

Pemetaan Bio-Optik Perairan Pesisir Utara Pulau Ambon Menggunakan Citra Landsat 9 untuk Analisis Sebaran Klorofil-a dan TSS

Bio-Optical Mapping of the Northern Coastal Waters of Ambon Island Using Landsat 9 Imagery for the Analysis of Chlorophyll-a and TSS

Wildan Tino^{1*}, Milyan Uli Latue¹, Fahrul Rozy Fakaubun¹, Muhammad Fahrul Barcinta¹, Imanuel Villian Trayanta Soukotta¹, Eva Susan Ratuluhain¹, Lisa Meidiyanti Lautetu²

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kec. Teluk Ambon, Kota Ambon, Maluku, Indonesia.

² Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kec. Teluk Ambon, Kota Ambon, Maluku, Indonesia. Ambon, Indonesia

Article Info:

Received: 26 - 11 - 2025

in revised

form: 06 - 01 - 2026

Accepted: 21 - 01 - 2026

Available Online: 31 - 01 - 2026

Kata kunci:

Landsat 9, Klorofil-a, *Total Suspended Solid*, Penginderaan Jauh, Pulau Ambon

Keywords:

Ambon Island, Landsat 9, Chlorophyll-a, Remote Sensing, *Total Suspended Solid*

Corresponding Author:

*E-mail:

wildan.tino@lecturer.unpatti.ac.id

DOI :

<https://doi.org/10.30598/jcde.v3i2.23248>

Abstrak: Pulau Ambon memiliki dinamika oseanografi dan morfodinamik yang kompleks yang memengaruhi pencampuran massa air, transportasi sedimen, serta variabilitas klorofil-a dan *Total Suspended Solid*. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menganalisis sebaran klorofil-a dan *Total Suspended Solid* (TSS) di perairan pesisir utara Pulau Ambon menggunakan citra satelit Landsat 9. Proses pengolahan data meliputi koreksi geometrik, koreksi radiometrik, konversi reflektan Top of Atmosphere (ToA), serta penerapan algoritma estimasi klorofil-a dan TSS. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a lebih tinggi pada zona pesisir (0.198–0.265 mg/L) dan menurun ke arah laut terbuka (0.127–0.162 mg/L), menandakan tingginya masukan nutrisi dari daratan dan karakter perairan oligotrofik di laut lepas. Sebaran TSS juga memperlihatkan nilai tinggi di sepanjang garis pantai (10.21–20.62 mg/L) akibat limpasan daratan, erosi, dan aktivitas manusia, sedangkan perairan yang lebih jauh menunjukkan nilai lebih rendah (10–14 mg/L). Analisis berbasis penginderaan jauh ini memberikan informasi penting bagi pengelolaan kualitas perairan dan perencanaan pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Abstract: Ambon Island exhibits complex oceanographic and morphodynamic dynamics that influence water mass mixing, sediment transport, and the variability of chlorophyll-a and *Total Suspended Solid* (TSS). This study aims to map and analyze the spatial distribution of chlorophyll-a and TSS in the northern coastal waters of Ambon Island using Landsat 9 satellite imagery. The data processing workflow includes geometric correction, radiometric correction, Top of Atmosphere (ToA) reflectance conversion, and the application of chlorophyll-a and TSS estimation algorithms. The mapping results indicate higher chlorophyll-a concentrations in coastal zones (0.198–0.265 mg/L) that gradually decrease toward offshore waters (0.127–0.162 mg/L), reflecting substantial nutrient input from land and oligotrophic characteristics in open waters. The TSS distribution similarly shows elevated values along the coastline (10.21–20.62 mg/L) due to terrestrial runoff, erosion, and human activities, while offshore areas exhibit lower concentrations (10–14 mg/L). This remote sensing-based analysis provides essential information for water quality assessment and supports sustainable coastal management planning.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Copyright © 2025 to Authors

PENDAHULUAN

Perairan Maluku merupakan kawasan pertemuan antara Samudra Hindia dan Samudra Pasifik, sehingga kondisi hidrodinamika di wilayah ini sangat dipengaruhi oleh kedua samudra tersebut. Pengaruh Samudra Hindia terutama dirasakan pada bagian selatan Laut Banda, sedangkan pengaruh Samudra Pasifik masuk melalui Laut Maluku dan Laut Seram. Interaksi langsung antara massa air dari kedua samudra ini menyebabkan terjadinya proses-proses oseanografi yang dinamis, seperti turbulensi, upwelling, dan pencampuran massa air (Kalay *et al.*, 2015). Dinamika ini juga berperan penting dalam membentuk karakteristik fisik-kimia perairan di sekitar Maluku, termasuk di wilayah perairan utara Pulau Ambon yang memiliki kondisi oseanografi dan morfologi yang kompleks.

Studi morfologi pesisir dan sebaran sedimen menunjukkan variasi kemiringan pantai dan distribusi sedimen yang dipengaruhi oleh dinamika selat atau laut setempat. Penelitian Kalay *et al.*, (2014) mencatat bahwa pesisir pantai utara pulau Ambon memiliki kemiringan lereng pantai dan sebaran sedimen yang bervariasi karena mendapat tekanan akibat dinamika perairan Selat Seram, sehingga wilayah ini memiliki karakter morfodinamik yang relatif kompleks. Kondisi ini menyebabkan terjadinya proses pencampuran massa air, transportasi sedimen, serta sirkulasi unsur hara yang dinamis dan berimplikasi langsung terhadap produktivitas primer di wilayah tersebut.

Salah satu indikator penting untuk menilai produktivitas ekosistem laut adalah konsentrasi klorofil-a yang mencerminkan biomassa fitoplankton dan sering digunakan untuk memperkirakan tingkat produktivitas primer. Variabilitas klorofil-a di perairan utara Pulau Ambon sangat mungkin dipengaruhi oleh dinamika fisik yang disebutkan sebelumnya seperti upwelling lokal, resuspensi sedimen, dan masukan nutrisi dari daerah pesisir. Studi yang dilakukan oleh Wirasatriya *et al.* (2021) di perairan pesisir Sulawesi menunjukkan bahwa fluktuasi klorofil-a di wilayah tropis sering berkaitan dengan musim hujan dan meningkatnya masukan nutrisi dari daratan.

Parameter lain yang penting dalam menilai kondisi perairan adalah *Total Suspended Solid* (TSS). TSS menggambarkan jumlah partikel tersuspensi yang memengaruhi kejernihan air dan penetrasi cahaya ke dalam kolom air. Di perairan pesisir, TSS sering meningkat akibat limpasan sungai, erosi daratan, aktivitas pelabuhan, dan perubahan penggunaan lahan. Untuk pemantauan berbasis penginderaan jauh, Jaelani *et al.* (2016) mengembangkan dan mengevaluasi algoritma regresi (single-band dan rasio dua-band) untuk mengekstrak konsentrasi TSS dari citra Landsat-8 OLI, dan menunjukkan bahwa akurasi estimasi sangat dipengaruhi oleh metode koreksi atmosfer yang dipilih. Oleh karena itu, ketika menerapkan

algoritma TSS pada lokasi baru, diperlukan validasi dan kalibrasi dengan data *in-situ* agar hasil estimasi dapat diandalkan (Jaelani *et al.*, 2016).

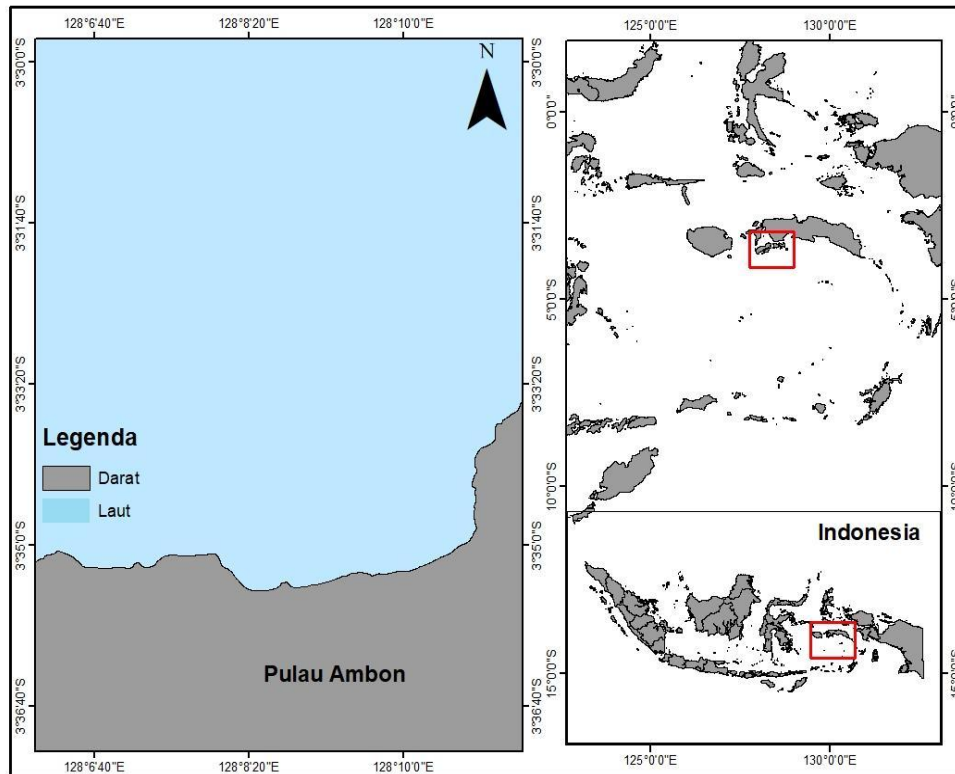
Hubungan antara klorofil-a dan TSS bersifat kompleks dan sangat tergantung pada kondisi lokal. Penelitian oleh Annisa dan Supriatna (2021) di Teluk Ciletuh menunjukkan adanya keterkaitan antara tingginya TSS dan peningkatan Chl-a di wilayah muara yang menerima limpasan daratan kaya nutrien. Namun di wilayah lain, TSS yang terlalu tinggi justru dapat menurunkan klorofil-a akibat berkurangnya penetrasi cahaya. Variasi hubungan ini mengindikasikan perlunya analisis spasial simultan kedua parameter tersebut untuk memahami dinamika lingkungan pesisir.

Khusus di perairan utara Pulau Ambon, dinamika arus yang kuat dan pengaruh langsung dari perairan Selat Seram menjadikan wilayah ini menarik untuk dikaji dari sisi interaksi antara total padatan tersuspensi (TSS), klorofil-a, dan karakter oseanografi lokal. Analisis berbasis citra satelit Landsat 9 memungkinkan pemetaan sebaran spasial kedua parameter tersebut secara efisien, sehingga dapat digunakan untuk menilai perubahan kualitas perairan dan produktivitas ekosistem laut baik secara temporal maupun spasial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menganalisis sebaran spasial konsentrasi klorofil-a dan total padatan tersuspensi (TSS) di perairan utara Pulau Ambon berdasarkan data penginderaan jauh. Secara khusus, penelitian ini ditujukan untuk (1) menghasilkan peta sebaran spasial klorofil-a dan TSS hasil pengolahan citra satelit Landsat 9; (2) menganalisis pola distribusi spasial kedua parameter tersebut dalam kaitannya dengan kondisi lingkungan perairan; dan (3) memberikan interpretasi awal terhadap potensi pengaruh dinamika oseanografi dan aktivitas daratan terhadap variasi klorofil-a dan TSS sebagai dasar bagi pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan.

METODE

Waktu Pengamatan

Penelitian ini dilakukan di Utara, Pulau Ambon (Gambar 1). Tahap pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh Kelautan, Universitas Pattimura.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Utara Pulau Ambon

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain software ArcGis versi 10.8, Software Envi versi 5.3, Microsoft Word 2019, dan Microsoft Excel 2019. Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data *Shapefile* (SHP) Indonesia yang diperoleh dari <https://tanahair.indonesia.go.id/>, dan data landsat 9 yang diperoleh dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Perolehan Data

Data satelit Landsat 9 yang direkam pada tanggal 11 Januari 2025 diolah untuk menghasilkan informasi spasial tentang klorofil dan *total suspended solid*. Data dalam bentuk SHP diperlukan untuk mengetahui batas administratif wilayah di utara Pulau Ambon.

Pengolahan Data

Pengolahan citra dimulai dengan proses *Cropping* dan pemulihan citra untuk membatasi area yang akan dianalisis sesuai dengan lokasi penelitian. Koreksi geometrik juga dilakukan untuk meningkatkan ketelitian geometrik dengan menggunakan titik kendali *Ground Control Point* (GCP) dan untuk memperbaiki posisi atau letak objek agar lokasi koordinat sesuai dengan posisi sebenarnya di bumi (Tino *et al.* 2022). Selanjutnya dilakukan koreksi radiometrik yang berfungsi untuk

meningkatkan kualitas visual citra dalam hal memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya.

Kalibrasi radiometrik merupakan nilai data citra asli hasil unduhan dari *digital number* (DN) yang dikonversi menjadi nilai reflektan *top of atmospheric* (ToA) (Kusumawati *et al.*, 2019). Menurut (Ihlen 2019) nilai *digital number* yang dikonversi menjadi nilai reflektan ToA dapat di peroleh dengan rumus:

$$p\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan: $p\lambda'$ = Reflektan ToA, M_p = Faktor skala (*Band-specific multiplicative rescaling factor*), Q_{cal} = Nilai pixel (DN), A_p = Faktor penambah (*Band-specific additive rescaling factor*).

Perubahan posisi matahari terhadap bumi bergantung pada waktu dan lokasi objek yang direkam. Posisi matahari menyebabkan distorsi radiometrik. Distorsi radiometrik dapat dihilangkan dengan cara melakukan koreksi *top of atmospheric* (ToA). Menurut Kusumawati *et al.*, 2019 persamaan untuk koreksi ToA dapat diperoleh dengan rumus:

$$p\lambda = \frac{p\lambda'}{\sin\theta_{SE}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan: $p\lambda$ = Reflektan ToA terkoreksi sudut matahari, θ_{SE} = Sudut elevasi matahari (*local sun elevation angle*).

Penentuan nilai klorofil dari citra Landsat 9 dapat diperoleh menggunakan algoritma Kusumawati *et al.*, 2019 :

$$C = 0.416 (\text{Kanal hijau/kanal biru}) - 0.183 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan: C = Konsentrasi klorofil-a

Penentuan nilai *Total Suspended Solid* dari citra Landsat 9 dapat diperoleh menggunakan algoritma Laili *et al.*, 2015:

$$TSS = 31.42 \left(\frac{\log \log Rrs_2}{\log \log Rrs_4} \right) - 12.719 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan: Rrs_2 = Reflectan band biru, Rrs_4 = Reflectan band merah

Setelah memperoleh hasil sebaran klorofil-a dan *Total Suspended Solid* selanjutnya melakukan *layouting* menggunakan Arcgis. Proses ini mencakup penataan komponen peta seperti judul, legenda, skala, arah mata angin, sumber data, dan koordinat geografis sehingga peta yang dihasilkan memiliki tampilan yang informatif dan sesuai dengan standar kartografi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

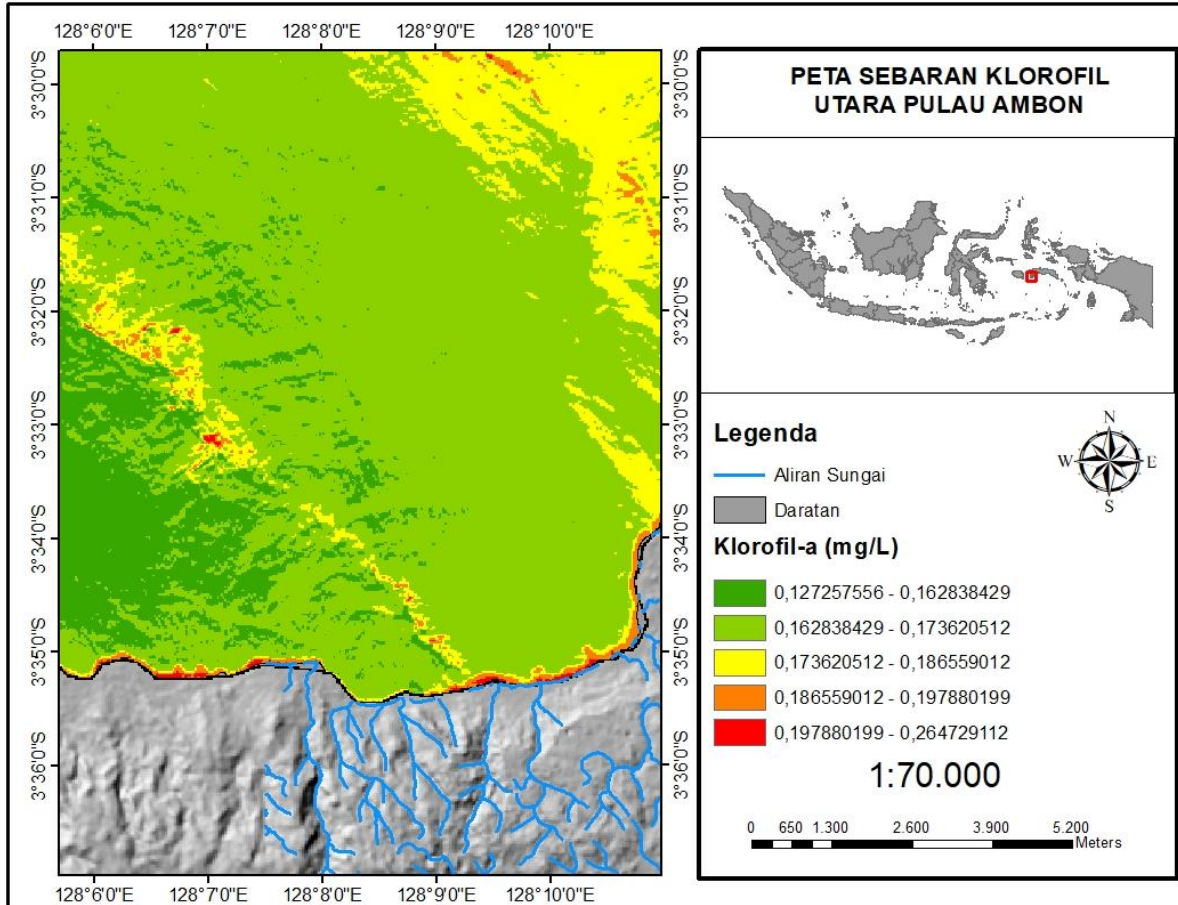
Sebaran klorofil-a di perairan utara Pulau Ambon memperlihatkan pola spasial yang kuat, ditandai oleh nilai konsentrasi yang lebih tinggi di zona pesisir (0,198–0,265 mg/L) dan semakin menurun ke arah laut terbuka (0,127–0,162 mg/L) (Gambar 2). Pola ini sejalan dengan temuan penelitian di Teluk Ambon yang menunjukkan bahwa wilayah pesisir selalu memiliki nilai klorofil-a lebih tinggi dibandingkan perairan tengah dan laut lepas karena mendapat suplai nutrisi dari daratan, terutama nitrat dan fosfat yang terbawa aliran sungai, limpasan permukiman, dan aktivitas antropogenik lainnya (Kesaulya, 2022). Kajian lain di perairan Ambon dan Maluku Tengah juga mengonfirmasi bahwa masukan nutrisi dari daerah aliran sungai, aktivitas wisata pantai, serta peningkatan buangan domestik secara langsung berkontribusi terhadap tingginya konsentrasi klorofil di wilayah pesisir (Uneputty & Noya, 2011).

Penurunan konsentrasi klorofil ke arah laut terbuka mencerminkan karakter perairan oligotrofik, yang umum dijumpai pada perairan tropis Indonesia dengan stratifikasi kolom air yang kuat dan pasokan nutrisi yang rendah (Tarigan, 2013). Studi mengenai pemantauan klorofil-a menggunakan citra satelit juga menunjukkan bahwa perairan lepas di wilayah timur Indonesia cenderung memiliki konsentrasi klorofil rendah karena minimnya suplai nutrisi dari bawah permukaan dan terbatasnya upwelling musiman (Kusumawati, 2019).

Secara ekologis, tingginya nilai klorofil-a di pesisir utara Ambon menandakan tingginya produktivitas primer, namun sekaligus menunjukkan kerentanan perairan tersebut terhadap eutrofikasi dan pertumbuhan fitoplankton berlebih. Beberapa penelitian di Teluk Ambon menemukan bahwa peningkatan beban nutrisi akibat masuknya air limbah domestik dan sedimen dapat memicu ledakan biomassa fitoplankton serta mengubah struktur komunitas plankton (Tubalawony *et al.*, 2020; Lantang *et al.*, 2018). Kondisi ini berpotensi memunculkan *Harmful Algae Bloom* (HAB), terutama pada periode stagnasi massa air ketika pencampuran vertikal melemah. Riset di Laut Banda dan kawasan pesisir Maluku menunjukkan bahwa kejadian peningkatan klorofil yang tajam sering diikuti oleh dominasi spesies fitoplankton tertentu, termasuk beberapa kelompok dinoflagellata berpotensi toksik (Uneputty *et al.*, 2022).

Secara keseluruhan, pola sebaran klorofil-a yang diperoleh pada penelitian ini konsisten dengan karakter perairan pesisir Ambon yang sangat dipengaruhi dinamika antropogenik, pola arus musiman, serta suplai nutrisi dari daratan. Dengan mempertimbangkan pola tersebut, wilayah pesisir utara Ambon perlu menjadi fokus

monitoring lanjutan untuk mencegah peningkatan produktivitas yang dapat memicu eutrofikasi maupun kejadian HAB.



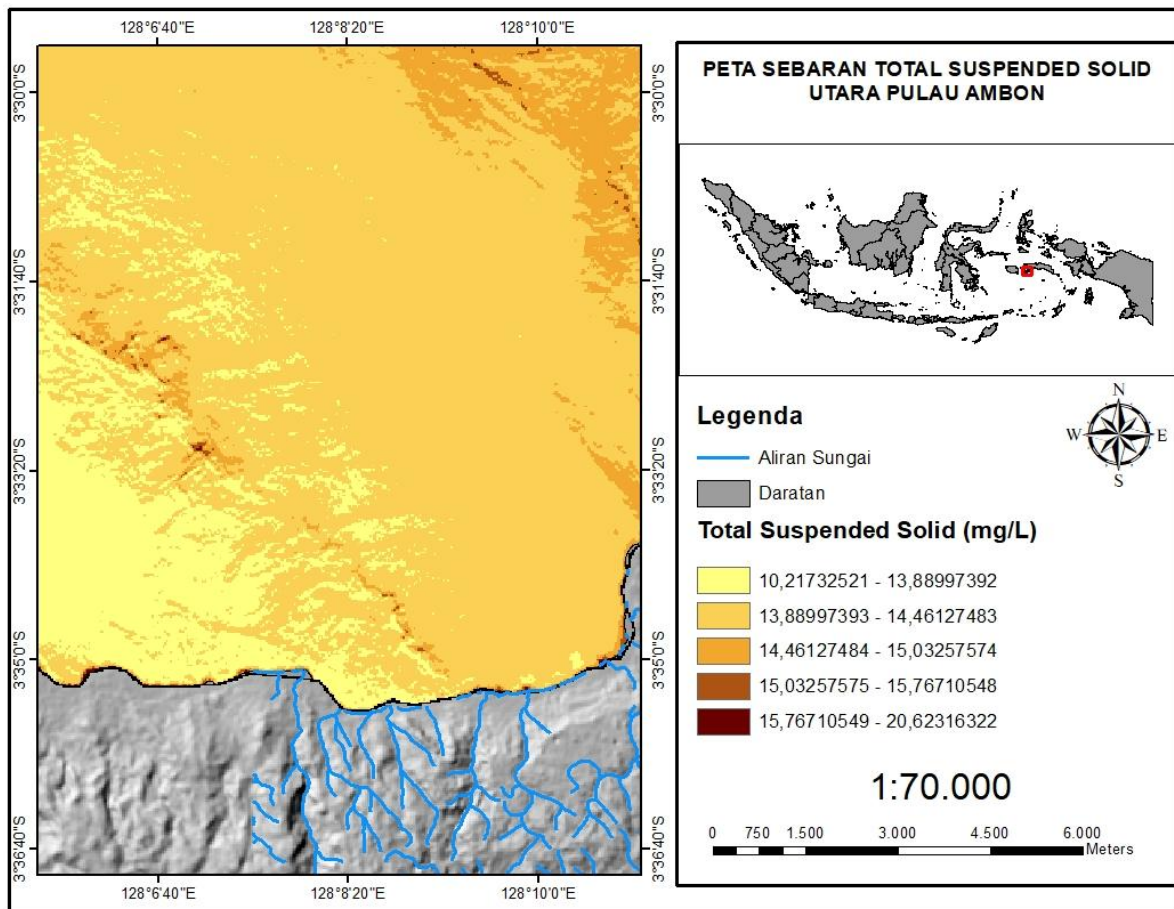
Gambar 2. Peta Sebaran Klorofil di Utara Pulau Ambon

Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di perairan utara Pulau Ambon (Gambar 3) memperlihatkan pola konsentrasi yang meningkat menuju wilayah pesisir, dengan nilai berkisar antara 10,21–20,62 mg/L. Konsentrasi tertinggi tampak jelas di sepanjang garis pantai (warna coklat tua), menunjukkan adanya akumulasi sedimen tersuspensi yang kuat pada zona pesisir. Peningkatan TSS di wilayah pesisir umumnya berkaitan dengan masukan material padat dari daratan melalui limpasan hujan, erosi tebing pantai, aktivitas pembangunan, serta pengadukan sedimen akibat gelombang dan aktivitas kapal. Kondisi akumulasi TSS di sepanjang garis pantai ini konsisten dengan temuan Gemilang *et al.* (2022) yang melaporkan kekeruhan dan TSS relatif tinggi pada beberapa lokasi di Inner Ambon Bay akibat limpasan daratan dan aktivitas pesisir.

Sementara itu, wilayah yang lebih jauh dari pantai menunjukkan nilai TSS yang lebih rendah (10–14 mg/L), mencerminkan kondisi perairan yang lebih stabil dan minim pengaruh sedimentasi dari daratan. Rendahnya nilai TSS di laut lepas juga

sejalan dengan karakteristik umum perairan terbuka di mana energi gelombang lebih terdistribusi, tidak terdapat sumber material sedimen langsung, dan proses pengendapan partikel halus lebih dominan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rahmawan *et al.* (2019) yang mengatakan bahwa penurunan akumulasi sedimen tersuspensi menjauh dari garis pantai akibat adanya peran morfologi dasar batimetri dalam menjebak sedimen di cekungan pesisir teluk ambon . Oleh karena itu pola TSS di pesisir utara pulau ambon lebih tinggi dan menurun saat menghadap ke laut lepas sejalan dengan dinamika morfologi dan hidrodinamika.

Secara ekologis, tingginya konsentrasi TSS pada zona pesisir utara Ambon memiliki implikasi penting bagi kesehatan ekosistem. Konsentrasi TSS yang tinggi dapat mengurangi penetrasi cahaya dan menurunkan produktivitas primer, mengganggu respirasi biota, serta memengaruhi habitat sensitif seperti padang lamun dan terumbu karang. Hal ini sejalan dengan temuan Secara ekologis, hasil penelitian Sahubawa (2021) menunjukkan bahwa tingginya TSS di beberapa lokasi berpotensi menurunkan penetrasi cahaya, menekan produktivitas primer, dan mengganggu fungsi habitat lamun dan terumbu karang dengan implikasi terhadap produksi perikanan.



Gambar 3. Peta Sebaran *Total Suspended Solid* di Utara Pulau Ambon

SIMPULAN

Sebaran klorofil-a dan TSS di perairan Pulau Ambon menunjukkan perbedaan jelas antara pesisir dan laut terbuka. Nilai klorofil-a yang tinggi di pesisir menandakan kuatnya masukan nutrisi dari daratan sedangkan konsentrasi yang lebih rendah di laut terbuka mencerminkan kondisi oligotrofik. Nilai TSS yang tinggi berada di dekat pantai yang menggambarkan akumulasi sedimen akibat limpasan, erosi, dan aktivitas manusia, sementara perairan yang jauh lebih jernih dan stabil. Kondisi TSS yang tinggi di pesisir dapat menurunkan kualitas lingkungan dan mengancam ekosistem sensitif seperti lamun dan terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan mengapresiasi masukan berharga dari editor dan reviewer yang membantu kualitas naskah ini hingga layak diterbitkan

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa I., & Supriatna S. 2021. Mapping chlorophyll-a and total suspended solid (TSS) distribution in the waters of Ciletuh Bay. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 623 (2021): 1-6.
- Gemilang WA., Rahmawan GA., Wisha UJ. 2017. Kualitas Perairan Teluk Ambon Dalam Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia pada Musim Peralihan I. *EnviroScienceteae*. 13(1): 79-90.
- Ihlen V. 2019. *Landsat 8(L8) Data User Handbook*. Sioux Falls (US): Departement of the Interior U.S. Geological Survey.106p.
- Jaelani LM., Limehuwey R., Kurniadin N., Pamungkas A., Koenhardono ES., Sulisetyono A. 2016. Estimation of Total Suspended Sediment and Chlorophyll-A Concentration from Landsat 8-OLI: The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm. *IPTEK the journal for technology and science*, 27(1): 16-23.
- Kalay DE., & Marasabessy M. 2015. Dinamika Gelombang Perairan Maluku Pada Musim Timur. *jurnal amanisal*, 4(1): 17-23.
- Kalay DE., Manilet K., Wattimury JJ. 2014. Kemiringan Pantai Dan Distribusi Sedimen Pantai Di Pesisir Utara Pulau Ambon . *jurnal triton*, 10(2): 91-103.
- Kesaulya, I. (2022). Karakteristik massa air berdasarkan sebaran suhu dan klorofil-a di perairan Teluk Ambon. *Jurnal Sains Aplikasi dan Inovasi*. 6(2): 45-56.
- Kusumawati E., Susilo SB., Agus SB. 2019. Analisis penentuan sebaran konsentrasi Klorofil-A dan produktivitas primer di perairan Teluk Saleh menggunakan citra satelit Landsat OLI 8. *Journal of resources and environmental management*. 9(3): 671-679. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.671-679>
- Laili N., Arafah F., Jaelani LM., Subehi L., Pamungkas A., Koenhardono ES., Sulisetyono A. 2015. Development of water quality parameter retrieval algorithms for estimating

Total Suspended Solid and Chlorophyl-A concentration using Landsat-8 imagery at Poteran Island Water. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2(2): 55-62.

<https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-2-W2-55-2015>

- Lantang, A., Uneputty, P., & Noya, Y. (2018). Dinamika nutrien dan dampaknya terhadap struktur komunitas fitoplankton di perairan pesisir Maluku. *Jurnal Ilmu Kelautan Tropis*. 10(2): 77-87.
- Sahubawa, L. (2021). Dampak pembuangan limbah terhadap perubahan kualitas oseanografi biofisik-kimia dan produksi ikan teri di perairan Teluk Ambon. *Jurnal Manusia dan Lingkungan Hidup*. 8(1): 15-29.
- Tarigan, M. S. (2013). Pemantauan konsentrasi klorofil-a menggunakan citra satelit di perairan Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 19(3): 121-130.
- Tino W., Siregar VP., Gaol JL. Aplikasi Model Evaluasi Multikriteria Menggunakan Fuzzy AHP untuk Penentuan Lokasi Budidaya Ikan Kerapu di Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 14(3): 363-378.
- <https://doi.org/10.29244/jitkt.v14i3.40963>
- Tubalawony, S., Uneputty, P., & Pattikawa, J. (2020). Variasi Musiman Nutrien dan Fitoplankton di Teluk Ambon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(1): 55-68.
- Uneputty P., & Noya Y. (2011). Pengaruh aktivitas daratan terhadap kualitas perairan Teluk Ambon Dalam. *Majalah Ilmiah Kelautan*. 4(2): 55-65.
- Uneputty BAS., Tubalawony S., & Noya YA. (2022). Klorofil-a dan kaitannya dengan produktivitas primer di perairan Laut Banda selama fenomena La Niña. *Nekton*. 12(2): 101-112.