



Variabilitas Klorofil-A Dan Suhu Permukaan Laut Berbasis Citra Satelit Himawari-8 Secara Spasial Dan Temporal Di Wilayah Perairan Utara Jawa Tengah

(Spatial and Temporal Variability of Chlorophyll-a and Sea Surface Temperature Based on Himawari-8 Satellite Imagery in the Northern Coastal Waters of Central Java)

Sharina^{1✉}, Kusnandar², Heru K. Alamsyah²

¹ Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pancasakti Tegal, Kampus I Jl. Halmahera Km.1, Kota Tegal, Jawa Tengah, Indonesia

² Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pancasakti Tegal, Kampus I Jl. Halmahera Km.1, Kota Tegal, Jawa Tengah, Indonesia

Email: sharinaa2103@gmail.com, kusnandar@upstegal.ac.id, herukumiawan@upstegal.ac.id.

Article Info :

Received : 14 April 2026

Accepted : 10 Mei 2026

Online : 24 Mei 2026

Article type

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Commin Serv. Articel
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword :

Central Java Coastal Waters, Chlorophyll-a, Himawari-8, Sea Surface Temperature

Corresponding Author :

Sharina

Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pancasakti Tegal

Email: sharinaa2103@gmail.com

Abstract

The waters off the northern coast of Central Java are part of Fisheries Management Area (FMA) 712, which is characterized by high levels of fishing activity and complex oceanographic dynamics. Variations in Sea Surface Temperature (SST) and chlorophyll-a play a crucial role in determining primary productivity and potential fishing grounds. This current study seeks to investigate the spatial and temporal variability of SST and Chlorophyll-a, along with investigating the correlation between both parameters using Himawari-8 satellite imagery. The research method employed is quantitative descriptive, utilizing secondary satellite imagery data from the 2023–2025 period. Data analysis is conducted thru digital image processing, which includes the stages of pixel value extraction, data cleaning from cloud cover, and the calculation of monthly average values to represent seasonal changes. The Spearman rho correlation statistical test is applied to determine the strength and direction of the relationship between SPL and chlorophyll-a over time. The results indicate that SST and Chlorophyll-a at the study site fluctuate following seasonal patterns. Spatially, chlorophyll-a concentrations tend to be higher in coastal areas than in offshore areas. Correlation analysis indicates a strong negative connection between SST and chlorophyll-a, with a correlation coefficient of -0.713, suggesting that an increase in sea surface temperature is typically followed by a decrease in chlorophyll-a concentrations in the waters off northern Central Java.



Copyright © 2026, Sharina, Kusnandar, Heru K. Alamsyah

PENDAHULUAN

Perairan pesisir merupakan wilayah yang sangat dinamis karena dipengaruhi oleh interaksi berbagai proses fisik, kimia, dan biologis. Salah satu indikator oseanografi yang memegang peranan krusial dalam mengontrol dinamika ekosistem laut adalah suhu permukaan laut (SPL). Variasi SPL memengaruhi stabilitas kolom air, proses pencampuran massa air, serta distribusi nutrisi yang berperan langsung terhadap produktivitas primer perairan laut (Wirasatria et al, 2017). Satu dekade terakhir, perubahan SPL semakin intensif terjadi akibat pengaruh variabilitas iklim regional dan global. Peningkatan SPL cenderung

Indexed :



memperkuat stratifikasi kolom air sehingga menghambat pencampuran vertikal dan membatasi suplai nutrisi dari lapisan bawah ke lapisan permukaan (Kunarjo *et al.*, 2019). Keadaan tersebut berdampak pada penurunan kesuburan perairan, terutama di wilayah perairan tropis dan pesisir.

Konsentrasi klorofil-a dapat merepresentasikan produktivitas primer perairan laut, di mana merupakan pigmen fotosintetik utama yang terkandung dalam fitoplankton. Konsentrasi klorofil-a banyak digunakan sebagai indikator biomassa fitoplankton dan tingkat kesuburan perairan (Latifah *et al.*, 2024). Variabilitas klorofil-a dipengaruhi oleh kondisi oseanografi, terutama suhu permukaan laut, ketersediaan nutrisi, serta dinamika arus dan angin (Rifai *et al.*, 2020).

Hubungan antara SPL dan klorofil-a pada umumnya menunjukkan pola negatif di wilayah perairan tropis. Pada kondisi SPL yang tinggi, stabilitas kolom air meningkat sehingga distribusi nutrisi ke lapisan eufotik menjadi terbatas dan pertumbuhan fitoplankton menurun. Sebaliknya, pada kondisi SPL yang lebih rendah, pencampuran massa air lebih intensif sehingga mendukung peningkatan konsentrasi klorofil-a (Wirasatria *et al.*, 2017).

Satu di antara bagian dari Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712 yang memiliki aktivitas perikanan yang tinggi adalah perairan pantai Jawa Tengah. Wilayah ini dipengaruhi oleh sistem monsun, arus Laut Jawa, serta masukan nutrisi dari daratan, sehingga menyebabkan terjadinya variasi spasial dan temporal parameter oseanografi (Ramadhan, 2022). Kombinasi SIG telah digunakan untuk memetakan parameter lingkungan laut secara spasial-temporal. Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah terbukti efektif dalam memetakan parameter laut, sebagaimana ditunjukkan oleh Alamsyah (Alamsyah, 2022) dalam penelitiannya di perairan Karang Jeruk, Kabupaten Tegal mengenai teknik pemetaan sebaran klorofil-a serta *Sea Surface Temperature* (SST) yang mengonfirmasi bahwa metode penginderaan jauh sangat layak dan aplikatif untuk wilayah pesisir Jawa.

Sebagian besar penelitian terdahulu masih mengandalkan data satelit dengan resolusi temporal yang relatif rendah, sehingga kurang mampu menangkap dinamika musiman dan variabilitas jangka pendek secara detail, khususnya di wilayah pesisir yang sangat dinamis. Perkembangan teknologi satelit terbaru, seperti Himawari-8, memungkinkan pengamatan oseanografi dengan resolusi temporal tinggi yang lebih representatif untuk analisis variabilitas harian hingga musiman (Sambah *et al.*, 2021).

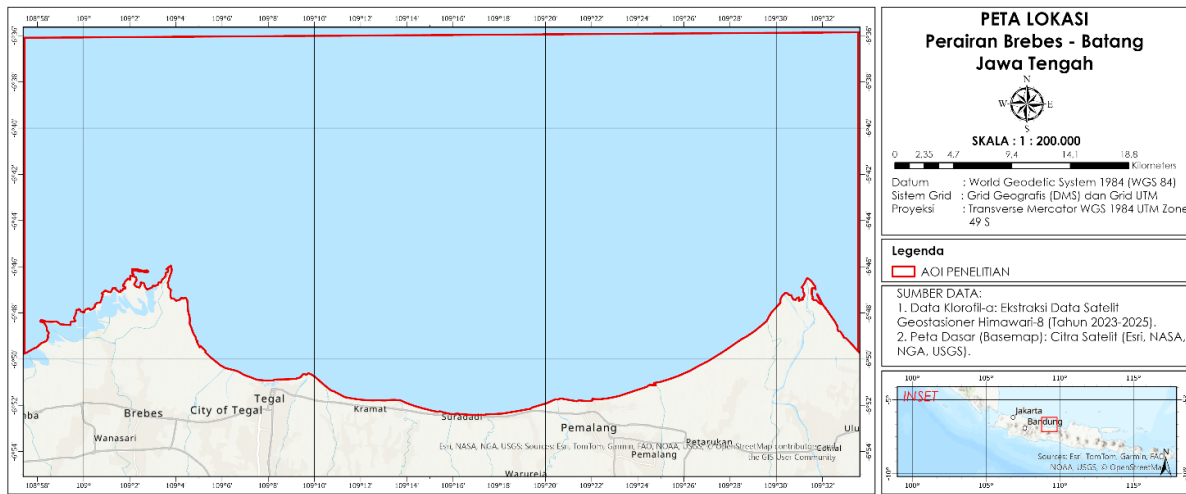
Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pemanfaatan data satelit Himawari-8 beresolusi temporal tinggi untuk menganalisis variabilitas spasial serta temporal SPL sekaligus klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah. Berbeda dengan penelitian terdahulu di lokasi yang sama yang umumnya menggunakan satelit beresolusi temporal rendah (seperti MODIS atau Aqua) yang sering terkendala tutupan awan, penggunaan Himawari-8 dalam penelitian ini memberikan keunggulan dalam menangkap dinamika harian secara lebih presisi. Pendekatan ini memungkinkan pengamatan dinamika musiman yang lebih kontinu serta memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap keterkaitan antara dinamika oseanografi dan produktivitas perairan pesisir. Hal ini menjadi posisi penting dalam menyediakan data yang lebih akurat dan relevan untuk manajemen sumber daya perikanan yang kontinu di daerah ini.

Mengacu dari uraian latar belakang di atas, tujuan diselenggarakannya studi ini yaitu: (1) menganalisis variabilitas spasial dan temporal suhu permukaan laut serta klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah, serta (2) mengkaji hubungan antara suhu permukaan laut dan klorofil-a serta implikasinya terhadap pengelolaan perikanan dan penentuan daerah potensial penangkapan ikan. Harapannya temuan ini dapat memberi sumbangsih ilmiah guna menambah pemahaman mengenai dinamika produktivitas perairan pesisir serta menjadi dasar dalam mengelola sumber daya perikanan serta lingkungan laut yang berkesinambungan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang diselenggarakan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Lokasi kajian penelitian berada di perairan Pantai Utara Jawa Tengah yang berada pada koordinat 6° 54' LS – 6° 36' LS serta 108° 58' BT – 109° 34' BT,

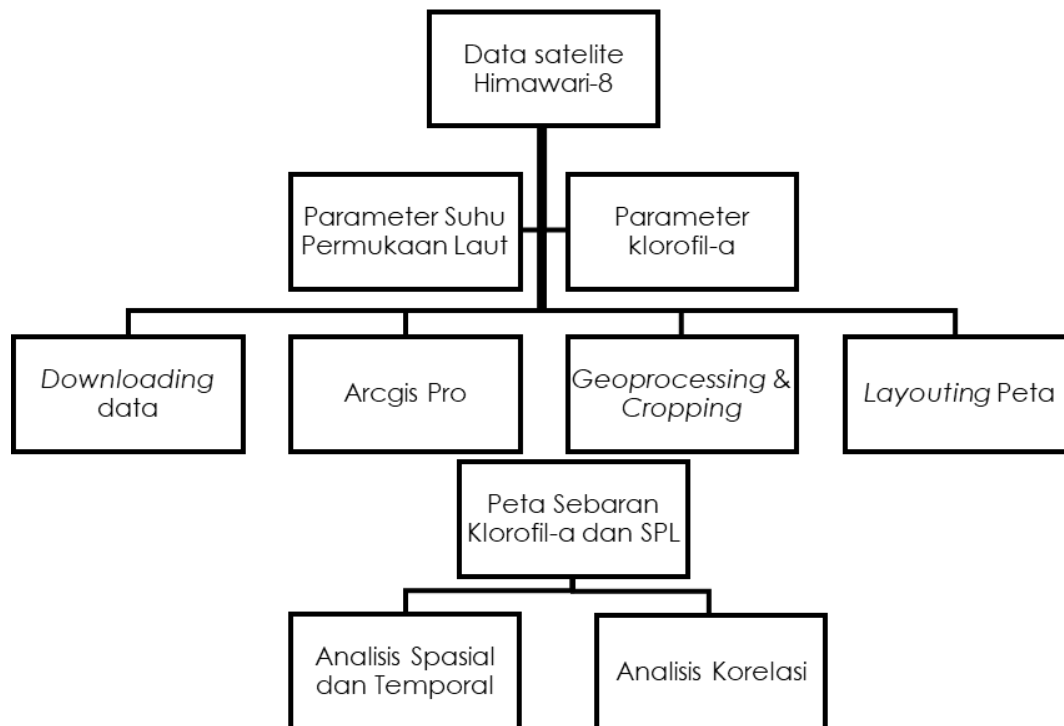
mencakup wilayah perairan Kabupaten Brebes hingga Kabupaten Batang. Adapun pada Gambar 1 berikut tersaji penampakan dari lokasi penelitiannya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Pantai Utara Jawa Tengah

Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan pola sebaran parameter oseanografi serta menganalisis hubungan antar variabel secara statistik (Sugiyono, 2017). Studi ini memanfaatkan data citra satelit Himawari-8 periode tahun 2023–2025 yang meliputi parameter konsentrasi klorofil-a serta suhu permukaan laut (SPL). Data didapat dari Platform JAXA Himawari Monitor (*P-Tree System*) yang dikelola oleh Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). Produk data yang digunakan adalah Himawari-8 Standard Product Level 3 (L3) yang sudah dikoreksi secara radiometrik serta geometrik. Parameter SPL dan klorofil-a dalam penelitian ini merupakan produk siap pakai (*ready-to-use*) yang telah divalidasi oleh JAXA menggunakan algoritma standar laut tropis. Penggunaan data Level 3 ini memastikan akurasi yang lebih tinggi karena proses pra-pengolahan atmosferik telah dilakukan oleh penyedia data. Data Himawari-8 dipilih karena memiliki resolusi temporal tinggi (10 menit) dan resolusi spasial hingga 2 km, sehingga memungkinkan pemantauan dinamika laut secara *real-time* di kawasan tropis serta menggambarkan dinamika oseanografi secara lebih detail dan kontinu. Data tersebut selanjutnya dapat dikompositkan untuk meminimalkan gap akibat tutupan awan (He *et al*, 2024). Satu di antara satelit geostasioner yang mempunyai kemampuan pengamatan dengan resolusi temporal tinggi sehingga efektif digunakan dalam pemantauan kondisi oseanografi secara kontinu adalah satelit Himawari-8 (Sambah *et al*, 2021). Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi spasial serta temporal SPL serta klorofil-a di wilayah ini.

Alur analisis yang diterapkan pada studi ini meliputi tahapan penginputan, pemrosesan, serta output. Parameter suhu permukaan laut (SPL) serta klorofil-a dari data citra satelit Himawari-8 dipakai dalam tahap penginputan. Tahap pemrosesan meliputi pengambilan data dan pengolahan (*geoprocessing*) citra satelit menggunakan perangkat lunak ArcGIS Pro, yang mencakup tahapan pra-pengolahan data, pengolahan raster, serta penyusunan peta tematik. Selanjutnya, pada tahap output dihasilkan data sebaran spasial dan temporal SPL serta klorofil-a yang dianalisis secara spasial, temporal, dan statistik melalui uji korelasi antara SPL dan klorofil-a.



Gambar 2. Diagram Alur penelitian analisis suhu permukaan laut dan klorofil-a berbasis citra satelit Himawari-8

Data Himawari-8 yang digunakan telah melalui proses kalibrasi standar dan telah banyak dimanfaatkan dalam kajian oseanografi regional, sehingga dianggap representatif untuk analisis skala wilayah pesisir. Analisis hubungan antara suhu permukaan laut serta klorofil-a diselenggarakan dengan berbantuan program, SPSS melalui pengujian korelasi Spearman guna mengidentifikasi kekuatan dan arah hubungan antar dua variabel kuantitatif yang tidak sepenuhnya berdistribusi normal (Ghozali, 2018). Hasil analisis diharapkan mampu memberikan gambaran keterkaitan antara SPL dan klorofil-a serta implikasinya terhadap kondisi produktivitas perairan di wilayah Pantai Utara Jawa Tengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabilitas Spasial Klorofil-a

Variabilitas spasial klorofil-a dianalisis untuk mengetahui pola distribusi produktivitas primer di perairan pantai Jawa Tengah serta keterkaitannya dengan karakteristik lingkungan perairan. Melalui pengolahan citra satelit Himawari-8 periode 2023–2025, pemetaan ini dilakukan untuk mengidentifikasi area-area dengan konsentrasi pigmen fitoplankton yang signifikan guna memahami dinamika ekosistem laut di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712. Berikut Gambar 3 yang menyajikan sebaran spasial klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah.

DATA KLOROFIL -A TAHUN 2023



DATA KLOROFIL -A TAHUN 2024



DATA KLOROFIL -A TAHUN 2025



Gambar 3. Sebaran spasial klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah

Variabilitas spasial klorofil-a dianalisis guna memperoleh informasi terkait pola distribusi produktivitas primer di perairan pantai Jawa Tengah serta keterkaitannya dengan karakteristik lingkungan perairan. Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit Himawari-8 periode 2023–2025, secara umum konsentrasi klorofil-a menunjukkan nilai yang relatif lebih kecil di perairan lepas pantai dibanding daerah pesisir, dengan nilai konsentrasi tertinggi hingga 13,104 mg/m³. Nilai maksimal tersebut secara spasial konsisten ditemukan di wilayah pesisir pantai Jawa Tengah yang direpresentasikan oleh gradasi warna hijau paling gelap pada peta sebaran. Secara kuantitatif, di wilayah pesisir konsentrasi klorofil-a didominasi oleh rentang 6,375 – 13,104 mg/m³, sedangkan pada perairan lepas pantai nilai konsentrasi jauh lebih rendah dengan rentang minimum mencapai 0,341 mg/m³. Pola ini mengindikasikan bahwa perairan pesisir pantai Jawa Tengah memiliki tingkat kesuburan yang relatif tinggi, yang didukung oleh melimpahnya ketersediaan nutrisi dari aliran sungai dan limpasan permukaan serta intensitas pencampuran perairan yang mendorong aktivitas biologis secara intensif (Nuzapril *et al*, 2017).

Masukan nutrisi dari darat lewat aliran sungai serta limpasan permukaan berkaitan erat dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada daerah pesisir. Wilayah pantai Jawa Tengah memiliki banyak muara sungai yang membawa nutrisi hasil aktivitas daratan, seperti pertanian dan permukiman. Masuknya air sungai secara intens, terutama saat peningkatan curah hujan, berkontribusi terhadap tingginya konsentrasi klorofil-a melalui suplai nutrisi penting seperti nitrat dan fosfat yang merupakan faktor pembatas utama pertumbuhan fitoplankton. Sebaliknya, pada periode ketika curah hujan menurun, debit aliran sungai yang mengecil menyebabkan masukan air tawar dan nutrisi ke perairan pesisir berkurang. Kondisi tersebut memicu peningkatan klorofil-a yang lebih rendah dibandingkan periode hujan tinggi, yang mencerminkan penurunan tingkat produktivitas primer di perairan pesisir (Song *et al*, 2021).

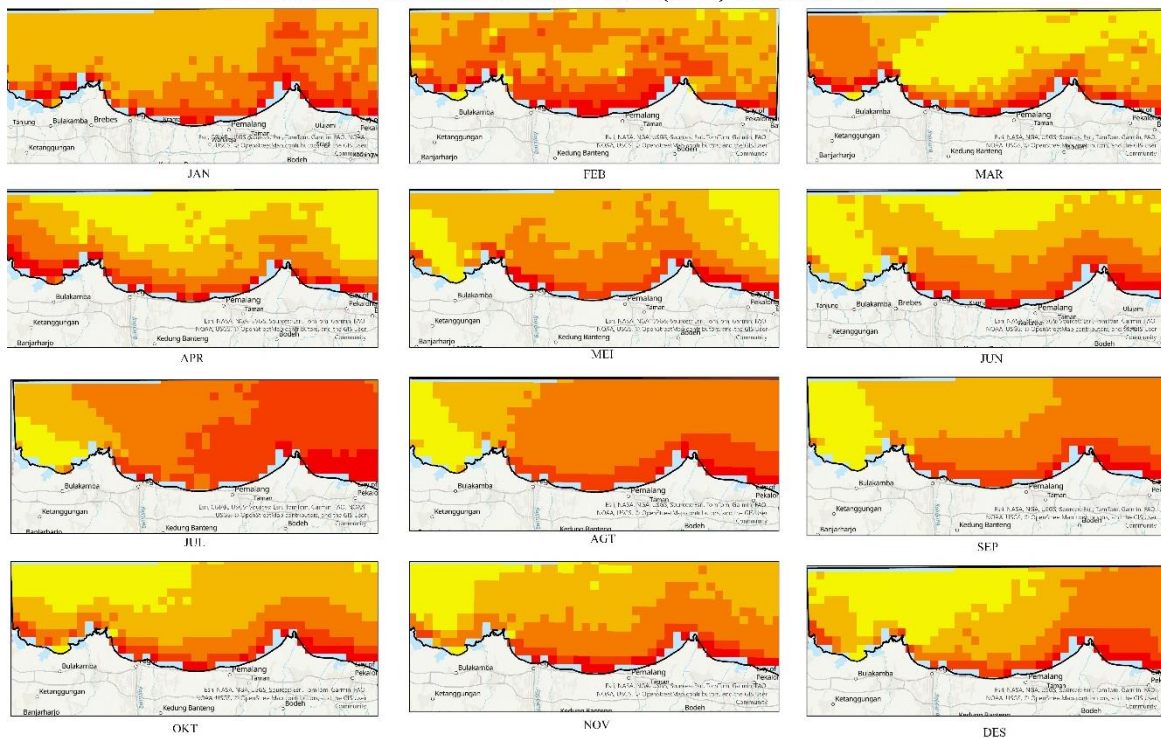
Perairan lepas umumnya menunjukkan konsentrasi klorofil-a yang relatif lebih rendah akibat terbatasnya masukan nutrisi serta tingginya stabilitas kolom air. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya stratifikasi kolom air yang kuat, sehingga proses pencampuran vertikal terhambat dan suplai nutrisi ke lapisan permukaan menjadi terbatas. Akibatnya, ketersediaan nutrisi bagi fitoplankton menurun dan berdampak pada rendahnya produktivitas primer. Sebaliknya, ketika terjadi peningkatan masukan nutrisi ke lapisan permukaan, pertumbuhan fitoplankton dapat berlangsung dengan cepat dan menyebabkan peningkatan konsentrasi klorofil-a. Kondisi tersebut berpotensi mengubah struktur ekosistem perairan serta menurunkan kualitas air apabila terjadi secara berlebihan. Oleh karena itu, klorofil-a sering digunakan sebagai parameter biofisik untuk menilai tingkat eutrofikasi dan kesehatan lingkungan perairan (Ikhsan *et al*, 2019).

Tingkat kesuburan ekosistem laut berbanding lurus dengan konsentrasi klorofil-a, di mana nilai klorofil-a yang tinggi menunjukkan kelimpahan fitoplankton yang berperan sebagai produsen primer dalam rantai makanan laut. Secara keseluruhan, variabilitas spasial klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah mencerminkan pengaruh kuat interaksi darat-laut serta dinamika fisik perairan pesisir, seperti suplai nutrisi dan proses pencampuran massa air. Pola sebaran ini menegaskan bahwa wilayah pesisir memiliki peran penting sebagai zona dengan tingkat produktivitas yang relatif tinggi, sehingga menjadi dasar yang kuat dalam penentuan daerah potensial perikanan di wilayah penelitian (Santoso *et al*, 2021).

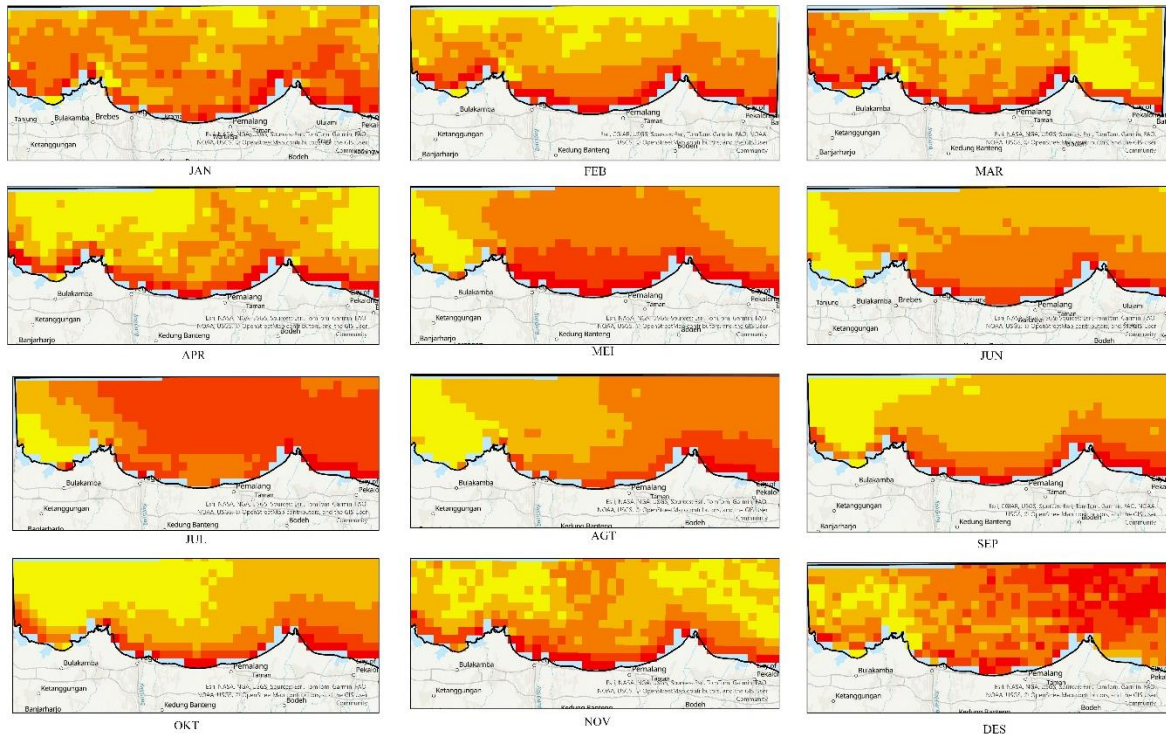
Variabilitas Spasial Suhu Permukaan Laut

Analisis variabilitas spasial SPL dilakukan untuk mengidentifikasi pola distribusi panas permukaan laut di perairan pantai Jawa Tengah. Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit Himawari-8 periode 2023–2025, pemetaan ini bertujuan untuk memahami dinamika termal yang memengaruhi kondisi oseanografi dan potensi produktivitas hayati di wilayah tersebut. Pendistribusian SPL pada wilayah penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.

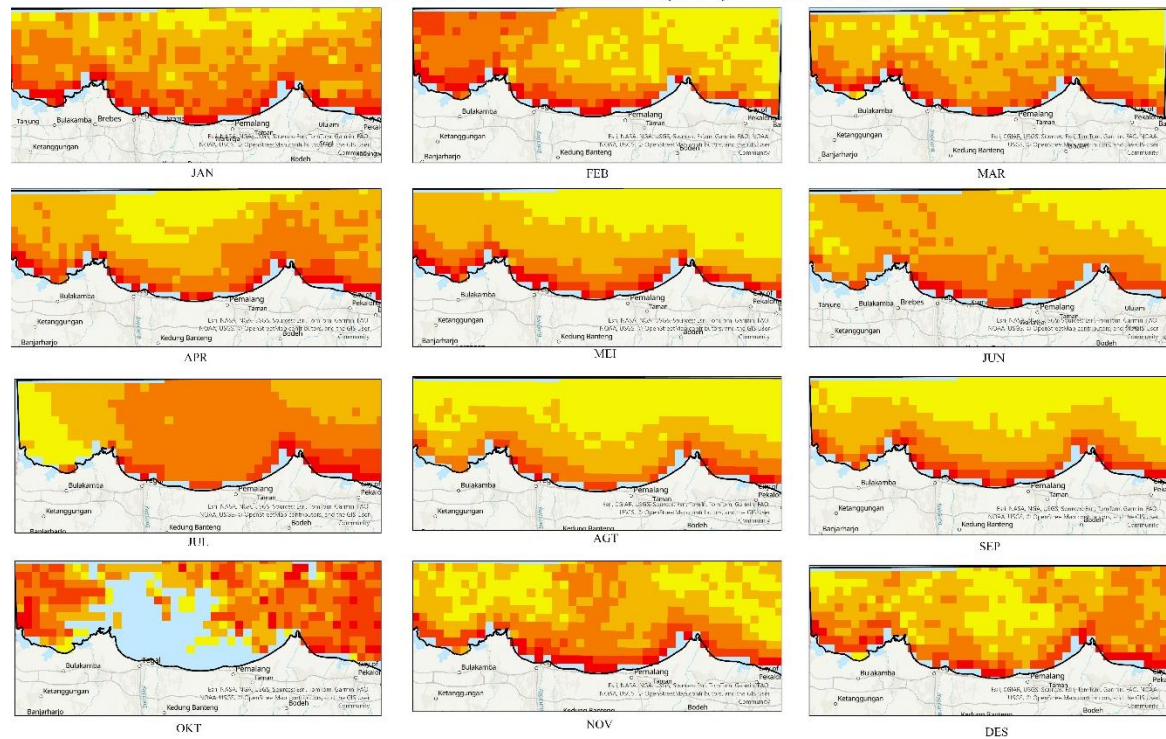
DATA SUHU PERMUKAAN LAUT (SPL) TAHUN 2023



DATA SUHU PERMUKAAN LAUT (SPL) TAHUN 2024



DATA SUHU PERMUKAAN LAUT (SPL) TAHUN 2025



Suhu Permukaan Laut (°C)

- 27,52 - 28,715
- 28,716 - 29,152
- 29,153 - 29,439
- 29,44 - 29,784
- 29,785 - 30,45

Gambar 4. Sebaran spasial Suhu Permukaan Laut di perairan pantai Jawa Tengah

Variabilitas spasial SPL di perairan pantai Jawa Tengah menunjukkan pola distribusi yang relatif lebih besar di daerah pesisir dibanding perairan lepas. Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit Himawari-8 periode 2023–2025, SPL di zona pesisir umumnya lebih tinggi dengan nilai maksimal mencapai $30,45^{\circ}\text{C}$, yang ditandai dengan dominasi warna merah pada peta sebaran. Sebaliknya, nilai yang lebih rendah cenderung ditemukan di perairan yang lebih jauh dari garis pantai dengan nilai minimum berada pada rentang $27,52 - 28,715^{\circ}\text{C}$ yang direpresentasikan oleh warna kuning. Secara kuantitatif, suhu di wilayah pesisir terpantau berada pada kisaran $29,44^{\circ}\text{C}$ hingga $30,45^{\circ}\text{C}$, mencerminkan karakteristik termal khas perairan pesisir dangkal di wilayah tropis yang lebih cepat menyerap panas dibandingkan perairan dalam di lepas Pantai (Kunarso *et al.*, 2019).

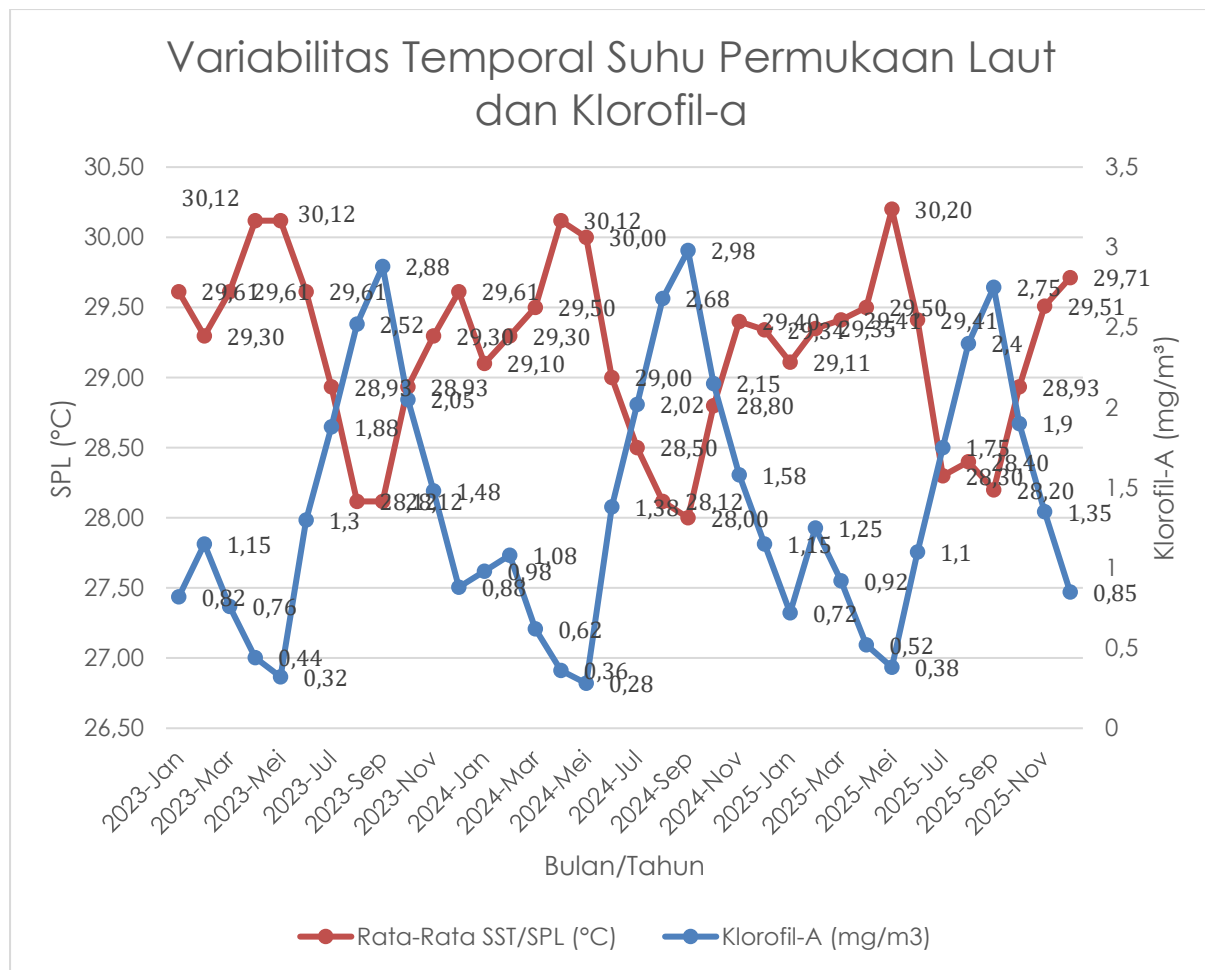
Tingginya SPL di wilayah pesisir berkaitan erat dengan kedalaman perairan yang relatif dangkal. Perairan dangkal memungkinkan radiasi matahari memanaskan seluruh kolom air secara lebih efisien, sehingga suhu permukaan laut cepat meningkat. Rendahnya volume air menyebabkan kapasitas panas relatif kecil, sehingga fluktuasi suhu di wilayah pesisir cenderung lebih besar dibandingkan perairan lepas (Ramadani *et al.*, 2022), (Suryaningtias *et al.*, 2025)

Faktor kedalaman, pengaruh daratan juga berperan penting dalam meningkatkan SPL di wilayah pesisir pantai Jawa Tengah. Masukan air tawar dari sungai yang bermuara di pesisir umumnya memiliki suhu yang relatif lebih hangat, terutama pada musim kemarau dan peralihan. Aktivitas antropogenik di wilayah pesisir, seperti permukiman dan kawasan industri, turut berkontribusi terhadap peningkatan suhu perairan pesisir melalui limpasan panas dari daratan (Ramadani *et al.*, 2022).

Perairan lepas menunjukkan nilai SPL yang relatif lebih rendah dan stabil. Kondisi ini disebabkan oleh kedalaman perairan yang lebih besar serta intensitas pencampuran vertikal yang lebih kuat akibat pengaruh angin dan arus laut. Proses pencampuran ini membantu mendistribusikan panas ke lapisan yang lebih dalam sehingga mencegah akumulasi panas berlebih di permukaan laut (Suryaningtias *et al.*, 2025). Pola variabilitas spasial SPL di perairan pantai Jawa Tengah menunjukkan bahwa wilayah pesisir cenderung memiliki suhu permukaan laut yang lebih besar dibanding perairan lepas. Keadaan tersebut berimplikasi terhadap stabilitas kolom air dan secara tidak langsung memengaruhi distribusi nutrisi serta dinamika produktivitas primer di wilayah penelitian.

Variabilitas Temporal Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Klorofil-a

Variabilitas temporal SPL serta klorofil-a dianalisis untuk mengetahui perubahan bulanan serta keterkaitannya dengan dinamika musiman di perairan pantai Jawa Tengah. Rata-rata bulanan menunjukkan bahwa SPL kerap meningkat di musim peralihan serta musim timur, sementara konsentrasi klorofil-a di musim timur menunjukkan nilai yang relatif lebih tinggi, dengan puncak tertinggi pada bulan September 2024 mencapai $2,98 \text{ mg/m}^3$. Fenomena ini berlawanan dengan musim barat, di mana konsentrasi klorofil-a cenderung mengalami penurunan signifikan, seperti yang terlihat pada bulan Mei 2024 dengan nilai terendah sebesar $0,28 \text{ mg/m}^3$. Pola variabilitas temporal suhu permukaan laut dan klorofil-a secara visual ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Variabilitas Temporal SPL serta Klorofil-a

Penelitian pada Laut Jawa serta perairan pesisir di sekitarnya melaporkan adanya hubungan inverse atau musiman antara SPL dengan konsentrasi klorofil-a di masa upwelling atau fase dingin lokal, muncul peningkatan klorofil-a akibat pasokan nutrisi ke permukaan sebaliknya, selama periode suhu permukaan tinggi, konsentrasi klorofil-a cenderung menurun kecuali jika ada faktor lain seperti pasokan nutrisi darat. Hubungan ini penting untuk memahami hotspot perikanan karena produktivitas primer mempengaruhi makanan yang tersedia untuk ikan pelagis (Ramadhan, 2022).

Fluktuasi bulanan yang mengikuti pola musiman tahunan ditunjukkan oleh variabilitas temporal SPL serta konsentrasi klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah. Mengacu dari hasil olah data citra satelit bulan Januari hingga Desember, perubahan SPL dan klorofil-a memperlihatkan kecenderungan yang teratur dan tidak bersifat acak. Pola ini mencerminkan respons perairan terhadap perubahan kondisi lingkungan musiman yang terjadi secara alami di wilayah perairan Indonesia. Dinamika tersebut umumnya dipengaruhi oleh sistem angin monsun yang mengatur sirkulasi massa air serta proses pencampuran nutrisi di lapisan permukaan. Selain faktor oseanografi tersebut, debit sungai juga berperan penting dalam meningkatkan masukan nutrisi ke perairan pesisir, yang selanjutnya berpengaruh terhadap peningkatan biomassa fitoplankton dan konsentrasi klorofil-a (Masotti *et al*, 2018).

Keberadaan Indonesia pada garis khatulistiwa yang termasuk lintasan pergerakan semua matahari menyebabkan terjadinya sirkulasi udara di daerah ini karena tekanan udara (Dida *et al*, 2016). Posisi geografis tersebut juga mengakibatkan Indonesia memiliki dua musim dengan karakteristik suhu yang cenderung hangat sepanjang tahun. Bukan hanya itu, pola curah hujan mengalami pergantian dalam dua periode utama, yakni April sampai September yang dikenal sebagai monsun timur serta Oktober sampai Maret yang disebut monsun barat (Haryanto *et al*, 2021).

Musim barat yang terjadi selama bulan Desember sampai Februari umumnya ditandai oleh meningkatnya curah hujan. Pada periode ini, konsentrasi klorofil-a cenderung lebih besar dibanding saat di bulan yang lain. Peningkatan tersebut berkaitan dengan bertambahnya nutrisi yang masuk dari darat lewat aliran sungai ke wilayah pesisir, yang mendukung pertumbuhan fitoplankton. Sementara itu, SPL pada musim barat cenderung lebih rendah atau berfluktuasi akibat berkurangnya intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan laut (Wirasatriya *et al*, 2021).

Memasuki musim peralihan I (Maret–Mei), SPL menunjukkan kecenderungan meningkat secara bertahap seiring meningkatnya intensitas penyinaran matahari. Pada fase ini, konsentrasi klorofil-a mulai mengalami penurunan karena masukan nutrisi dari daratan berkurang dibandingkan musim barat. Kondisi tersebut menyebabkan produktivitas primer di perairan pesisir mulai menurun meskipun suhu permukaan laut meningkat (Octavianna *et al*, 2025).

Musim timur yang berlangsung dari bulan Juni hingga Agustus menunjukkan karakteristik SPL yang relatif lebih tinggi dibandingkan musim lainnya. Tingginya SPL pada periode ini berkaitan dengan kondisi cuaca yang lebih kering dan intensitas radiasi matahari yang maksimum. Namun, konsentrasi klorofil-a cenderung lebih rendah karena keterbatasan pasokan nutrisi di lapisan permukaan laut, sehingga peningkatan suhu tidak diikuti oleh peningkatan produktivitas (Kunarso *et al*, 2019), (Ramadani *et al*, 2022)

Musim peralihan II (September–November), SPL mulai menunjukkan penurunan secara bertahap, sementara konsentrasi klorofil-a kembali mengalami peningkatan. Kondisi ini menunjukkan mulai pulihnya ketersediaan nutrisi di perairan pesisir. Secara keseluruhan, variasi temporal SPL dan klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah memperlihatkan keterkaitan erat dengan siklus musim tahunan, di mana perubahan SPL memengaruhi dinamika produktivitas primer perairan (Budiman *et al*, 2021).

Hasil Uji Korelasi

Keterkaitan antara SPL serta klorofil-a dianalisis untuk mengetahui keterkaitan antara dinamika fisik perairan dan respon biologis fitoplankton di perairan pantai Jawa Tengah. Hasil pengujian korelasi memperlihatkan terdapatnya hubungan negatif yang bermakna, yang mengindikasikan bahwa SPL yang meningkat cenderung diikuti oleh berkurangnya konsentrasi klorofil-a. Hasil uji korelasi antara SPL dengan klorofil-a disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Analisis korelasi menggunakan IBM SPSS Statistics.

Correlations				
		SPL (°C)		Klorofil-a (mg/m³)
Spearman's rho	SPL (°C)	Correlation	1.000	-.713**
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	36	36
Klorofil-a (mg/m³)	Klorofil-a (mg/m³)	Correlation	-.713**	1.000
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pengujian korelasi Spearman's rho diselenggarakan guna mengidentifikasi hubungan antara SPL dengan konsentrasi klorofil-a. Dasar perhitungan dalam analisis ini menggunakan jumlah sampel N = 36. Angka tersebut merepresentasikan total pasangan data rata-rata bulanan yang dikumpulkan selama periode pengamatan tiga tahun, yakni mulai dari Januari

2023 hingga Desember 2025. Hasil uji korelasi Spearman antara SPL dengan konsentrasi klorofil-a menunjukkan perolehan angka $-0,713$ sebagai nilai koefisien korelasi dengan tingkat sig. $p < 0,001$ pada jumlah data $N = 36$. Nilai signifikansi tersebut menunjukkan bahwasanya hubungan antar dua buah variabel mempunyai sifat yang sangat signifikan dengan derajat kepercayaan 99%. Perolehan tersebut mengindikasikan bahwasanya variasi SPL memiliki keterkaitan yang nyata dengan perubahan konsentrasi klorofil-a di perairan pantai Jawa Tengah, sebagaimana juga ditemukan dalam berbagai studi oseanografi pesisir berbasis data satelit (Wisetya *et al*, 2020).

Nilai koefisien korelasi sebesar $-0,713$ termasuk dalam kategori hubungan negatif yang kuat, yang berarti peningkatan SPL diikuti oleh penurunan konsentrasi klorofil-a, dan sebaliknya. Hubungan negatif semacam ini umum dijumpai di perairan tropis dan subtropis, di mana suhu permukaan laut yang tinggi sering kali berkaitan dengan kondisi perairan yang kurang produktif secara biologis. Kuatnya nilai koefisien menunjukkan bahwa SPL merupakan faktor fisik yang berpengaruh signifikan terhadap dinamika klorofil-a di wilayah penelitian.

Penggunaan korelasi Spearman dalam penelitian ini dianggap tepat mengingat data SPL dan klorofil-a tidak sepenuhnya berdistribusi normal. Metode Spearman tidak mensyaratkan distribusi normal dan mampu menangkap hubungan monoton antarvariabel lingkungan yang bersifat fluktuatif. Oleh karena itu, hasil korelasi yang diperoleh mencerminkan hubungan yang stabil dan reliabel antara SPL dan klorofil-a, sebagaimana direkomendasikan dalam analisis data oseanografi berbasis time series dan citra satelit (Primohadi *et al*, 2021).

Hubungan negatif antara SPL dan klorofil-a Secara oseanografis dapat dijelaskan melalui mekanisme stratifikasi kolom air. Peningkatan SPL memperkuat stratifikasi termal yang menghambat pencampuran vertikal, sehingga suplai nutrisi dari lapisan bawah menuju lapisan permukaan menjadi terbatas. Keadaan demikian menyebabkan penurunan pertumbuhan fitoplankton yang tercermin dari rendahnya konsentrasi klorofil-a (Azhari *et al*, 2021).

Hubungan ini juga konsisten dengan pola temporal musiman yang diamati, di mana klorofil-a cenderung meningkat pada periode SPL yang lebih rendah dan menurun pada periode SPL tinggi. Pola tersebut telah banyak dilaporkan pada perairan pesisir Indonesia, khususnya di wilayah dengan dominasi perairan dangkal dan masukan daratan yang signifikan, seperti pantai utara Jawa (Nababan *et al*, 2022).

Hubungan negatif kuat dan signifikan yang terjalin antara SPL dengan klorofil-a yang diperlihatkan dari hasil korelasi Spearman dinilai secara langsung telah menjawab tujuan penelitian ini. Hasil tersebut menekankan bahwasanya SPL mempunyai peranan krusial dalam mengontrol dinamika produktivitas primer di perairan pantai Jawa Tengah. Temuan ini selaras dengan studi-studi terdahulu dan memperkuat pemahaman mengenai keterkaitan antara proses fisik dan biologis di ekosistem laut pesisir (Zhang *et al*, 2023).

Implikasi Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a terhadap Pengelolaan Perikanan Pesisir

Variabilitas suhu permukaan laut (SPL) serta klorofil-a menjadi faktor oseanografi yang berperan krusial sebagai penentu tingkat produktivitas perairan dan distribusi sumber daya ikan, khususnya di wilayah pesisir. Parameter biomassa fitoplankton yang mencerminkan tingkat kesuburan perairan dan ketersediaan pakan pada tingkat trofik dasar adalah klorofil-a. Parameter tersebut berpengaruh terhadap keberadaan dan kelimpahan sumber daya (Wirasatriya *et al*, 2017). Informasi spasial klorofil-a dapat menjadi indikator awal dalam menentukan wilayah penangkapan ikan yang potensial.

Temuan memperlihatkan terdapatnya hubungan negatif antara SPL dan klorofil-a, yang mengindikasikan bahwa peningkatan SPL cenderung diikuti oleh penurunan konsentrasi klorofil-a. Pemanfaatan data SPL serta klorofil-a berbasis citra satelit memungkinkan identifikasi daerah potensial penangkapan ikan (*fishing ground*) secara spasial dan temporal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa wilayah yang mengandung tinggi konsentrasi klorofil-a dan mempunyai kondisi SPL yang cenderung sesuai terbukti dapat meningkatkan potensi hasil tangkapan ikan, khususnya ikan pelagis (Sambah *et al*, 2021).

Pemetaan spasial SPL dan klorofil-a melalui teknologi penginderaan jauh memberikan informasi krusial mengenai dinamika oseanografi di perairan Pantai Utara Jawa Tengah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemantauan berbasis satelit dapat digunakan untuk memetakan distribusi produktivitas primer secara berkelanjutan, yang menjadi instrumen pendukung penting dalam mengidentifikasi kondisi lingkungan perairan. Informasi ini berpotensi menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengelolaan wilayah perairan yang lebih adaptif dan berbasis informasi oseanografi guna memitigasi dampak perubahan lingkungan laut terhadap produktivitas perikanan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa variabilitas Suhu Permukaan Laut (SPL) serta konsentrasi klorofil-a di perairan Utara Jawa Tengah menunjukkan pola fluktuasi musiman yang signifikan, di mana konsentrasi klorofil-a mencapai titik tertinggi saat Musim Timur dikarenakan pengaruh massa air yang lebih dingin dan berlimpah nutrisi. Secara spasial, klorofil-a menunjukkan gradien konsentrasi yang lebih tinggi di daerah pesisir dibandingkan lepas pantai, akibat masukan nutrisi dari darat. Hasil dari penganalisisan korelasi Spearman menunjukkan bahwasanya antara kedua parameter tersebut terdapat hubungan negatif yang kuat ($r = -0,713$), yang mengindikasikan penurunan suhu permukaan laut secara konsisten diikuti oleh peningkatan produktivitas primer. Dinamika ini memberikan implikasi praktis yang penting bagi sektor perikanan di wilayah Tegal dan sekitarnya, terutama dalam meneta[kan wilayah penangkapan ikan yang lebih efektif dan berkelanjutan berdasarkan indikator oseanografi satelit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada Bapak Ir. Kusnandar, M.Si. dan Bapak Heru Kurniawan Alamsyah, S.Kel., M.Han. yang telah membimbing serta mengarahkan penulis dari awal hingga akhir penelitian, serta kepada Kantor Cabang Dinas Kelautan Wilayah Barat atas dukungan dan fasilitas data yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, H. K., Sharina, S., & Nugraha, F. W. (2025). Teknik Pemetaan Sebaran Klorofil-A Dan Sea Surface Temperature (SST) Pada Perairan Karang Jeruk Kab. Tegal Berbasis Geographic Information System (GIS). *Jurnal sosial dan sains*, 5(6), 1881-1893.
DOI: <https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v5i6.32332>
- Budiman, A. S., Bengen, D. G., Nurjaya, I. W., Arifin, Z., & Ismail, M. F. A. (2021). The spatio-temporal variability of chlorophyll-A and its physical variables in the South Java Sea shelf. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 48(7).
- DATA, I. D. P. B., & KOTA, K. I. D. W. J. Akhdan Najla Malik Al'Abda. *Eprints. Walisongo. Ac. Id.*
- Dida, H. P., Suparman, S., & Widhiyanuriyawan, D. (2016). Pemetaan potensi energi angin di perairan Indonesia berdasarkan data satelit QuikScat dan WindSat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 95-101.
DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.02.7>
- Ghozali, I. (2013). BPFE. *Jurnal Jom FEKON*, 2(2), 1-15.
- Haryanto, Y. D., Riama, N. F., Purnama, D. R., Pradita, N., Ismah, S. F., Suryo, A. W., ... & Susanto, R. D. (2021). Effect of monsoon phenomenon on sea surface temperatures in Indonesian Throughflow region and southeast Indian Ocean. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(6), 914-923.
- He, H., Fan, D., Wang, R., Lyu, X., Fu, B., Huang, Y., & Sheng, J. (2024). Estimation of daytime all-sky sea surface temperature from Himawari-8 based on multilayer stacking machine learning. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 132, 104055.
DOI: [10.1016/j.jag.2024.104055](https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.104055)
- Julianinda, Y. A., Iranawati, F., Yona, D., & Sartimbul, A. (2025). Pengaruh Variasi Suhu Permukaan Laut (Spl) dan Klorofil-a Terhadap Tangkapan Ikan di Perairan Muncar, Banyuwangi, Jawa Timur dari Tahun 2018-2022: The Impact of Variation in Sea Surface Temperature (Sst) and Chlorophyll-a on Fish Catch in Muncar Waters, Banyuwangi, East Java from 2018 To 2022. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 9(2), 24-34.
DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2025.009.02.3>
- Kuantitatif, P. P. (2016). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. *Alfabeta, Bandung*.
- Kunarso, Wirasatriya, A., Irwani, Satriadi, A., Helmi, M., Prayogi, H., & Munandar, B. (2019, March). Impact of Climate Variability to Aquatic Productivity and Fisheries Resources in Jepara Waters. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 246, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
DOI: 10.1088/1755-1315/246/1/012021
- Maslukah, L., Wirasatriya, A., Wijaya, Y. J., Ismunarti, D. H., Widiaratih, R., & Krisna, H. N. (2024). The assessment of chlorophyll-a retrieval algorithm and its spatial-temporal distribution using sentinel-2 MSI off the Banjir Kanal Timur River, Semarang, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 75, 103556.
DOI: [10.1016/j.rsma.2024.103556](https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103556)
- Masotti, I., Aparicio-Rizzo, P., Yevenes, M. A., Garreaud, R., Belmar, L., & Farías, L. (2018). The influence of river discharge on nutrient export and phytoplankton biomass off the Central Chile coast (33–37 S): Seasonal cycle and interannual variability. *Frontiers in Marine Science*, 5, 423.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00423>
- Nababan, B., Nirmawan, A. D., & Panjaitan, J. P. (2022). Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-A di Perairan Palabuhanratu dan Sekitarnya. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 13(2), 145-162.

- Nuzapril, M., Susilo, S. B., & Panjaitan, J. P. (2017). Hubungan antara konsentrasi klorofil-a dengan tingkat produktivitas primer menggunakan citra satelit landsat-8. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(1), 105-114.
- Octavianna, P. D., Helmi, M., Maslukah, L., Atmodjo, W., & Handoyo, G. (2025). Analisis Hubungan antara Intensitas Curah Hujan dan Kandungan Klorofil-a serta Suhu Permukaan Laut di Perairan Utara Jawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 7(4), 389-402.
DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v7i4.29043>
- Ramadani, A., Suhana, M. P., & Febrianto, T. (2022). Karakteristik spasial suhu permukaan laut perairan Kota Tanjungpinang pada empat musim berbeda. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 15(1), 39-59.
DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v15i1.10832>
- Ramadhan, T. D. (2022). Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A 2019 Ddi Laut Jawa: 2019 Variability of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-A in The Java Sea. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 4(2), 73-78.
DOI: <https://doi.org/10.62703/jhi.v4i2.33>
- Rifai, A., Rochaddi, B., Fadika, U., Marwoto, J., & Setiyono, H. (2020). Kajian pengaruh angin musim terhadap sebaran suhu permukaan laut (Studi Kasus: Perairan Pangandaran Jawa Barat). *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1), 98-104.
DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.7499>
- Sambah, A. B., Muamanah, A., Harlyan, L. I., Lelono, T. D., Iranawati, F., & Sartimbul, A. (2021). Sea surface temperature and chlorophyll-a distribution from Himawari satellite and its relation to yellowfin tuna in the Indian Ocean. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(2), 897-909.
- Santoso, T. W., Kunarso, K., & Marwoto, J. (2021). Analisa spasial dan temporal suhu permukaan laut dan klorofil-a selama 2 dekade di perairan Indonesia. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4), 370-381.
DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.12384>
- Song, X., Gu, Y., Zhai, F., Li, P., Liu, P., Liu, Z., ... & He, J. (2021). Climatology and seasonal variability of satellite-derived chlorophyll a around the Shandong Peninsula. *Journal of Oceanology and Limnology*, 39(4), 1222-1244.
- Suryaningtias, A., Rosalia, A. A., & Widiyanto, K. (2025). Integrasi Klorofil-a, SST, Dan Kedalaman Untuk Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Laut Jawa (Studi Kasus: WPPNRI 712). *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 10(3), 684-696.
DOI: <https://doi.org/10.28926/briliant.v10i3.2071>
- Syahputra, B. P., & Mulya, A. (2022). Analisis korelasi rank spearman & regresi linear nilai indeks stabilitas atmosfer dan suhu puncak awan citra satelit himawari-8 ir (studi kasus banjir Pekanbaru 22 april 2021). *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 2(1), 293-300.
- Wirasatriya, A., Setiawan, R. Y., & Subardjo, P. (2017). The effect of ENSO on the variability of chlorophyll-a and sea surface temperature in the Maluku Sea. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(12), 5513-5518.
DOI: [10.1109/JSTARS.2017.2745207](https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2745207)
- Wirasatriya, A., Susanto, R. D., Setiawan, J. D., Ramdani, F., Iskandar, I., Jalil, A. R., ... & Maslukah, L. (2021). High chlorophyll-a areas along the western coast of south sulawesi-indonesia during the rainy season revealed by satellite data. *Remote Sensing*, 13(23), 4833.
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13234833>
- Wisetya Dewi, Y., Wirasatriya, A., Nugroho Sugianto, D., Helmi, M., Marwoto, J., & Maslukah, L. (2020, July). Effect of ENSO and IOD on the variability of sea surface temperature

- (SST) in java sea. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 530, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
DOI: 10.1088/1755-1315/530/1/012007
- Zhang, H., Beggs, H., Griffin, C., & Govekar, P. D. (2023). Validation of Himawari-8 sea surface temperature retrievals using infrared SST autonomous radiometer measurements. *Remote Sensing*, 15(11), 2841.
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15112841>
- Zhao, Z., Oey, L. Y., Huang, B., Lu, W., & Jiang, Y. (2022). Off-Coast Phytoplankton Bloom in the Taiwan Strait During the Northeasterly Monsoon Wind Relaxation Period. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 127(9), e2022JC018752.
DOI: <https://doi.org/10.1029/2022JC018752>