

## PEMETAAN ZONA POTENSI PENANGKAPAN IKAN MENGGUNAKAN DATA AQUA MODIS DI WPP-NRI 716: LAUT SULAWESI DAN SEBELAH UTARA HALMAHERA

Sumelki Sitoki<sup>1\*</sup>, Joyce Christian Kumaat<sup>2</sup>, Selvana T. R. Tawal<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Manado

sumelkisitoki@gmail.com

**Abstract:** *The State Fisheries Management Area of the Republic of Indonesia (WPP-NRI) is a strategic area managed by the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries for various fisheries management activities, such as fishing, aquaculture, conservation, research and development. This research aims to determine the potential fishing zones (ZPPI) in the Sulawesi Sea and North Halmahera Sea waters by utilizing remote sensing technology, namely Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) satellite image data. The research method used is quantitative method, which involves collecting and analyzing numerical data to identify oceanographic patterns, trends and relationships. The results showed that the distribution of chlorophyll-a values in the study waters in the period January to December 2023 had an average of 0.04 mg/m<sup>3</sup>. The lowest value was recorded in July and November at 0.03 mg/m<sup>3</sup>, while the highest value was recorded in February at 0.07 mg/m<sup>3</sup>. In contrast, the average sea surface temperature (SST) in the study area was 24.47°C, with the lowest value in February at 23.80°C and the highest value in June, October and December at 26.66°C. This study illustrates that variations in oceanographic parameters, such as chlorophyll-a and sea surface temperature, can be used to identify potential fishing zones in WPP-NRI areas. This information is expected to support sustainable and efficient fisheries management, and contribute to the optimal utilization of fisheries resources in the Sulawesi Sea and North Halmahera Sea areas.*

**Keywords:** *Fisheries Management Area, Fishing Potential Zone, Aqua MODIS, Chlorophyll-a, Sea Surface Temperature*

**Abstrak:** Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI) merupakan kawasan strategis yang dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk berbagai aktivitas pengelolaan perikanan, seperti penangkapan ikan, budidaya, konservasi, penelitian, dan pengembangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan zona potensial penangkapan ikan (ZPPI) di Perairan Laut Sulawesi dan Sebelah Utara Laut Halmahera dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, yaitu data citra satelit Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, yang melibatkan pengumpulan dan analisis data numerik untuk mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan oseanografi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran nilai klorofil-a di perairan penelitian pada periode Januari hingga Desember 2023 memiliki rata-rata sebesar 0,04 mg/m<sup>3</sup>. Nilai terendah tercatat pada bulan Juli dan November sebesar 0,03 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan nilai tertinggi tercatat pada bulan Februari sebesar 0,07 mg/m<sup>3</sup>. Sebaliknya, suhu permukaan laut (SPL) rata-rata di wilayah penelitian adalah 24,47°C, dengan nilai terendah pada bulan Februari sebesar 23,80°C dan nilai tertinggi pada bulan Juni, Oktober, dan Desember sebesar 26,66°C. Penelitian ini memberikan gambaran bahwa variasi parameter oseanografi, seperti klorofil-a dan suhu permukaan laut, dapat digunakan untuk mengidentifikasi zona potensial penangkapan ikan di wilayah WPP-NRI. Informasi ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan efisien, serta memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan sumber daya perikanan secara optimal di kawasan Laut Sulawesi dan Sebelah Utara Laut Halmahera.

**Kata Kunci:** Wilayah Pengelolaan Perikanan, Zona Potensial Penangkapan Ikan, Aqua MODIS, Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut

## PENDAHULUAN

Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI) adalah kawasan yang ditetapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) untuk mendukung pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan. Pengelolaan ini mencakup berbagai aktivitas, seperti penangkapan ikan, budidaya, konservasi, penelitian, dan pengembangan, yang mencakup perairan pedalaman, kepulauan, laut teritorial, zona tambahan, hingga zona ekonomi eksklusif Indonesia (Permen KKP No. 18 Tahun 2014; Rusandi et al., 2021). Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki 11 WPP yang tersebar di berbagai wilayah perairan strategis, termasuk WPP 716 yang meliputi Laut Sulawesi dan sekitarnya, yang dikenal kaya akan sumber daya ikan pelagis seperti Tuna, Cakalang, dan Tongkol.

Faktor kunci dalam keberhasilan usaha perikanan tangkap adalah kemampuan nelayan atau operator kapal untuk menentukan lokasi daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) yang efektif sebelum melakukan operasi penangkapan. Penetapan daerah penangkapan yang tidak tepat dapat menyebabkan tingginya biaya operasional, konsumsi bahan bakar, serta waktu yang terbuang (Simanjuntak et al., 2019a; Siregar, 2014). Secara tradisional, nelayan mengandalkan intuisi dan pengalaman untuk menentukan lokasi *fishing ground*. Namun, pendekatan ini cenderung kurang efisien karena dipengaruhi oleh tingkat ketidakpastian tinggi dan fluktuasi kondisi oseanografi (Kumaat et al., 2013; Kumaat et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih ilmiah untuk mendukung pengambilan keputusan terkait lokasi *fishing ground*.

Salah satu pendekatan ilmiah yang digunakan adalah dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Parameter oseanografi, seperti Suhu Permukaan Laut (*Sea Surface Temperature* atau SPL) dan konsentrasi klorofil-a, merupakan indikator penting dalam menentukan lokasi potensial ikan. SPL dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah *upwelling* atau arus dingin yang kaya nutrisi, sementara klorofil-a merupakan indikator produktivitas primer laut yang menunjukkan keberadaan plankton sebagai sumber makanan utama ikan pelagis (Behrenfeld & Falkowski, 1997; Tang et al., 2003). Kombinasi SPL dan

klorofil-a memungkinkan identifikasi pola distribusi ikan dengan lebih akurat.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh telah membuka peluang baru dalam pemetaan zona potensi penangkapan ikan (ZPPI). Teknologi ini memungkinkan identifikasi kondisi oseanografi secara luas, real-time, dan efisien, khususnya untuk parameter-parameter penting seperti klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL), yang merupakan indikator utama keberadaan ikan pelagis (Santoso et al., 2017). Klorofil-a, sebagai indikator produktivitas primer di laut, dapat mengidentifikasi keberadaan plankton yang menjadi sumber makanan utama ikan pelagis (Tang et al., 2003). Sementara itu, SPL dapat digunakan untuk mendeteksi zona *upwelling* atau pergerakan massa air yang kaya nutrisi, yang seringkali menjadi habitat ikan-ikan ekonomis penting (Behrenfeld & Falkowski, 1997).

Salah satu satelit yang berkontribusi signifikan dalam penelitian oseanografi adalah Aqua MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Sensor ini menyediakan data klorofil-a dan SPL dengan resolusi temporal dan spasial yang memadai untuk mendukung analisis zona potensial penangkapan ikan (Karnan et al., 2020). Data dari Aqua MODIS telah digunakan secara luas dalam berbagai penelitian oseanografi dan perikanan di seluruh dunia, termasuk untuk mengidentifikasi pola distribusi plankton dan daerah *upwelling* yang terkait dengan kelimpahan ikan (Kumari et al., 2021).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pemanfaatan data penginderaan jauh dapat meningkatkan efisiensi operasional penangkapan ikan sekaligus mengurangi biaya eksplorasi nelayan. Studi oleh Hendiarti et al. (2005) menunjukkan bahwa integrasi data klorofil-a dan SPL efektif untuk memetakan habitat potensial ikan di wilayah perairan tropis (Hendiarti et al., 2005). Selain itu, pendekatan ini juga berperan dalam mendukung perikanan yang berkelanjutan dengan membantu nelayan menentukan lokasi penangkapan secara akurat, sehingga mengurangi tekanan terhadap stok ikan tertentu (Yusuf et al., 2019).

Namun, meskipun teknologi penginderaan jauh telah berkembang pesat, pemanfaatannya di WPPNRI 716 masih

terbatas dan memerlukan pengembangan lebih lanjut. Hal ini terutama disebabkan oleh kompleksitas dinamika oseanografi di kawasan ini, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti arus laut, aktivitas *upwelling*, dan variasi musiman yang memengaruhi distribusi ikan (Gordon & Fine, 1996). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan ZPPI di WPPNRI 716 dengan menggunakan data klorofil-a dan SPL dari Aqua MODIS, sehingga dapat mendukung pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian deskriptif kuantitatif. Sebagai penelitian deskriptif, tujuan utamanya adalah menggambarkan pola spasial dan temporal dari parameter oseanografi, seperti Suhu Permukaan Laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a, serta potensi zona penangkapan ikan di wilayah WPP 716. Penelitian ini juga bersifat kuantitatif, di mana data yang digunakan berasal dari citra satelit Aqua MODIS yang kemudian diolah dan dianalisis secara numerik untuk menghasilkan peta zona potensi penangkapan ikan (ZPPI) berdasarkan nilai SPL dan klorofil-a.

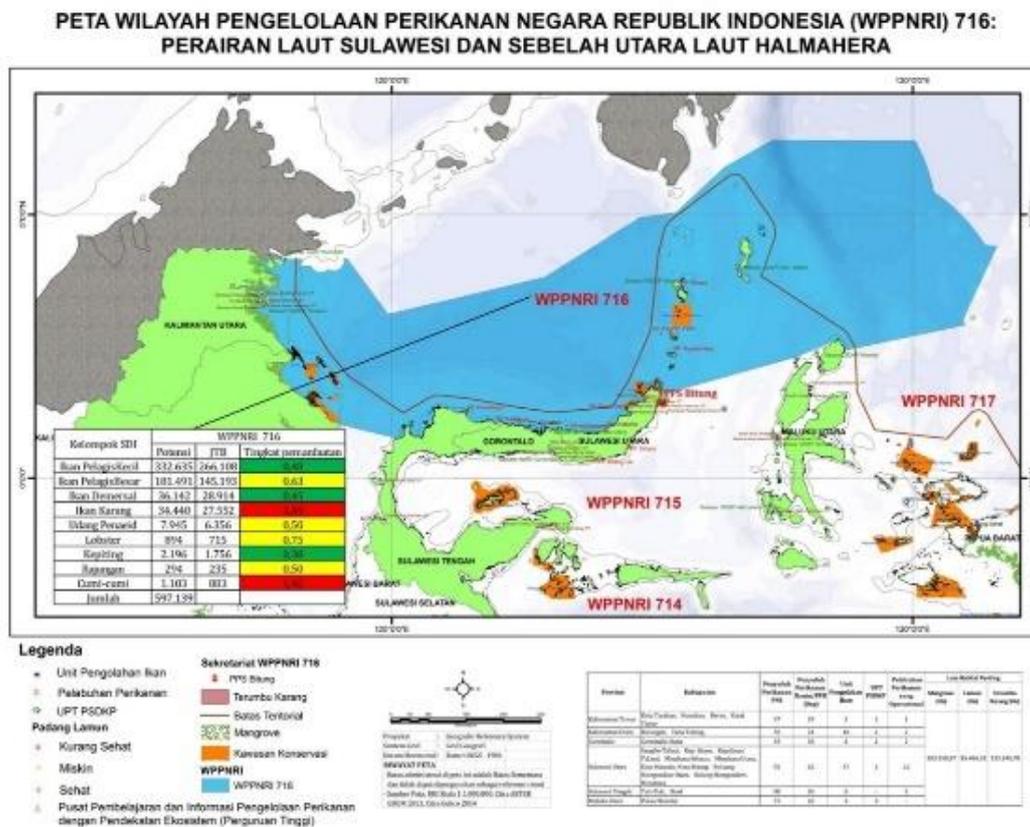
Data utama yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari citra satelit Aqua MODIS yang menyediakan informasi tentang Suhu Permukaan Laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a. Data ini diunduh dari portal OceanColor NASA dengan resolusi spasial 4 km dan resolusi temporal harian (Daqamseh et al., 2013). Selain itu, data sekunder seperti catatan hasil tangkapan nelayan dan data oseanografi lokal digunakan untuk validasi hasil pemetaan (Fitrianah et al., 2016). Data

hasil tangkapan ini diperoleh dari pelabuhan perikanan dan survei lapangan di WPP 716, yang berfungsi sebagai referensi dalam evaluasi zona penangkapan ikan yang dihasilkan dari analisis data satelit.

Analisis data dilakukan dalam beberapa tahap yang melibatkan pemrosesan citra satelit, dan pengintegrasian data. Citra satelit diolah menggunakan perangkat lunak penginderaan jauh seperti SeaDAS untuk melakukan koreksi geometrik dan radiometrik. Proses ini bertujuan memastikan kualitas citra dengan menghilangkan distorsi dan gangguan atmosfer. Parameter SPL dan klorofil-a diekstraksi dari data citra dengan algoritma khusus, yang telah divalidasi sebelumnya pada berbagai lokasi penelitian serupa (Lestari et al., 2023).

Data SPL dan klorofil-a kemudian dianalisis secara spasial dan temporal. Analisis spasial dilakukan untuk mengidentifikasi distribusi geografis zona *upwelling*, yaitu daerah dengan SPL rendah dan klorofil-a tinggi yang mengindikasikan produktivitas laut yang tinggi (Tijani et al., 2015). Sementara itu, analisis temporal digunakan untuk memahami pola musiman dari parameter oseanografi, seperti perbedaan konsentrasi klorofil-a dan SPL antara musim Timur dan Barat.

Selanjutnya, hasil analisis digunakan untuk membuat peta zona potensi penangkapan ikan (ZPPI). Proses overlay dilakukan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG), seperti QGIS atau ArcGIS, untuk menggabungkan parameter SPL dan klorofil-a. Daerah dengan SPL optimal (26-30°C) dan klorofil-a >0,2 mg/m<sup>3</sup> diidentifikasi sebagai zona potensial (Ali et al., 2022).

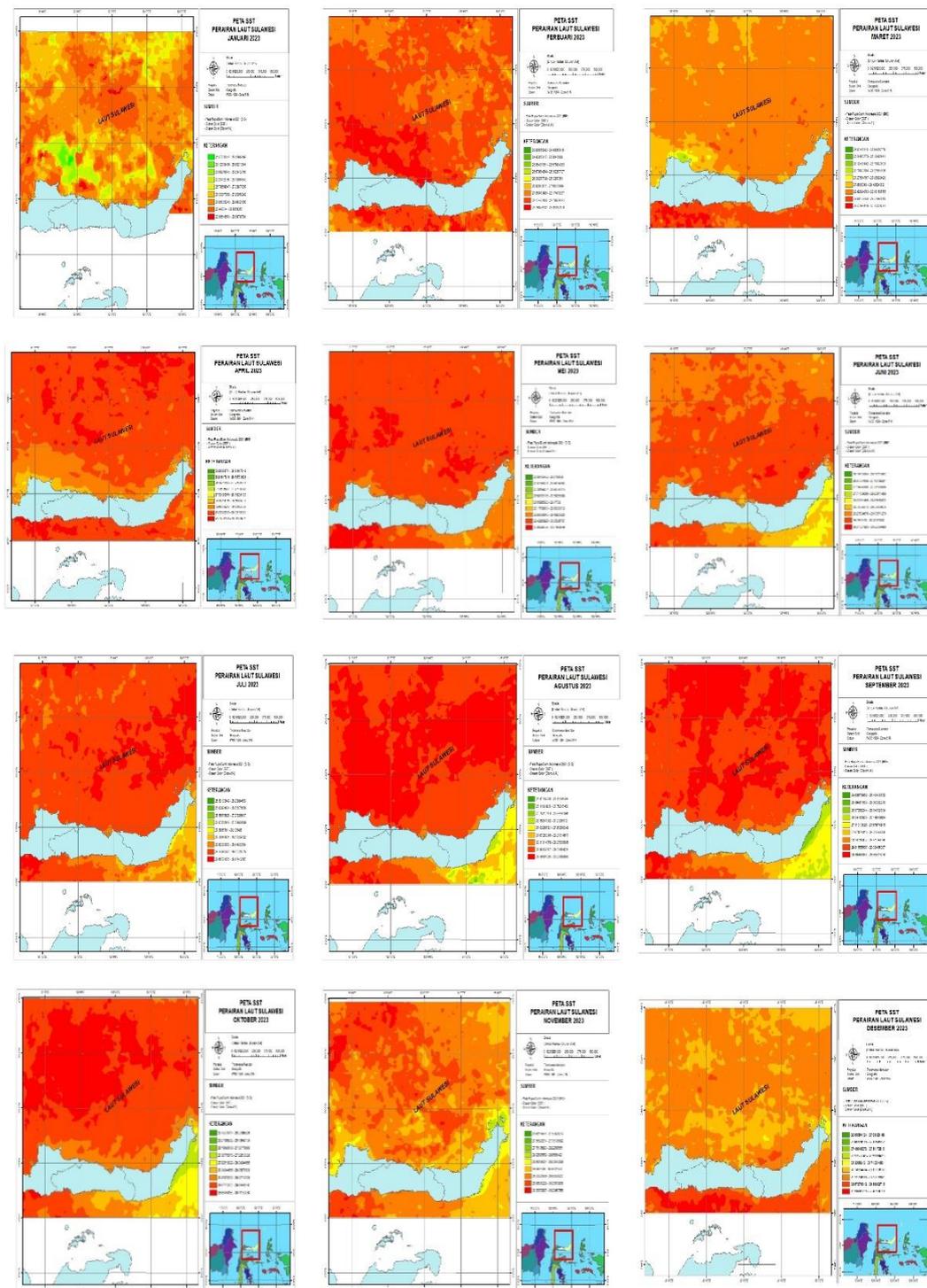


Gambar 1. Peta Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia Perairan Laut Sulawesi dan sebelah utara laut Halmahera

## HASIL DAN PEMBAHASAN Sebaran Suhu Permukaan Laut (SPL)

Suhu permukaan laut (SPL) di perairan Laut Sulawesi dan sebelah utara Laut Halmahera selama periode penelitian menunjukkan variasi musiman yang signifikan. Rata-rata SPL sepanjang tahun 2023 tercatat sebesar 24,47°C, dengan nilai terendah terjadi pada bulan Februari, yaitu 23,80°C, dan nilai tertinggi tercatat pada bulan Juni, Oktober, dan Desember dengan rata-rata 26,66°C. Nilai SPL yang rendah pada bulan Februari kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas upwelling, yaitu pergerakan massa air dingin yang kaya akan nutrisi dari dasar laut ke permukaan. Aktivitas ini seringkali berkaitan dengan

peningkatan produktivitas laut, yang menjadikannya zona potensial bagi konsentrasi ikan pelagis. Sebaliknya, nilai SPL yang tinggi pada bulan-bulan lainnya mencerminkan kondisi perairan yang lebih hangat, yang umumnya kurang mendukung peningkatan produktivitas primer laut. Variasi SPL ini sangat berpengaruh terhadap distribusi ikan, karena ikan cenderung mencari zona dengan suhu yang mendukung aktivitas metabolisme mereka. Berdasarkan penelitian sebelumnya, zona dengan SPL optimal antara 23–27°C sering menjadi habitat yang ideal untuk ikan pelagis seperti tuna dan cakalang (Hendiarti et al., 2005).



Gambar 2. Peta Suhu Permukaan Laut (SPL) Bulan Januari Sampai Bulan Desember 2023

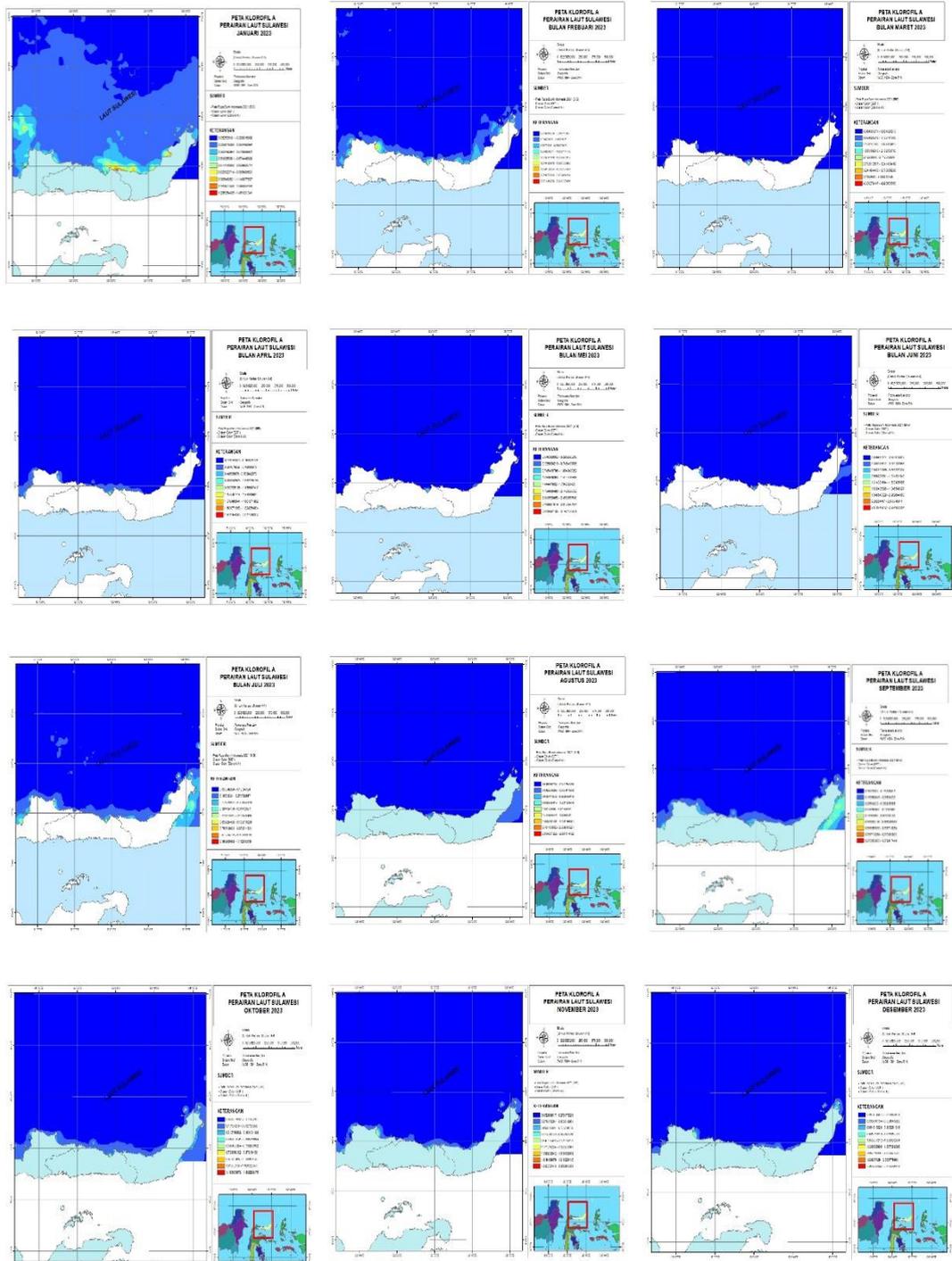
### Sebaran Klorofil-a

Konsentrasi klorofil-a di perairan penelitian juga menunjukkan pola sebaran musiman yang bervariasi. Rata-rata konsentrasi klorofil-a sepanjang tahun 2023 adalah 0,04 mg/m<sup>3</sup>, dengan nilai tertinggi pada bulan

Februari, yaitu 0,07 mg/m<sup>3</sup>, dan nilai terendah pada bulan Juli dan November, yaitu 0,03 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada bulan Februari mengindikasikan peningkatan produktivitas primer laut, yang disebabkan oleh aktivitas upwelling yang membawa nutrisi dari lapisan bawah ke permukaan laut. Hal ini

sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa klorofil-a berfungsi sebagai indikator produktivitas laut dan

keberadaan plankton sebagai sumber makanan utama ikan pelagis (Tang et al., 2003).



Gambar 3. Peta Klorofil-a Bulan Januari Sampai Bulan Desember 2023

Sebaliknya, nilai klorofil-a yang rendah pada bulan Juli dan November menunjukkan penurunan produktivitas laut yang kemungkinan besar terkait dengan perubahan dinamika oseanografi, seperti perairan yang lebih stabil tanpa suplai nutrisi dari aktivitas upwelling. Pola ini menunjukkan bahwa keberadaan ikan pelagis di perairan penelitian sangat dipengaruhi oleh fluktuasi konsentrasi klorofil-a, dengan zona klorofil-a tinggi menjadi lokasi potensial untuk penangkapan ikan.

Kedua pola ini memberikan gambaran bahwa kombinasi parameter suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a sangat penting untuk menentukan zona potensi penangkapan ikan (ZPPI). Dengan SPL optimal antara 23–27°C dan konsentrasi klorofil-a di atas 0,03 mg/m<sup>3</sup>, bulan Februari menjadi periode paling potensial untuk aktivitas penangkapan ikan di wilayah Laut Sulawesi dan sebelah utara Laut Halmahera.

## KESIMPULAN

Citra satelit Aqua MODIS terbukti memberikan informasi penting tentang konsentrasi klorofil-a, yang merupakan indikator utama produktivitas primer di perairan laut. Tingginya konsentrasi klorofil-a menunjukkan potensi area yang lebih produktif untuk kehidupan laut, termasuk daerah penangkapan ikan yang baik. Sebaran klorofil-a di perairan Laut Sulawesi Utara dan sebelah utara Laut Halmahera menunjukkan potensi yang signifikan untuk aktivitas penangkapan ikan, terutama pada bulan-bulan tertentu.

Bulan Februari menjadi bulan dengan tingkat klorofil-a tertinggi, sehingga mendukung produktivitas perairan yang optimal. Di sisi lain, suhu permukaan laut (SPL) yang optimal untuk ikan pelagis, seperti tuna dan spesies lainnya, rata-rata berada pada kisaran 22°C hingga 29°C. SPL pada kisaran ini, yang mendukung habitat ikan pelagis, terjadi pada bulan Januari, Februari, dan September. Namun, bulan Maret dan Juni menunjukkan suhu tertinggi dibandingkan bulan lainnya, yang dapat mengurangi tingkat produktivitas perairan.

Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi data klorofil-a dan SPL dari citra satelit Aqua MODIS dapat menjadi panduan yang efektif

untuk menentukan zona potensi penangkapan ikan (ZPPI) di perairan Laut Sulawesi Utara dan sebelah utara Laut Halmahera, sehingga mendukung pengelolaan perikanan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief Setyanto, dkk. (2023). Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan. Disunting oleh Khairul Amri, Husain Latuconsina, dan Riesti Triyanti. Penerbit BRIN.
- Behrenfeld, M. J., & Falkowski, P. G. (1997). Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration. *Limnology and Oceanography*, 42(1), 1–20.  
<https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.1.0001>
- Bierman, P., Lewis, M., Tanner, J., & Ostendorf, B. (n.d.). Chapter 6: Remote Sensing-Validation, spatial and temporal patterns in sea surface temperature and chlorophyll-a.
- Daqamseh, S. T., Mansor, S., Pradhan, B., Billa, L., & Mahmud, A. R. (2013). Potential fish habitat mapping using MODIS-derived sea surface salinity, temperature, and chlorophyll-a data: South China Sea Coastal areas, Malaysia. *Geocarto International*, 28(6), 546–560.  
<https://doi.org/10.1080/10106049.2012.730065>
- Emiyati, S. K. T., Manopo, A. K. S., Budiman, S., & Hasyim, B. (2014). Analisis multitemporal sebaran suhu permukaan laut di perairan Lombok menggunakan data penginderaan jauh MODIS. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 470–479.
- Fauzan Zul Auffer, Teuku, L., Maslukah, L., Ismunarti, D. H., & Wirasatriya, A. (n.d.). Peramalan daerah fishing ground di perairan Pulau Weh, Kota Sabang menggunakan indikator suhu permukaan laut dan klorofil-a serta hubungannya dengan kelimpahan ikan tongkol.
- Fitrianah, D., Hidayanto, A., Gaol, J. L., Fahmi, H., & Arymurthy, A. M. (2016). A spatio-temporal data-mining approach for identification of potential fishing zones based on oceanographic characteristics in the Eastern Indian Ocean. *IEEE Journal of*

- Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 9(8), 3720–3728.  
<https://doi.org/10.1109/JSTARS.2015.2492982>
- Hendiarti, N., Aldrian, E., & Amri, A. Y. (2005). Upwelling characteristics along the southern coast of Java and Sumatra. *Ocean Dynamics*, 55(5-6), 344–354. <https://doi.org/10.1007/s10236-005-0003-6>
- Karnan, B., Kulkarni, S., & Gaonkar, A. S. (2020). Use of Aqua MODIS data in oceanographic studies and fisheries management. *International Journal of Remote Sensing*, 41(5), 1865–1880. <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1641256>
- Kumaat, J. R., Rampengan, M. P., & Mege, M. (2019). Application of GIS for spatial analysis of fishing grounds. *Marine Research Journal*, 12(2), 145–157.
- Kumari, A., Swamy, G. N., & Ramesh, R. (2021). Satellite-derived sea surface temperature and chlorophyll in identifying PFZ. *Marine Ecosystem and Fisheries Research Journal*, 12(3), 312–330.
- Moleong, L. (2001). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Nurani, T. W., Arifin, Z., & Rosana, T. M. (2020). Sustainable fisheries management in Indonesia: Challenges and opportunities. *Journal of Marine and Fisheries Resources*, 11(2), 1–15.
- Pauly, D., Christensen, V., & Guénette, S. (2008). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 689–695. <https://doi.org/10.1038/nature01017>
- Permen KKP No. 18 Tahun 2014. Tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.
- Rusandi, T., Yusuf, A. H., & Sulistiono. (2021). Potensi dan pengelolaan sumber daya perikanan di Indonesia. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 15(1), 45–60.
- Safuruddin, M., Hidayat, T., & Zainuddin, M. (2020). Satellite-based prediction of fishing zones using MODIS data. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 26(1), 24–35.
- Santoso, D. T., Wibowo, A. A., & Fahmi, M. (2017). The application of remote sensing for the potential fishing zone (PFZ) detection. *Oceanography Advances*, 6(3), 200–211.
- Simanjuntak, D. H., Lumingas, L. J. L., & Sangari, J. R. R. (2019). Optimal fishing ground prediction models. *International Journal of Remote Sensing*, 40(3), 12–20.
- Siregar, F. O. P. (2014). Sentra produksi perikanan di Salibabu (Penerapan revolusi biru dalam arsitektur). *Daseng: Jurnal Arsitektur*, 3(1).
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tang, D. L., Kawamura, H., Lee, M. A., & Dien, T. V. (2003). Seasonal and spatial distribution of chlorophyll-a in the South China Sea. *Remote Sensing of Environment*, 85(4), 449–458. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00048-5](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00048-5)
- Yusuf, M., Abdullah, H. S., & Karim, M. F. (2019). Assessment of potential fishing zones for small pelagic fisheries using MODIS Aqua satellite. *Journal of Marine Science and Fisheries*, 7(1), 1–9.