

PENGARUH SIKLON TROPIS PADDY TERHADAP KONDISI OSEANOGRAFI DI WILAYAH PERAIRAN SELATAN JAWA BARAT

¹ Fajar Ridwan, ² Mega Laksmi Syamsuddin, ³ Mochamad Rudyansyah Ismail, ⁴ Qurnia Wulan Sari

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung, Sumedang Km 21 Jatinangor 45363

[*fajarrdwn706@gmail.com](mailto:fajarrdwn706@gmail.com)

Abstract

Tropical cyclones are regional-scale weather phenomena that occur over large-scale oceans with great strength and effects that last at least more than 6 hours. This research analyzes the influence of Tropical Cyclone Paddy before, during and after the event on 12 November – 1 December 2021, on oceanographic conditions with parameters including wind direction and speed, sea surface temperature (SST), chlorophyll-a, movement and speed of sea currents, rainfall and dynamics of sea waves in the waters south of West Java before, during and after cyclone events. The research data used comes from ECMWF, Marine Copernicus, NOAA, and NASA. Then each parameter is processed using ArcGIS and GrADS. Then produce visualization results which are analyzed using quantitative and comparative descriptive methods as well as regression analysis. In general, Tropical Cyclone Paddy had an effect on the test parameters. During Tropical Cyclone Paddy, there was an increase in sea surface temperature reaching 28.3 °C. Then the wind speed increased to 35 knots. In line with increasing wind speed, the current speed increases to 0.95 m/s. Then there was a significant increase in wave height with a maximum height reaching 3.5 meters. Apart from that, there was an increase in rainfall at the location where Tropical Cyclone Paddy was moving, reaching 50 mm. However, Tropical Cyclone Paddy had little effect on increasing chlorophyll-a, where the chlorophyll-a concentration values tended to be uniform in the range of 0 – 0.2 mg/m³.

Article History

Submitted: 30 Juli 2024

Accepted: 6 Agustus 2024

Published: 7 Agustus 2024

Key Words

Influence, oceanography, tropical cyclone, west Java

Abstrak

Siklon tropis merupakan fenomena cuaca skala regional yang terjadi di atas lautan berskala luas dengan kekuatan dan efek yang besar setidaknya bertahan lebih dari 6 jam. Penelitian ini menganalisis pengaruh kejadian Siklon Tropis Paddy dengan rentang sebelum, saat, dan sesudah kejadian pada tanggal 12 November – 1 Desember 2021, terhadap kondisi oseanografi dengan parameter yang meliputi arah dan kecepatan angin, suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a, pergerakan dan kecepatan arus laut, curah hujan serta dinamika gelombang air laut di perairan selatan Jawa Barat pada sebelum, saat, dan setelah kejadian siklon. Data penelitian yang digunakan berasal ECMWF, Marine Copernicus, NOAA, dan NASA. Kemudian masing-masing parameter diolah menggunakan ArcGIS dan GrADS. Kemudian menghasilkan hasil visualisasi yang dianalisis menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif komparatif serta analisis regresi. Secara umum, Siklon Tropis Paddy berpengaruh pada parameter uji. Saat kejadian Siklon Tropis Paddy, terdapat peningkatan suhu permukaan laut mencapai 28,3 °C. Kemudian kecepatan angin meningkat hingga 35 knot. Sejalan dengan meningkatnya kecepatan angin, kecepatan arus mengalami peningkatan mencapai 0,95 m/s. Kemudian terjadi peningkatan tinggi gelombang secara signifikan dengan ketinggian maksimum mencapai 3,5 meter. Selain itu, terjadi peningkatan curah hujan di lokasi pergerakan Siklon Tropis Paddy mencapai 50 mm. Namun, Siklon Tropis Paddy tidak begitu berpengaruh terhadap peningkatan klorofil-a yang mana nilai konsentrasi klorofil-a cenderung seragam dengan rentang 0 – 0,2 mg/m³.

Sejarah Artikel

Submitted: 30 Juli 2024

Accepted: 6 Agustus 2024

Published: 7 Agustus 2024

Kata Kunci

Jawa Barat, oseanografi, pengaruh, siklon tropis.

I. PENDAHULUAN

Lautan dan atmosfer memiliki hubungan penting pada suatu wilayah karena interaksi keduanya dapat menentukan kondisi wilayah yang ditempatinya. Hal tersebut disebabkan karena adanya energi, momentum, dan massa. Energi antara lautan dan atmosfer yang saling bertukar memberikan dampak berupa perubahan yang saling mempengaruhi keduanya. Adanya interaksi dari keduanya, tidak terlepas dari fenomena anomali, salah satunya adalah siklon tropis (Suhardi et al., 2020)

Siklon tropis adalah fenomena yang tumbuh di lautan tropis hangat dan dipicu oleh perpindahan panas dari lautan. Siklon tropis merupakan fenomena cuaca skala regional yang terjadi di atas lautan berskala luas dengan kekuatan dan efek yang besar yang bertahan setidaknya lebih dari 6 jam. Angin yang berputar di sekitar pusat siklon mempunyai kecepatan lebih dari 63 km/jam. Siklon tropis terbentuk pada daerah dengan kelembaban tinggi, dan mendapat penyinaran yang tinggi untuk penguapan dengan suhu permukaan air laut yang hangat lebih dari 26,5°C. Siklon tropis memiliki radius rata-rata mencapai 150 – 200 km dengan diameter mata siklon yang berbeda-beda mulai dari 10 km – 100 km yang dikelilingi oleh dinding mata berbentuk cincin dengan ketebalan hingga 16 km yang merupakan wilayah dengan kecepatan angin tertinggi dan curah hujan terbesar, dengan rentang kejadian siklon rata-rata berkisar dari 3 hingga 18 hari (Syaifullah, 2015).

Siklon tropis memberikan efek yang buruk pada wilayah yang dilewatinya. Dengan teknologi penginderaan jauh, pergerakan dan letak siklon tropis dapat diketahui melalui satelit Himawari-8. Di wilayah Samudra Hindia, telah terjadi beberapa fenomena siklon dengan jarak dan intensitas yang berbeda. Cuaca di sekitar siklon akan mengalami gangguan, khususnya wilayah Indonesia. Indonesia bukanlah

wilayah yang cukup efektif untuk perkembangan siklon tropis. Namun, potensi gangguan siklon tropis sangat berpengaruh besar bagi wilayah Indonesia karena letak geografis Indonesia yang berbatasan langsung dengan lintasan terbentuknya siklon tropis.

Siklon Tropis Paddy terjadi pada tahun 2021 di Samudra Hindia dan terletak di bagian selatan Jawa. Siklon tropis yang pernah terjadi di selatan Jawa adalah Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia pada tahun 2017. Menurut Suhardi et al. (2020), kejadian kedua siklon tropis ini menyebabkan tingginya curah hujan di sekitar Pulau Jawa dengan curah hujan tertinggi yang tercatat adalah 166 mm di wilayah Sukabumi. Kemudian selain Siklon Tropis Paddy pada tahun 2021, pernah terjadi Siklon Tropis Seroja di Laut Sawu yang bertekanan sebesar 998 hPa dan menyebabkan cuaca ekstrem serta angin kencang sehingga mengakibatkan kerusakan pemukiman dan infrastruktur serta hingga memakan korban jiwa (Kurniawan et al., 2021). Aktivitas siklon tropis yang terjadi di atas lautan ini sangat berpengaruh terhadap dinamika oseanografi yang dapat berpengaruh terhadap diversitas yang terdapat pada lautan tersebut. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Gaol & Sadhotomo (2017), bahwa distribusi dan kelimpahan sumber hayati laut tidak dapat dipisahkan dari kondisi dan variasi parameter oseanografi. Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu faktor fisik yang penting serta berpengaruh terhadap kondisi lingkungan perairan yang akan berdampak langsung terhadap biota laut. Suhu perairan juga berpengaruh pada peristiwa *upwelling* yang akan membawa nutrient ke permukaan sehingga berpengaruh juga terhadap *feeding ground* bagi biota laut. Sementara klorofil-a menjadi indikator adanya produktivitas primer atau kesuburan perairan Klorofil-a adalah kandungan klorofil yang paling

dominan dimiliki oleh fitoplankton dan sebanyak 95% produktivitas primer di laut disumbangkan oleh fitoplankton. Suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a merupakan parameter oseanografi yang dapat mempengaruhi distribusi ikan pada suatu perairan. Menurut Semedi & Maulida Safitri (2015), klorofil menjadi salah satu parameter yang berperan dalam menentukan produktivitas perairan. Jika konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan tinggi, maka produktivitas perairan tersebut tinggi. Kemudian SPL dapat mempengaruhi proses

biologis dan ekologis yang berpengaruh terhadap komunitas biologis di suatu perairan.

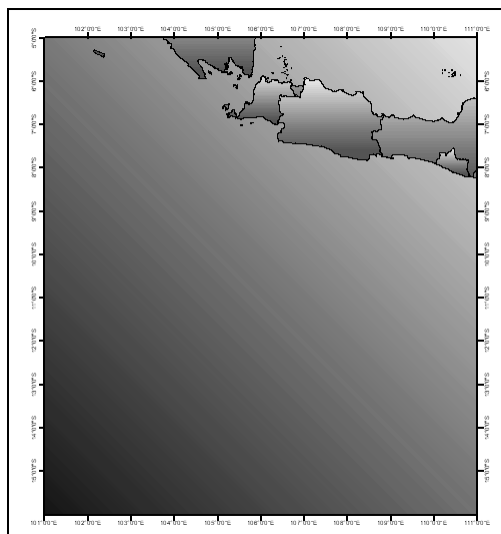
Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa Siklon Tropis berpengaruh terhadap kondisi oseanografi. Oleh karena itu, riset ini dilakukan untuk menjelaskan pengaruh Siklon Tropis Paddy terhadap kondisi oseanografi di wilayah Perairan Selatan Jawa Barat untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dan dampak Siklon Tropis Paddy terhadap kondisi oseanografi.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy pada koordinat 5° LS – 16° LS dan 101° BT –

111° BT. Pemilihan lokasi penelitian ini dipilih berdasarkan pergerakan Siklon Tropis Paddy pada tanggal 19 – 24 November 2021.



Gambar 1 Peta Wilayah Penelitian

2.1. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data reanalysis yang merupakan keluaran dari *The European Center for Medium Range Weather Forecast* (ECMWF), NOAA, Marine Copernicus, dan NASA. Adapun data yang digunakan adalah sebanyak enam data, dengan resolusi temporal harian dari tanggal 19 – 24 November 2021. Data yang digunakan meliputi suhu permukaan laut

dengan resolusi spasial $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ yang didapatkan

dari <https://data.marine.copernicus.eu>. Kemudian data angin dengan resolusi $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ yang didapatkan dari <https://cds.climate.copernicus.eu>. Kemudian data tinggi gelombang laut (m) dengan resolusi spasial $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ yang didapatkan dari <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov>. Data

Klorofil-a dengan resolusi spasial $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ yang didapatkan dari <https://data.marine.copernicus.eu>. Data arus laut dengan resolusi $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ yang didapatkan dari <https://data.marine.copernicus.eu>. Data curah hujan dengan resolusi spasial $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ yang didapatkan dari <https://disc.gsfc.nasa.gov>.

Metode yang dilakukan dalam mengolah data menggunakan aplikasi ArcGIS dan juga GrADS. ArcGIS merupakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dikeluarkan oleh Environmental System Research Institute (ESRI) yang memiliki fokus pengembangan

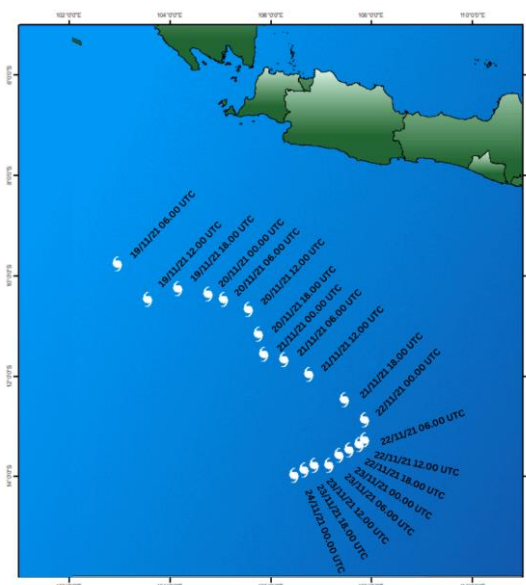
terhadap solusi pemetaan digital. Sedangkan GrADS merupakan perangkat lunak desktop untuk memudahkan pengolahan data, manipulasi, serta visualisasi data sains bumi dan memiliki dua model data, yaitu data grid dan stasiun. Dilakukan analisis data dari semua hasil pengolahan data untuk semua parameter untuk membandingkan dampak dari adanya Siklon Tropis Paddy terhadap dinamika oseanografi untuk menghasilkan suatu analisis yang komprehensif berdasarkan pada studi literatur. Kemudian, dibuat diagram garis untuk mengetahui perbandingan semua parameter pada sebelum, saat, dan sesudah kejadian Siklon Tropis Paddy.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pergerakan Siklon Tropis Paddy

Siklon Tropis Paddy terbentuk di Samudra Hindia, dengan rentang waktu selama 6 hari, yaitu tanggal 19 – 24 November 2021. Pada Gambar 6, terlihat

bahwa Siklon Tropis Paddy berada di perairan selatan Pulau Jawa dan bergerak menjauhi Pulau Jawa ke arah Tenggara.



Gambar 2 Pergerakan Siklon Tropis Paddy

Siklon Tropis Paddy berpindah dalam waktu yang relatif singkat yang bermula dari selatan pulau Sumatera kemudian bergerak ke arah selatan pulau Jawa. Rekam jejak

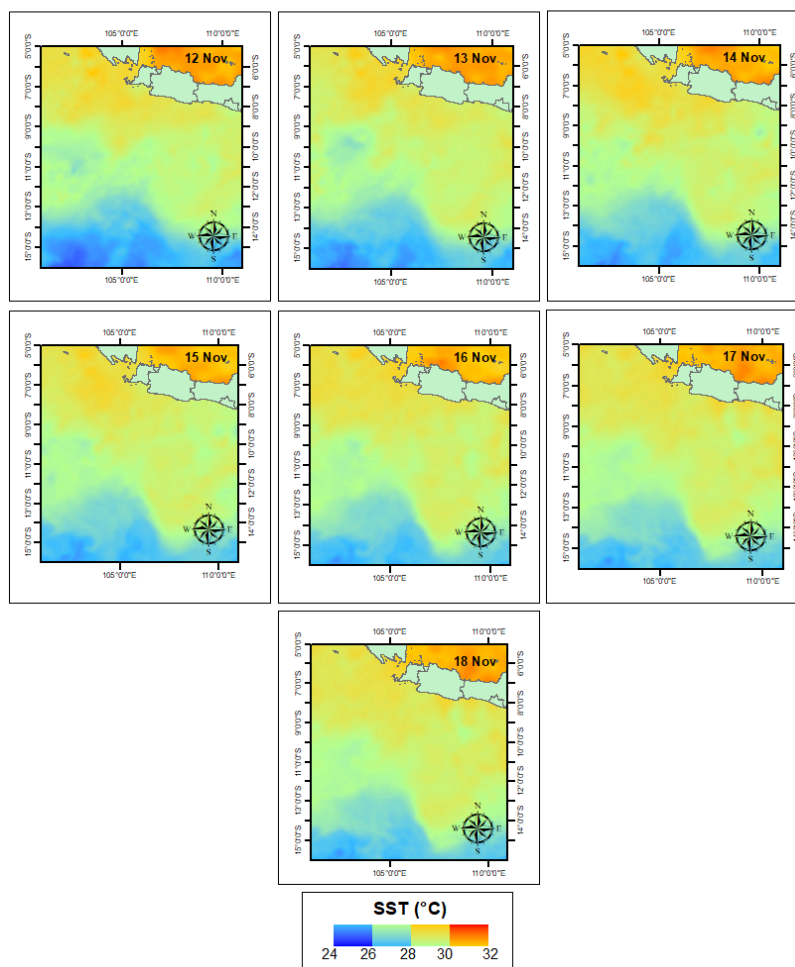
siklon dari Bureau of Meteorology (BoM) tekanan minimum di lokasi siklon mencapai 992 hPa dengan kecepatan angin maksimum hingga 45 knot.

3.2. Spasio-Temporal Suhu Permukaan Laut

Menurut Syaifullah (2015), suhu permukaan laut menjadi salah satu faktor yang mendukung pertumbuhan siklon tropis karena siklon tropis tumbuh di atas perairan

dengan suhu di atas 26.5°C. Pada Gambar 3, terlihat sebaran suhu permukaan laut sebelum terjadinya Siklon Tropis Paddy dengan rentang suhu adalah 26 – 30 °C sehingga memenuhi salah satu faktor pendukung pertumbuhan Siklon Tropis Paddy.

SST 12 - 18 November 2021

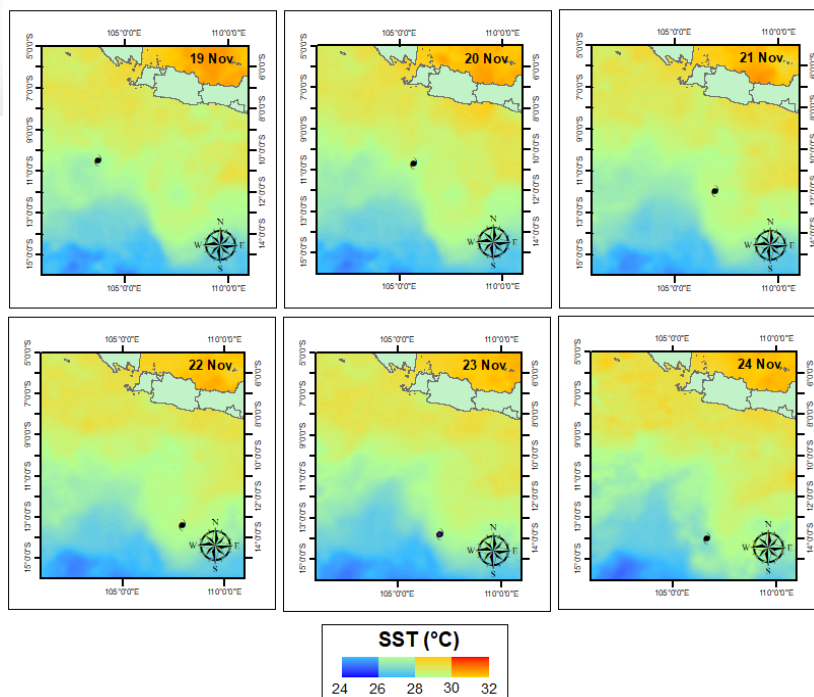


Gambar 3 Sebaran SPL Sebelum Kejadian Siklon Tropis Paddy

Gambar 3 menunjukkan nilai dan sebaran suhu permukaan di lokasi terbentuknya Siklon Tropis Paddy pada tanggal 12 – 18 November 2021 pukul 12 UTC. Nilai suhu permukaan di sekitar wilayah selatan Pulau Jawa dan wilayah terbentuknya Siklon Tropis Paddy berkisar dari 26 – 30 °C. Namun, pada perairan di wilayah yang terletak pada 13°LS - 16°LS sebaran suhu permukaan laut memiliki rentang nilai 24 – 26 °C. Selanjutnya

Gambar 4 menunjukkan sebaran suhu permukaan laut saat terjadinya Siklon Tropis Paddy di wilayah Samudra Hindia memiliki rentang suhu secara umum di wilayah perairan selatan Jawa Barat dan di wilayah pergerakan Siklon tropis Paddy adalah 25 – 30 °C dengan sebaran suhu di lokasi tumbuhnya siklon tropis didominasi dengan suhu >26 °C sehingga memenuhi salah satu faktor pendukung perkembangan Siklon Tropis Paddy.

SST 19-24 November 2021



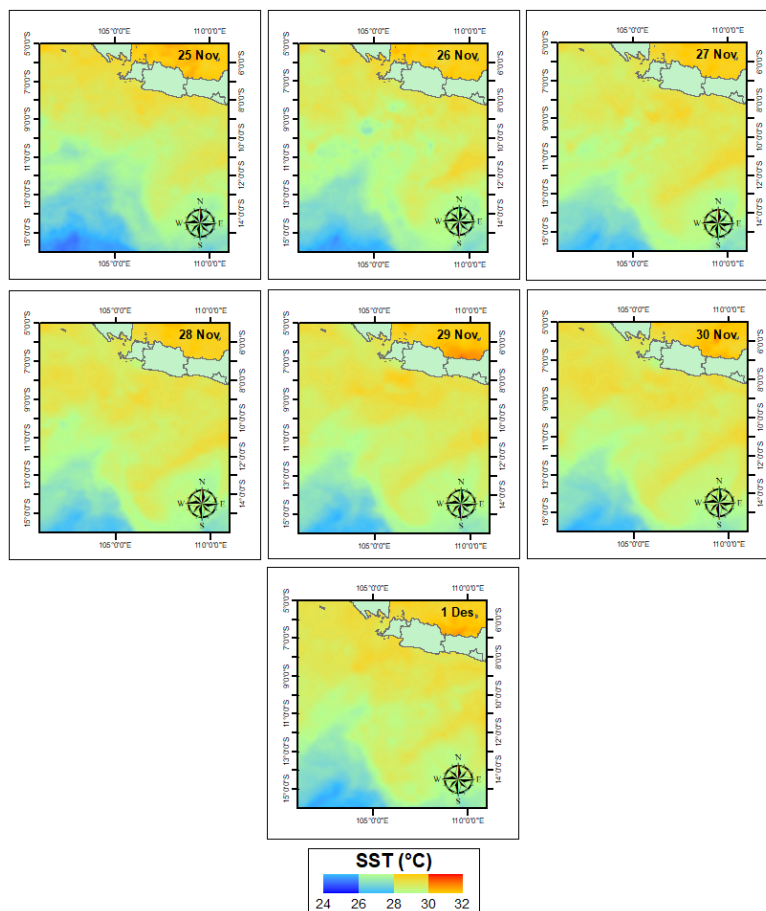
Gambar 4 Sebaran SPL Saat Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 4 terlihat bahwa sebaran suhu pada perairan di 14° LS memiliki nilai suhu yang lebih rendah dari lintang di atasnya yaitu kurang dari 26°C ditandai warna menuju biru tua. Merujuk peta pergerakan Siklon Tropis Paddy pada Gambar 2, terlihat bahwa pada fase berakhirnya pertumbuhan Siklon Tropis Paddy, yaitu tanggal 23 – 24 November 2021 pergerakan Siklon Tropis Paddy terletak pada 14° LS sehingga dari hal tersebut, diketahui bahwa Siklon Tropis Paddy punah di atas perairan dengan suhu permukaan laut di bawah 26 °C. Kemudian, pada Gambar 5 terlihat sebaran suhu permukaan laut setelah kejadian Siklon Tropis Paddy. Gambar 5

menunjukkan nilai sebaran suhu permukaan laut setelah kejadian Siklon Tropis Paddy dengan rentang 26 - 30 °C. Namun, sebaran suhu permukaan laut setelah kejadian siklon didominasi dengan suhu hangat lebih dari 26°C yaitu sekitar 28 - 30 °C yang meluas ke perairan yang terletak pada 16° lintang selatan sehingga terlihat bahwa sebaran suhu permukaan laut meningkat setelah kejadian siklon tropis Paddy.

Parameter suhu permukaan laut bukan menjadi satu-satunya syarat terbentuknya siklon tropis, melainkan menjadi salah satu parameter pendukung tumbuhnya siklon tropis di suatu perairan.

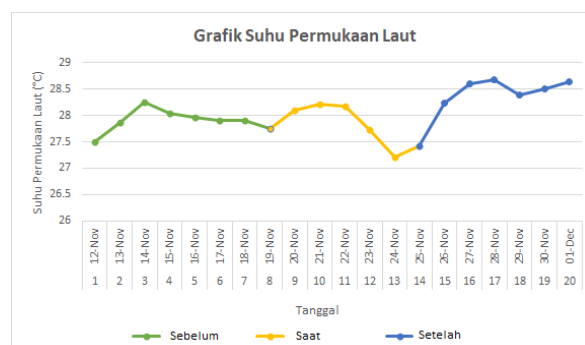
SST 25 November - 1 Desember 2021



Gambar 5 Sebaran SPL Setelah Kejadian Siklon Tropis Paddy

Gambar 6 merupakan grafik yang menunjukkan variasi sebaran suhu permukaan laut sebelum, saat, dan setelah kejadian Siklon Tropis Paddy. Terlihat bahwa pada sebelum, saat, dan sesudah Siklon Tropis Paddy, sebaran suhu permukaan laut di wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy memiliki nilai di atas 27 °C. Sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy, suhu permukaan laut mengalami peningkatan dan penurunan dari hari ke hari dengan tingkat naik dan turun yang tidak signifikan. Pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy, suhu permukaan laut meningkat pada tanggal 19 – 22 November dan menurun pada tanggal 23 – 24 November seiring pelemahan dan musnahnya Siklon Tropis Paddy. Namun, setelah kejadian Siklon Tropis Paddy, pada tanggal 25 November hingga 1 Desember

suhu permukaan laut terus meningkat hingga lebih dari 28.5 °C.



Gambar 6 Grafik Temporal SPL Rentang Kejadian Siklon Tropis Paddy

Dari Gambar 10, terlihat bahwa seiring musnahnya Siklon Tropis Paddy, terdapat pula penurunan suhu permukaan laut. Kemudian, secara umum pasca terjadinya siklon tropis suhu permukaan laut

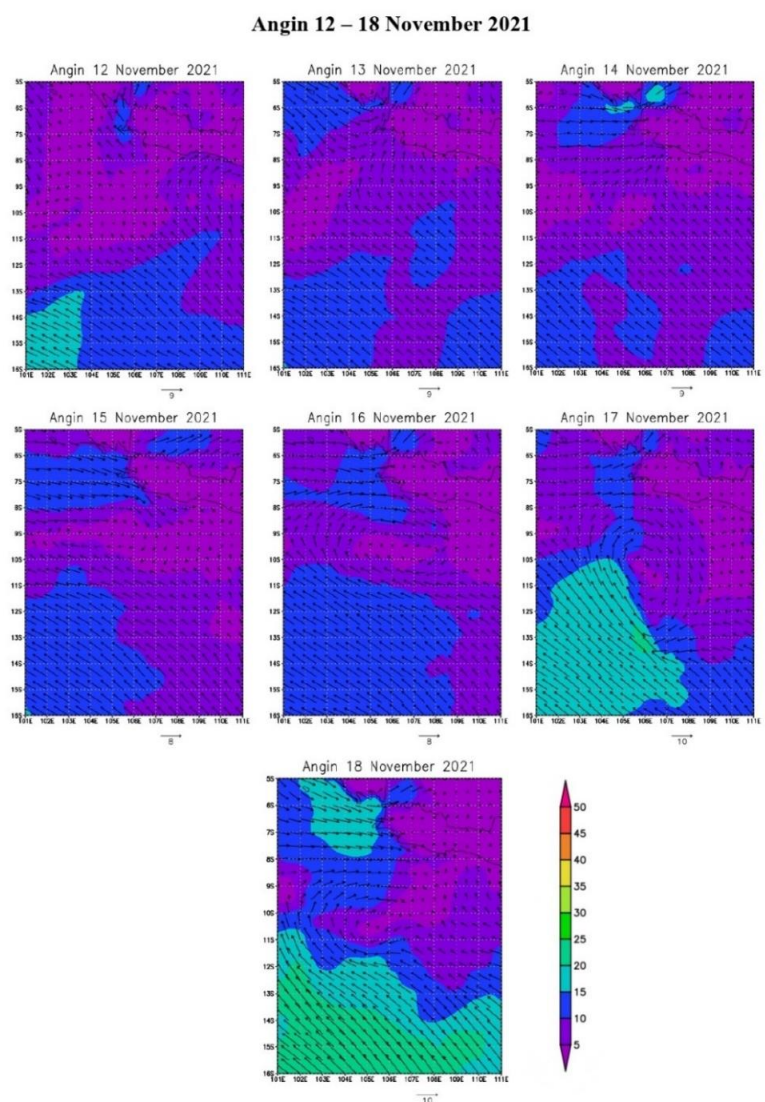
akan turun. Hal ini diperkuat oleh penelitian oleh A. L. Gaol et al. (2018), bahwa rata-rata suhu permukaan laut setelah kejadian Siklon Tropis Frances menurun dibandingkan rata-rata suhu permukaan laut saat kejadian Siklon Tropis Frances. Naiknya suhu

permukaan laut setelah kejadian Siklon Tropis Paddy diduga karena adanya pembentukan Siklon Tropis baru, yaitu Siklon Tropis Teratai pada tanggal 1 Desember 2021 di sekitar Samudra Hindia sebelah barat daya Lampung.

3.2. Spasio-temporal Angin

Angin menjadi salah satu parameter yang mengindikasikan kekuatan siklon tropis. Adapun Gambar 11 menunjukkan kondisi

angin pada sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy.



Gambar 7 Pergerakan Angin Sebelum Kejadian Siklon Tropis Paddy

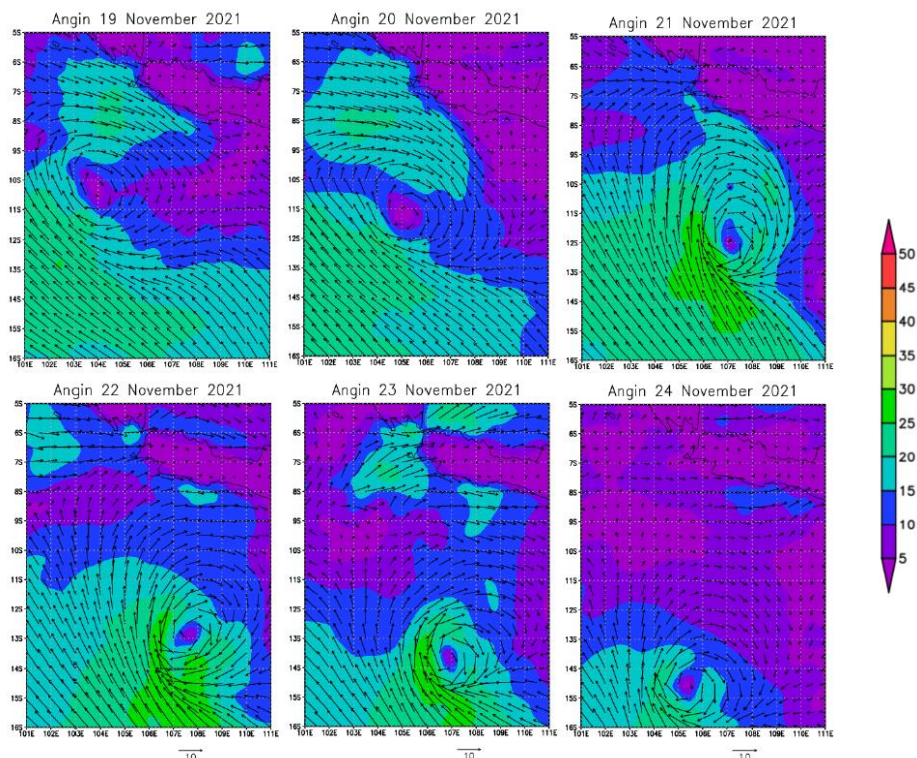
Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa pada tanggal 12 November 2021 sampai tanggal 14 November angin berkisar antara 5 - 15 knot di wilayah penelitian. arah pergerakan

angin cenderung bergerak menuju ke utara dari arah selatan. Pada tanggal 14 November, angin mulai membentuk pola siklonik yang mana menyebabkan konvergensi angin di

wilayah sekitarnya. Pada tanggal 17 November angin mulai menguat dan semakin jelas membentuk pola siklonik. Angin mencapai 30 knot. Pola siklonik ini membawa angin di sekitar wilayah Jawa

Barat dan Perairan Jawa Barat. Dengan adanya pola siklonik tersebut menandakan adanya pusat tekanan rendah di wilayah tersebut.

Angin 19 – 24 November 2021

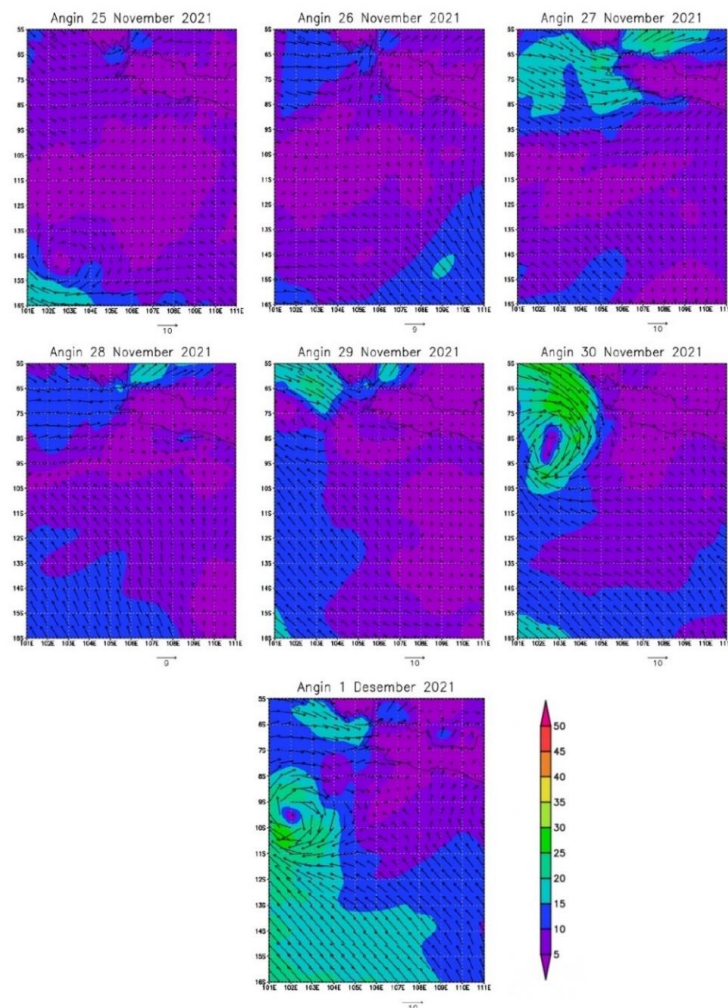


Gambar 8 Pergerakan Angin Saat Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada tanggal 19 November aktivitas siklon semakin menguat. Kecepatan angin di wilayah selatan Jawa Barat semakin terdampak oleh aktivitas Siklon Tropis Paddy. Kecepatan di wilayah Siklon mencapai 35 knot dan wilayah penelitian terdampak dengan kecepatan angin 35 knot. Hal ini tentunya dapat mengganggu dinamika atmosfer di wilayah penelitian. Kecepatan siklon mulai melemah pada tanggal 24 November 2021. Siklon Tropis Paddy juga mulai menjauh dari wilayah penelitian. Kecepatan angin di wilayah penelitian mulai menurun dan aktivitas konvergensi mulai menghilang. Pada tanggal 25 November

pergerakan siklonik mulai menjauh. Angin di sekitar wilayah penelitian mulai menurun dengan kecepatan berkisar antara 0 - 10 knot. Seiring menjauhnya siklon, kondisi arah dan kecepatan angin mulai stabil. Tidak adanya aktivitas konvergensi menandakan tidak ada gangguan atmosfer di wilayah penelitian. Kondisi atmosfer mulai normal bertahan sampai tanggal 28 November 2021. Tanggal 29 November sampai selanjutnya terdapat gangguan siklon lain yang berdampak pada kecepatan angin di sekitar wilayah penelitian. Namun, menurut Gambar 13 Wilayah selatan perairan Jawa Barat tidak terdampak oleh aktivitas siklonik tersebut.

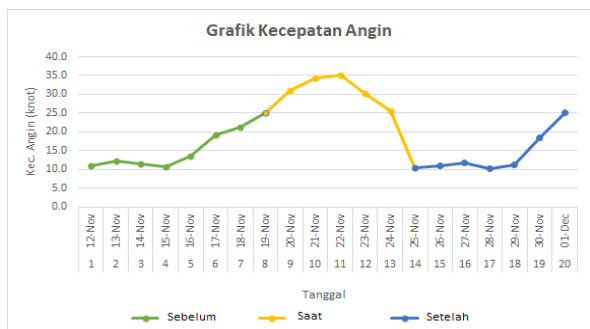
Angin 25 November – 1 Desember 2021



Gambar 9 Pergerakan Angin Setelah Kejadian Siklon Tropis Paddy

Adapun grafik temporal kecepatan angin sebelum, saat, dan setelah kejadian Siklon Tropis Paddy di wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy dapat dilihat pada Gambar 14 di bawah ini.

Salah satu dampak yang terlihat ketika siklon tropis terjadi adalah kecepatan angin. Pada kejadian Siklon Tropis Paddy, grafik angin pada Gambar 14 mengalami perubahan yang signifikan pada wilayah penelitian. Sebelum kejadian, kecepatan angin berkisar antara 10 knot hingga 25 knot. Pada tanggal 12 - 18 November, angin mengalami kenaikan seiring terbentuknya Siklon Tropis Paddy. Tingginya kecepatan angin ini disebabkan oleh adanya sistem tekanan rendah di wilayah penelitian yang memancing angin dari wilayah yang bertekanan tinggi menuju ke sistem tekanan rendah tersebut. Hal ini membentuk pola siklonik dan menyebabkan konvergensi di wilayah sekitarnya sehingga memengaruhi



Gambar 10 Grafik Kecepatan Angin Rentang Kejadian Siklon Tropis Paddy

dinamika atmosfer di wilayah penelitian. Saat kejadian siklon tropis, kecepatan angin berkisar antara 10 - 35 knot. Dengan kecepatan maksimum 35 knot berada di tanggal 21 - 22 November, kemudian seiring berjalannya waktu menurun dan punah pada tanggal 25 November 2021. Setelah kejadian, kecepatan angin mengalami penurunan dengan kecepatan berkisar pada 10 – 15 knot. Pada tanggal 30 November - 1 Desember terjadi kenaikan kecepatan angin, karena ada sistem tekanan rendah yang baru (Siklon

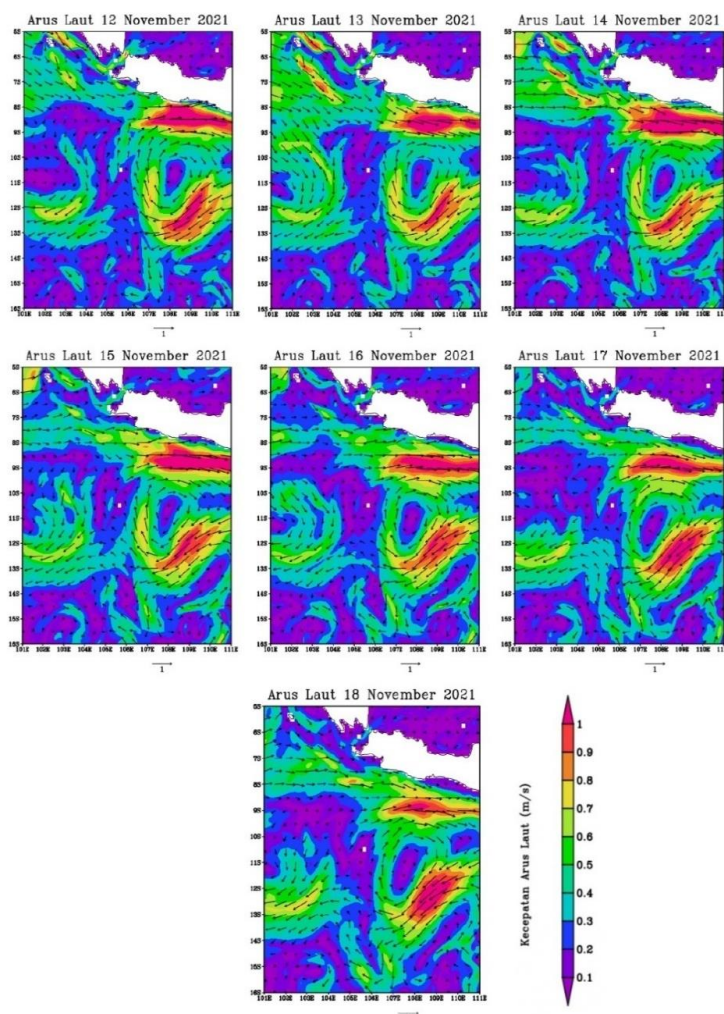
Tropis Teratai). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kecepatan angin pada saat kejadian Siklon tropis Paddy dibandingkan dengan kecepatan angin sebelum dan setelah kejadian Siklon Tropis Paddy. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Rachim et al. (2021) bahwa pada rentang kejadian Siklon Tropis Amang, terdapat peningkatan angin saat kejadian Siklon Tropis Amang hingga 5 m/s atau 9 knot. Kemudian kecepatan angin menurun setelah kejadian siklon tropis.

3.3. Spasio-temporal Arus Laut

Berdasarkan hasil pengolahan data model Marine Copernicus harian pada parameter pergerakan dan kecepatan arus

permukaan, Gambar 11 menunjukkan arah pergerakan serta kecepatan arus sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy.

Arus Laut 12 – 18 November 2021

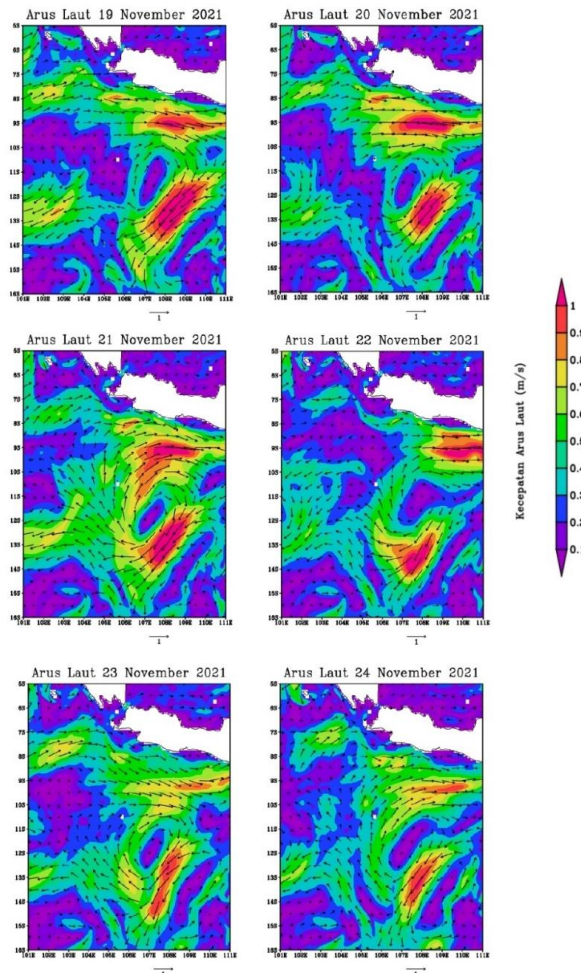


Gambar 11 Pergerakan Arus Laut Sebelum Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 11 terlihat bahwa perairan Samudra Hindia didominasi kecepatan arus dengan rentang 0 – 0.5 m/s yang bergerak ke arah timur dan Tenggara serta angin yang berasal dari bagian barat ke timur, berbelok ke arah selatan. Namun, pada beberapa wilayah perairan yang mendekati bagian selatan Jawa Barat, kecepatan arus laut mencapai 1 m/s yang bergerak ke arah timur. Pada wilayah perairan di 9°LS - 12°LS terlihat bahwa pada tanggal 12 – 18 November 2021, terdapat pergerakan arus yang melingkar yang diduga adalah arus eddy. Pada pergerakannya, terdapat arus

yang memutar kembali ke utara dan berbelok ke timur, dan ada juga yang bergerak menuju arah barat dan barat daya. Pada tanggal 12 – 18 November 2021, terlihat secara umum di wilayah perairan selatan Jawa Barat memiliki kecepatan arus hingga 1 m/s yang ditunjukkan dengan warna merah pada Gambar 15. Terlihat pula bahwa setiap harinya, kecepatan arus yang tinggi ini menurun sedangkan pada perairan yang terletak di 12 °LS terlihat bahwa kecepatan arusnya meningkat terus menerus hingga lebih dari 1 m/s.

Arus Laut 19 – 24 November 2021



Gambar 12 Pergerakan Arus Laut Saat Kejadian Siklon Tropis Paddy

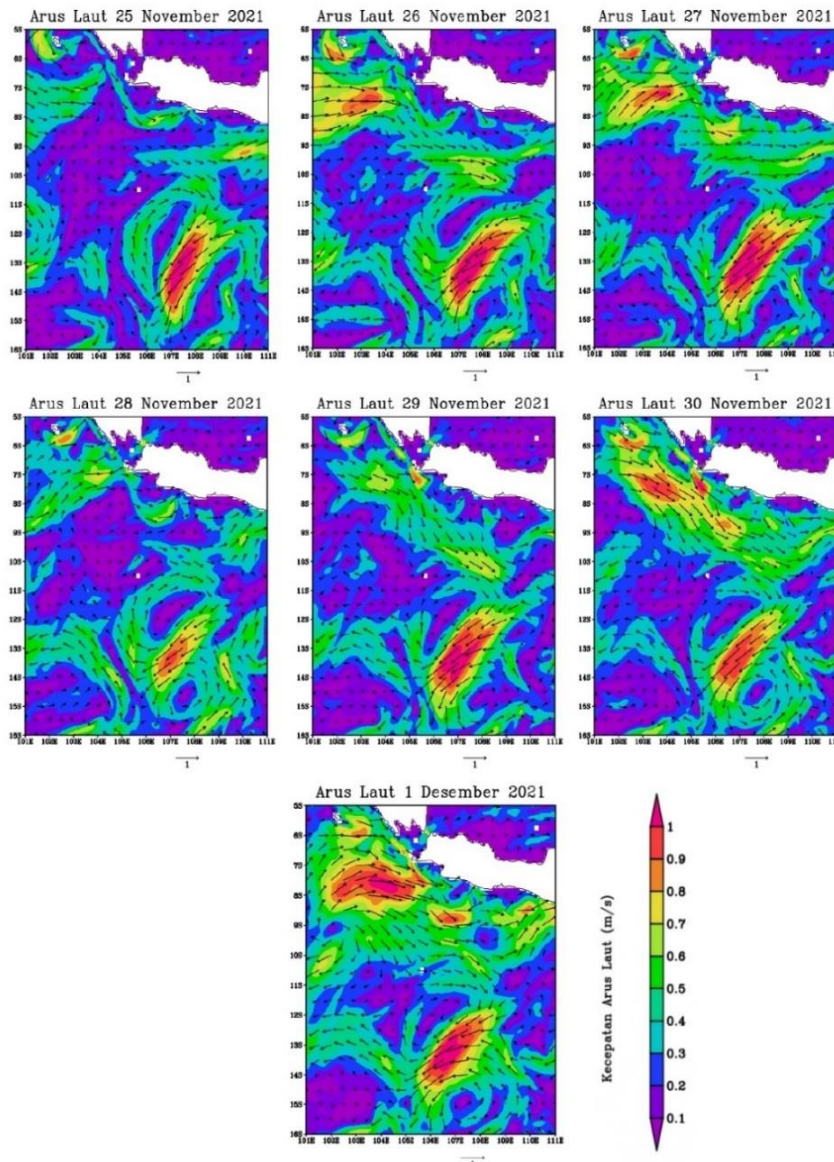
Pada Gambar 12, terlihat bahwa pergerakan dan kecepatan arus laut saat kejadian Siklon Tropis Paddy mengalami

perubahan. Kecepatan arus >1 m/s di selatan Pulau Jawa, setiap harinya mengalami penurunan. Pada saat kejadian Siklon Tropis

Paddy, masih terlihat adanya arus eddy pada lintang 9°LS - 12°LS dengan rentang kecepatan sekitar 0.3 m/s hingga lebih dari 1 m/s. Menurut Rachim et al. (2021), terbentuknya eddy (pusaran) dapat dipicu oleh siklon tropis. Pada wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy, terlihat bahwa

kecepatan arus meningkat dengan rentang 0.3 – 0.7 m/s ditandai dengan warna hijau yang lebih merata. Berbeda dengan sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy, yang mana kecepatan arus di wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy lebih beragam.

Arus Laut 25 November – 1 Desember 2021

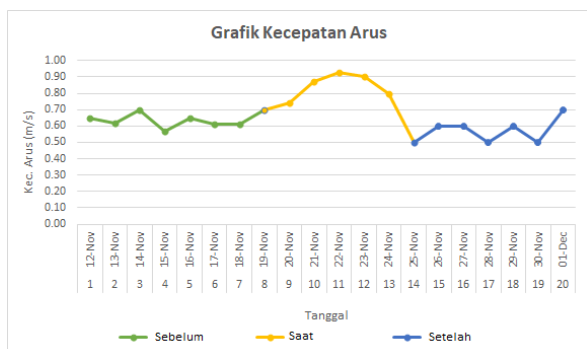


Gambar 13 Pergerakan Arus Laut Setelah Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 13 terlihat bahwa kecepatan arus menurun pada beberapa wilayah perairan khususnya pada perairan sekitar selatan Pulau Jawa dengan rentang <0.7 m/s dan bergerak ke arah timur.

Kemudian pada perairan memasuki Samudra Hindia, kecepatan arus berkisar dari 0 – 0.6 m/s dengan kecepatan tertinggi hingga 1 m/s pada beberapa wilayah perairan. Pada tanggal 30 November dan 1 Desember 2021,

terlihat adanya peningkatan kecepatan arus pada wilayah perairan selatan Pulau Sumatera. Pergerakan arus laut dan besarnya kecepatan arus dapat dipengaruhi oleh angin (Tanto et al., 2017). Di bawah ini merupakan grafik temporal kecepatan arus pada sebelum, saat, dan sesudah kejadian Siklon Tropis Paddy yang dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Grafik Kecepatan Arus Rentang Kejadian Siklon Tropis Paddy

Berdasarkan Gambar 14, terlihat bahwa adanya peningkatan kecepatan arus baik di sekitar wilayah perairan selatan Jawa

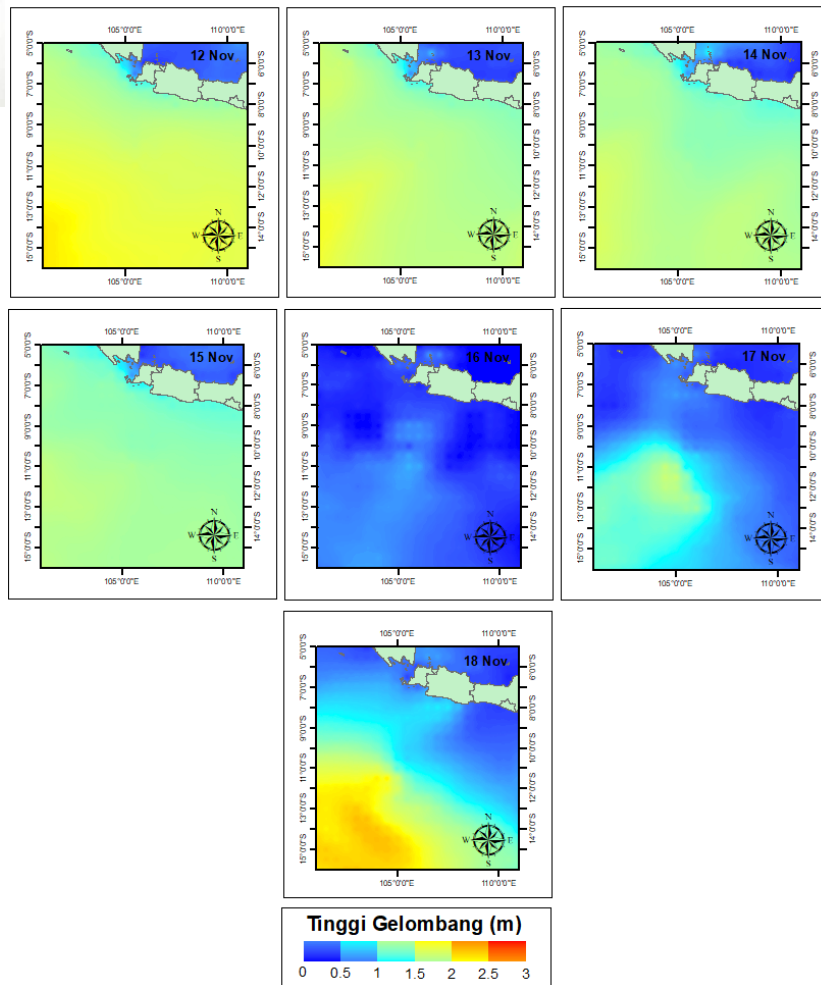
3.4. Spasio-temporal Tinggi Gelombang Laut

Gelombang laut terbentuk karena adanya gaya pembangkit salah satunya adalah angin. Kecepatan angin mempengaruhi besarnya dan panjangnya gelombang laut. Panjang gelombang laut

Barat maupun wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy. Secara umum, rentang kecepatan arus di sekitar wilayah perairan selatan Jawa Barat dan wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy pada sebelum, saat, dan sesudah kejadian siklon Tropis Paddy adalah 0.5 – 0.93 m/s. Pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy, terlihat bahwa rentang kecepatan arus meningkat pada tanggal 19 – 22 November dengan rentang 0.7 – 0.93 m/s. Pada tanggal 23 – 24 November, kecepatan arus menurun seiring berkurangnya kecepatan angin di sekitar wilayah perairan selatan Jawa Barat dan wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy. Hal ini sejalan dengan pernyataan Haryanto et al. (2017) bahwa kecepatan angin yang bertiup di atas perairan secara tidak langsung memberikan pengaruh terhadap kondisi arus permukaan. Pengaruh kecepatan angin akan terus berkurang seiring kedalaman perairan dan tidak akan berpengaruh hingga kedalaman 200 meter.

akan meningkat seiring lamanya angin bertiup (Marelsa & Oktaviandra, 2019). Tinggi gelombang laut sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy ditunjukkan pada Gambar 19.

Tinggi Gelombang 12 - 18 November 2021

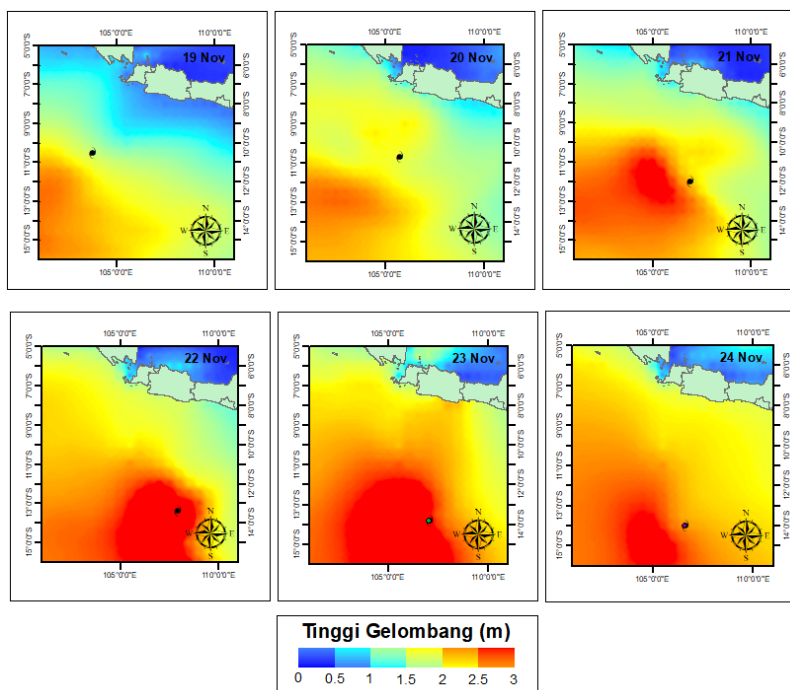


Gambar 15 Tinggi Gelombang Sebelum Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 15, terlihat bahwa pada tanggal 12 November tinggi gelombang laut di perairan selatan Jawa Barat memiliki rentang 1 – 2 meter. Kemudian pada tanggal 13 – 15 November tinggi gelombang laut mengalami penurunan dari tanggal 12 November yang mana rentang tinggi gelombang laut pada tanggal 13- 15 November adalah 1 – 1.5 meter. Pada tanggal 16 November terlihat bahwa hasil visualisasi tinggi gelombang laut

di perairan selatan Jawa Barat turun secara drastis dengan tinggi gelombang laut maksimum adalah <1 meter. Pada tanggal 17 dan 18 November, terlihat bahwa tinggi gelombang laut di perairan selatan Jawa Barat mulai meningkat dengan rentang tinggi gelombang 0 – 1.5 meter. Kemudian Pada Gambar 16 terlihat bahwa tinggi gelombang laut terus meningkat seiring pertumbuhan Siklon Tropis Paddy.

Tinggi Gelombang 19-24 November 2021

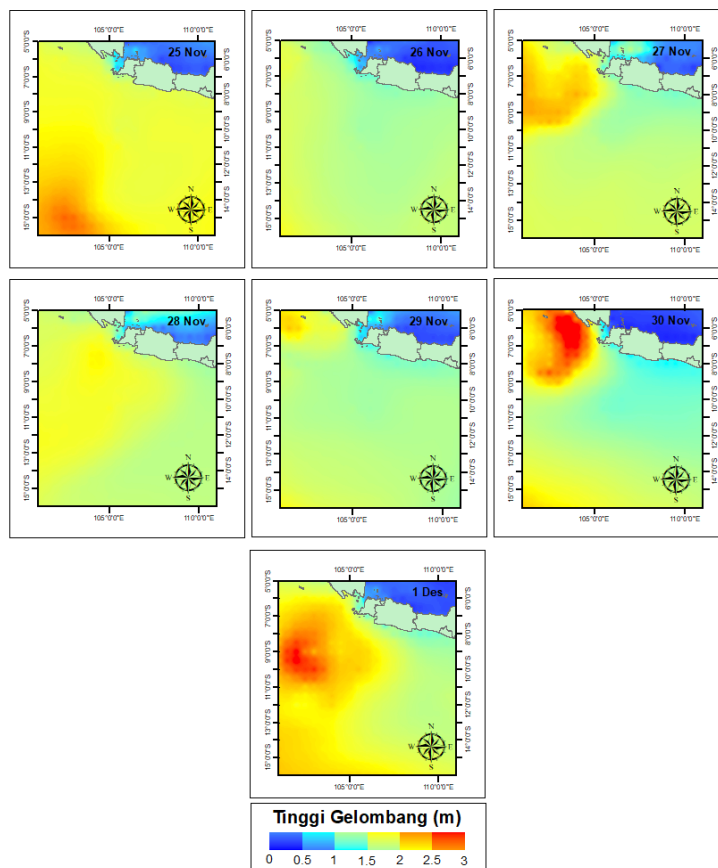


Gambar 16 Tinggi Gelombang Laut Saat Kejadian Siklon Tropis Paddy

Gambar 20 menunjukkan bahwa peningkatan tinggi gelombang terjadi secara signifikan pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy di tanggal 19 – 24 November 2021. Pada tanggal 19 November tinggi gelombang laut di perairan selatan Jawa Barat memiliki rentang 0.5 hingga lebih dari 1.5 meter. Kemudian peningkatan terus terjadi di hari – hari selanjutnya yang mana tanggal 20 November tinggi gelombang laut di perairan selatan Jawa Barat 1 – 2 meter. Pada tanggal 21 dan 22 November terlihat bahwa sebaran tinggi gelombang laut di perairan selatan

Jawa Barat sudah mulai meningkat dengan rentang 1.5 – 2 meter. Pada tanggal 22 November, tinggi gelombang di perairan selatan Jawa Barat didominasi dengan gelombang laut setinggi 2 – 2.5 meter dan menurun pada tanggal 24 November dengan rentang tinggi gelombang laut 1.5 – 2 meter. Setelah kejadian Siklon Tropis Paddy, terlihat bahwa tinggi gelombang di wilayah perairan selatan Jawa Barat di wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy berangsur menurun.

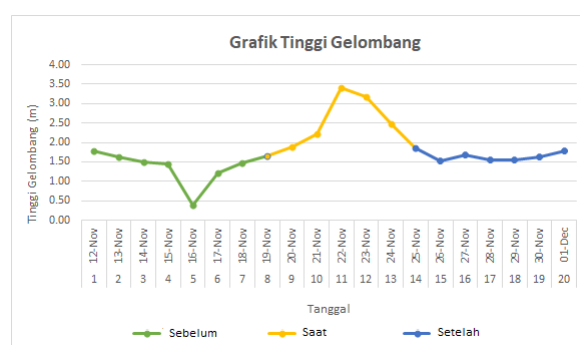
Tinggi Gelombang 25 November - 24 Desember 2021



Gambar 17 Tinggi Gelombang Setelah Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 17, terlihat bahwa tinggi gelombang laut pada wilayah perairan selatan Jawa Barat berangsur menurun setelah kejadian Siklon Tropis Paddy. Pada tanggal 25 November, tinggi gelombang laut di perairan selatan Jawa Barat memiliki ketinggian 1.5 meter. Kemudian pada tanggal 26 – 30 November, terlihat bahwa tinggi gelombang laut di perairan selatan Jawa Barat memiliki tinggi yang hampir seragam dengan rentang 1 – 1.5 meter. Namun pada tanggal 28 November gelombang laut meningkat hingga ketinggian 2 meter. Pada tanggal 1 Desember tinggi gelombang di perairan selatan Jawa Barat meningkat kembali dengan rentang 1 – 2 meter. Namun, penyebab meningkatnya tinggi gelombang tersebut bukan disebabkan oleh kejadian Siklon Tropis Paddy, melainkan oleh anomali lain yang terjadi di sekitar perairan selatan Jawa Barat. Di bawah ini merupakan

Gambar 18 berupa grafik temporal tinggi gelombang rentang kejadian Siklon Tropis Paddy.



Gambar 18 Grafik Tinggi Gelombang Rentang Kejadian Siklon Tropis Paddy

Berdasarkan Gambar 18, terlihat bahwa ketinggian gelombang di wilayah perairan Selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy berada di rentang 1 – 1.8 meter. Kemudian tinggi

gelombang terus mengalami peningkatan pada rentang kejadian Siklon Tropis Paddy mulai dari tanggal 19 November dengan tinggi gelombang maksimum adalah 3.41 meter pada tanggal 22 November. Tinggi gelombang mulai menurun mulai dari tanggal 23 November seiring musnahnya Siklon Tropis Paddy. Pada tanggal 25 November – 1 Desember yang merupakan rentang setelah kejadian Siklon Tropis Paddy terlihat bahwa tinggi gelombang di sekitar wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy menurun dengan rentang 1.5 – 1.8 meter. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Haryanto et al. (2017) mengenai tinggi gelombang saat kejadian Siklon Tropis Quang, bahwa gelombang di perairan sekitar tumbuhnya siklon tropis secara umum akan terus

meningkat seiring perkembangan siklon tropis dan menurun setelah melewati puncak siklon tropis. Dari hal ini, diketahui bahwa pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy.

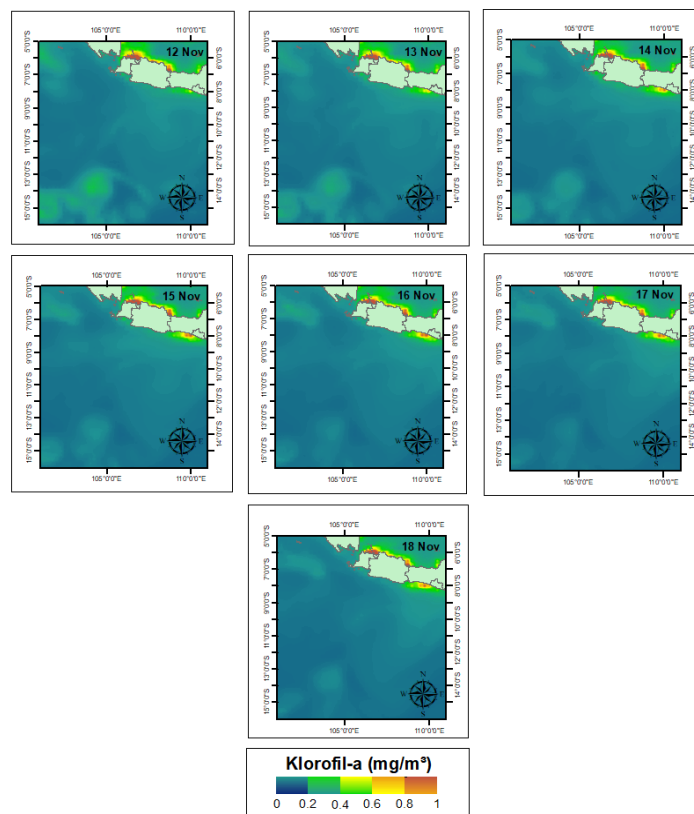
Berdasarkan klasifikasi keselamatan aktivitas pelayaran pada Tabel 2, tinggi gelombang pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy dengan rentang 1.5 – 3.4 meter sangat berbahaya bagi nelayan yang mana batas keselamatan aktivitas perahu nelayan adalah 1.25 meter dengan kecepatan angin 15 knot. Hal ini sejalan dengan Prasetya et al., (2014) bahwa peningkatan kondisi gelombang menjadi semakin tinggi yang dipicu oleh tumbuhnya siklon tropis di wilayah lautan yang luas akan berbahaya untuk aktivitas pelayaran khususnya bagi para nelayan dan pengguna transportasi laut.

3.5. Spasio-temporal Klorofil-a

Pada saat sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy, Gambar 19 menunjukkan

sebaran nilai konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Jawa Barat.

Konsentrasi Klorofil-a 12 - 18 November 2021

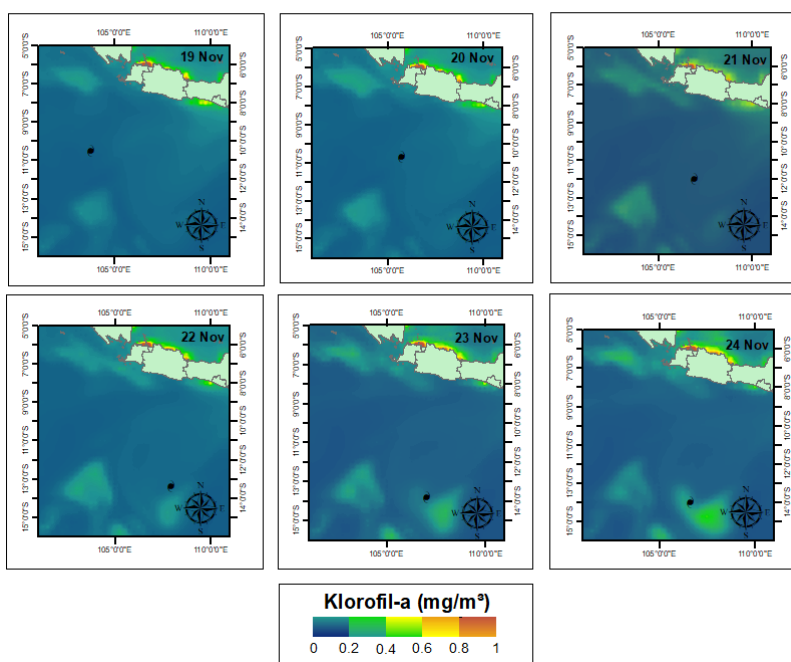


Gambar 19 Konsentrasi Klorofil-a Sebelum Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 23, terlihat bahwa sebaran klorofil-a di wilayah perairan selatan Jawa Barat tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada tanggal 12 – 18 November, konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Jawa Barat memiliki rentang 0 – 0.1 mg/m³. Pada beberapa pesisir perairan selatan Jawa Barat terdapat konsentrasi klorofil-a yang

menyentuh <0.6 mg/m³ walaupun dengan sebaran yang sedikit. Kemudian pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy yaitu tanggal 19 – 24 November, di wilayah perairan selatan Jawa Barat tidak menunjukkan adanya peningkatan ataupun penurunan konsentrasi klorofil-a.

Konsentrasi Klorofil-a 19-24 November 2021

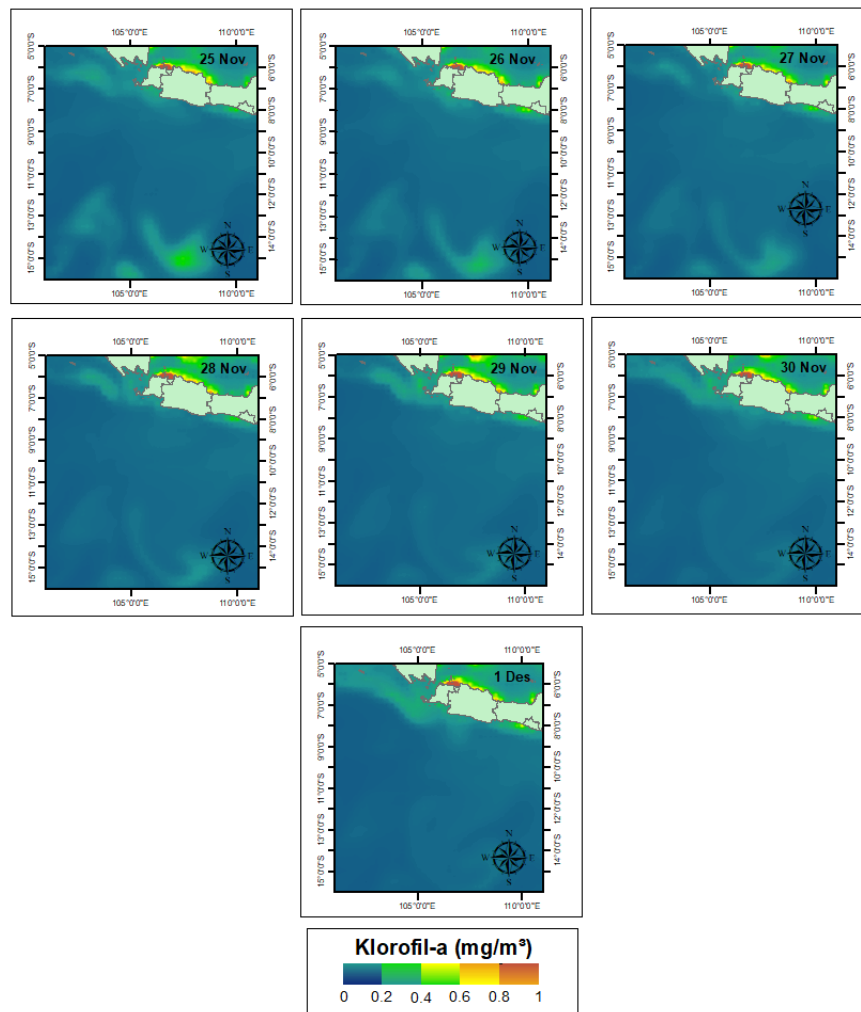


Gambar 20 Konsentrasi Klorofil-a Saat Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 20, terlihat bahwa pada tanggal 19 – 24 November sebaran konsentrasi klorofil-a memiliki rentang 0 – 0.2 mg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa saat kejadian Siklon Tropis Paddy konsentrasi klorofil-a di wilayah perairan selatan Jawa Barat memiliki rentang nilai yang sama dengan sebelum terjadinya Siklon Tropis

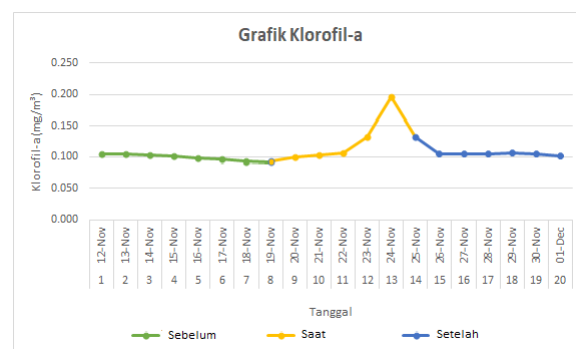
Paddy. Namun, pada beberapa daerah pesisir selatan Jawa Barat terlihat bahwa adanya penurunan yang semula terdapat konsentrasi klorofil-a hingga 0.6 mg/m³ menjadi 0 – 0.2 mg/m³. Kemudian, setelah kejadian Siklon Tropis Paddy, Gambar 25 menunjukkan sebaran konsentrasi klorofil-a secara umum pada wilayah perairan selatan Jawa Barat.

Konsentrasi Klorofil-a 25 November - 1 Desember 2021



Gambar 21 Konsentrasi Klorofil-a Setelah Kejadian Siklon Tropis Paddy

Konsentrasi Klorofil-a setelah kejadian Siklon Tropis Paddy memiliki rentang nilai yang sama dengan sebelum dan saat kejadian Siklon Tropis Paddy, yaitu 0 – 0.2 mg/m³. Namun, dari Gambar 25 terlihat pula bahwa setelah kejadian Siklon Tropis Paddy, konsentrasi klorofil-a pada wilayah pesisir selatan Jawa Barat mulai meningkat kembali dari yang sebelumnya menurun pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy. Di bawah ini merupakan grafik temporal konsentrasi klorofil-a rentang kejadian Siklon Tropis Paddy yang disajikan pada Gambar 26.



Gambar 22 Grafik Klorofil-a Rentang Kejadian Siklon Tropis Paddy

Berdasarkan Gambar 26, nilai klorofil-a sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy di wilayah perairan Selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis

Paddy memiliki rentang 0.09 – 0.1 mg/m³. Kemudian konsentrasi klorofil-a mulai meningkat saat kejadian Siklon Tropis Paddy hingga menyentuh 0.2 mg/m³ pada tanggal 24 November dan mulai menurun pada tanggal 25 November yang mana merupakan hari pertama setelah Siklon Tropis Paddy musnah. Setelah kejadian Siklon Tropis Paddy terlihat bahwa konsentrasi kembali menurun dengan rentang 0.1 – 0.133 mg/m³. Penurunan konsentrasi klorofil-a setelah kejadian siklon tropis ini sejalan dengan hasil penelitian Rachim et al. (2021) yaitu adanya penurunan konsentrasi klorofil-a setelah terjadinya Siklon Tropis Amang. Walaupun demikian, konsentrasi klorofil-a setelah kejadian Siklon Tropis Paddy meningkat dibandingkan pada sebelum kejadian Siklon

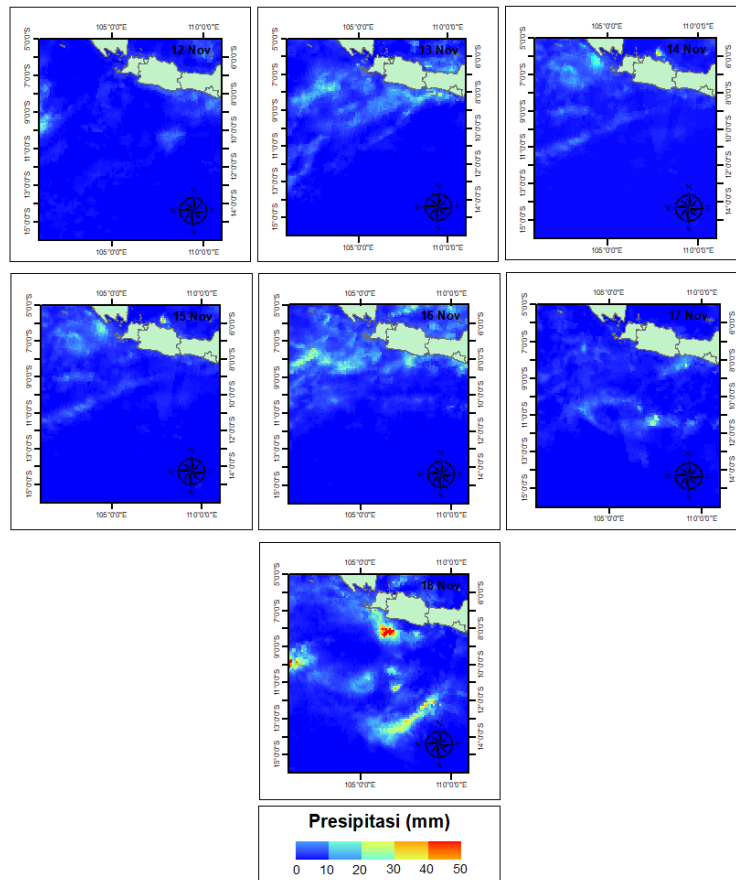
Tropis Paddy walaupun dengan rentang yang sangat kecil. Secara umum, konsentrasi klorofil-a akan meningkat setelah fenomena siklon tropis terjadi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh A. L. Gaol et al. (2018) mengenai Siklon Tropis Frances, diketahui bahwa setelah kejadian siklon tropis terdapat peningkatan konsentrasi klorofil-a harian antara 0.4 – 5.0 mg/m³. Merujuk pada kriteria intensitas upwelling di Tabel 3, intensitas upwelling di wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy termasuk pada kategori intensitas upwelling lemah karena SPL yang >27°C dan konsentrasi klorofil-a <1 mg/m³ pada sebelum, saat, dan setelah kejadian Siklon Tropis Paddy.

3.6. Spasio-temporal Curah Hujan

Kejadian siklon tropis, akan mempengaruhi curah hujan terutama di wilayah tempat tumbuhnya siklon tropis. Curah hujan

sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy ditunjukkan pada Gambar 23.

Presipitasi 12 - 18 November 2021

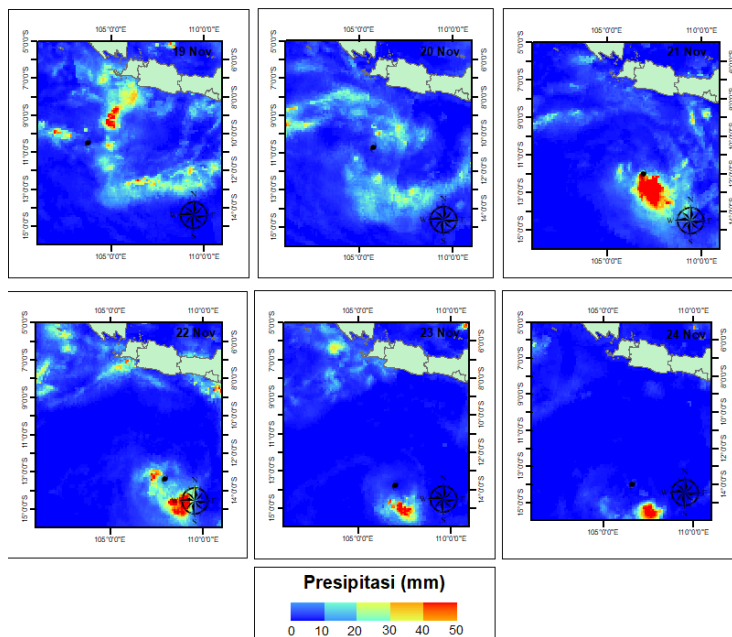


Gambar 23 Sebaran Nilai Curah Hujan Sebelum Kejadian Siklon Tropis Paddy

Dari Gambar 23, terlihat bahwa pada tanggal 12 November nilai curah hujan di perairan selatan Jawa Barat berkisar dari 0 – 10 mm. Kemudian pada tanggal 13 November terjadi peningkatan curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat dengan rentang 10 – 20 mm. Curah hujan pada tanggal 14 dan 15 November memiliki sebaran curah hujan yang mirip dengan rentang 0 – 10 mm. Nilai Curah hujan di wilayah pesisir selatan Jawa

Barat meningkat pada tanggal 16 November hingga menyentuh 20 mm. Kemudian terjadi penurunan curah hujan pada tanggal 17 November dan terdapat satu wilayah sekitar pesisir selatan Jawa Barat yang mana curah hujan meningkat secara signifikan pada tanggal 18 November hingga 50 mm. Selanjutnya sebaran curah hujan pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy dapat dilihat pada Gambar 24 di bawah ini.

Presipitasi 19-24 November 2021



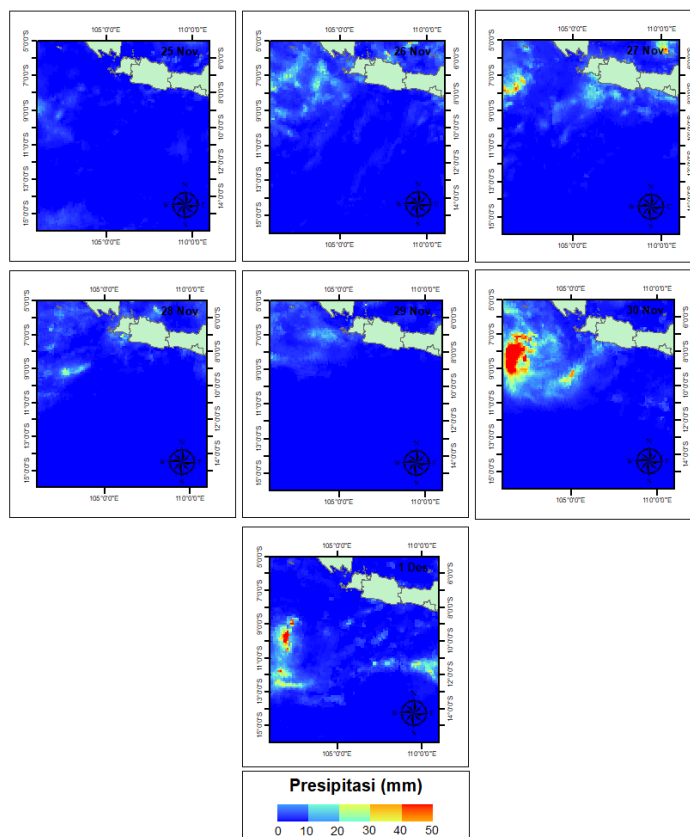
Gambar 24 Sebaran Nilai Curah Hujan Saat Kejadian Siklon Tropis Paddy

Pada Gambar 28, terlihat bahwa pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy berlangsung, curah hujan disekitar wilayah perairan selatan Jawa Barat mengalami peningkatan pada tanggal 19 dan 20 November dibandingkan dengan sebelumnya. Pada tanggal 19 November, nilai curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat memiliki rentang 0 – 20 mm dengan beberapa titik wilayah memiliki rentang nilai curah hujan 20 – 40 mm. Kemudian pada tanggal 20 November nilai curah hujan menurun dan rentang nilai curah hujan berkisar dari 10 – 20 mm. Pada tanggal 21 – 24 November terlihat bahwa curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat terus mengalami penurunan secara terus menerus. Pada tanggal 21 – 23 November terlihat bahwa sebaran curah hujan adalah 0 – 20 mm. Namun, pada tanggal 24 November, rentang nilai curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat adalah 0 – 10 mm. Penurunan curah hujan saat kejadian Siklon Tropis Paddy terus menurun seiring pergerakan Siklon Tropis Paddy yang menjauhi Pulau Jawa. Terlihat pada tanggal 21 – 24 November, beberapa wilayah di Samudra

Hindia tepatnya pada wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy memiliki nilai curah hujan yang sangat tinggi yaitu >50 mm. Kemudian setelah Siklon Tropis Paddy punah pada tanggal 24 November, Gambar 24 menunjukkan sebaran nilai curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa barat terus mengalami penurunan pada tanggal 25 November – 1 Desember. Pada tanggal 25 dan 26 November, sebaran nilai curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat memiliki rentang nilai 0 – 10 mm. Dari Gambar 24, pada tanggal 27 November terlihat bahwa sebaran curah hujan meningkat dengan nilai curah hujan hingga 20 mm di beberapa titik wilayah perairan selatan Jawa Barat. Kemudian pada tanggal 28 dan 29 November curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat kembali menurun dengan rentang nilai 0 – 10 mm. Berbeda dengan tanggal 30 November dan 1 Desember, Gambar 24 menunjukkan bahwa curah hujan di perairan selatan Jawa Barat kembali meningkat dengan rentang nilai 0 – 20 mm. Terlihat juga bahwa peningkatan curah hujan pada tanggal 30 November dan 1

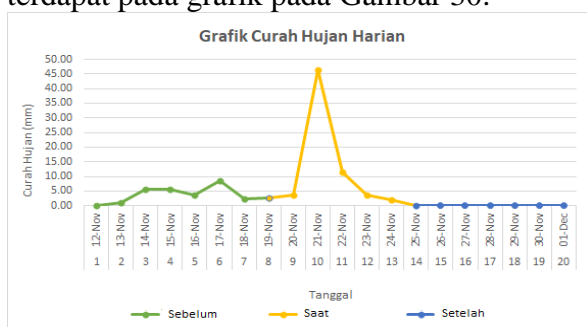
Desember disebabkan oleh adanya anomali sekitar selatan pulau Sumatera.

Presipitasi 25 November - 1 Desember 2021



Gambar 25 Sebaran Nilai Curah Hujan Setelah Kejadain Siklon Tropis Paddy

Dari Gambar 24, sebaran curah hujan yang tinggi terlihat pada tanggal 30 November dengan cakupan wilayah yang luas di selatan Pulau Sumatera. Namun, pada tanggal 1 Desember, curah hujan pada wilayah tersebut mulai menurun termasuk pada wilayah perairan selatan Jawa barat nilai curah hujan memiliki rentang 0 – 10 mm dengan beberapa titik mencapai 20 mm. Adapun nilai curah hujan sebelum, saat, dan setelah rentang kejadian Siklon Tropis Paddy terdapat pada grafik pada Gambar 30.



Gambar 30. Grafik Curah Hujan Rentang Kejadian Siklon Tropis Paddy

Berdasarkan Gambar 30, terlihat bahwa sebelum kejadian Siklon Tropis Paddy, nilai curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy berkisar dari 0.16 – 8.46 mm. Kemudian curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis Paddy mulai mengalami peningkatan yang signifikan pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy berlangsung dengan rentang 2 – 46.5 mm dengan tinggi curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 21 November. Curah hujan mulai menurun seiring melemahnya Siklon Tropis Paddy. Setelah kejadian Siklon Tropis Paddy, curah hujan di wilayah perairan selatan Jawa Barat serta wilayah pergerakan Siklon Tropis

Paddy mengalami penurunan yang cukup drastis yaitu tidak terdapat curah hujan yang berarti tidak terjadi hujan pada wilayah tersebut.

Pada saat kejadian Siklon Tropis Paddy terlihat bahwa curah hujan cukup meningkat dengan signifikan dan hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetya et al. (2014) mengenai dampak siklon tropis terhadap distribusi curah hujan yang dimana terdapat peningkatan curah hujan hingga >150% atau diatas normal pada fase awal pertumbuhan siklon tropis. Kemudian merujuk intensitas hujan berdasarkan curah hujan pada Tabel 4, intensitas hujan yang terjadi saat kejadian Siklon Tropis Paddy tergolong pada kategori hujan ringan – lebat dengan hujan terlebat terjadi pada tanggal 21 November.

Dampak peningkatan curah hujan yang diakibatkan fenomena siklon tropis Paddy

tidak selalu terjadi saat kejadian siklon tropis berlangsung. Hal ini dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan oleh Sibarani, (2014) mengenai distribusi curah hujan di wilayah Riau selama rentang kejadian Siklon Tropis Gillian. Dalam penelitiannya, diketahui bahwa curah hujan pada rentang kejadian Siklon Tropis Gillian meningkat pada sebelum dan setelah kejadian Siklon Tropis Gillian yang mana pada saat terjadinya Siklon Tropis Gillian, curah hujan di daerah Riau adalah 0 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap kejadian siklon tropis, peningkatan/penurunan curah hujan tidak selalu pada waktu yang sama. Hal ini disebabkan seberapa besar awan konvektif dapat terbentuk berdasarkan arah dan kecepatan angin, tinggi-rendahnya tekanan atmosfer, dan arus eddy pada wilayah terbentuknya siklon tropis (Sibarani, 2014).

IV. KESIMPULAN

Kejadian Siklon Tropis Paddy memberikan dampak terhadap semua parameter oseanografi, yaitu berupa peningkatan terhadap suhu permukaan laut, kecepatan angin, kecepatan arus, ketinggian gelombang, konsentrasi klorofil-a, dan curah hujan. Namun, pada parameter klorofil-a, peningkatannya tidak signifikan seperti pada parameter lainnya. Suhu permukaan laut meingkat hingga 28.3 °C, kecepatan angin meningkat hingga 35 knot, kecepatan arus meningkat hingga 0.93 m/s. Ketinggian gelombang meningkat hingga 3.5 meter. Klorofil-a meningkat hingga 0.196 mg/m³. Curah hujan meningkat hingga 47 mm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing atas bimbingannya dalam melakukan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gaol, A. L., Siadari, E. L., Ryan, M., & Kristianto, A. (2018). DAMPAK SIKLON TROPIS FRANCES TERHADAP UPWELLING LAUT TIMOR DAN SEKITARNYA. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 5(3), 1–9.
- Gaol, J. L., & Sadhotomo, B. (2017). Karakteristik Dan Variabilitas Parameter-Parameter Oseanografi Laut Jawa Hubungannya Dengan Distribusi Hasil Tangkapan Ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 13(3), 201. <https://doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.201-211>
- Haryanto, Y. D., Fadlan, A., Hartoko, A., Anggoro, S., & Zainuri, M. (2017). Dampak Siklon Tropis Quang terhadap Tinggi Gelombang, Arus Laut dan Upwelling di Perairan Selatan Jawa. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 1, 45–54.
- Kurniawan, R., Harsa, H., Nurrahmat, M. H., Sasmito, A., Florida, N., Makmur, E. E.

- S., Swarinoto, Y. S., Habibie, M. N., Hutapea, T. F., Hendri, Sudewi, R. S., Fitria, W., Praja, A. S., & Adrianita, F. (2021). The Impact of Tropical Cyclone Seroja to the Rainfall and Sea Wave Height in East Nusa Tenggara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 925(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/925/1/012049>
- Marelsa, N. F., & Oktaviandra, Y. (2019). Characteristic Analysis of Sea Waves Using Windwave-12 Software (Case Study: Mentawai Islands). *Oseana*, 44(2), 10–24.
- Prasetya, R., As'ari, A., & Dayantolis, W. (2014). Analisis Dampak Siklon Tropis Nangka, Parma dan Nida pada Distribusi Curah Hujan di Sulawesi Utara. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v10i1.816>
- Rachim, M. H., Schadu, J. N. W., Wantasen, A. S., Patty, W., & Ngangi, E. L. (2021). Impact of tropical cyclone Amang on variability of wind speed, salinity, sea surface temperature, and their relationship to chlorophyll-a in sea waters of Sangihe Island. *Aquatic Science & Management*, 9(2), 48–54. <https://doi.org/10.35800/jasm.v9i2.34589>
- Semedi, B., & Maulida Safitri, N. (2015). Estimasi Distribusi Klorofil-A di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran In Situ Pada Musim Timur. *Research Journal of Life Science*, 2(1), 40–49. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2015.002.01.6>
- Sibarani, R. M. (2014). Analisis Pengaruh Siklon Tropis Gillian Terhadap Curah Hujan Di Wilayah Riau Dan Sekitarnya. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 15(2), 75. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v15i2.2673>
- Suhardi, B., Adiputra, A., & Reeve Avrian. (2020). Kajian Dampak Cuaca Ekstrem Saat Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia di Wilayah Jawa Barat. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(2), 61–67. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i2.4354>
- Syaifullah, M. D. (2015). Siklon Tropis, Karakteristik Dan Pengaruhnya Di Wilayah Indonesia Pada Tahun 2012. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 16(2), 61. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v16i2.1048>
- Tanto, T. Al, Wisna, U. J., Kusumah, G., Pranowo, W. S., Husrin, S., Ilham, I., & Putra, A. (2017). Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa – Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), 37. <https://doi.org/10.24895/jig.2017.23-1.631>