

## Hubungan Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) yang Didaratkan di Pelabuhan Tamperan, Pacitan

Arlinda Lutfiana Latifah\*, Sri Yulina Wulandari, dan Kunarso

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia  
Email: arlindalutfiana2000@gmail.com

### Abstrak

Ikan tuna (*Thunnus* sp.) merupakan salah satu sumber devisa negara dari sektor perikanan kedua setelah udang. *Yellowfin* tuna (*Thunnus albacares*) menjadi salah satu jenis ikan pelagis besar komoditi unggulan dan banyak ditangkap di PPP Tamperan, Pacitan. Kelimpahan hasil tangkapan *yellowfin* tuna diduga berkaitan dengan faktor oseanografi, seperti SPL dan klorofil-a. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji SPL dan klorofil-a di perairan Samudra Hindia selatan Pulau Jawa serta hubungannya terhadap hasil tangkapan *yellowfin* tuna yang didaratkan di Pelabuhan Tamperan, Pacitan secara musiman dan antar tahunan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spasial sebaran SPL dan klorofil-a serta analisis statistik untuk mengetahui hubungan antar parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan *yellowfin* tuna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata SPL klimatologi pada wilayah kajian bernilai 26,17°C-29,57°C, serta konsentrasi klorofil-a yang berada pada rentang nilai 0,15 mg/m<sup>3</sup>-1,20 mg/m<sup>3</sup>. Sementara secara antar tahunan diperoleh SPL antara 25,01°C-29,99°C, dan klorofil-a sebesar 0,12 mg/m<sup>3</sup>-1,76 mg/m<sup>3</sup>. Hasil perhitungan korelasi pearson menunjukkan nilai korelasi tertinggi antara SPL dan klorofil-a dengan hasil tangkapan *yellowfin* tuna adalah -0,935 dan 0,965. Nilai ini menunjukkan korelasi yang kuat antara parameter SPL dan klorofil-a terhadap tangkapan *yellowfin* tuna di perairan Tamperan.

**Kata kunci:** Klorofil-a, SPL, Samudra Hindia Selatan Pulau Jawa, *Yellowfin* tuna (*Thunnus albacares*).

### Abstract

## *The Relationship of Sea Surface Temperature (SST) and Chlorophyll-a to the Catch of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Landed at Tamperan Harbor, Pacitan*

*Tuna (Thunnus sp.) is a significant source of national revenue from the fisheries sector, ranking second only to shrimp. The Yellowfin Tuna (Thunnus albacares) is a major pelagic species and a prominent commodity, extensively captured at PPP Tamperan, Pacitan. The abundance of Yellowfin Tuna catches is suspected to be related to oceanographic factors such as Sea Surface Temperature (SST) and Chlorophyll-a concentrations. This study aims to examine SST and Chlorophyll-a in the Indian Ocean waters south of Java Island and their relationship with the seasonal and interannual catches of Yellowfin Tuna landed at Tamperan Harbor, Pacitan. The methodology employed includes spatial analysis of SST and Chlorophyll-a distribution and statistical analysis to determine the relationship between oceanographic parameters and Yellowfin Tuna catches. The results indicate that the climatological average SST in the study area ranges from 26.17°C to 29.57°C, while Chlorophyll-a concentrations vary from 0.15 mg/m<sup>3</sup> to 1.20 mg/m<sup>3</sup>. Interannually, SST ranges between 25.01°C and 29.99°C, and Chlorophyll-a ranges from 0.12 mg/m<sup>3</sup> to 1.76 mg/m<sup>3</sup>. Pearson correlation analysis reveals the highest correlation values between SST and Chlorophyll-a with Yellowfin Tuna catches as -0.935 and 0.965, respectively. These values indicate a strong correlation between SST and Chlorophyll-a parameters with Yellowfin Tuna catches in the Tamperan waters.*

**Keywords:** Chlorophyll-a, SST, South Indian Ocean of Java Island, *Yellowfin* tuna (*Thunnus albacares*)

### PENDAHULUAN

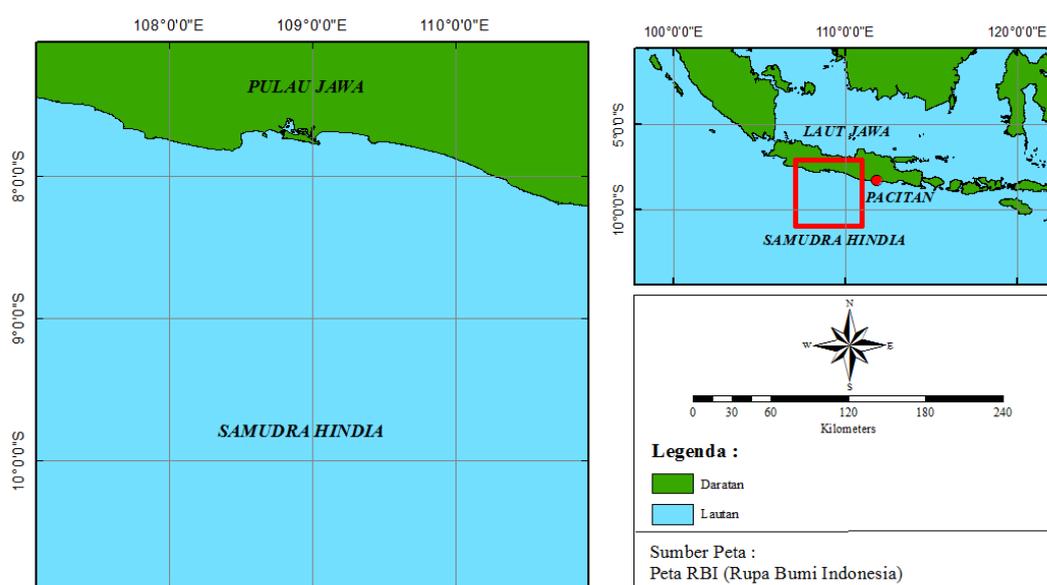
Indonesia merupakan sebuah negara kepulauan yang kaya akan potensi sumber daya perikanan laut, salah satunya yaitu perairan Samudra Hindia. Salah satu sumber daya perikanan yang dimiliki oleh Samudra Hindia yaitu kekayaan dasar laut ikan tuna (Wijopriono, 2012), hal ini dikarenakan letaknya yang menjadi jalur migrasi utama bagi ikan *yellowfin* tuna. Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tamperan merupakan tempat pendaratan ikan yang berada di Sidoharjo, Pacitan, Jawa Timur. Ikan *yellowfin* tuna merupakan salah satu jenis ikan pelagis besar komoditi unggulan dan merupakan jenis ikan yang banyak ditangkap oleh nelayan yang

bersandar di PPP Tamperan, Pacitan. PPP Tamperan merupakan salah satu sektor perikanan berbasis perikanan tuna skala kecil yang ada di perairan selatan Pulau Jawa. Hal ini disebabkan letaknya yang berhadapan langsung dengan perairan Samudra Hindia (Hartaty *et al.*, 2012).

Menurut Bahri *et al.* (2017), suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a merupakan parameter oseanografi yang penting dipelajari guna mengetahui keberadaan *yellowfin* tuna dan memudahkan dalam analisis potensi daerah penangkapan ikan. Kelimpahan hasil tangkapan *yellowfin* tuna diduga berkaitan dengan faktor lingkungan, seperti SPL dan klorofil-a. Hal ini disebabkan karena SPL dapat menentukan tingkat kelarutan oksigen ( $O_2$ ) di dalam suatu perairan, sedangkan klorofil-a menjadi salah satu indikator keberadaan fitoplankton yang dapat mempengaruhi kelimpahan zooplankton sebagai sumber makanan bagi *yellowfin* tuna (Dwiyanti *et al.*, 2022). Perubahan suhu permukaan laut dan klorofil-a di selatan Jawa dipengaruhi oleh variabilitas iklim *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Oscillation Dipole* (IOD). Variabilitas iklim ENSO dan IOD merupakan variabilitas iklim global yang dapat mempengaruhi kondisi oseanografi, diantaranya SPL dan klorofil-a (Kunarso *et al.*, 2023). Untuk melihat seberapa besar pengaruh kedua parameter tersebut dengan hasil tangkapan ikan, maka dapat dilihat dengan mengkombinasikan kemampuan SIG dan penginderaan jauh.

Tingginya hasil tangkapan *yellowfin* tuna yang didaratkan di PPP Tamperan Pacitan, diharapkan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh nelayan. Namun, nelayan seringkali mengalami permasalahan dalam menentukan waktu penangkapan ikan serta kurangnya pemahaman mengenai fenomena oseanografi yang terjadi di perairan. Belum maksimalnya pemanfaatan hasil perikanan ini, diduga terjadi karena sebagian besar kegiatan penangkapan ikan yang dilakukan oleh nelayan masih menggunakan metode tradisional terutama dalam penentuan perkiraan daerah potensi ikan. Cara yang digunakan antara lain dengan melihat riak kecil, adanya buih, serta melihat tanda-tanda alam.

Terjadinya fenomena oseanografi seperti *La Nina* juga dapat menyebabkan menurunnya hasil tangkapan ikan. Menurut Kunarso *et al.* (2023), *La Nina* menyebabkan kandungan klorofil-a di lautan menurun sehingga sumber makanan bagi ikan di lautan terganggu *La Nina* dapat pula menjadi penyebab terjadinya cuaca yang buruk sehingga menyebabkan nelayan tidak bisa melakukan operasi penangkapan ikan. Dampak buruk yang disebabkan karena fase *La Nina* ini dapat menyebabkan perusahaan merugi sehingga banyak perusahaan yang gulung tikar atau mengalami kebangkrutan. Melihat permasalahan yang dialami oleh nelayan serta perusahaan, maka penelitian ini perlu dilakukan kajian secara lanjut. Dengan adanya kajian ini, diharapkan dapat diketahui nilai variabilitas SPL dan klorofil-a di perairan Samudra Hindia selatan Pulau Jawa serta hubungannya terhadap hasil tangkapan *yellowfin* tuna secara musiman dan antar tahunan, agar dapat memudahkan nelayan dalam menentukan waktu penangkapan ikan secara produktif.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama adalah pengunduhan data citra SPL dan klorofil-a. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama adalah pengunduhan data citra SPL dan klorofil-a serta pengambilan data tangkapan ikan periode 3 tahun dimulai pada bulan Januari 2019-Desember 2021. Selanjutnya tahap kedua dilakukan pengolahan data citra satelit SPL dan klorofil-a selama 3 tahun terakhir (Januari 2019-Desember 2021). Lokasi penelitian dilakukan di sekitar wilayah perairan Samudra Hindia selatan Pulau Jawa dengan koordinat 107-111° BT dan 7-11° LS. Lokasi penelitian di sajikan pada Gambar 1.

### Materi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data satelit *Optimum Interpolation Sea Surface Temperature* (OISST) atau yang dikenal sebagai Reynolds SST, yang diunduh dari FTH REMSS, dengan resolusi spasial 0,25° x 0,25° serta resolusi temporal harian. Data lain yang digunakan adalah data klorofil-a yang diperoleh dari satelit Aqua sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) Level-3 dengan resolusi spasial 0,04° x 0,04° yang diunduh dari [www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/](http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/). Data pendukung yang digunakan meliputi data hasil tangkapan ikan *yellowfin* tuna secara bulanan yang diperoleh dari PPP Tamperan Pacitan, data *Oceanic Nino Index* (ONI) indikator ENSO bulanan yang diperoleh dari [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php), dan data *Dipole Mode Index* (DMI) indikator IOD resolusi temporal bulanan yang diperoleh dari <https://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/ind/dmi.php>. Periode observasi yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan selama 3 tahun yaitu pada tahun 2019-2021.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Menurut Sugiyono (2012), pendekatan deskriptif merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan untuk mendeskripsikan suatu fenomena yang ada, sedangkan pendekatan kuantitatif merupakan suatu pendekatan yang menggunakan angka mulai dari pengumpulan data hingga penafsiran data. Dalam penelitian ini penulis mendeskripsikan fenomena SPL, klorofil-a, hasil tangkapan *yellowfin* tuna serta variabilitas iklim ENSO (ONI) dan IOD (DMI).

### Metode Analisis Data

#### Pengolahan Data Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Klorofil-a

Data SPL harian OISST dan klorofil-a citra satelit Aqua MODIS harian level-3 dikomposit menjadi data bulanan menggunakan bantuan program *Interactive Data Language* (IDL). Data komposit bulanan yang telah diperoleh selanjutnya dijadikan data komposit klimatologi bulanan (*monthly climatology*) berdasarkan rata-rata tiap bulan periode Januari 2019 hingga Desember 2021. Data komposit klimatologi bulanan ini ditampilkan dalam bentuk peta pola sebaran SPL dan klorofil-a secara spasial dan temporal di perairan Samudra Hindia bagian selatan Pulau Jawa dari bulan Januari hingga Desember selama 3 tahun dengan rumus komposit berikut ini (Wirasatriya *et al.*, 2017).

$$\bar{X}(x, y) = \frac{1}{n} + \sum_{i=1}^n x_i(x, y, t)$$

Keterangan :  $\bar{X}(x, y)$  = Nilai dari komposit klimatologi bulanan data berdasarkan fungsi dari kedudukan atau koordinat (x, y);  $x_i(x, y, t)$  = Jumlah (i) data pada koordinat (x, y) dan waktu (t); N = Jumlah dari data dalam 1 tahun dan jumlah dari data bulanan dalam 1 periode klimatologi (dalam hal ini digunakan 3 tahun, yaitu tahun 2019 sampai 2021) untuk perhitungan data bulanan dan data klimatologi bulanan masing-masing. Apabila terdapat data (xi) yang kosong maka data pada posisi tersebut tidak diikutkan dalam perhitungan.

#### Data Variabilitas Iklim (ENSO dan IOD)

Dalam mengidentifikasi kejadian fenomena ENSO digunakan indeks variabilitas iklim yang dikenal dengan ONI. ONI merupakan nilai anomali SPL di Nino 3.4. Menurut Nabilah *et al.* (2017), algoritma untuk mengolah data indeks ENSO dibagi menjadi 3 (Tabel 1).

**Tabel 1.** Klasifikasi Fenomena ENSO berdasarkan ONI

Kriteria	Jenis Fenomena
-0,5 °C < ONI Index < +0,5 °C	Netral
ONI Index > +0,5 °C	El Nino
ONI Index < -0,5 °C	La Nina

**Tabel 2.** Klasifikasi Fenomena IOD berdasarkan DMI

Kriteria	Jenis Fenomena
DMI > +0,4 °C	DM Positif
-0,4 °C < DMI < +0,4 °C	DM Netral
DMI < -0,4 °C	DM Negatif

**Tabel 3.** Kriteria Korelasi Pearson (Miftahuddin *et al.*, 2021)

Nilai r	Interpretasi
0,00 - 0,19	Sangat Rendah
0,20 - 0,39	Rendah
0,40 - 0,59	Sedang
0,60 - 0,79	Kuat
0,80 - 1,00	Sangat Kuat

Identifikasi kejadian fenomena IOD digunakan indeks variabilitas iklim DMI yang merupakan anomali SPL di perairan Samudra Hindia selatan Pulau Jawa. Algoritma untuk mengolah data indeks IOD dibagi menjadi 3 (Tabel 2).

**Metode Analisis Statistik**

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan analisis korelasi pearson. Metode analisis korelasi dilakukan untuk menguji kuat atau lemahnya hubungan antara dua variabel maupun lebih. Korelasi pearson ( $\rho$ ) dapat menghasilkan nilai positif (+) maupun negatif (-) dengan interval antara  $-1 \leq \rho \leq 1$  (Tabel 3). Ketika nilai korelasi bernilai positif maka hubungan antara dua variabel tersebut akan berbanding lurus atau searah. Sebaliknya, ketika korelasi bernilai negatif maka hubungan antara dua variabel tersebut akan berbanding terbalik atau berlawanan arah. Menurut Miftahuddin *et al.* (2021), persamaan analisis korelasi pearson yang digunakan dapat dituliskan sebagai berikut:

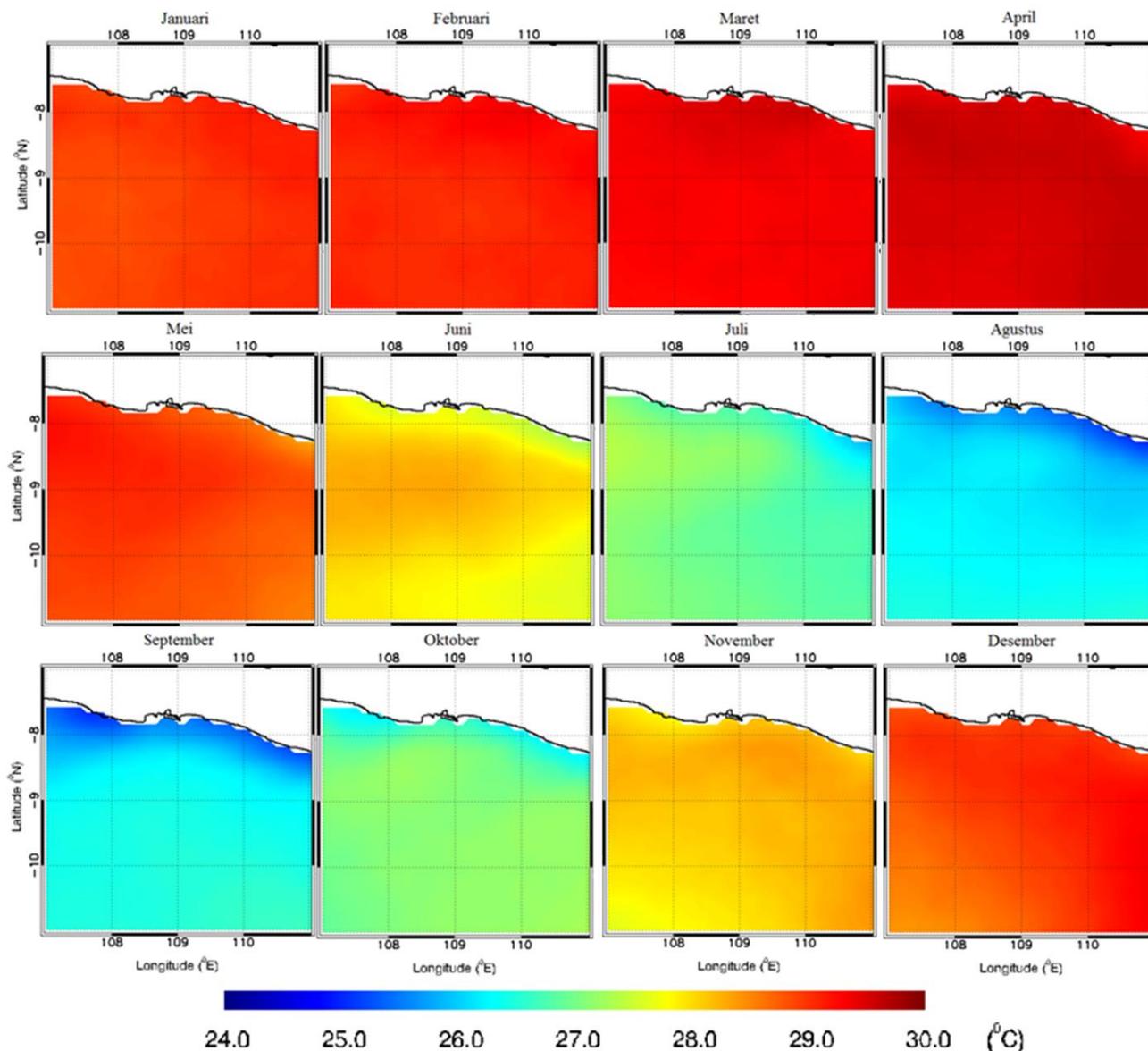
$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum (y)^2 - (\sum y)^2]}}$$

Keterangan: r = Korelasi; n = Banyaknya pasangan x dan y;  $\sum x$  = Total jumlah dari variabel x;  $\sum y$  = Total jumlah dari variabel y;  $\sum x^2$  = Kuadrat dari total jumlah variabel x;  $\sum y^2$  = Kuadrat dari total jumlah variabel y;  $\sum xy$  = Hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sebaran Suhu Permukaan Laut**

Hasil pengolahan bathimetri dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai kedalaman laut terlihat berkisar antara 0-25 meter. Persebaran kedalaman perairan terlihat semakin jauh dari pantai kedalaman akan meningkat. Berdasarkan hasil pengolahan data OISST tahun 2019-2021, didapatkan hasil bahwa sebaran SPL memiliki nilai variabilitas yang berbeda tiap bulannya. Nilai parameter SPL menjadi salah satu indikator yang dapat menunjukkan potensi penangkapan ikan *yellowfin* tuna. Secara spasial sebaran nilai SPL terlihat rendah di daerah pesisir perairan selatan Jawa dan akan semakin meningkat menuju ke arah laut. Nilai sebaran SPL klimatologi pada bulan Desember-Februari (musim barat) memiliki nilai variasi SPL yang relatif hangat dengan kisaran antara 28,98°C hingga 29,15°C. Pada bulan Maret-Mei (musim peralihan 1) mulai mengalami kenaikan secara berturut, terutama pada bulan April yang memiliki nilai SPL tertinggi dengan kisaran antara 28,94°C hingga 29,57°C. Pada bulan Juni-Agustus (musim timur) mulai mengalami penurunan nilai SPL terutama puncak SPL terendah yang dialami pada saat bulan Agustus dengan kisaran antara 28°C hingga



**Gambar 2.** Pola Sebaran SPL Klimatologi Bulan Januari hingga Desember Tahun 2019-2021

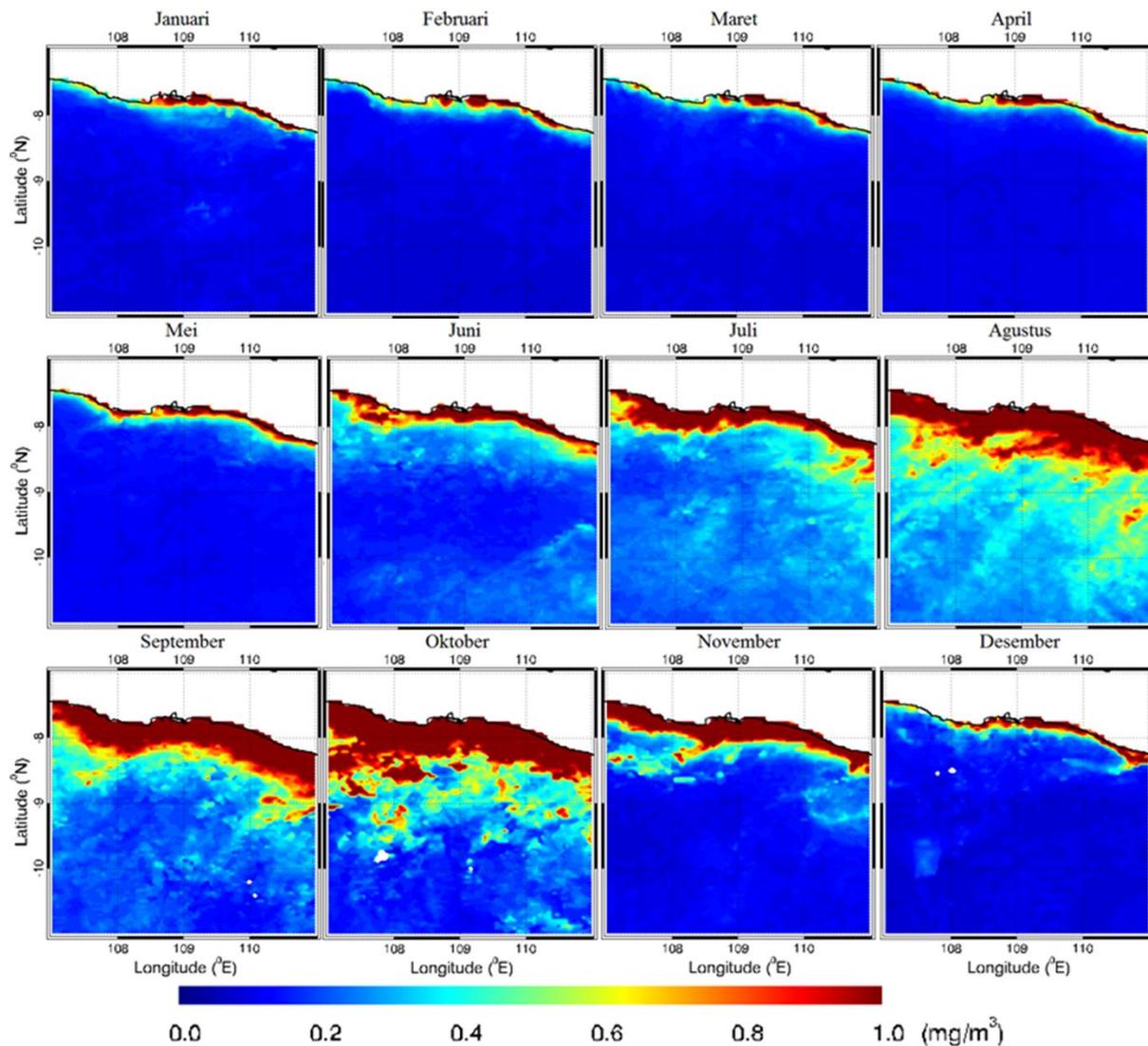
26,17°C. Kemudian pada bulan September-November (musim peralihan II) mulai mengalami kenaikan kembali dengan kisaran nilai antara 26,31°C hingga 28,17°C. Sebaran SPL tertinggi terjadi pada bulan April (musim peralihan I) sebesar 29,57 °C dan terendah pada bulan Agustus (musim timur) sebesar 26,17 °C. Rerata SPL bulanan pada periode 3 tahun memiliki kisaran antara 26,17–29,57°C. Nilai suhu pada penelitian ini masih berada pada kisaran suhu yang disukai oleh ikan *yellowfin* tuna yaitu sebesar 18-31°C (FAO, 2003 dalam Putra *et al.*, 2016).

**Sebaran Klorofil-a**

Pengolahan data klorofil-a klimatologi bulanan selama tahun 2019-2021 di perairan Samudra Hindia selatan Pulau Jawa disajikan dalam gambar 3. Berdasarkan hasil pengolahan data Aqua Modis tahun 2019-2021, didapatkan hasil bahwa sebaran klorofil-a memiliki nilai variabilitas yang berbeda tiap bulannya. Nilai sebaran konsentrasi klorofil-a klimatologi pada bulan Desember-Februari (musim barat) memiliki nilai yang relatif rendah dengan kisaran antara 0,19 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,15 mg/m<sup>3</sup>. Pada bulan Maret-Mei (musim peralihan 1) mulai mengalami kenaikan secara bertahap dengan nilai kisaran antara 0,19 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,15 mg/m<sup>3</sup>. Pada bulan Juni-Agustus (musim timur) mulai mengalami kenaikan nilai konsentrasi klorofil-a, dengan kisaran nilai antara 0,36 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,73 mg/m<sup>3</sup>. Kemudian pada bulan September-November (musim

peralihan II) mulai mengalami penurunan kembali dengan kisaran nilai antara 1,20 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,58 mg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, dapat ditunjukkan bahwa nilai klorofil-a pada wilayah pantai atau dekat dengan daratan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan laut lepas yang dominan memiliki nilai yang lebih rendah. Kondisi ini diduga akibat kondisi pesisir pantai yang masih didominasi oleh kegiatan antropogenik serta inputan air tawar dari daratan. Rata-rata konsentrasi klorofil-a bulanan pada periode 3 tahun memiliki kisaran antara 0,15 mg/m<sup>3</sup> hingga 1,20 mg/m<sup>3</sup>. Puncak tertinggi nilai rata-rata klimatologi bulanan klorofil-a terjadi pada bulan Oktober (musim peralihan II) sebesar 1,20 mg/m<sup>3</sup> sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Februari (musim barat) dan bulan Maret (musim peralihan I) sebesar 0,15 mg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan data hasil penelitian (Gambar 2 dan Gambar 3), menunjukkan bahwa nilai SPL terlihat cenderung rendah (dingin) diikuti dengan tingginya konsentrasi klorofil-a. Rendahnya nilai SPL dan tingginya nilai klorofil-a pada musim timur hingga musim peralihan II diduga terjadi karena adanya proses *upwelling* sehingga menyebabkan peningkatan hasil tangkapan ikan. Proses *upwelling* ini terjadi karena adanya pengaruh angin tenggara yang membangkitkan transpor ekman dan menyebabkan kekosongan muka air laut di wilayah tepi pantai yang diisi oleh masa air dingin dari lapisan bawahnya, sehingga akan menyebabkan menurunnya suhu pada musim tersebut. Dengan adanya proses *upwelling* akan membawa nutrisi ke permukaan laut sehingga dapat memicu tingginya pertumbuhan fitoplankton yang tampak dari indikator klorofil-a. Selain itu, tingginya hasil tangkapan ikan pada musim ini diduga terjadi karena banyaknya usaha trip tangkapan ikan yang dilakukan oleh nelayan.



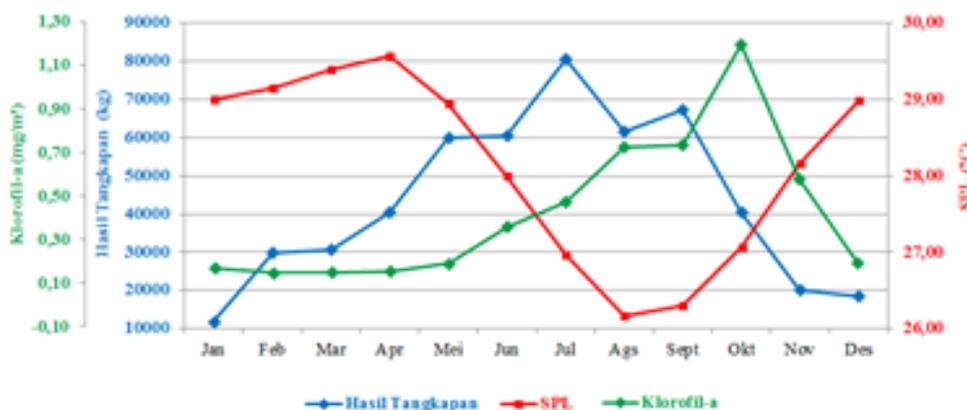
**Gambar 3.** Pola Sebaran Klorofil-a Klimatologi Bulan Januari hingga Maret Tahun 2019-2021

Menurut Kunarso *et al.* (2005) dan Kunarso *et al.* (2022), proses *upwelling* dibangkitkan oleh angin tenggara yang bergerak sejajar garis pantai yang kemudian membangkitkan transpor ekman ke arah kiri menjauhi perairan selatan Jawa sehingga menyebabkan kekosongan muka air laut di tepi pantai. Adanya kekosongan muka air laut ini akan diisi oleh massa air yang berasal dari lapisan dalam yang memiliki suhu cenderung dingin, proses ini akan membawa serta nutrisi yang tinggi didukung dengan adanya pencahayaan yang kuat sehingga menyebabkan perkembangan fitoplankton menjadi lebih cepat sehingga konsentrasinya meningkat, yang kemudian diikuti dengan peningkatan konsentrasi klorofil-a. Adanya fenomena *upwelling* memberikan dampak positif bagi lingkungan perairan, hal ini terkait banyaknya nutrisi yang terangkat dari lapisan dalam ke lapisan permukaan laut akan menjadikan perairan menjadi lebih subur. Kandungan plankton yang tinggi di daerah *upwelling* akan menyebabkan banyaknya ikan-ikan kecil (herbivora) yang tinggal disana. Hal itu akan menjadi daya tarik bagi ikan-ikan pemangsa (karnivora) termasuk ikan *yellowfin* tuna untuk tinggal di daerah *upwelling*.

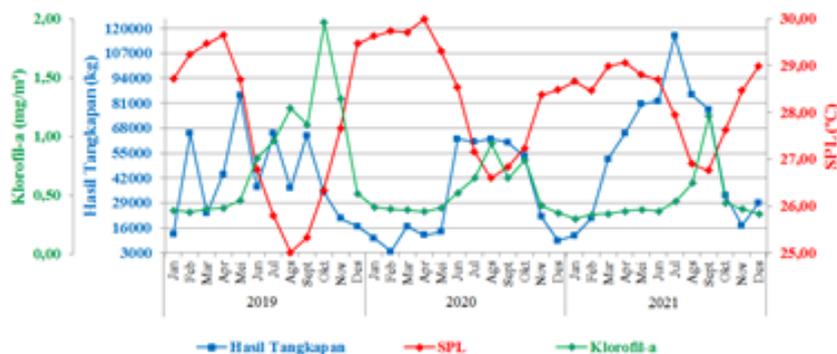
Berdasarkan data hasil penelitian (Gambar 2, dan Gambar 3), menunjukkan bahwa nilai SPL terlihat cenderung tinggi (hangat) diikuti dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah. Tingginya nilai SPL dan rendahnya nilai klorofil-a pada musim peralihan I dan musim barat diduga terjadi karena adanya proses *downwelling*, proses ini akan menyebabkan menurunnya hasil tangkapan ikan *yellowfin* tuna. Hal ini terjadi karena adanya fenomena penurunan massa air ke lapisan dalam yang lebih intensif dengan durasi yang lebih lama di Perairan selatan Jawa yang diduga menyebabkan fitoplankton turut terbawa oleh massa air ke kolom air yang lebih dalam. Selain itu, menurunnya hasil tangkapan ikan ini diduga terjadi karena banyaknya nelayan yang tidak bisa melaut akibat cuaca yang buruk. Menurut Yoga *et al.* (2014), fenomena *downwelling* di perairan selatan Jawa terjadi karena adanya pengaruh dari angin muson barat daya yang umumnya terjadi saat musim barat. Angin pada saat musim barat, angin akan bergerak dan membawa massa air dari perairan Barat Sumatera menuju ke pantai selatan Jawa. Massa air yang berasal dari perairan Barat Sumatera akan ditransportkan ke kiri ke arah pantai selatan Jawa akibat adanya pengaruh gaya coriolis. Hal ini akan menyebabkan terjadinya penumpukan massa air ke arah pantai akibat adanya mekanisme transpor ekman. Akibatnya, massa air akan menekan bagian bawah dan bergerak turun (*downwelling*) untuk mencapai keseimbangan. Adanya fenomena ini akan menyebabkan meningkatnya nilai SPL dan menurunnya konsentrasi klorofil-a.

**Hubungan Nilai SPL, Klorofil-a, dan Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna**

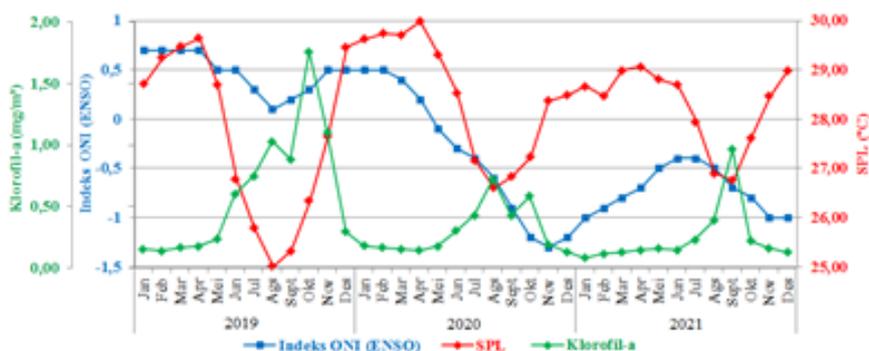
Grafik hubungan SPL, klorofil-a, dan hasil tangkapan yellowfin tuna baik secara musiman maupun antar tahunan tersaji pada gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada bulan Juli (musim timur) menjadi puncak tertinggi hasil tangkapan yellowfin tuna yaitu sebesar 80.728 kg dengan nilai SPL yang cenderung rendah dengan nilai 26,97°C serta konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi sebesar 0,30 mg/m<sup>3</sup>. Sementara pada bulan Januari (musim barat) menjadi puncak terendah dari hasil tangkapan yellowfin tuna sebesar 11.833 kg dengan nilai SPL yang cenderung hangat sebesar 29°C dan nilai klorofil-a yang rendah sebesar 0,12 mg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil musim penangkapan yellowfin tuna terjadi saat musim timur (Juni-Agustus).



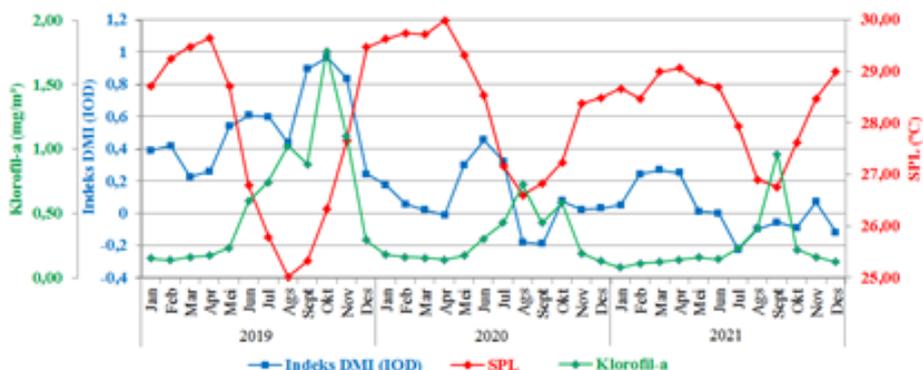
**Gambar 4.** Grafik SPL, Klorofil-a, dan Tangkapan Yellowfin Tuna Musiman



Gambar 5. Grafik SPL, Klorofil-a, dan Tangkapan *Yellowfin* Tuna Antar Tahunan



Gambar 6. Grafik Nilai SPL, Klorofil-a, dan Indeks ONI (ENSO) Antar Tahunan



Gambar 7. Grafik Nilai SPL, Klorofil-a, dan Indeks DMI (IOD) Antar Tahunan

Berdasarkan hasil grafik hubungan antara SPL dengan klorofil-a (Gambar 5) tampak terlihat bahwa SPL dan klorofil-a memiliki hubungan yang cenderung berbanding terbalik, yaitu apabila nilai SPL mengalami kenaikan maka akan terjadi penurunan nilai klorofil-a begitupun sebaliknya. Sementara itu, hubungan antara SPL dengan hasil tangkapan yellowfin tuna memiliki nilai yang cenderung berbanding terbalik, yaitu apabila nilai SPL mengalami kenaikan maka akan disusul dengan penurunan nilai hasil tangkapan yellowfin tuna begitupun sebaliknya. Kemudian, pada variasi konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan yellowfin tuna memiliki nilai yang cenderung berbanding lurus. Ketika nilai konsentrasi klorofil-a mengalami kenaikan, maka hasil tangkapan yellowfin tuna juga akan mengalami kenaikan begitupun sebaliknya.

Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan bahwa pada tahun 2018/2019, terlihat fase *El Nino*, tahun 2019/2020 terlihat fase netral, sementara pada tahun 2020/2021 terlihat fase *La Nina*. Menurut Setyadi dan Amri (2017), gejala ENSO membawa implikasi laut Indonesia lebih dingin pada fase *El Nino* dan lebih hangat pada fase *La Nina*. Hal ini dapat terjadi karena pada saat terjadinya fase *El Nino* tekanan udara di Pasifik timur rendah yang mengakibatkan angin dan kolom air hangat dari Pasifik Barat mengalir ke Pasifik Timur. Sehingga

kejadian ini dapat membawa dampak suhu dan paras muka laut di Pasifik Barat turun. Menurut Lasut *et al.* (2021), pada saat fase *El Nino* nilai klorofil-a cenderung lebih tinggi dan memiliki frekuensi konsentrasi yang lebih banyak jika dibandingkan dengan periode lainnya. Sementara saat fase *La Nina*, nilai klorofil-a cenderung lebih rendah dan memiliki frekuensi konsentrasi yang tidak signifikan sama halnya seperti pada saat kondisi normal. Pada fase *El Nino*, massa air hangat yang bergerak ke timur akan menyebabkan kekosongan massa air di perairan Indonesia. Hal ini berbanding terbalik dengan fase *La Nina* dan normal, massa air hangat menumpuk di atas perairan Indonesia sehingga menyebabkan terjadinya *downwelling*.

Hasil grafik hubungan SPL, klorofil-a, dan indeks DMI (IOD) ditunjukkan pada Gambar 7. Pada tahun 2019, terlihat fase IOD positif selama 6 bulan dengan nilai indeks berkisar antara 0,539 hingga 0,964. Sedangkan pada tahun 2020 dan 2021 terlihat fase IOD netral. Menurut Hafizhurrahman *et al.* (2015) menyatakan bahwa pada saat fase IOD positif mengakibatkan terjadinya peningkatan *upwelling*. Adanya pembangkitan *upwelling* ini membawa kandungan klorofil-a dan nitrat yang tinggi dan suhu yang rendah diduga terjadi karena pengaruh massa air yang lebih rendah dari lapisan bawah perairan. Pada umumnya, fase IOD positif ditandai dengan menurunnya SPL di perairan Indonesia sedangkan fase IOD negatif mengakibatkan SPL di Indonesia menurun. Terjadinya fenomena IOD positif akan diikuti dengan meningkatnya produksi ikan. Adanya fenomena IOD positif juga dapat menyebabkan durasi *upwelling* yang terjadi di suatu perairan akan mengalami peningkatan yang menyebabkan produktivitas perairan di Indonesia menjadi tinggi.

#### Analisis Statistik SPL, Klorofil-a, Terhadap Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna

Untuk mengetahui hubungan antara SPL, klorofil-a, terhadap hasil tangkapan yellowfin tuna secara musiman dan antar tahunan dilakukan analisis secara statistik yaitu korelasi pearson. Hasil perhitungan statistik secara musiman ditunjukkan pada tabel 4 dan tabel 5. Perhitungan statistik secara antar tahunan dilakukan untuk tahun 2019, 2020 dan 2021. Hasil perhitungan korelasi pearson pada tahun 2019 ditunjukkan pada tabel 6 dan tabel 7, tahun 2020 ditunjukkan pada tabel 8 dan tabel 9 serta tahun 2021 ditunjukkan pada tabel 10 dan tabel 11.

**Tabel 4.** Korelasi Pearson Musim Peralihan I hingga Musim Timur

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.748	0.876	-0.725	0.241
SPL	-0.748	1	-0.975	0.975	0.298
Klorofil-a	0.876	-0.975	1	-0.950	-0.160
ONI	-0.725	0.975	-0.950	1	0.350
DMI	0.241	0.298	-0.160	0.350	1

**Tabel 5.** Korelasi Pearson Musim Peralihan II hingga Musim Barat

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.877	0.956	-0.281	0.222
SPL	-0.877	1	-0.931	0.551	-0.403
Klorofil-a	0.956	-0.931	1	-0.356	0.163
ONI	-0.281	0.551	-0.356	1	-0.026
DMI	0.222	-0.403	0.163	-0.026	1

**Tabel 6.** Korelasi Pearson Musim Peralihan I hingga Musim Timur Tahun 2019

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.025	0.364	-0.170	0.562
SPL	-0.025	1	-0.929	0.940	-0.646
Klorofil-a	0.364	-0.929	1	-0.879	0.851
ONI	-0.170	0.940	-0.879	1	-0.553
DMI	0.562	-0.646	0.851	-0.553	1

**Tabel 7.** Korelasi Pearson Musim Peralihan II hingga Musim Barat Tahun 2019

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.388	0.542	-0.290	0.294
SPL	-0.388	1	-0.946	0.882	-0.908
Klorofil-a	0.542	-0.946	1	-0.907	0.755
ONI	-0.290	0.882	-0.907	1	-0.754
DMI	0.294	-0.908	0.755	-0.754	1

**Tabel 8.** Korelasi Pearson Musim Peralihan I hingga Musim Timur Tahun 2020

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.879	0.801	-0.857	0.205
SPL	-0.879	1	-0.807	0.914	0.080
Klorofil-a	0.801	-0.807	1	-0.791	0.425
ONI	-0.857	0.914	-0.791	1	-0.129
DMI	0.205	0.080	0.425	-0.129	1

**Tabel 9.** Korelasi Pearson Musim Peralihan II hingga Musim Barat Tahun 2020

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.935	0.709	-0.527	-0.624
SPL	-0.935	1	-0.659	0.771	0.703
Klorofil-a	0.709	-0.659	1	-0.169	-0.865
ONI	-0.527	0.771	-0.169	1	0.447
DMI	-0.624	0.703	-0.865	0.447	1

**Tabel 10.** Korelasi Pearson Musim Peralihan I hingga Musim Timur Tahun 2021

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.557	0.373	0.858	-0.950
SPL	-0.557	1	-0.974	-0.475	0.712
Klorofil-a	0.373	-0.974	1	0.331	-0.548
ONI	0.858	-0.475	0.331	1	-0.896
DMI	-0.950	0.712	-0.548	-0.896	1

**Tabel 11.** Korelasi Pearson Musim Peralihan II hingga Musim Barat Tahun 2021

Korelasi	Tangkapan	SPL	Klorofil-a	ONI	DMI
Tangkapan	1	-0.866	0.846	0.863	-0.441
SPL	-0.866	1	-0.987	-0.957	0.275
Klorofil-a	0.846	-0.987	1	0.925	-0.159
ONI	0.863	-0.957	0.925	1	-0.243
DMI	-0.441	0.275	-0.159	-0.243	1

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tingkat korelasi ( $r$ ) SPL dengan hasil tangkapan *yellowfin* tuna secara musiman dan antar tahunan memiliki korelasi negatif atau penurunan SPL akan diikuti dengan kenaikan hasil tangkapan *yellowfin* tuna dengan kisaran nilai  $r$  sebesar -0,025 (Tabel 6) hingga -0,935 (Tabel 11) yang menunjukkan tingkat hubungan sangat rendah hingga sangat kuat. Hal ini diperkuat oleh pendapat Tangke *et al.* (2016) bahwa, nilai SPL secara individu tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap hasil tangkapan ikan *yellowfin* tuna. Hal ini diduga disebabkan karena variasi SPL yang memiliki nilai relatif kecil dan masuk kedalam nilai suhu yang masih disukai oleh *yellowfin* tuna. Menurut Ekayana *et al.* (2017) dan Adnan (2010), pengaruh SPL terhadap penyebaran ikan tuna pada perairan tropis memiliki pengaruh yang kecil. Hal ini disebabkan karena suhu memiliki nilai yang relatif konstan di sepanjang tahun. Banyaknya ikan

yang ditangkap di suhu yang rendah diduga terjadi karena pada saat suhu bernilai tinggi, ikan akan bermigrasi menuju ke perairan yang lebih dalam dan berada pada luar jangkauan alat tangkap yang digunakan nelayan saat melakukan operasi tangkapan ikan. Hal ini akan menyebabkan kecilnya peluang ikan yang tertangkap dan menyebabkan penurunan hasil tangkapan ikan.

Nilai korelasi ( $r$ ) klorofil-a dengan hasil tangkapan *yellowfin* tuna secara musiman dan antar tahunan memiliki korelasi positif atau kenaikan konsentrasi klorofil-a akan diiringi dengan kenaikan hasil tangkapan *yellowfin* tuna dengan kisaran nilai  $r$  sebesar 0,364 (Tabel 6) hingga 0,956 (Tabel 5) yang menunjukkan tingkat hubungan rendah hingga sangat kuat. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Tangke *et al.* (2015) dan Bahri *et al.* (2017) yang menyatakan, bahwa klorofil-a tidak mempengaruhi hasil tangkapan tuna secara langsung, karena ikan tuna bukanlah konsumen pertama dari rantai makanan. Hubungan antara klorofil-a dengan ikan di suatu perairan yaitu berupa hubungan mangsa pemangsa dalam bentuk suatu rantai makanan. Adanya *time lag* atau jarak waktu bagi klorofil-a yang terlebih dahulu akan dimakan oleh hewan herbivora seperti zooplankton atau krustasea kecil, dan selanjutnya dimakan oleh tingkat trofik di atasnya.

Fitoplankton bukanlah makanan alami bagi tuna, akan tetapi sebagai rantai dasar dari makanan tuna. Perkembangan makanan tuna dari produktivitas primer memerlukan waktu beberapa minggu untuk *crustacea* kecil hingga beberapa bulan (*time lag*) untuk ikan pelagis kecil. Dalam rantai makanan, fitoplankton dimakan oleh herbivora yang kemudian akan menjadi mangsa bagi karnivora, dan seterusnya pada tingkat trofik yang lebih tinggi. Dengan demikian, sebagai produsen primer fitoplankton merupakan bagian penting dari rantai makanan yang mendukung kehidupan organisme laut lainnya. Sehingga adanya peningkatan konsentrasi klorofil-a yang mengindikasikan kelimpahan fitoplankton akan berdampak pada hasil tangkapan yang akan meningkat pula.

## KESIMPULAN

Nilai SPL terendah terjadi pada bulan Agustus (musim timur) sebesar  $26,17^{\circ}\text{C}$  dengan sebaran spasial di koordinat  $107-111^{\circ}$  BT dan  $7,5-9^{\circ}$  LS di selatan Pulau Jawa. SPL tertinggi terjadi pada bulan April (musim peralihan I) sebesar  $29,57^{\circ}\text{C}$  dengan koordinat  $110-111^{\circ}$  BT dan  $8,5-11^{\circ}$  LS di selatan Jawa Tengah dan Jawa Timur bagian Barat. Sementara nilai klorofil-a terendah terjadi pada bulan Februari (musim barat) dan Maret (musim peralihan I) sebesar  $0,15\text{ mg/m}^3$  dengan distribusi spasial hanya sampai ditepi pantai dengan koordinat  $107-111^{\circ}$  BT dan  $7,5-9^{\circ}$  LS di selatan Pulau Jawa. Klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Oktober (musim peralihan II) sebesar  $1,20\text{ mg/m}^3$  dengan koordinat  $107-111^{\circ}$  BT dan  $7,5-9^{\circ}$  LS di selatan Pulau Jawa. Hubungan nilai korelasi Pearson ( $r$ ) antara SPL dengan hasil tangkapan *yellowfin* tuna diperoleh hasil berkisar antara -0,025 hingga -0,935 yang berarti terdapat hubungan yang berbanding terbalik dengan tingkat hubungan sangat rendah hingga sangat kuat. Sementara hubungan antara klorofil-a dengan hasil tangkapan *yellowfin* tuna diperoleh hasil berkisar antara 0,364 hingga 0,956 yang berarti terdapat hubungan yang berbanding lurus dengan tingkat hubungan rendah hingga sangat kuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan. 2010. Analisis Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A Data Inderaja Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Perairan Kalimantan Timur. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 1 (1): 1-12.
- Bahri, S., Simbolon, D. & Mustaruddin, M. 2017. Analisis Daerah Penangkapan Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) Berdasarkan Suhu Permukaan Laut dan Sebaran Klorofil-a di Perairan Provinsi Aceh. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 95-104. <https://doi.org/10.24319/jtpk.8.95-104>.
- Dwiyanti, A., Maslukah, L. & Rifai, A. 2022. Pengaruh Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Layang (*Decapterus macrosoma*) di Perairan Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(4): 109-120. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i4.15708>.
- Ekayana, I. M., Karang, I. W. G. A., As-Syakur, A. R., Jatmiko, I. & Novianto, D. 2017. Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Selama Februari-Maret 2016 dengan Konsentrasi Klorofil-a dan SPL dari Data Penginderaan Jauh Di Perairan Selatan Jawa-Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(1): 19-29. <http://dx.doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i01.19-29>.

- Hafizhurrahman, I., Kunarso & Suryoputro, A. A. D. 2015. Pengaruh IOD (Indian Ocean Dipole) Terhadap Variabilitas Nilai Serta Distribusi Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-A Pada Periode Upwelling Di Perairan Sekitar Bukit Badung Bali. *Journal of Oceanography*, 4(2): 423 – 433.
- Hartaty, H., Nugraha, B. & Styadji, B. 2012. Perikanan Pukat Cincin Tuna Skala Kecil yang Berbasis di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tamperan. *Marine Fisheries: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut*, 3(2): 161-167. <https://doi.org/10.29244/jmf.3.2.161-167>.
- Kunarso, Hadi, S. & Ningsih, N. S. 2005. Kajian Lokasi *Upwelling* untuk Penentuan *Fishing Ground* Potensial Ikan Tuna. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science*, 10(2): 61-67. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.10.2.61-67>.
- Kunarso, Graharto, S. R. & Wulandari, S. Y. 2022. Identifikasi Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A serta Intensitas *Upwelling* di Selat Makassar. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2): 206-214. <http://dx.doi.org/10.14710/buloma.v11i2.42170>.
- Kunarso, Ismunarti, D. H., Rifai, A., Munandar, B., Wirasatriya, A. & Susanto, R. D. 2023. Effect of Extreme ENSO and IOD on the Variability of Chlorophyll-a and Sea Surface Temperature in the North and South of Central Java Province. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 28(1): 1-11. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.28.1.1-11>.
- Lasut, A. Y., Patty, W., Warouw, V., Sondakh, C. A., Bara, R. A., Luasunaung, A. & Sumilat, D. A. 2021. The relationship between El Nino Southern Oscillation (ENSO) and oceanographic parameters in North Sulawesi waters. *Aquatic Science & Management*, 9(1): 17-25. <https://doi.org/10.35800/jasm.9.1.2021.32494>.
- Miftahuddin., Sitanggang, A. P. & Setiawan, I. 2021. Analisis Hubungan Antara Kelembaban Relatif dengan Beberapa Variabel Iklim dengan Pendekatan Korelasi Pearson di Samudera Hindia. *Jurnal Siger Matematika*, 2(1): 25-33. <https://doi.org/10.23960/jsm.v2i1.2753>.
- Nabilah, F., Prasetyo, Y. & Sukmono, A. 2017. Analisis Pengaruh Fenomena El Nino Dan La Nina Terhadap Curah Hujan Tahun 1998 - 2016 Menggunakan Indikator Oni (Oceanic Nino Index) (Studi Kasus: Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4): 402-412. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.18170>.
- Putra, F. A., Hasan, Z. & Purba, N. P. 2016. Kondisi Arus dan Suhu Permukaan Laut pada Musim Barat dan Kaitannya dengan Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) di Perairan Selatan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2): 156-163.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabet, Bandung. p.456.
- Tangke, U., Karuwal, J. C., Zainuddin, M. & Mallawa, A. 2015. Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Catch In The Waters of Southern Halmahera Sea. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 2(3): 248-260. <https://doi.org/10.20956/jipsp.v2i3.78>.
- Tangke, U., Karuwal, J. C., Mallawa, A. & Zainuddin, M. 2016. Analisis Parameter Oseanografi Hubungannya Dengan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Sirip Kuning Di Perairan Maluku Utara. *Jurnal "Amanisal" PSP FPIK Unpatti-Ambon*, 5(1): 1-9.
- Wijopriono. 2012. Daya dukung Sumber Daya Perikanan Tuna di Samudera Hindia dalam Kaitannya dengan Industrialisasi Perikanan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 4(2): 101-108. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.4.2.2012.101-108>.
- 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. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2745207>.
- Yoga B, R. B., Setyono, H. & Harsono, G. 2014. Dinamika *Upwelling* dan *Downwelling* Berdasarkan Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Perairan Selatan Jawa. *Jurnal Oseanografi*, 3 (1): 57-66.