

Potensi Perikanan di Perairan Selatan Yogyakarta Ditinjau dari Sebaran Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut, dan Particulate Organic Carbon Berbasis Citra Satelit Aqua MODIS

Almunatus Sarifah, Ibnu Pratikto, Chrisna Adhi Suryono*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacobus Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

*Corresponding author, email: chrisnaundip@gmail.com

Abstract

The Fisheries Potential in Southern Waters of Yogyakarta in Terms of the Distribution of Chlorophyll-a, Sea Surface Temperature, and Particulate Organic Carbon Based on Aqua MODIS Satellite Imagery

Productivity and fertility of the waters can be assessed by the distribution of chlorophyll-a, sea surface temperature (SST), and particulate organic carbon (POC). The data of these three parameters from remote sensing can be used to determine the fisheries potential as the presence of fish dynamic following environmental conditions. The aim of this research is to determine fisheries potential based on chlorophyll-a, SST, and POC from Aqua MODIS Level 3 satellite imagery in the Selatan Yogyakarta Waters. This study uses a Geographic Information System (GIS) approach by extracting chlorophyll-a, SST, and POC values from Aqua-MODIS satellite imagery with a resolution of 4 km and overlay method from January to December 2023. The results identified the highest concentration of chlorophyll-a in November at 27,60 mg/m³ and the lowest in January and February at 0,06 mg/m³. The highest sea surface temperature (SST) occurred in March at 31,04 °C and the lowest in September at 22,60 °C. The highest POC concentration was in November at 863 mg/m³ and the lowest in January at 26 mg/m³. The areas with good fisheries potential throughout the months are from coastal area to 4 nautical miles. These results are then compared with interviews conducted with fishermen from the PPP Dislautkan DIY in Sadeng, Gunungkidul. The months estimated to have good fisheries potential are between October and December 2023, in line with the fish catch production data of DIY Province in 2023 obtained from Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) DIY..

Keywords: Aqua MODIS, chlorophyll-a, Geographic Information System (GIS), SST, POC

Abstrak

Produktivitas dan kesuburan perairan dapat dilihat dari sebaran klorofil-a, suhu permukaan laut (SPL), dan *particulate organic carbon* (POC). Data ketiga parameter tersebut dari penginderaan jauh dapat digunakan untuk menentukan potensi perikanan karena keberadaan ikan bersifat dinamis mengikuti kondisi lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan potensi perikanan berdasarkan data klorofil-a, SPL, dan POC dari citra satelit Aqua MODIS di Perairan Selatan Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan mengekstraksi nilai klorofil-a, SPL, dan POC dari citra satelit Aqua-MODIS Level 3 resolusi 4 km dan metode *overlay* dari Bulan Januari-Desember 2023. Hasilnya diidentifikasi konsentrasi klorofil-a tertinggi pada November sebesar 27,60 mg/m³ dan terendah pada Januari dan Februari sebesar 0,06 mg/m³. Nilai suhu permukaan laut (SPL) tertinggi di Maret sebesar 31,04 °C dan SPL terendah pada September yaitu 22,60°C. Konsentrasi POC tertinggi pada November sebesar 863 mg/m³ dan terendah pada Januari sebesar 26,18 mg/m³. Wilayah yang memiliki potensi perikanan baik sepanjang bulan yaitu di peisir pantai hingga 4 mil laut. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan wawancara nelayan PPP Dislautkan DIY di Sadeng, Gunungkidul. Bulan yang diestimasi memiliki potensi perikanan yang baik antara Oktober-Desember 2023 sesuai dengan data produksi hasil tangkapan ikan Provinsi DIY Tahun 2023 yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) DIY.

Kata Kunci: Aqua MODIS, klorofil-a, Sistem Informasi Geografis (SIG), SPL, POC

PENDAHULUAN

Klorofil-a, suhu permukaan laut (SPL), dan *particulate organic carbon* (POC) merupakan parameter yang dapat digunakan sebagai indikator produktivitas perairan dan mengindikasikan kelimpahan ikan (Sayad, 2023). Klorofil-a sebagai indikator produktivitas primer laut dan daerah penangkapan ikan (Zhang *et al.*, 2023). Suhu permukaan laut berperan dalam metabolisme, dan distribusi organisme hidup (Tangke dan Senen, 2020), konsentrasi fitoplankton (Nurafifah *et al.*, 2022). Karbon organik partikel atau POC mencerminkan produksi primer yaitu fotosintesis oleh fitoplankton

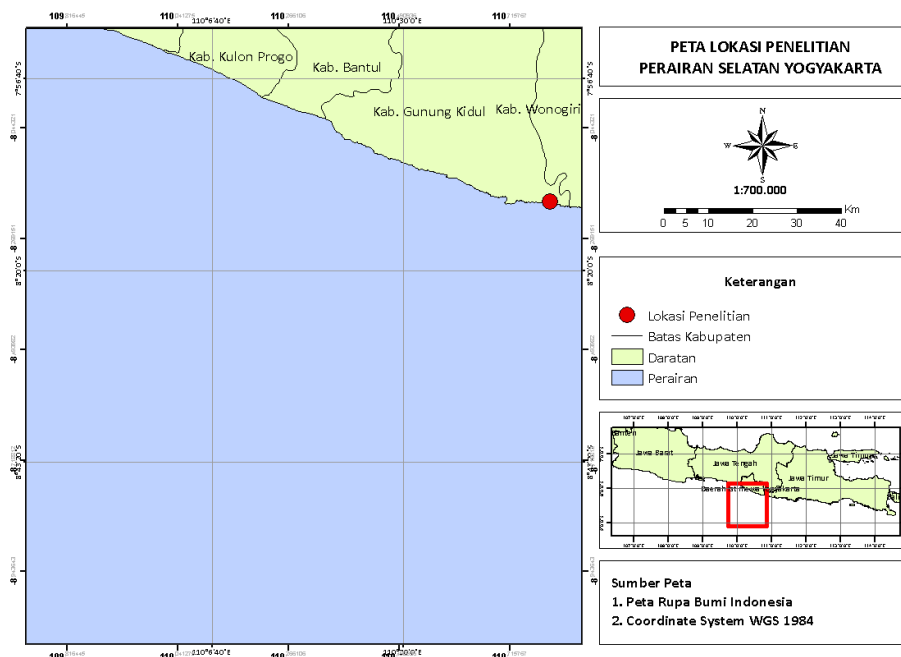
dan peningkatan ketersediaan makanan karena POC (Kavanagh dan Galbraith, 2018). Maka dari itu suhu perairan, konsentrasi klorofil-a dan *Particulate Organic Carbon* dapat menentukan potensi perikanan di suatu perairan.

Penentuan potensi perikanan berdasarkan data klorofil-a, SPL, dan POC dapat ditentukan dari penginderaan jauh. Beberapa penelitian yang telah dilakukan di Perairan Indonesia (Ekaputra et al., 2019; Firmansyah et al., 2018; Muskananfola et al., 2021; Welliken et al., 2018) menunjukkan bahwa sebaran klorofil-a dan SPL dari citra satelit Aqua-MODIS memiliki hubungan dengan kelimpahan ikan sehingga dapat digunakan untuk penentuan aktivitas dan daerah penangkapan ikan. Penelitian lain dilakukan (Nugroho et al., 2023) di Samudera Hindia yang bertujuan untuk menentukan daerah penangkapan ikan tuna albacore yang produktif menggunakan parameter oseanografi dari satelite MODIS dan NOAA serta data tangkapan tuna. Penggunaan data penginderaan jauh klorofil-a, SPL, dan POC dari satelit Aqua MODIS dalam menduga daerah penangkapan ikan potensial di Perairan Maroko (Sayad, 2023).

Perairan Selatan Yogyakarta memiliki potensi perikanan tangkap cukup besar dengan panjang pantai ±126 km yang terbentang dari Pesisir Selatan Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Bantul, dan Kabupaten Gunungkidul (Rif'an dan Irawati, 2020). Namun, Tingkat eksploitasi sumberdaya perikanan di pesisir Laut Selatan Yogyakarta dan Samudera Hindia masih kecil baru mencapai 28,04% dari total potensi lestari dan produksi hasil perikanan (Sahubawa et al., 2015). Melihat kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi perikanan di Perairan Selatan Yogyakarta menggunakan citra satelit Aqua-MODIS.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian meliputi sebaran konsentrasi klorofil-a, SPL, dan POC yang diperoleh dari citra satelit Aqua MODIS Level 3 resolusi 4 km bulan Januari-Desember 2023, data produksi hasil tangkapan ikan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi DIY, dan data wawancara. Pengambilan data wawancara nelayan dilakukan pada Maret 2024 di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Dislautkan DIY Sadeng, Girisubo, Gunungkidul. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Perairan Selatan Yogyakarta

Tabel 1. Skor Potensi Perikanan Berdasarkan Klorofil-a, SPL, dan POC

Skor	Kategori	Warna
1-3	Buruk	Biru
3-6	Rendah	Hijau
6-9	Sedang	Kuning
9-12	Baik	Oranye
12-15	Sangat Baik	Merah

(Sumber: Sayad, 2023)

Nilai citra klorofil-a, SPL, dan POC diidentifikasi nilai minimum, maksimum, dan rata-rata dari Januari-Desember. Nilai minimum dan maksimum mewakili rentang dari setiap parameter dan akan diklasifikasi ulang menjadi lima kategori. Setelah diklasifikasi ulang, ketiga parameter dioverlay dan dikategorikan ke dalam salah satu dari 5 kelas berdasarkan skor potensi perikanan sesuai Tabel 1 berikut

Proses validasi dengan menghitung persentase setiap kelas pada potensi perikanan yang diidentifikasi dan membandingkannya dengan data produksi hasil tangkapan ikan dan wawancara nelayan. Persentase kategori dihitung berdasarkan tiap-tiap bulan berdasarkan persamaan berikut

$$\% \text{ Kategori} = \frac{\text{jumlah pixel setiap kategori}}{\text{jumlah total pixel}}$$

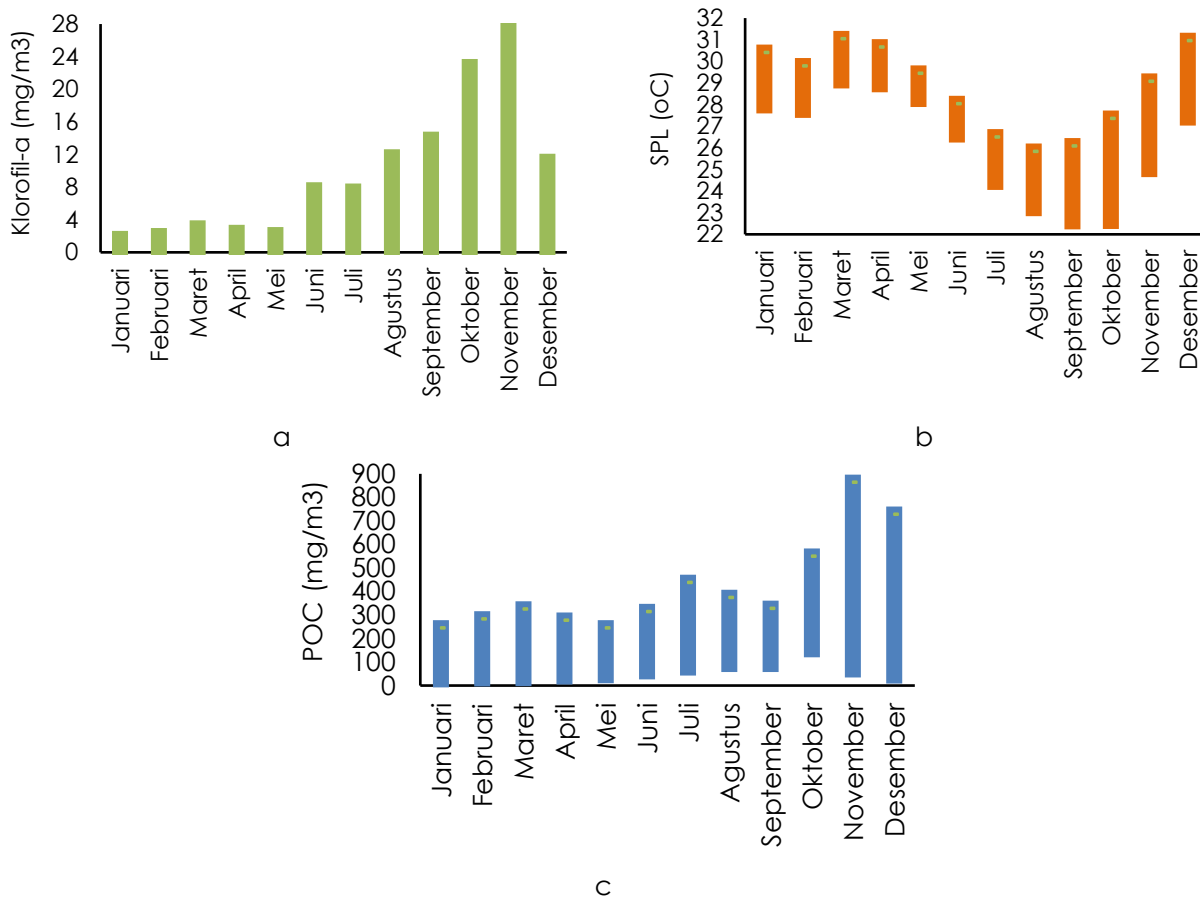
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari citra satelit Aqua MODIS menunjukkan fluktuasi konsentrasi klorofil-a, SPL, dan POC di Perairan Selatan Yogyakarta dari Januari-Desember 2023. Konsentrasi klorofil-a tertinggi terlihat di November yaitu 27,60 mg/m³ dan terendah di Januari dan Februari sebesar 0,06 mg/m³. Tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a dapat disebabkan banyak faktor antara lain suhu permukaan laut, masukan nutrisi (fosfat dan nitrat), serta perubahan musim yang berkaitan dengan pencampuran air laut di bagian atas dan laut dalam (Zhang *et al.*, 2023). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi klorofil-a tinggi terjadi pada musim peralihan II (September-November). Tingginya konsentrasi klorofil-a mengindikasikan produktivitas dan kesuburan perairan yang tinggi sehingga kelimpahan ikan diperkirakan tinggi. Hal ini dikarenakan klorofil-a berperan dalam fotosintesis dan sebagai produsen dalam rantai makanan (Hastuti *et al.*, 2021). Kelimpahan klorofil-a akan menarik ikan-ikan kecil dan selanjutnya menarik ikan besar seperti tuna dan cakalang (Muskananfola *et al.*, 2021). Konsentrasi klorofil-a >0,2 mg/m³ menunjukkan keberadaan fitoplankton yang menandakan kemampuan mempertahankan kelangsungan perkembangan perikanan komersial (Arta *et al.*, 2016).

Nilai SPL tertinggi terjadi di bulan Maret sebesar 31,04°C dan terendah di September yaitu 22,60°C. Tinggi rendahnya SPL di setiap bulan dapat disebabkan karena kondisi meteorologi seperti curah hujan, tekanan udara, angin, dan intensitas radiasi matahari (Suhana, 2018). Hasil penelitian di perairan Yogyakarta menunjukkan nilai SPL tinggi selama musim barat hingga musim peralihan I (Desember-Mei). Nilai SPL rendah selama musim timur hingga musim peralihan II (Juli-November). Suhu permukaan laut berpengaruh terhadap keberadaan, distribusi dan gerombolan ikan. Aktivitas metabolisme ikan dan penyebaran, kecepatan makan ikan, pemijahan dan siklus musiman juga sangat dipengaruhi oleh SPL. Ikan secara alami bergerak memilih habitat yang sesuai, dimana dipengaruhi oleh parameter oseanografi seperti SPL, klorofil-a, kedalaman perairan, DO, salinitas, kecepatan arus, dan sebagainya (Tangke & Senen, 2020). Suhu permukaan laut di perairan Yogyakarta masih dapat dikatakan optimal karena berkisar antara 22 – 31°C. Suhu optimal untuk menopang kehidupan organisme perairan berkisar 18°-30°C (Daeng dan Tangke, 2023).

Konsentrasi POC tertinggi terjadi di November yaitu 863 mg/m³ dan terendah yaitu di Januari sebesar 26 mg/m³. Konsentrasi POC tertinggi di musim peralihan II (September-November). Tingginya konsentrasi POC menunjukkan ketersediaan makanan dan produktivitas perairan yang tinggi karena konsentrasi POC berbanding lurus dengan konsentrasi klorofil-a. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Dzierbicka-Glowacka *et al.* (2010) bahwa, konsentrasi POC ditentukan sebagai jumlah fitoplankton, zooplankton, dan konsentrasi detritus. Konsentrasi POC di lapisan eufotik diperkirakan mencerminkan produksi primer yaitu fotosintesis oleh fitoplankton. Produktivitas primer yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan ketersediaan makanan dan menghasilkan kelimpahan ikan. Hal ini dikarenakan ikan bergantung pada produksi primer untuk makanan dan oksigen terlarut (Kavanagh dan Galbraith, 2018). Pada lapisan oligotrofik memungkinkan terjadinya pencampuran nutrisi di bawah permukaan menuju permukaan mendorong produktivitas biologis dan akibatnya meningkatkan konsentrasi POC. Peningkatan konsentrasi POC juga dapat mengindikasikan adanya pencampuran vertikal (*upwelling*) oleh pusaran antisislon dan siklon (Contreras-Pacheco *et al.*, 2023). Tingginya konsentrasi POC juga dapat disebabkan oleh pengangkutan materi partikulat yang berasal dari darat (Graff *et al.*, 2023).

Nilai klorofil-a, SPL, dan POC kemudian dianalisis untuk menentukan rentang data setiap parameter di wilayah kajian. Rentang data setiap parameter yang telah teridentifikasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan rentang data di atas, nilai citra setiap parameter kemudian diklasifikasi ulang menjadi lima kelas dan diberi skor sesuai dengan kelas potensi daerah penangkapan ikan yang ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil citra klorofil-a, SPL, dan POC kemudian dioverlay dan dikategorikan berdasarkan lima kelas yaitu potensi buruk, rendah, sedang, baik, dan sangat baik yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Sebaran konsentrasi (a) klorofil-a (b) SPL (c) POC

Tabel 2. Rentang Data Parameter Klorofil-a, SPL, dan POC di Perairan Yogyakarta

Parameter	Minimal	Maksimal	Rata-Rata
Klorofil-a (mg/m ³)	0,06	27,60	4,79
SPL (°C)	22,60	31,04	27,46
POC (mg/m ³)	26,18	862,59	229,22

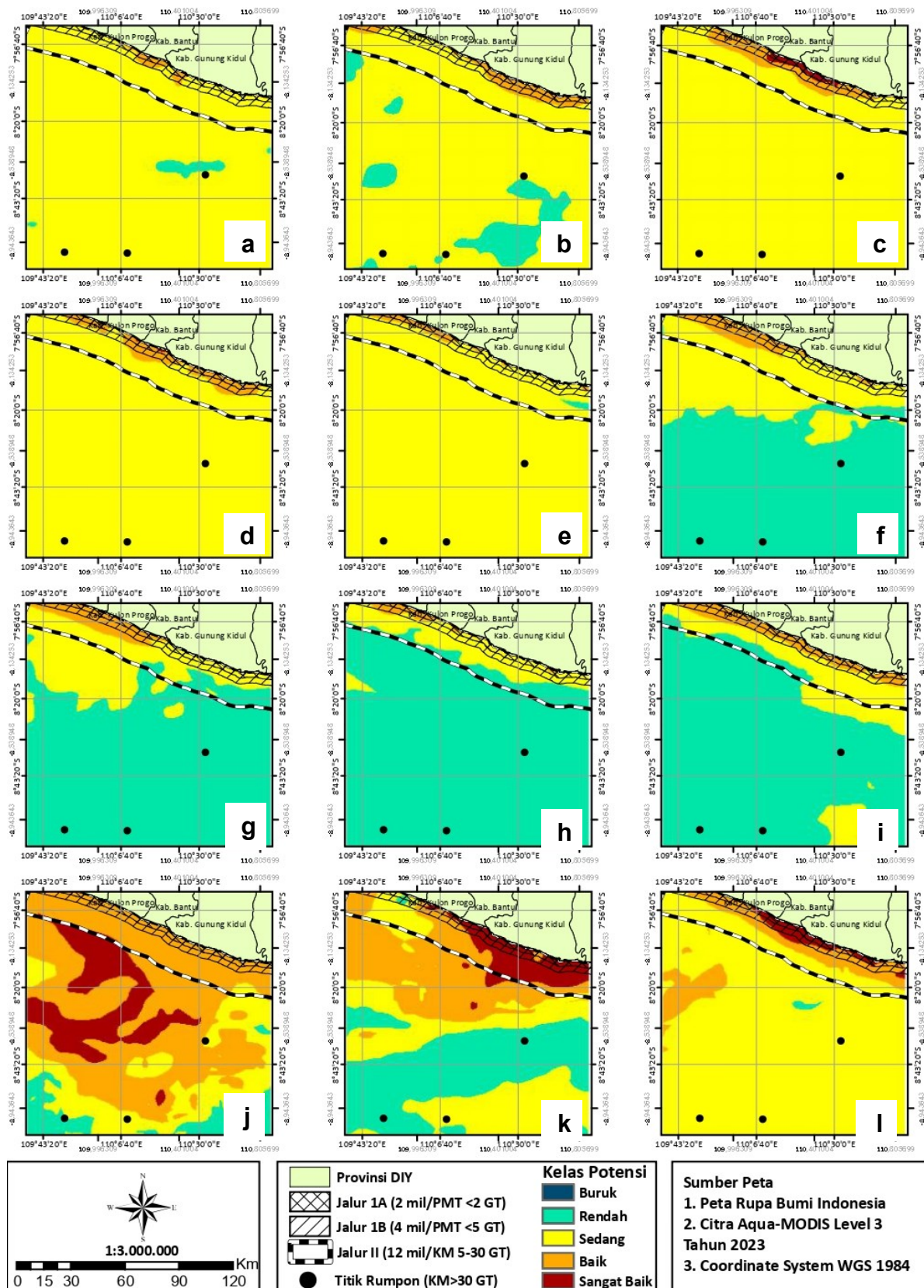
Tabel 3. Rentang Data Berdasarkan Kelas Potensi Daerah Penangkapan Ikan di Perairan Yogyakarta

Kelas	Klorofil-a (mg/m ³)	SPL (°C)	POC(mg/m ³)
Buruk	(0,06-0,88)	(22,60-25,15)	(26-105)
Rendah	(0,88-1,68)	(25,15-27,10)	(105-166)
Sedang	(1,68-3,82)	(27,10-28,60)	(166-227)
Baik	(3,82-8,01)	(28,60-29,50)	(227-312)
Sangat Baik	(8,01-27,60)	(29,50-31,04)	(312-863)

Hasil overlay klorofil-a, SPL, dan POC di Perairan Selatan Yogyakarta menunjukkan wilayah pesisir pantai hingga 4 mil laut memiliki potensi perikanan yang lebih baik dibandingkan wilayah lain sepanjang bulan. Sementara wilayah 12 mil laut memiliki potensi perikanan yang sedang hingga sangat baik sepanjang bulan. Wilayah >12 mil laut memiliki potensi perikanan yang rendah hingga sangat baik, namun menunjukkan potensi yang lebih baik di bulan Oktober-Desember. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi klorofil-a dan POC yang jauh lebih tinggi di dekat pantai dibandingkan lepas pantai akibat pengkayaan nutrisi dari daratan salah satunya melalui aliran sungai. Pengkayaan nutrisi yang berlebihan pada ekosistem pesisir merupakan faktor penting terhadap peningkatan biomassa fitoplankton di dekat pantai (Yang & Ye, 2022). Diketahui sungai yang bermuara di laut selatan meliputi sungai Progo yang bersumber dari lereng gunung Sumbing dan bermuara di Pantai Trisik, Bantul serta sungai Opak yang mengalir dari gunung Merapi dan bermuara di laut Selatan Yogyakarta dekat Pantai Samas (Hadi, 2020). Potensi perikanan yang lebih baik di bulan Oktober-Desember dapat diduga pengaruh dari *upwelling* yaitu naiknya massa air dari dasar ke permukaan laut yang membawa air dingin dan kaya nutrisi yang sesuai untuk fitoplankton. Peristiwa *upwelling* di Perairan Selatan Jawa terjadi pada muson tenggara (Wirasatriya et al., 2020). Konsentrasi klorofil-a maksimum dan SPL rendah diamati pada Oktober-November.

Hasil overlay citra klorofil-a, SPL, dan POC kemudian dibandingkan dengan wilayah operasi penangkapan nelayan PPP Sadeng yang bergantung pada jenis atau ukuran kapal. Kapal di PPP Sadeng terdiri dari 3 jenis yaitu Perahu Motor Tempel (PMT) <2GT, Kapal Motor (KM) 5-30 GT, dan Kapal Motor (KM) >30 GT. Wilayah operasi penangkapan ikan PMT (<2 GT) berada di kawasan 1-2 mil laut. Hasil tangkapan ikan nelayan PMT <2 GT sangat bergantung dengan musim ikan seperti musim lobster, layur, ataupun kembung. Berdasarkan hasil wawancara, target utama nelayan PMT <2 GT adalah lobster yang banyak ditemukan di tebing-tebing pinggir pantai. Sesuai dengan hasil pemetaan bahwa wilayah dekat pantai memiliki potensi perikanan yang lebih baik. Wilayah operasi penangkapan nelayan KM 5-30 GT berada di 12 mil laut. Hasil tangkapannya seperti cakalang, tuna, dan layur. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa wilayah 12 mil laut sebagian besar masih dalam kelas potensi sedang hingga sangat baik, maka kelimpahan ikan diperkirakan cukup tinggi.

Wilayah operasi kapal >30 GT bergantung dari pemasangan rumpon dengan ikan sasaran yaitu ikan pelagis seperti tuna, tongkol, cakalang, dan manyung. Berdasarkan analisis data, titik rumpon yang didapat dari tiga KM >30 GT tersebar di hampir semua potensi dan hasil ini cukup berbeda dengan hasil pemetaan. Perbedaan ini dapat disebabkan penggunaan alat penangkapan ikan yang kestabilan alat tangkap itu dipengaruhi oleh angin dan arus. KM >30 GT di PPP Sadeng menggunakan alat tangkap *purse seine* dengan satu kapal dan alat bantu penangkapan ikan rumpon yang pemasangannya harus memperhatikan arus perairan. Hal ini sesuai dengan Depari et al. (2022) bahwa, arus dan gelombang yang besar dapat merusak rumpon. Selain itu, pengoperasian alat tangkap *purse seine* bergantung pada arus dan angin (Purnama et al., 2021). Faktor lain yang berpengaruh yaitu faktor oseanografi lain seperti salinitas dan oksigen



Gambar 3. Potensi Perikanan Perairan Selatan Yogyakarta (a) Januari; (b) Februari; (c) Maret; (d) April; (e) Mei; (f) Juni; (g) Juli; (h) Agustus; (i) September; (j) Oktober; (k) November; (l) Desember Tahun 2023

terlarut yang mempengaruhi sebaran ikan pelagis. Sesuai dengan Ma'mun *et al.* (2018), ikan pelagis besar menyukai suhu lebih hangat dibandingkan ikan pelagis kecil dan berbanding terbalik terhadap nilai salinitas. Kandungan oksigen terlarut (DO) dan klorofil cukup tinggi lebih disukai ikan pelagis besar dibandingkan pelagis kecil.

Jumlah *pixel* setiap kelas dari hasil overlay parameter Klorofil-a, SPL, dan POC yang ditunjukkan pada Gambar 3 kemudian diidentifikasi dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Jumlah *pixel* setiap kelas Tabel 4 di atas kemudian diubah menjadi grafik persentase sebaran potensi perikanan di perairan Selatan Yogyakarta seperti terlihat dalam Gambar 4.

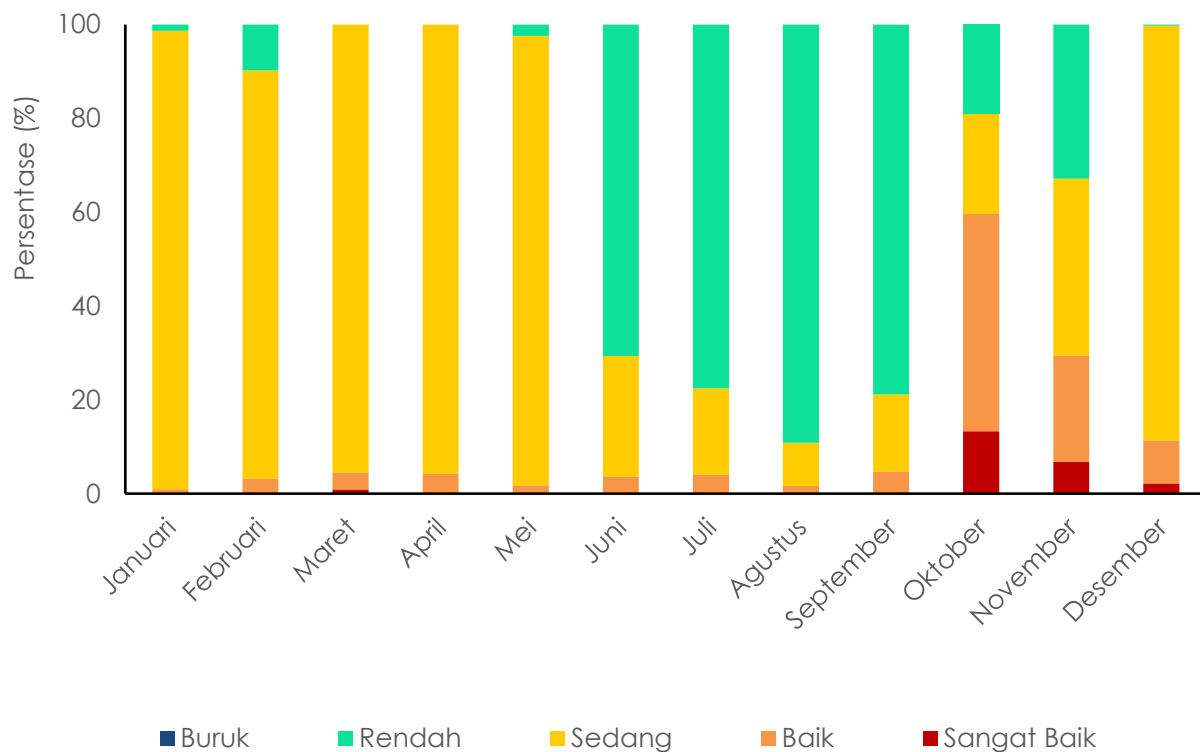
Hasil identifikasi menunjukkan estimasi bulan dengan kelimpahan ikan tinggi terjadi pada bulan Oktober-Desember 2023 yang ditunjukkan dengan potensi baik dan sangat baik yang lebih tinggi dibandingkan bulan-bulan lain. Hal ini dapat dilihat bahwa di bulan tersebut area berwarna merah (potensi sangat baik) dan area berwarna oranye (potensi baik) cenderung dominan dibandingkan bulan-bulan lain. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi klorofil-a, SPL, dan POC yang optimal untuk mendukung kehidupan ikan. Hasil ini kemudian divalidasi yaitu dibandingkan dengan data produksi hasil tangkapan ikan tahun 2023 yang diperoleh dari DKP Provinsi DIY dan ditunjukkan pada Tabel 5. Data produksi hasil tangkapan ikan menunjukkan bahwa Triwulan IV (Oktober-Desember) merupakan bulan dengan hasil tangkapan paling tinggi, sesuai dengan hasil pemetaan bahwa estimasi bulan dengan potensi perikanan yang baik yaitu pada bulan Oktober-Desember yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Klasifikasi Potensi Daerah Penangkapan Ikan di Perairan Selatan Tahun 2023 Yogyakarta

Bulan	Buruk	Rendah	Sedang	Baik	Sangat Baik
Januari	0	862	65268	617	0
Februari	0	6527	58092	2115	13
Maret	0	0	63765	2415	563
April	0	0	63872	2744	74
Mei	0	1618	63937	1191	0
Juni	0	47154	17199	2393	1
Juli	0	51782	12300	2665	0
Agustus	0	59519	6124	1103	0
September	0	52632	10999	3116	0
Oktober	0	12698	14210	30859	8879
November	0	21942	25160	15146	4495
Desember	0	169	59016	6090	1470

Tabel 5. Produksi Hasil Tangkapan Ikan Provinsi DIY Tahun 2023

Produksi (Kg)	Gunungkidul	Bantul	Kulonprogo	DIY (Total)	Peringkat
Triwulan I	577.377	135.182	188.052	900.611	4
Triwulan II	780.867	118.269	121.726	1.020.862	3
Triwulan III	1.196.574	98.421	249.365	1.544.360	2
Triwulan IV	1.619.588	117.917	291.390	2.028.895	1



Gambar 4. Sebaran Kelas Potensi Perikanan di Perairan Selatan Yogyakarta Tahun 2023

KESIMPULAN

Warna merah menunjukkan wilayah yang memiliki potensi perikanan yang lebih baik dibandingkan wilayah lain sepanjang bulan yaitu pesisir pantai hingga 4 mil laut. Bulan yang diestimasi memiliki potensi perikanan yang baik antara Oktober-Desember 2023 sesuai dengan data produksi hasil tangkapan ikan Provinsi DIY Tahun 2023 yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) DIY.

DAFTAR PUSTAKA

- Arta, F.H., Mubarak, & Nasution, S. (2016). Sebaran Klorofil-a di Perairan Pantai Padang dan Pariaman Provinsi Sumatera Barat Menggunakan Citra Satelit Aqua Modis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(2), 128-137.
- Contreras-Pacheco, Y.V., Herzka, S.Z., Vallejo-Espinosa, G., & Herguera, J.C. (2023). Particulate Organic Carbon in the Deep-Water Region of the Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1-16. doi: 10.3389/fmars.2023.1095212
- Daeng, R.A & Tangke, U. (2023). Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Hasil Tangkapan Ikan Teri di Perairan Teluk Dodinga. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 16(1), 199-206. doi: 10.52046/agrikan.v16i1.1582
- Depari, R.D.S., Darmawan, & Nugroho, T. (2022). Kepatuhan Pemasangan Rumpon Terhadap Peraturan Kementerian Kelautan dan Perikanan di Pelabuhan Ratu. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 13(1), 1-12. doi: 10.24319/jtpk.13.1-12
- Dzierzbicka-Glowacka, L., Kulinski, K., Maciejewska, A., Jakacki, J., & Pempkowiak, J. (2010). Particulate Organic Carbon in The Southern Baltic Sea: Numerical Simulations and Experimental Data. *Oceanologia*, 52(4), 621-648. doi: 10.5697/oc.52-4.621

- Ekaputra, M., Hamdani, H., Suryadi, I.B.B., & Apriliani, I. M. (2019). Penentuan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) Berdasarkan Citra Satellite Klorofil-a di Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. *Albacore: Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 3(2), 269-178. doi: 10.29244/core.3.2.169-178
- Firmansyah, T., Hasan, Z., Afrianto, E., & Apriliani, I.M. (2018). Pemetaan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Layur (*Trichiurus sp*) di Perairan Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Airaha*, 7(1), 6-12. doi: 10.15578/ja.v7i01.81
- Hadi, W. (2020). Daya Tarik Aliran Sungai Opak di Wilayah Yogyakarta Sebagai Destinasi Wisata Alam dan Pendidikan. *Khasanah Ilmu: Jurnal Pariwisata dan Budaya*, 11(1), 61-65.
- Hastuti, Wirasatriya, A., Maslukah, L., Subardjo, P., & Kunarso. (2021). Pengaruh Faktor Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Teri (*Stelephorus sp*) di Jepara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(2), 1-9. doi: 10.14710/ijoce.v3i2.11222
- Kavanagh, L. & Galbraith, E. (2018). Links Between Fish Abundance and Ocean Biogeochemistry as Recorded in Marine Sediments. *PLoS One*, 13(8), 1-22. doi: 10.1371/journal.pone.0199420
- Ma'mun, A., Priatna, A., & Herlisman. (2018). Pola Sebaran Ikan Pelagis dan Kondisi Oseanografi di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 715 (WPP NRI 715) Pada Musim Peralihan Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24(3), 185-196. doi: 10.15578/jppi.24.3.2018.197-208
- Muskananfolo, M.R., Jumsar, & Wirasatriya, A. (2021). Spatio-temporal distribution of chlorophyll-a concentration, sea surface temperature and wind speed using Aqua-Modis satellite imagery over the Savu Sea, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22, 1-18. doi: 10.1016/j.rsase.2021.100483
- Nurafifah, U. O., Zainuri, M., & Wirasatriya, A. (2022). Pengaruh ENSO dan IOD Terhadap Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Pada Periode *Upwelling* di Laut Banda. *Indonesia Journal of Oceanography*, 4(3), 74- 85. doi: 10.14710/ijoce.v4i3.14971
- Purnama, I.W.A., Siahaan, I.C.M., & Widagdo, A. (2022). Penentuan Daerah Fishing Ground Dengan Alat Tangkap *Purse Seine* Pada Km. Cahaya Mil 03 di Perairan Laut Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*, 2(2), 60-64. doi: 10.35726/jvip.v2i2.720
- Putri, R.S., Surlanti, Hasrianti, Damis, Bibin, M., Putri, A.R.S., Kasim, M. & Nurdin S. (2022). Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil dengan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil di Perairan Selat Makassar. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 22(1), 65-76. doi: 10.32491/jii.v22i1.582
- Rif'an, A.A., & Irawati, N. (2020). Penataan Ruang Kawasan Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Mitigasi Terhadap Bencana Banjir Rob. *Jurnal Penataan Ruang*, 15(2), 42-47. doi: 10.12962/jj2716179X.v15i2.7268
- Sahubawa, L., Khakim, N., & Lasindrag, M.M. (2015). Kajian Sebaran Potensi Ekonomi Sumber Daya Kelautan di Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Upaya Percepatan Investasi. *Jurnal Teknosains*, 4(22), 101-198. doi: 10.22146/teknosains.7953
- Sayad, Y.O. (2023). Mapping Potential Fishing Zones Using Remote Sensing and GIS: A Case Study of Moroccan Waters. *Resbee Publishers*, pp.1-13. doi: 10.46253/j.mr.v6i2.a1
- Suhana, M.P. (2018). Karakteristik Sebaran Menegak dan Melintang Suhu dan Salinitas Perairan Selatan Jawa. *Dinamika Maritim*, 6(2), 9-11.
- Tangke, U. & Senen, B. (2020). Distribution of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a Concentration its Corelation with Small Pelagic Fish Catch in Dodinga Bay. *International Conference on Fisheries and Marine*, 584, 1-8. doi: 10.1088/1755-1315/584/1/012020
- Wirasatriya, A., Setiawan, J.D., Sugianto, D.N., Rosyadi, I.A., Haryadi, H., Winarso, G., Setiawan, R.Y., & Susanto, R.D. 2020. Ekman Dynamics Variability Along The Southern Coast of Java Revealed By Satellite Data. *International Journal of Remote Sensing*, 41(21), 8457-8496. doi: 10.1080/01431161.2020.1797215.
- Welliken, M.A., Melmambessy, E.H.P. , Merly, S.L. , Pangaribuan, R.D., Lantang, B., Hutabarat, J., & Wirasatriya, A. (2018). Variability Chlorophyll-a And Sea Surface Temperature As The Fishing Ground Basis of Mackerel fish in The Arafura Sea. *E3S Web Conference*, 73, 1-5. doi: 10.1051/e3sconf/20187304004

- Yang, C. & Ye, H. 2022. Enhanced Chlorophyll-a in The Coastal Waters near the Eastern Guangdong during the Downwelling Favorable Wind Period. *Remote Sensing*, 14(5), 1138. doi: 10.3390/rs14051138.
- Zhang, K., Zhao, X., Xue, J., Mo, D., Zhang, D., Xiao, Z., Yang, W., Wu, Y., & Chen, Y. (2023). The Temporal and Spatial Variation of Chlorophyll a Concentration in the China Seas and its Impact on Marine Fisheries. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1-19. doi: 10.3389/fmars.2023.1212992