata cuaca di suatu daerah. Dalam cuaca sendiri terdapat beberapa unsur yang salah satunya merupakan curah hujan. Curah hujan dipengaruhi oleh pergerakan udara, proses pembentukan awan, dan kondisi lokal seperti SPL. Berdasarkan pendapat Lestari *et al.* (2017), SPL memiliki peranan yang cukup besar dalam proses terjadinya hujan. SPL membantu laut dalam menyuplai uap air yang nantinya akan berpengaruh pada tinggi rendahnya curah hujan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan, jangkauan/radius siklon tropis yang cukup dekat dengan suatu wilayah akan menyebabkan peningkatan curah hujan (Fitri *et al.*, 2022). Penelitian terhadap siklon tropis yang terjadi di Indonesia sudah banyak dilakukan, contohnya adalah penelitian terhadap siklon tropis cempaka-dahlia, siklon tropis pabuk, siklon tropis paddy, serta siklon tropis mangga. Didasarkan pada penelitian yang sudah dilakukan, setiap siklon memiliki pengaruh yang berbeda-beda terutama terhadap suhu permukaan laut dan unsur cuaca yang ada. Siklon tropis cempaka-dahlia menyebabkan adanya pengadukan yang berdampak pada penurunan SPL (Hanafiah *et al.*, 2018). Siklon tropis pabuk memberikan dampak yang signifikan yaitu berupa hujan di wilayah Kalimantan Barat dengan kecepatan angin yang cukup tinggi serta jumlah massa uap yang cukup basah (Fitri *et al.*, 2022), Siklon tropis paddy menyebabkan perubahan tekanan permukaan yang cukup signifikan serta perubahan signifikan pada total presipitasi di Pulau Jawa (Ulhaq dan Haryanto, 2022). Siklon tropis mangga berdampak pada peningkatan kecepatan transport Ekman, rerata viskositas Eddy, serta tinggi gelombang maksimum. Kondisi ini mempengaruhi parameter oseanografi lainnya seperti pola arus, upwelling, serta pendinginan suhu permukaan laut di perairan selatan Jawa (Ginancar *et al.*, 2020).

Tanggal 16 – 22 Januari 2024 terbentuk suatu siklon di Samudra Hindia sebelah Barat Daya dari Provinsi Bengkulu. Siklon ini dinamakan siklon tropis anggrek. Siklon tropis ini terakhir terjadi pada 30 Oktober – 5 November 2010 silam. Hal ini secara tidak langsung mempengaruhi perairan bagian selatan Pulau Sumatra dan Pulau Jawa. Siklon tropis ini mengakibatkan wilayah sekitar Jawa Barat hingga Daerah Istimewa Yogyakarta mendapatkan dampak hujan saat sedang terjadi siklon tropis Anggrek. Siklon yang bergerak ini akan menimbulkan gangguan atmosfer sehingga akan menimbulkan adanya perubahan pada SPL. Dalam penelitian ini diangkat permasalahan, bagaimana dampak siklon tropis terhadap unsur cuaca yakni pola dan kecepatan angin, transpor uap air, dan curah hujan, serta SPL di perairan Selatan Jawa dengan ditinjau baik dalam waktu harian maupun tahunan. Dampak dari siklon tropis Anggrek ditinjau berdasarkan 3 waktu yakni sebelum siklon, saat siklon, dan sesudah siklon yang mana ketiga waktu ini dapat mewakili dan memberikan gambaran kondisi pola dan kecepatan angin, transpor uap air, curah hujan, dan SPL yang terjadi, serta dilakukan juga peninjauan berdasarkan rata-rata klimatologis yang terjadi selama 10 tahun untuk mengetahui anomali yang terjadi. Maka dari itu akan dilakukan penelitian mengenai dampak siklon tropis anggrek tersebut terhadap SPL yang ada serta unsur cuaca yakni curah hujan, angin, dan transport uap air. Penelitian ini dilakukan di wilayah laut selatan Jawa yakni pada 3°LS – 14°LS dan 89°BT - 112°BT, berada di Samudera Hindia bagian Barat Daya dan Samudera Hindia bagian Selatan (Gambar 1).

MATERI DAN METODE

Data utama yang digunakan berupa data angin zonal dan meridional, data SPL, data kelembapan spesifik, dan data curah hujan yang diunduh secara *realtime*. Data utama diperoleh dari berbagai sumber, diantaranya: Data *Global Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis* (OSTIA) yang diakses

melalui <https://data.marine.copernicus.eu/>; Data curah hujan dari *Global Precipitation Measurement (GPM)*; Data angin yang didapat dari Data *Cross Calibrated Multi Platform (CCMP)*; dan Kelembapan spesifik, komponen angin zonal dan komponen angin meridional dari data reanalysis ECMWF ERA 5 per tanggal 16 Januari 2024 – 22 Januari selama sepuluh tahun dari tahun 2015 hingga 2024 serta seminggu sebelum dan sesudah siklon tropis Anggrek terjadi yakni 9 – 15 Januari 2024 dan 23 – 29 Januari 2024.

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata harian untuk setiap data utama dan juga dilakukan perhitungan nilai rata-rata keseluruhan pertahun pada tanggal 16 – 22 Januari untuk mendapatkan nilai klimatologis rata-rata selama 10 tahun guna menghitung nilai anomali yang terjadi. Dilakukan pemvisualisasian data utama menjadi peta sebaran harian, sebaran rata-rata, dan juga nilai anomali di lokasi penelitian. Nilai transpor uap air didapat dengan menggunakan persamaan ini (Fitri *et al.*, 2022).

$$Q = \frac{1}{g} \int_{300}^{p_s} Vq (dp)$$

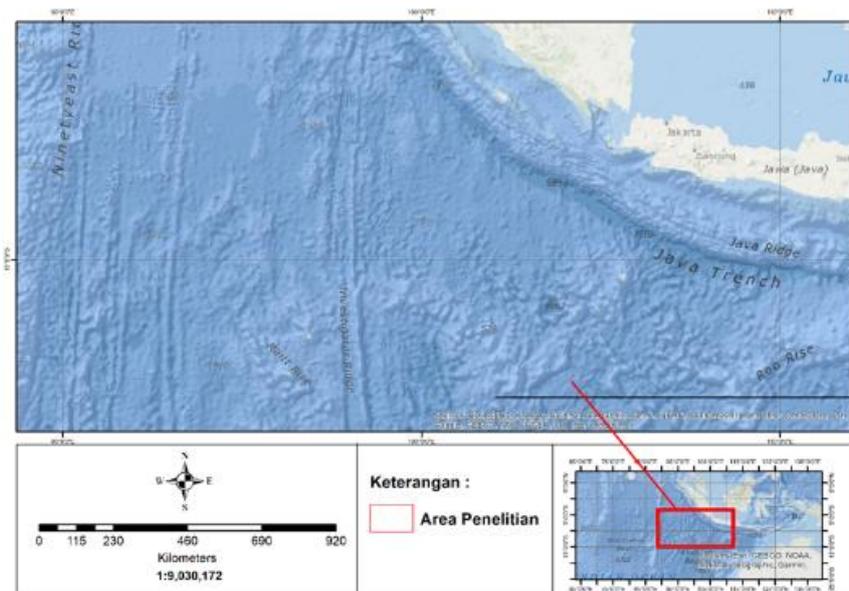
Dimana Q merupakan transpor uap air ($\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$), g merupakan percepatan gravitasi (m s^{-2}), p_s merupakan tekanan permukaan (mb), V adalah vektor angin zonal dan meridional (m s^{-1}), q merupakan kelembapan spesifik (kg kg^{-1}), dan dp merupakan perubahan tekanan. Perhitungan anomali klimatologis dilakukan berdasarkan ketetapan WMO (*World Meteorological Organization*) dengan persamaan:

$$\text{Anomali} = X_t - \bar{X}_{clim}$$

Dimana X_t merupakan nilai observasi saat ini dan \bar{X}_{clim} merupakan nilai rata-rata klimatologis. Dilakukan juga perhitungan korelasi terhadap data-data utama dengan menggunakan metode korelasi Pearson. Persamaan yang digunakan dalam penelitian ini yakni (Putra dan Ghaniyy, 2021):

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2]} \sqrt{[n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Dimana r_{xy} merupakan korelasi, x merupakan variabel 1, y merupakan variabel 2, dan n merupakan jumlah data yang ada. Analisis korelasi ini digunakan untuk mengetahui pengaruh antara kecepatan angin, suhu permukaan laut, transpor uap air, dan curah hujan pada saat siklon tropis Anggrek 16 – 22 Januari 2024.

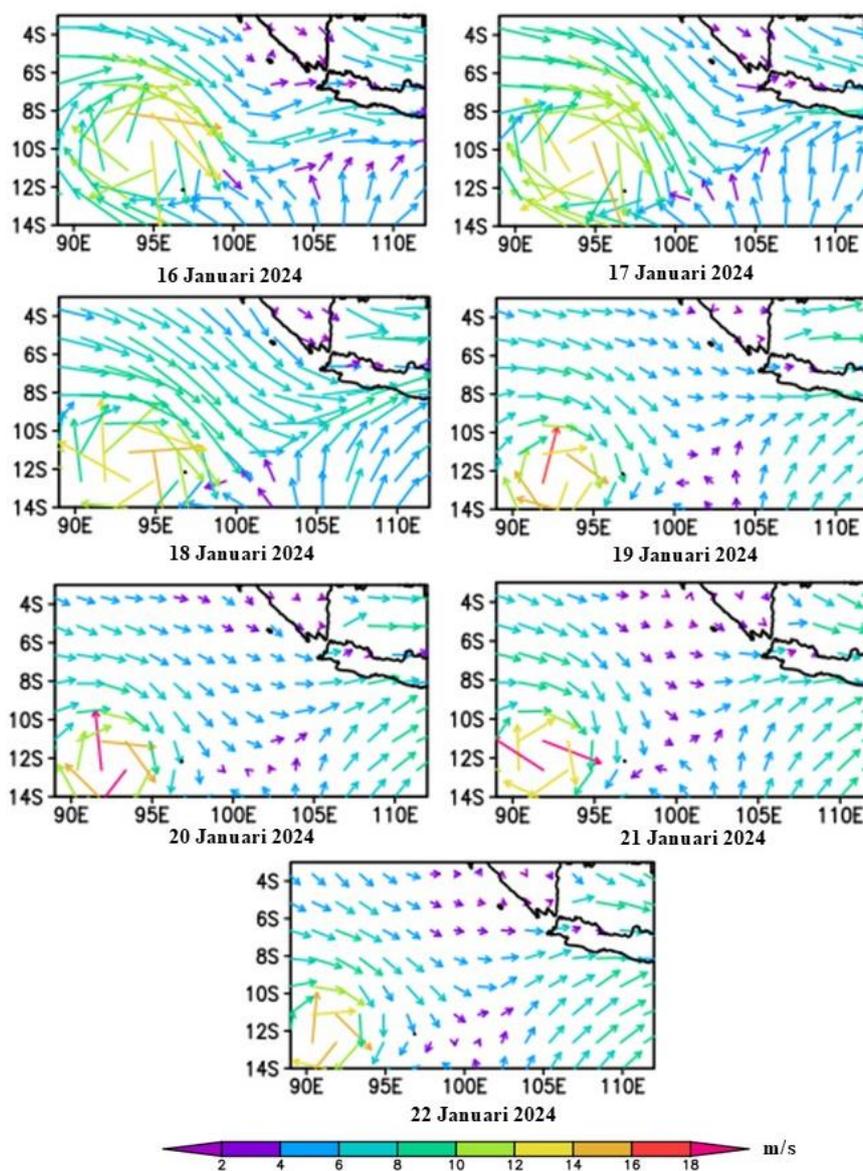


Gambar 1. Lokasi Penelitian

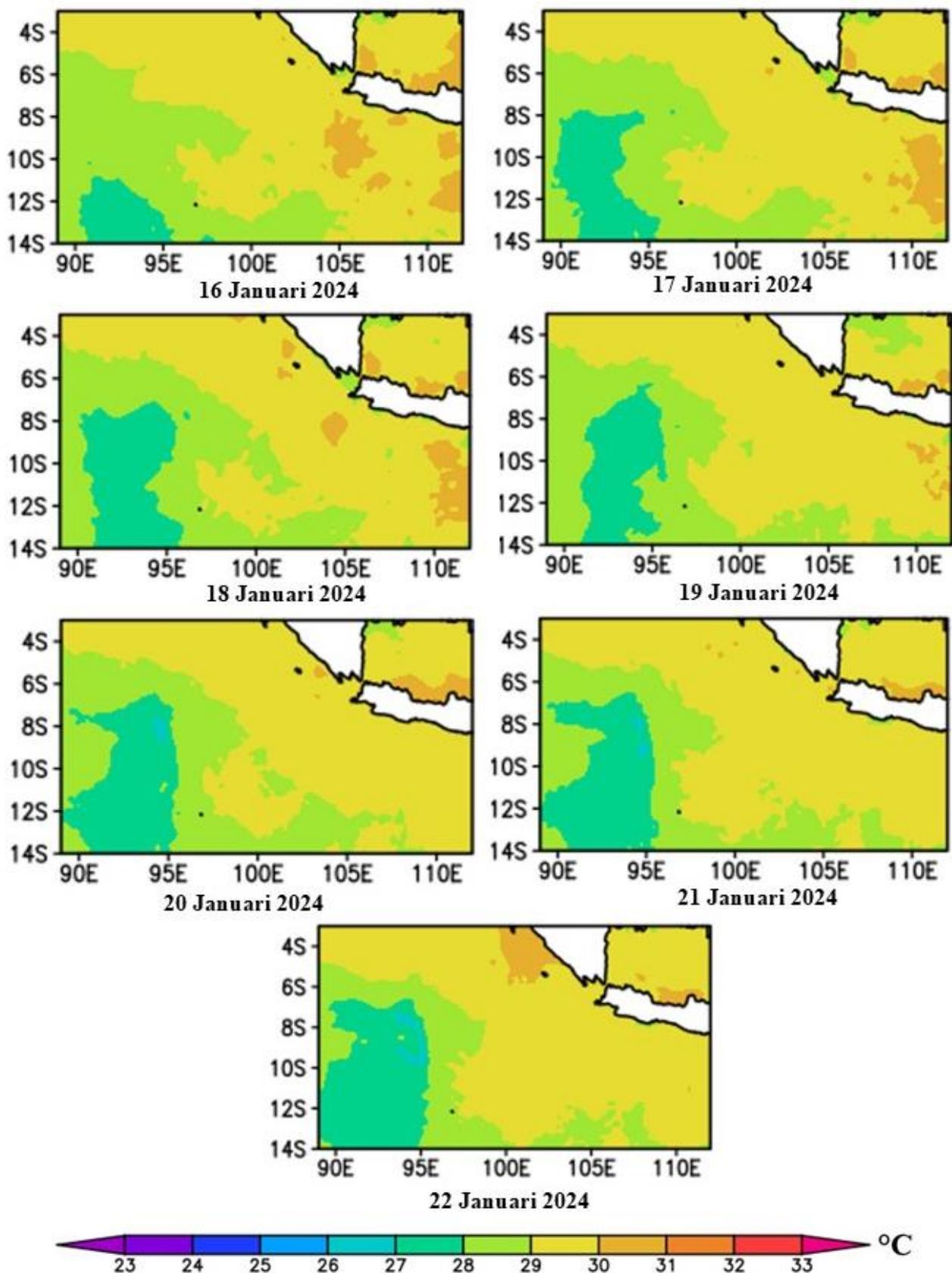
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Unsur Cuaca (Curah Hujan, Transpor Uap Air, dan Angin) dan Suhu Permukaan Laut Pada Periode Siklon Tropis Anggrek Januari Tahun 2024 di Perairan Selatan Jawa

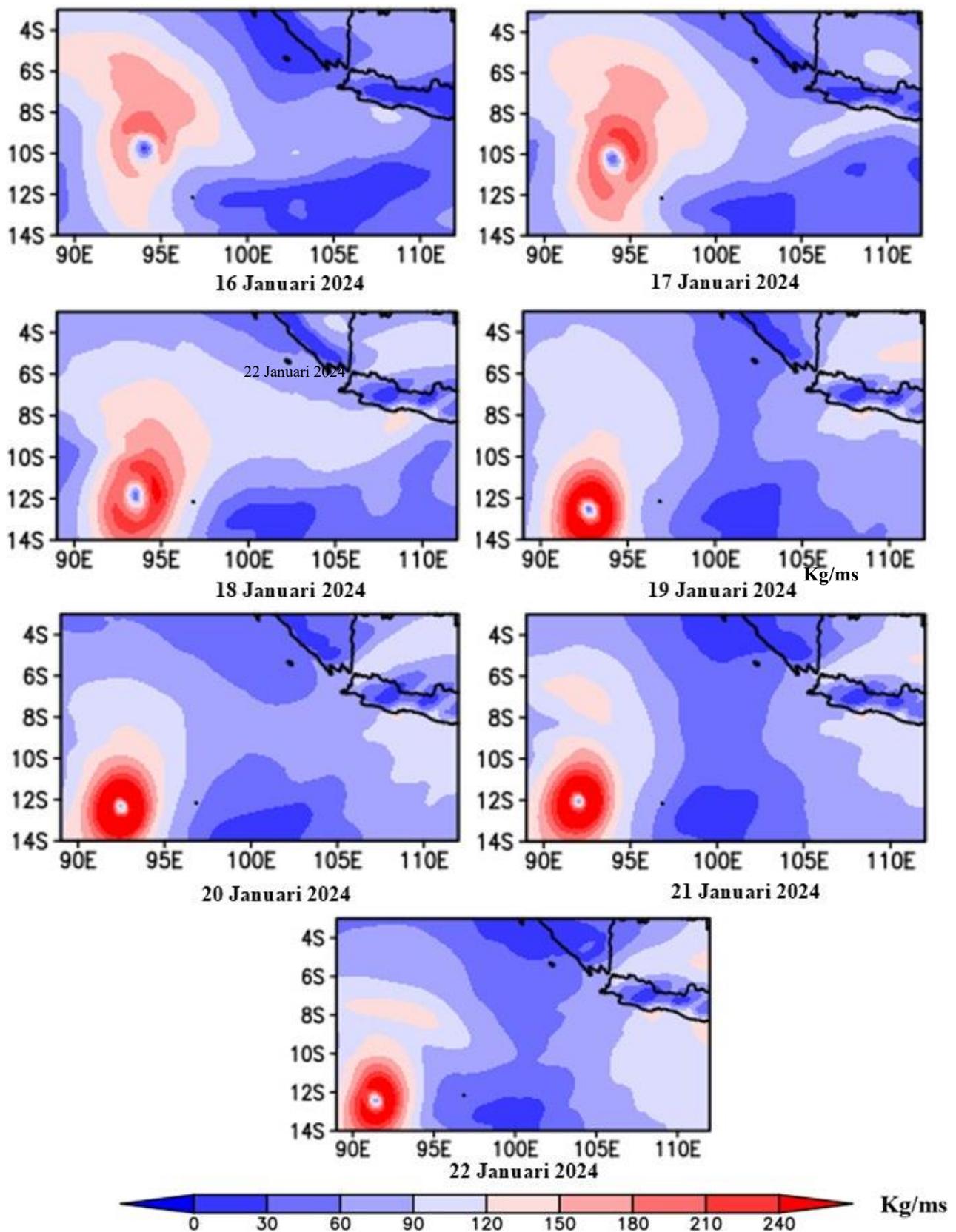
Berdasarkan Gambar 2, 3, 4, dan 5 terlihat bahwa angin membentuk pola siklonik yang menandakan terjadinya siklon, Suhu permukaan laut mengalami penurunan di daerah pusat siklon tropis dengan dengan ditunjukkan derah berwarna biru kehijauan yang menandakan bahwa terjadi penurunan suhu di wilayah tersebut akibat adanya aktivitas angin yang sangat ekstrem. Selain itu transpor uap air rata-rata pada saat terjadinya siklon tropis Anggrek menunjukkan perairan Selatan Pulau Jawa yang didominasi oleh transpor uap berintensitas sedang akibat adanya aktivitas dari siklon tropis. Intensitas curah hujan rata-rata pada saat terjadinya siklon tropis Anggrek yang menunjukkan curah hujan yang didominasi dengan intensitas rendah, namun terdapat beberapa wilayah yang memiliki intensitas curah hujan yang lebih tinggi bahkan hingga ekstrem. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun siklon tropis dapat menyebabkan perubahan cuaca yang signifikan, dampaknya terhadap curah hujan bervariasi di setiap wilayah (Nugroho dan Muzakki, 2022).



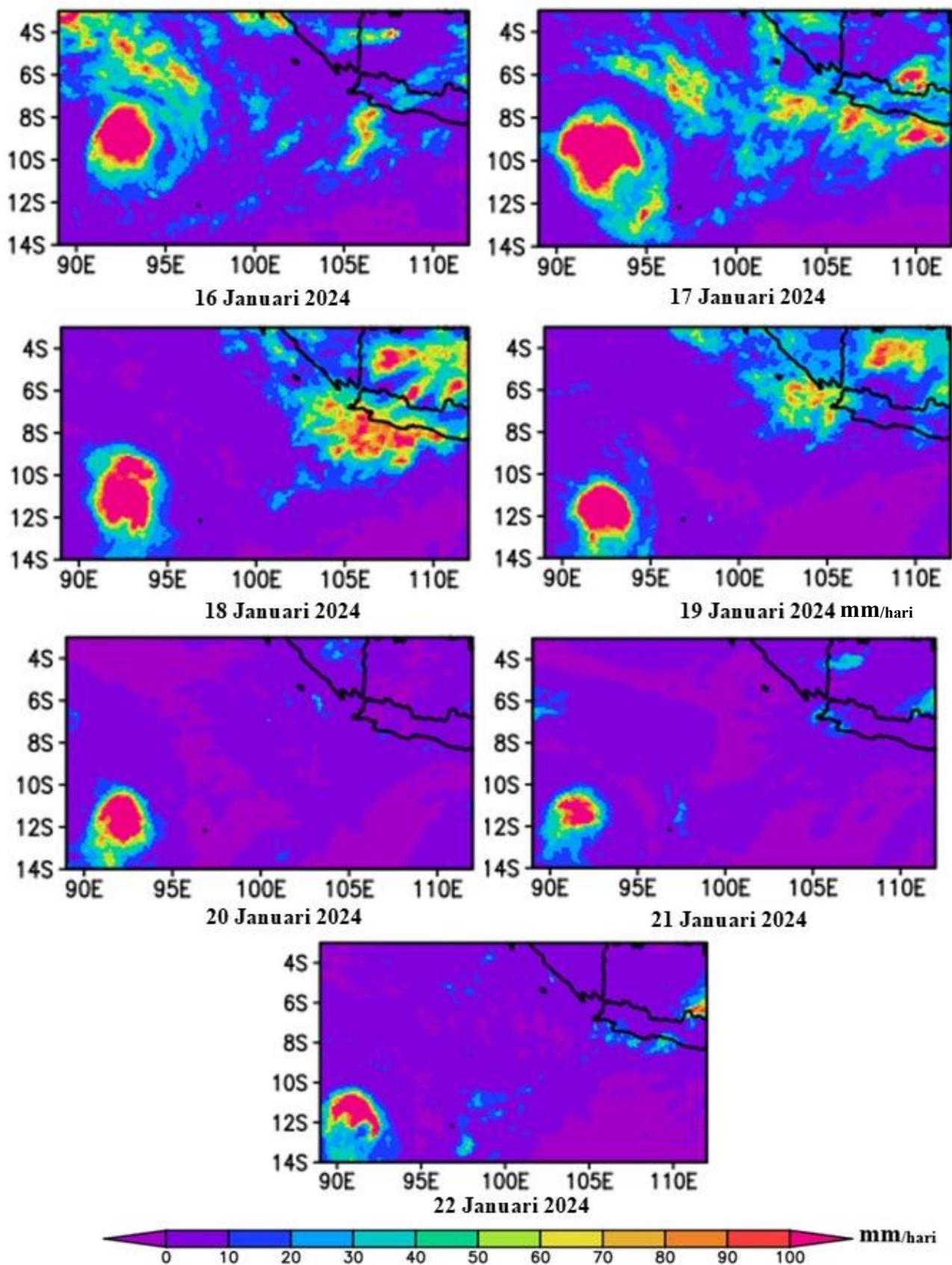
Gambar 2. Pola dan kecepatan angin harian saat terjadinya siklon tropis Anggrek 16 – 22 Januari 2024



Gambar 3. Sebaran suhu permukaan laut harian saat terjadinya siklon tropis Anggrek 16 – 22 Januari 2024



Gambar 4. Sebaran transpor uap air harian saat terjadinya siklon tropis Anggrek 16 – 22 Januari 2024



Gambar 5. Sebaran intensitas curah hujan harian saat terjadinya siklon tropis Anggrek 16 – 22 Januari 2024

Karakteristik Unsur Cuaca (Curah Hujan, Transpor Uap Air, dan Angin) dan Suhu Permukaan Laut Pada Perode Siklon Tropis Anggrek Januari Tahun 2024 di Perairan Selatan Jawa

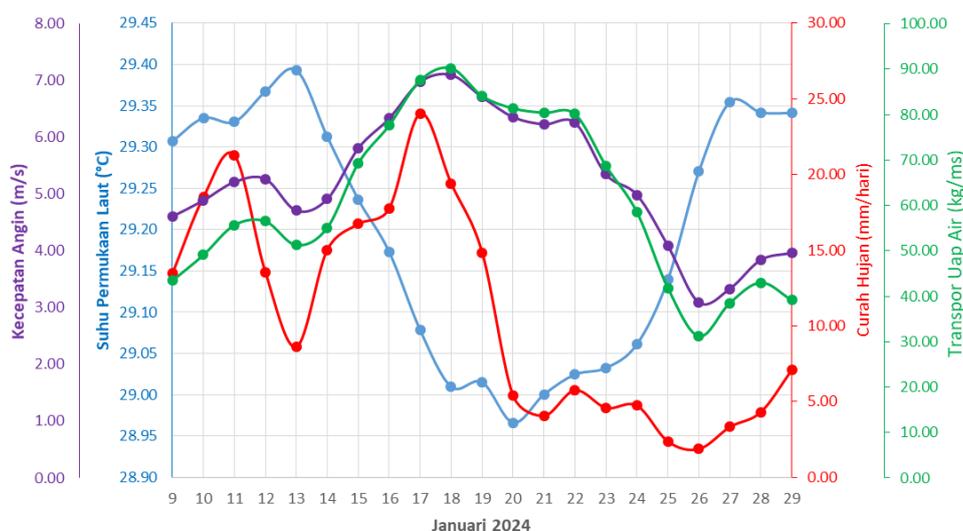
Unsur cuaca (curah hujan, transpor uap air, dan angin) dan suhu permukaan laut pada bulan januari tahun 2024 di perairan selatan jawa memiliki variasi peningkatan dan penurunan. Berdasarkan Gambar 6 terlihat adanya fluktuasi yang cukup signifikan pada empat parameter utama, yaitu kecepatan angin (m/s), suhu permukaan laut (°C), curah hujan (mm/hari), dan transpor uap air (kg/ms).

Kecepatan angin menunjukkan peningkatan bertahap sejak 9 Januari, dengan puncak mencapai sekitar 8,0 m/s pada tanggal 16 Januari, lalu menurun drastis hingga di bawah 4,0 m/s pada tanggal 22–27 Januari sebelum kembali meningkat menjelang akhir bulan. Suhu permukaan laut (garis ungu) relatif stabil pada awal bulan, berkisar antara 29,15–29,35°C, namun menunjukkan tren penurunan mulai tanggal 19, mencapai nilai terendah sekitar 28,90°C pada tanggal 24–25 Januari sebelum naik kembali.

Curah hujan (garis merah) memperlihatkan dua puncak signifikan, yakni sekitar 27–28 mm/hari pada tanggal 15 dan 17 Januari, yang kemudian menurun drastis hingga mendekati 0 mm/hari pada tanggal 20 hingga 27 Januari, mencerminkan kondisi kering. Sementara itu, transpor uap air (garis hijau) memiliki pola yang serupa dengan curah hujan, dengan nilai tertinggi sekitar 95–100 kg/m/s terjadi pada 16–17 Januari, dan kemudian menurun drastis hingga di bawah 40 kg/m/s pada periode 21–27 Januari. Keempat parameter memiliki keterkaitan yang menarik antara satu sama lain.

Tabel 1. Korelasi kecepatan angin, suhu permukaan laut, transpor uap air, dan curah hujan saat siklon tropis Anggrek Januari 2024

	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu Permukaan Laut (°C)	Transpor Uap Air (kg/ms)	Curah Hujan (mm/hari)
Kecepatan Angin (m/s)	1	-0.01	0.95	0.81
Suhu Permukaan Laut (°C)	-0.01	1	-0.28	0.57
Transpor Uap Air (kg/ms)	0.95	-0.28	1	0.60
Curah Hujan (mm/hari)	0.81	0.57	0.60	1



Gambar 6. Time series harian rata-rata kecepatan angin, suhu permukaan laut, transpor uap air, dan curah hujan bulan Januari 2024.

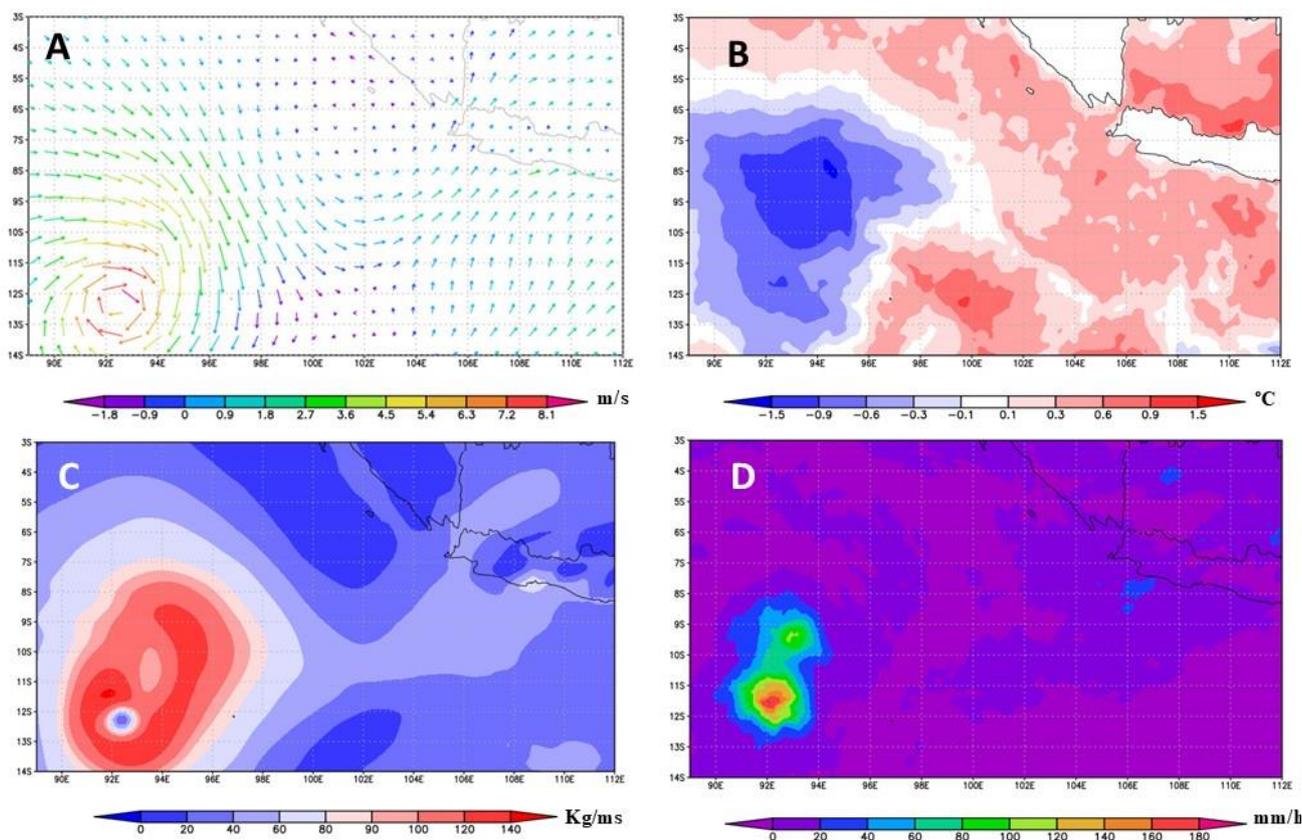
Kecepatan angin, suhu permukaan laut, transpor uap air, dan curah hujan memiliki keterkaitan satu sama lain, dalam hal ini kecepatan angin merupakan pengaruh utama akibat adanya siklon tropis Anggrek. Kecepatan angin saling berpengaruh yang berbanding lurus terhadap transpor uap air dan curah hujan, namun memiliki pengaruh yang berbanding terbalik terhadap suhu permukaan laut. Hal ini sejalan dengan pendapat Ekhtiari et al. (2019), pada saat kondisi atmosfer berubah dapat mempengaruhi pola cuaca dan iklim, termasuk interaksi antara kecepatan angin dan suhu permukaan laut.

Dampak Siklon Tropis Anggrek Terhadap Unsur Cuaca (Curah Hujan, Transpor Uap Air, dan Angin) dan Suhu Permukaan Laut di Perairan Selatan Jawa

Siklon tropis Anggrek yang terjadi pada tanggal 16 – 22 Januari 2024 pastinya memberikan banyak perubahan baik itu dalam segi lingkungan dan juga cuaca. Berdasarkan pendapat Yu *et al.* (2023), siklon tropis merupakan sistem cuaca intensif yang terbentuk diatas permukaan laut. Siklon tropis termasuk salah satu fenomena yang paling merusak di bumi yang ditandai dengan adanya angin kencang, badai yang meluas, dan juga hujan lebat yang menyebabkan presipitasi berkepanjangan. Berdasarkan grafik *time series* rata-rata harian yang memperlihatkan kecepatan angin terjadi peningkatan nilai yang terjadi pada tanggal 16 – 22 Januari 2024 dimana kecepatan angin mengalami peningkatan sebesar 22% dibanding hari-hari sebelumnya dan sesudahnya. Kondisi siklon yang semakin kuat mengakibatkan perubahan pada kecepatan angin sehingga menyebabkan peningkatan yang signifikan. Siklon tropis Anggrek menimbulkan adanya anomali pada kondisi klimatologis pola dan kecepatan angin (Gambar 7A) sebagaimana terlihat bahwa pada Tahun 2024 terdapat anomali positif pada kecepatan angin dengan nilai yang sangat ekstrem dan terdapat pola siklonik yang mengindikasikan adanya aktivitas siklon tropis. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siklon tropis dapat mempengaruhi pola dan kecepatan angin secara signifikan (Liu, 2010).

Hubungan antara laut dan atmosfer dalam sistem siklon tropis menyebabkan perubahan suhu pada permukaan laut secara nyata. Perubahan ini berkontribusi terhadap mekanisme pertukaran energi antara keduanya, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kekuatan dan lamanya siklon berlangsung. Meningkatnya kecepatan angin yang diakibatkan oleh adanya pengaruh siklon tropis Anggrek akan menyebabkan perubahan pula ada suhu permukaan laut di perairan selatan Jawa. Pada grafik *time series* suhu permukaan laut Januari 2024 terlihat adanya perubahan dimana terjadi penurunan suhu permukaan laut sebesar 0,93% dari kondisi normal pada saat fase siklon berlangsung. Penurunan terhadap suhu permukaan laut disebabkan oleh adanya pengadukan massa air yang diakibatkan oleh adanya siklon. Siklon yang bergerak akan menimbulkan gangguan atmosfer di dekat permukaan bumi berupa angin yang berpusat yang data mengaduk perairan yang dilintasi oleh siklon, akibatnya terjadi perubahan dan perbedaan suhu permukaan laut. Dengan begitu pada fase siklon tropis akan mengalami *trend* penurunan suhu permukaan laut dibandingkan dengan saat fase normalnya (Hanafiah *et al.*, 2018). suhu permukaan laut pada saat terjadinya siklon tropis Anggrek menunjukkan adanya anomali (Gambar 7B) dimana terlihat pada kawasan pusat siklon anggrek dan sekitarnya menunjukkan anomali negatif dengan suhu permukaan laut yang lebih rendah dibandingkan rata-rata klimatologis yang terjadi, sehingga mengindikasikan bahwa siklon tropis Anggrek menyebabkan penurunan suhu di sekitarnya.

Perubahan dan dampak juga terjadi pada transpor uap air yang diakibatkan adanya siklon tropis Anggrek pada Januari 2024. Suhu permukaan laut dan kecepatan angin, serta transpor uap air saling berkaitan dalam halnya jika terkena dampak dari terjadinya siklon tropis Anggrek. Meninjau grafik *time series* transpor uap air rata-rata harian bulan Januari 2024 yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai yang terjadi pada tanggal 16 – 22 Januari 2024 dimana nilai meningkat sebesar 30% dibanding hari-hari sebelumnya dan sesudahnya. Siklon tropis Anggrek menimbulkan anomali (Gambar 7C) yang tidak biasa pada transpor uap air di perairan Selatan Jawa dibandingkan rata-rata klimatologis yang terjadi. Anomali yang ditimbulkan di perairan Selatan Pulau Jawa berupa anomali positif dengan nilai yang bervariasi mulai dari anomali positif yang kecil hingga besar. Anomali terbesar terjadi di pusat siklon hingga mencapai lebih dari 140 kg/ms. Meningkatnya transpor uap air ini sama halnya dengan kecepatan angin yang juga dipicu oleh kekuatan siklon yang semakin meningkat, selain itu kedua parameter ini saling berkaitan karena kecepatan angin memiliki peran krusial dalam proses transpor uap air melalui mekanisme evaporasi dan evapotranspirasi. Kecepatan angin mempengaruhi laju evaporasi dan evapotranspirasi. Hal ini terjadi dikarenakan semakin tinggi kecepatan angin, maka semakin besar laju evaporasi karena angin membantu menghilangkan lapisan jenuh uap air di atas permukaan, sehingga memungkinkan lebih banyak air yang menguap (Nurhayati dan Aminuddin, 2016).



Gambar 7. Anomali Pola dan Kecepatan Angin (A), Anomali Suhu Permukaan Laut (B), Anomali Transpor Uap Air (C), Anomali Sebaran Curah Hujan (D) pada periode terjadinya siklon tropis anggrek 16 – 22 Januari 2024

Siklon tropis Anggrek yang meningkatkan transpor uap air tentunya akan menyebabkan perubahan terhadap curah hujan yang ada. Siklon tropis Anggrek menyebabkan meningkatnya curah hujan rata-rata pada tahun 2024. Grafik *time series* rata-rata harian curah hujan harian pada Januari 2024 memperlihatkan bagaimana fluktuasi yang terjadi pada curah hujan akibat adanya pengaruh lokal pada umumnya, namun hal tersebut mengalami perubahan yang signifikan saat memasuki fase terjadinya siklon tropis Anggrek yakni pada 16 – 22 Januari 2024, Siklon tropis Anggrek menyebabkan peningkatan terhadap intensitas curah hujan rata-rata sebesar 12% dibandingkan hari-hari sebelumnya. Kemudian pada fase setelah terjadinya siklon tropis Anggrek, intensitas curah hujan mengalami penurunan secara berkala, siklon tropis yang melemah dan kehilangan kekuatannya menyebabkan intensitas curah hujan yang diakibatkan oleh siklon tropis Anggrek pun ikut berkurang. Perubahan ini menunjukkan hubungan yang erat antara siklon tropis dan pola curah hujan yang dapat mempengaruhi kondisi hidrometeorologi di wilayah terdampak (Xue *et al.*, 2022). Selain itu anomali curah hujan yang terjadi (Gambar 7D) menunjukkan pada daerah penelitian terdapat banyak wilayah yang menunjukkan nilai anomali positif yang mana didominasi dengan anomali positif yang tidak terlalu besar hanya sekitar 0 – 20 mm/hari, namun pada daerah sekitar pusat siklon menunjukkan nilai anomali positif yang sangat tinggi, hal ini menunjukkan bahwa siklon tropis memberikan dampak pada peningkatan curah hujan yang terjadi di Perairan Selatan Jawa walaupun tidak dalam jumlah yang besar. Peningkatan curah hujan ini dapat mempengaruhi ke beberapa sektor di masyarakat, seperti mempengaruhi ekosistem lokal dan aktivitas ekonomi di wilayah terdampak (Sofiati dan Putranto, 2020).

KESIMPULAN

Siklon Tropis Anggrek yang berlangsung pada 16–22 Januari 2024 memberikan dampak signifikan terhadap unsur cuaca dan suhu permukaan laut di perairan selatan Jawa. Siklon ini menyebabkan peningkatan kecepatan angin sebesar 22% dari kondisi normal sebelumnya, yang secara langsung turut mendorong peningkatan transpor uap air sebesar 30% melalui mekanisme evaporasi dan evapotranspirasi. Peningkatan transpor uap air tersebut juga berdampak pada peningkatan curah hujan sebesar 12%, terutama di wilayah yang lebih dekat dengan pusat siklon. Selain itu, suhu permukaan laut mengalami penurunan sebesar 0,93% dibandingkan kondisi normal, yang ditandai dengan anomali negatif di sekitar pusat siklon. Penurunan ini dipicu oleh proses pengadukan massa air akibat angin kencang yang mengangkat lapisan air dingin ke permukaan, membentuk fenomena upwelling. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa siklon tropis tidak hanya memengaruhi unsur atmosfer seperti angin dan curah hujan, tetapi juga memiliki peran penting dalam perubahan dinamika oseanografi, khususnya terhadap suhu permukaan laut. Hal ini menegaskan pentingnya pemantauan dan analisis terhadap interaksi laut–atmosfer dalam menghadapi potensi dampak cuaca ekstrem di wilayah perairan tropis Indonesia. Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu kekurangan utama terletak pada keterbatasan resolusi spasial dan temporal dari data satelit dan reanalisis yang digunakan, sehingga kemungkinan besar belum dapat menangkap secara detail variasi lokal di wilayah pesisir atau pulau-pulau kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ekhtiari, N., Agarwal, A., Marwan, N., & Donner, R. V., 2019. Disentangling the multi-scale effects of sea-surface temperatures on global precipitation: A coupled networks approach. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 29(6): p.063116. <https://doi.org/10.1063/1.5095565>.
- Fitri, N., Muliadi, & Adriat, R., 2022. Analisis Dampak Siklon Tropis Pabuk terhadap Unsur Cuaca di Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 10(1):14-18. <https://doi.org/10.26418/pf.v10i1.53197>.
- Ginanjari, S., Syach, M. F. & Wulandari, S., 2020. Kajian Pengaruh Siklon Tropis Mangga Terhadap Curah Hujan, Transpor Ekman, Viskositas Eddy, dan Tinggi Gelombang di Perairan Selatan Jawa Pada 20-25 Mei 2020. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 7(2):15-23.
- Gumelar, J., Sasmito, B. & Ammarohman, F. J., 2016. Analisis Harmonik dengan Menggunakan Teknik Kuadrat Terkecil untuk Penentuan Komponen-Komponen Pasut di Wilayah Laut Selatan Jawa Dari Satelit Altimetri Topex/Poseidon dan Jason-1. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1):194-203. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2016.10590>.
- Hanafiah, N., Trenggono, M. & Amron. 2018. Karakteristik Suhu Permukaan Laut Pada Fase Siklon Tropis Cempaka-Dahlia dan Fase Normal di Perairan Samudera Hindia Selatan Jawa. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XV ISOI 2018, 1-3 November 2018*. PI-6, pp.62-71.
- Lestari, R. E., Putri, A. R. & Nugraheni, I. R., 2017. Analisis Korelasi Suhu Muka Laut dan Curah Hujan di Stasiun Meteorologi Maritim Kelas II Kendari Tahun 2005 – 2014. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2017*.
- Liu, L. L. 2010. *Tropical Cyclones, Oceanic Circulation and Climate*. InTech. <https://doi.org/10.5772/9801>.
- Miftahuddin. 2016. Analisis Unsur-unsur Cuaca dan Iklim Melalui Uji Mann-Kendall Multivariat. *Jurnal Matematika, Statistika, & Komputasi*, 13(1):26-38. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v13i1.3476>.
- Nugroho, A. D., & Muzaki, N. H. 2022. Study of surface and vertical sea temperatures during the process of tropical cyclone formation in the territory of Indonesia (case study 2019-2021). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/989/1/012006>.
- Nurhayati & Aminuddin, J., 2016. Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Evapotranspirasi Berdasarkan Metode Penman di Kebun Stroberi Purbalingga. *Journal of Islamic Science and Technology*, 2(1):21-28. <https://doi.org/10.22373/ekw.v2i1.669>.
- Perawiska, E., Muliadi, & Adriat, R., 2018. Analisis Unsur Cuaca Pada Saat Kejadian Siklon Tropis Haiyan Menggunakan Model WRF (*Weather Research and Forecasting*). *Prisma Fisika*, 6(2):129-136. <https://doi.org/10.26418/pf.v6i2.26618>.
- Putra, E. I. & Ghaniyy, A. A. N., 2021. Curah Hujan, Anomali Sea Surface Temperature (SST) dan Kebakaran Hutan Sabana di Waingapu. *Journal of Tropical Silviculture*, 12(2): 95-101. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.12.2.95-101>.

- Sofiati, I., & Putranto, M. 2020. *The Analysis of tropical cyclones that occurred in the southern sea of Java during the period 2004-2019 and their effects on sea-atmospheric conditions*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/572/1/012032>.
- Ulhaq, N. D. & Haryanto, Y. D., 2022. Analisis kondisi cuaca saat terjadi Siklon Tropis Paddy di wilayah Pulau Jawa (studi kasus: 22-24 November 2021). *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1):7-17. <https://doi.org/10.56064/jps.v24i1.676>.
- Xue, C., Jiang, Y., Gao, Y., & Qu, B. 2022. Precipitation increased the proportion of non-mycorrhizal fungi in *Plantathera chlorantha* orchid roots. *Rhizosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100522>.
- Yu, J., Lv, H., Tan, S. & Wang, Y., 2023. Tropical Cyclone-Induced Sea Surface Temperature Responses in the Northern Indian Ocean. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11: p.2196. <https://doi.org/10.3390/jmse11112196>,