

The Impact of Tropical Cyclone Man-Yi on Oceanographic Conditions in the Philippine Sea

(Dampak Siklon Tropis Man-Yi Terhadap Kondisi Oseanografi di Laut Filipina)

David Ristianto^{1*}, Lefrand Manoppo², Alfret Luasunaung², Wilmy E. Pelle², Patrice N.I. Kalangi², Suzanne L. Undap², Deiske A. Sumilat², Andersen Panjaitan³

1. Program Studi Ilmu Perairan, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara

2. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara

3. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

*Penulis Korespondensi: davidbmkq@gmail.com

ABSTRACT

Tropical cyclones are extreme weather phenomena that can significantly influence the interaction between the atmosphere and oceans. Tropical Cyclone Man-Yi, which formed on November 15, 2024, passed through the Philippine Sea. This study aims to analyze the impact of Tropical Cyclone Man-Yi on oceanographic conditions, including sea surface temperature, chlorophyll-a concentration, and wave height in the Philippine Sea. A quantitative approach was employed, utilizing spatial and temporal analyses, as well as mean calculations to determine anomaly values. The data used include daily measurements from the period before, during, and after the occurrence of Tropical Cyclone Man-Yi, along with 15 years of monthly data. These datasets consist of reanalysis data and satellite data from Copernicus. The results indicate that Tropical Cyclone Man-Yi caused a decrease in sea surface temperature, an increase in chlorophyll-a concentration, and an increase in wave height in the Philippine Sea. Temporally, sea surface temperature decreased by up to 0.4°C, chlorophyll-a concentration increased by up to 0.018 mg/m³, and wave height increased by up to 2.5 meters. Based on spatial, temporal, and anomaly value analyses, Tropical Cyclone Man-Yi had a significant impact on wave height changes.

Keywords: tropical cyclone, sea surface temperature, chlorophyll-a, wave height

ABSTRAK

Siklon tropis merupakan fenomena cuaca ekstrim yang dapat mempengaruhi interaksi antara atmosfer dan lautan. Siklon tropis Man-Yi terbentuk pada tanggal 15 November 2024 dan melewati Laut Filipina. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak siklon tropis Man-Yi terhadap kondisi oseanografi seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, dan tinggi gelombang di Laut Filipina. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis spasial, temporal, dan perhitungan rata-rata untuk menghitung nilai anomalinya. Data yang digunakan meliputi data harian periode sebelum, saat, setelah kejadian siklon tropis Man-Yi, dan data bulanan selama 15 tahun. Data tersebut merupakan data reanalisis dan data satelit dari Copernicus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siklon tropis Man-Yi memberikan dampak penurunan suhu permukaan laut, peningkatan konsentrasi klorofil-a dan peningkatan tinggi gelombang di Laut Filipina. Secara temporal, suhu permukaan laut menurun hingga 0.4 °C, konsentrasi klorofil-a meningkat hingga 0.018 mg/m³, dan tinggi gelombang meningkat hingga 2.5 m. Berdasarkan hasil analisis spasial, temporal, dan nilai anomalinya, siklon tropis Man-Yi memberikan dampak yang signifikan terhadap perubahan tinggi gelombang.

Kata kunci: siklon tropis, suhu permukaan laut, klorofil-a, tinggi gelombang

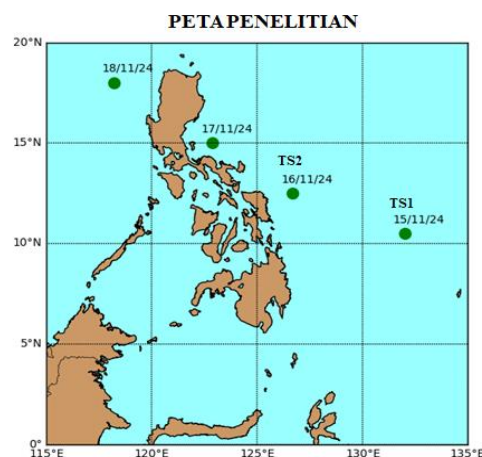
PENDAHULUAN

Siklon tropis merupakan fenomena cuaca ekstrem berskala sinoptik yang dimulai dari sistem tekanan rendah yang berpengaruh pada atmosfer dan lautan. Interaksi antara atmosfer dan lautan merupakan faktor penting terkait dinamika serta kondisi suatu perairan (Pratama *et al.*, 2019). Perubahan kondisi atmosfer dapat mempengaruhi dinamika parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a dan tinggi gelombang. Suhu permukaan laut, klorofil-a, dan gelombang adalah parameter penting yang berhubungan dengan kondisi cuaca dan ekosistem laut. Salah satu unsur yang mempengaruhi pola cuaca di Indonesia adalah suhu permukaan laut dikarenakan berkontribusi terhadap proses penguapan dan pembentukan awan (Lestari *et al.*, 2017). Kemudian klorofil-a berperan penting dalam produktivitas primer suatu perairan karena berhubungan langsung dengan proses fotosintesis (Imran *et al.*, 2023). Sedangkan gelombang merupakan unsur penting dalam penyediaan data meteorologi untuk sektor kelautan (Marelsa & Oktaviandra, 2019).

Sebagian besar siklon tropis berkembang di wilayah dengan lintang antara 10° hingga 20° dari garis khatulistiwa. Sebaliknya, hanya sekitar 13% yang muncul di lintang $> 20^{\circ}$, sementara di lintang rendah (0° – 10° LU/LS), pembentukan siklon tropis sangat jarang terjadi (Syaifullah, 2015). Laut Filipina, yang terletak di jalur lintasan siklon tropis di wilayah Pasifik Barat, sering menjadi area yang dilalui oleh siklon tropis. Siklon tropis Man-Yi merupakan siklon tropis dengan kategori 4 berdasarkan skala Saffir-Simpson yang terbentuk 15 November 2024 dan melewati Laut Filipina. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak siklon tropis Man-Yi terhadap suhu permukaan laut, klorofil-a, dan tinggi gelombang di Laut Filipina.

METODE PENELITIAN

Domain penelitian ini adalah di Laut Filipina yang menjadi lintasan siklon tropis Man-Yi. Kemudian titik sampel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dua titik sampel di Laut Filipina TS1 dan TS2 dengan titik koordinat masing-masing 10.5° LU 132° BT dan 12.5° LU dan 126.7° BT (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan Trayektori Siklon Tropis Man-Y

Penelitian ini mencakup tiga periode waktu, yaitu sebelum (11–14 November 2024), saat (15–18 November 2024), dan setelah (19–22 November 2024) kejadian siklon tropis Man-Yi. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data harian dan bulanan suhu permukaan laut, klorofil-a, dan tinggi gelombang. Data suhu permukaan laut, klorofil-a, dan tinggi gelombang diperoleh dari Copernicus dengan resolusi spasial masing-masing $0.083^\circ \times 0.083^\circ$, $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$ dan $0.2^\circ \times 0.2^\circ$. Data siklon tropis menggunakan data dari *Japan Aerospace Exploration Agency* untuk menentukan jalur lintasan dan waktu kejadian siklon tropis Man-Yi.

Metode dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis spasial, temporal, serta perhitungan rata-rata untuk menentukan nilai anomali. Data suhu permukaan laut, klorofil-a, dan tinggi gelombang diproses dengan menggunakan Python untuk menghasilkan peta spasial yang menunjukkan distribusi nilai melalui gradasi warna. Kemudian data dari dua titik sampel TS1 dan TS2 di Laut Filipina

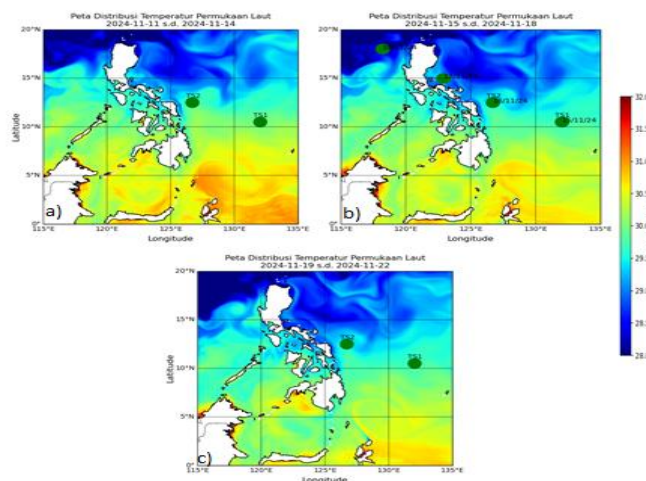
diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menghasilkan grafik untuk dianalisis perubahan atau tren data hariannya. Selanjutnya data komposit saat kejadian siklon tropis Man-Yi dibandingkan dengan data rata-rata bulanan selama 15 tahun untuk menghitung nilai anomalnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

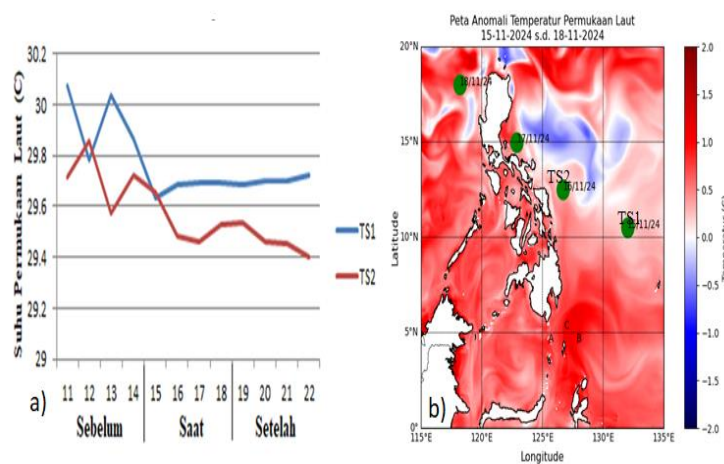
Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan laut di sekitar titik TS1 dan TS2 sebelum siklon tropis Man-Yi berkisar antara 28.5°C hingga 30°C (Gambar 2). Saat terjadi siklon tropis Man-Yi, suhu permukaan laut di sekitar titik TS1 dan TS2 lebih rendah dibandingkan dengan sebelum siklon tropis Man-Yi. Suhu permukaan laut di sekitar titik TS1 dan TS2 berkisar 28.5°C hingga 29.5°C . Setelah terjadi siklon, suhu permukaan cenderung sama berkisar 28.5°C hingga 29.5°C .

Secara temporal terjadi pola penurunan suhu permukaan laut di dua titik sampel TS1 dan TS2 di Laut Filipina, dengan penurunan maksimum hingga 0.4°C pada saat secara temporal terjadi



Gambar 2. Komposit 4 hari suhu permukaan laut di Laut Filipina a) Sebelum b) Saat c) Setelah siklon tropis Man-Yi



Gambar 3. Perubahan harian suhu permukaan laut (a), dan anomali suhu permukaan laut saat kejadian siklon tropis Man-Yi (b)

pola penurunan suhu permukaan laut di dua titik sampel TS1 dan TS2 di Laut Filipina, dengan penurunan maksimum hingga 0.4°C pada saat siklon Man-Yi terjadi (Gambar 3). Kemudian terdapat daerah dengan nilai anomali suhu permukaan laut dibawah normal hingga -1°C di sekitar lintasan siklon saat terjadi siklon tropis Man-Yi.

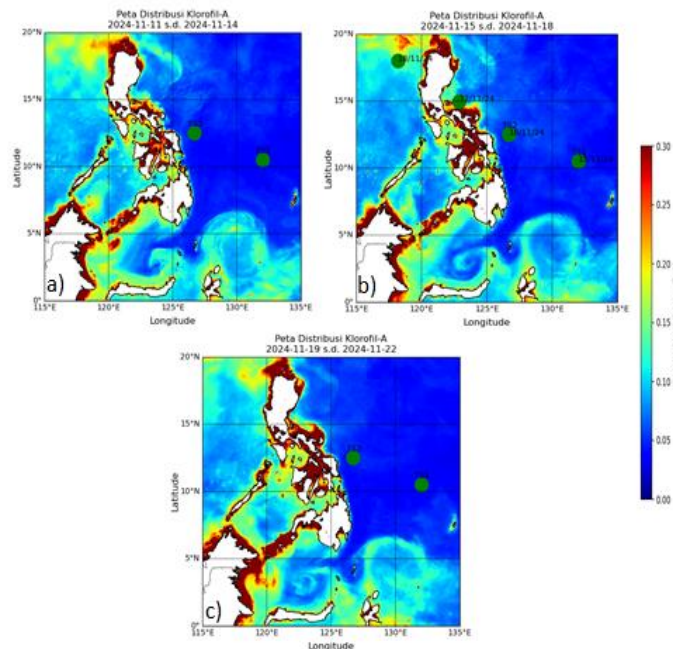
Bila dibandingkan dengan penelitian Hanafiah *et al.* (2018), terjadi penurunan suhu permukaan laut di Samudra Hindia hingga 2°C pada saat siklon tropis Cempaka dan siklon tropis Dahlia. Penurunan suhu permukaan laut di Laut Filipina pengaruh siklon tropis Man-Yi tidak signifikan. Kondisi awal suhu permukaan laut salah satu yang menentukan besarnya penurunan suhu permukaan laut akibat siklon tropis. Jika suhu awal permukaan laut tidak terlalu hangat, energi yang tersedia untuk didistribusikan melalui pencampuran vertikal dan upwelling terbatas, sehingga

penurunan suhu yang terjadi juga cenderung lebih kecil.

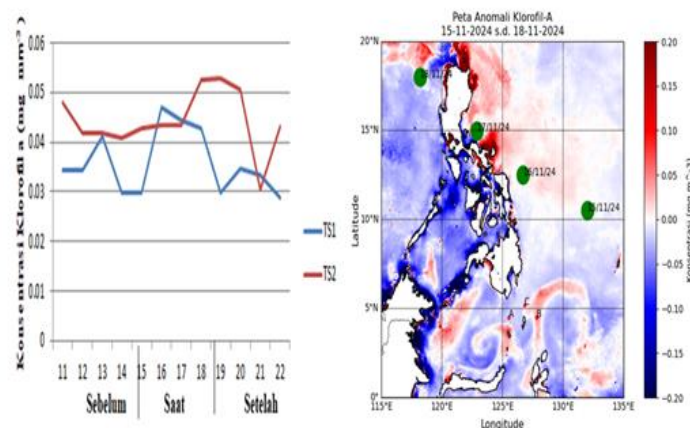
Klorofil-a

Sebelum siklon tropis Man-Yi, konsentrasi klorofil-a di sekitar titik TS1 dan TS2 berkisar 0.05 mg/m^3 (Gambar 4). Saat terjadi siklon tropis Man-Yi, konsentrasi klorofil-a di sekitar titik TS1 dan TS2 berkisar 0.05 mg/m^3 hingga 0.1 mg/m^3 . Secara spasial konsentrasi klorofil-a pada saat siklon tropis Man-Yi lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum siklon tropis Man-Yi meskipun nilainya tidak signifikan.

Selanjutnya setelah siklon tropis Man-Yi, konsentrasi klorofil-a di sekitar dua titik sampel cenderung sama berkisar 0.05 mg/m^3 hingga 0.1 mg/m^3 . Secara temporal terjadi peningkatan klorofil-a hingga 0.018 mg m^{-3} di Laut Filipina (Gambar 5). Kemudian nilai anomali klorofil-a saat siklon tropis Man-Yi normal hingga 0.1 mg/m^3 .



Gambar 4. Komposit 5 hari klorofil-a di Laut Filipina a) Sebelum b) Saat c) Setelah siklon tropis Man-Yi



Gambar 5. a) Perubahan harian klorofil-a dan b) Anomali klorofil-a saat kejadian siklon tropis Man-Yi

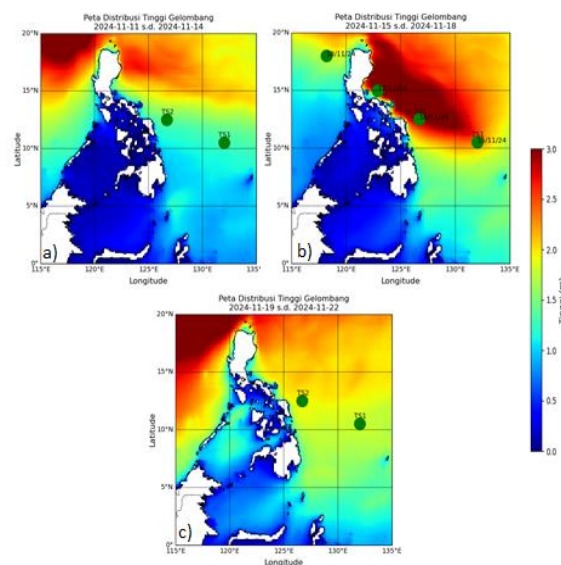
Analisis spasial dan temporal menunjukkan adanya peningkatan klorofil-a saat siklon Tropis Man-Yi di Laut Filipina. Hal ini sejalan yang dilakukan oleh Selkofa *et al.* (2024), siklon tropis Flamboyan menyebabkan peningkatan konsentrasi klorofil-a dengan anomali sekitar 0.05 mg/m^3 hingga 0.1 mg/m^3 di Samudra Hindia. Secara umum peningkatan klorofil-a di Laut Filipina tidak signifikan. Hal ini diduga disebabkan

faktor kedalaman perairan. Menurut Moore *et al.* (2008), efisiensi perpindahan nutrisi dari kedalaman yang lebih dalam ke permukaan dipengaruhi oleh kedalaman perairan. Peningkatan klorofil-a dipengaruhi oleh proses upwelling yang dipengaruhi oleh siklon tropis Man-Yi. Upwelling menyebabkan nutrisi lapisan bawah naik ke permukaan dan memicu pertumbuhan fitoplankton dan meningkatkan konsentrasi klorofil-a.

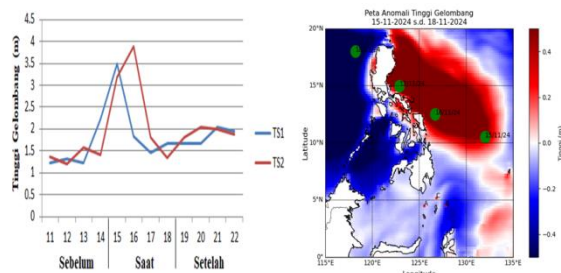
Tinggi Gelombang

Secara spasial sebelum siklon Man-Yi, tinggi gelombang di sekitar titik TS1 dan TS2 berkisar 1 m hingga 2 m (Gambar 6). Saat siklon tropis Man-Yi terbentuk tinggi gelombang di sekitar titik TS1 dan TS2 lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum dan setelah siklon tropis Man-Yi. Tinggi gelombang di sekitar titik TS1 dan TS2 berkisar 2 m hingga 3 m. Setelah siklon tropis Man-Yi, tinggi gelombang berkisar 2 m di sekitar titik TS1 dan TS2.

Secara temporal tinggi gelombang mengalami kenaikan saat siklon tropis Man-Yi hingga 2.5 m (Gambar 7). Anomali tinggi gelombang laut saat siklon tropis Man-Yi, nilainya di atas normal hingga 0.4 m di sekitar lintasan siklon tropis Man-Yi. Daerah dengan wilayah dekat dengan lintasan siklon tropis memiliki tinggi gelombang yang relatif lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahsunah *et al.* (2019) bahwa jarak siklon tropis menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi gelombang,



Gambar 6. Komposit 5 hari tinggi gelombang di Laut Filipina, Sebelum b) Saat c) Setelah siklon tropis Man-Yi



Gambar 7. a) Perubahan harian tinggi gelombang dan b) Anomali tinggi gelombang saat kejadian siklon tropis Man-Yi

Intensitas kecepatan angin yang tinggi di daerah siklon tropis menyebabkan tinggi gelombang yang tinggi di perairan tersebut.

KESIMPULAN

Secara spasial dan temporal siklon tropis Man-Yi memberikan dampak terhadap dinamika suhu permukaan laut, klorofil-a, dan tinggi gelombang di Laut Filipina. Saat siklon tropis Man-Yi terbentuk, terjadi penurunan suhu permukaan laut hingga sebesar 0.4°C , peningkatan konsentrasi klorofil-a hingga sebesar 0.018 mg/m^3 , serta peningkatan tinggi gelombang mencapai 2.5 m. Dampak terbesar dari siklon Man-Yi teridentifikasi pada perubahan tinggi gelombang, yang lebih jelas terlihat di Laut Filipina.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanafiah, N., Trenggono, M., Amron. 2018. Karakter Suhu Permukaan pada Fase Siklon Tropis Cempaka-Dahlia dan Fase Normal di Perairan Samudera Hindia Selatan Jawa. Pertemuan Ilmiah Nasional ISOI, 15, 62-72.
- Imran, A., Patanda, M., Ernarningsih, D. 2023. Pengaruh Suhu Permukaan dan Klorofil-A Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Teri (*Stolephorus* sp.) di Teluk Banten. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 9(1), 8-28.
- 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. Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya, 192-200.
- Mahsunah, O., Widagdo, S., Bintoro, R.S. 2019. Karakter Siklon Tropik dan Pengaruhnya Terhadap Tinggi Gelombang di Perairan Pesisir Selatan Jawa. *Tropimar*, 1(2), 104-116.
- Marelsa, N. F., Oktaviandra, Y. 2019. Analisis Karakteristik Gelombang Laut Menggunakan Software Windwave-12 (Studi Kasus : Kepulauan Mentawai. *Oseana*, 44(2), 10-24.
- Moore, J. K., Abbott, M. R. Thomas, C. S. 2008. Phytoplankton in the Southern Ocean: A Comparison of A Predictive Model and Satellite Observations. *Journal of Marine Systems*, 74(3-4), 111-132.
- Pratama, K. R., Siadari, E. L. Pratama, B.E. 2019. Respon Kejadian Mesoscale Convective System dengan Gabungan Model Atmosfer-Oceanografi-Hidrodinamika Terhadap Potensi Gelombang Badai dan Inundasi di Area Pesisir Kepulauan Tanimbar. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2), 56-63.
- Selkofa, M.W.A., Wirasatriya, A., Kunarso. 2024. Studi Pengaruh Siklon Tropis Flamboyan Terhadap Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-a Di Perairan Samudra Hindia Barat Daya Sumatra. *Indonesia Journal of Oceanography*, 06(3), 266-274.
- Syaifullah, M. D. 2015. Siklon Tropis, Karakteristik dan Pengaruhnya di Wilayah Indonesia pada Tahun 2012. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 16(2), 61-71.