

Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dipengaruhi oleh ENSO dan IOD di Laut Jawa, Tahun 2007-2021

Moses Wicaksono Kurniawan*, Azis Rifai, Dwi Haryo Ismunarti

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Corresponding author, e-mail: mbotem09@gmail.com

ABSTRAK: Laut Jawa merupakan laut di Indonesia yang masuk ke dalam WPP-NRI 712 berdasarkan Permen-KP Nomor 18 tahun 2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dimana laut tersebut menjadi wilayah yang berpotensi sehingga terjadi upaya untuk konservasi, pengendalian, dan pengawasan sumber daya ikan. Hal tersebut dapat menjadi faktor dalam penelitian untuk mengetahui dinamika laut yang terjadi untuk pengamatan dan pengawasan potensi Laut Jawa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi suhu permukaan laut (SPL) di Laut Jawa tahun 2007-2021 dimana dinamika iklim global dan iklim regional yang mengevaluasi kualitas perairan dipengaruhi oleh SPL yang menjadi salah satu faktor pentingnya. Penelitian ini menggunakan data OISST (Optimally Interpolated Sea Surface Temperature), data kecepatan dan arah angin, serta indeks ENSO dan IOD. Data yang diperoleh diolah menggunakan Software IDL yang hasilnya berupa data spasial secara klimatologi untuk sebaran SPL dan angin. Selanjutnya, data tersebut secara temporal diklasifikasikan berdasarkan fenomena ENSO dan IOD yang sedang terjadi dari tahun 2007-2021 berdasarkan indeks ENSO (ONI) dan IOD (DMI). Pengaruh ENSO dan IOD terhadap variabilitas SPL dianalisis menggunakan grafik confidence level 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada saat kejadian La Nina berlangsung, nilai rata-rata SPL lebih rendah daripada kondisi normal. Pada saat kejadian El Nino, nilai rata-rata SPL lebih tinggi daripada kondisi normal. Selain itu, pada saat kejadian IOD negatif berlangsung, nilai rata-rata SPL lebih rendah daripada kondisi normal dan saat kejadian IOD positif berlangsung, nilai rata-rata SPL lebih tinggi daripada kondisi normal.

Kata kunci: Laut Jawa; Klimatologi; Suhu Permukaan Laut; ENSO; IOD

Sea Surface Temperature Variation Study with ENSO and IOD in Laut Jawa 2007-2021

ABSTRACT: The Java Sea is a sea in Indonesia that is included in WPP-NRI 712 based on Minister of Maritime Affairs and Fisheries Regulation Number 18 of 2014 concerning Fisheries Management Areas of the Republic of Indonesia where this sea is a potential area resulting in efforts to conserve, control and supervise fish resources. This can be a factor in research aimed at determining ocean dynamics to support observing and monitoring the potential of the Java Sea. This research aims to determine variations in sea surface temperature (SST) in the Java Sea in 2007-2021 where the dynamics of global climate and regional climate evaluating water quality are influenced by SPL is one of the important factors. This research uses OISST (Optimally Interpolated Sea Surface Temperature) data, wind speed and direction data, as well as ENSO and IOD indices. The data obtained was processed using IDL software, the results of which were climatological spatial data for the distribution of SST and wind. Furthermore, the data is temporally classified based on the ENSO and IOD phenomena that are occurring from 2007-2021 based on the ENSO (ONI) and IOD (DMI) indices. The influence of ENSO and IOD on SST variability is analyzed using a 95% confidence level graph. The research results show that during the La Nina event, the average SST value was lower than normal conditions. During an El Nino event, the average SST value is higher than normal conditions. In addition, when a negative IOD event occurs, the average SPL value is lower than normal conditions and when a positive IOD event occurs, the average SPL value is higher than normal conditions.

Keywords: Java Sea; Sea Surface Temperature; ENSO; IOD

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara Maritim dengan potensi lautnya yang sangat melimpah. Secara geografis Indonesia berada di antara 2 benua, yaitu Asia dan Australia, serta di antara 2 samudera, yaitu Hindia dan Pasifik (Ratnawati *et al.*, 2016). Negara Kesatuan Republik Indonesia dalam Permen-KP Nomor 18 tahun 2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia terdapat 11 WPP-NRI. Laut Jawa merupakan salah satu laut di Indonesia yang masuk ke dalam WPP-NRI 712 dimana wilayah laut tersebut menjadi wilayah yang potensi sehingga terjadi upaya untuk konservasi, pengendalian, dan pengawasan sumber daya ikan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hastuti *et al.* (2021), potensi sumberdaya perikanan yang dimiliki Laut Jawa diperkirakan sebesar 836.000 ton/tahun. Dalam upaya penelitian yang dilakukan untuk pengamatan potensi yang ada, salah satunya dapat dilakukan kajian variasi suhu permukaan laut (SPL) secara temporal. Sebaran SPL dapat mengkaji kualitas perairan, fishing ground, cuaca, dan iklim (Fitriani *et al.*, 2020).

Suhu permukaan laut (SPL) di dalam dinamika iklim global dan iklim regional yang mengevaluasi kualitas perairan menjadi salah satu faktor pentingnya (Putra *et al.*, 2019). Dalam variabilitas laut dan atmosfer, parameter seperti curah hujan, angin, SPL dapat mengidentifikasinya. SPL juga berperan dalam mempengaruhi aktivitas metabolisme tubuh ikan dan perkembangbiakan sehingga berkaitan terhadap penyebaran ikan di perairan dimana suhu perairan sebesar 25-32°C menjadi suhu optimum untuk pertumbuhan plankton di laut tropis (Tanto, 2020). Beberapa fenomena dengan siklus spasial dan temporal, seperti siklus monsun, aliran Arus Lintas Indonesia (Arlindo), serta sirkulasi laut-atmosfer global yang membentuk fenomena ENSO, IOD dan *Madden Julian Oscillation* (MJO) dapat mempengaruhi kondisi atmosfer di Laut Indonesia (Ratnawati *et al.*, 2016). Untuk mengetahui mekanisme variabilitas SPL di Lautan Indonesia perlu diperhatikan siklus antar tahunan selain siklus musiman (Kunarso *et al.*, 2023).

ENSO dan IOD merupakan salah dua fenomena interaksi laut-atmosfer di Samudera Hindia dan Samudera Pasifik yang secara geografis Indonesia dipengaruhi oleh kedua samudera tersebut. SPL di Laut Asia Tenggara dan sekitarnya secara simultan dipengaruhi oleh variabilitas laut-atmosfer dan interaksi antara Munson, IOD, dan ENSO (Ratnawati *et al.*, 2016).

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Wirasatriya *et al.* (2018); Dewi *et al.* (2020); Kunarso *et al.* (2023) menunjukkan bahwa peningkatan dan penurunan SPL bagian utara Jawa Tengah dominan disebabkan oleh siklus monsun. Selain itu, untuk kecepatan angin secara klimatologi memiliki rata-rata 3 m/s dengan arah angin berubah sesuai dengan siklus monsun. Dampak kecepatan angin terhadap SPL memiliki pengaruh besar ($r=0.5$). Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji variasi SPL yang dipengaruhi oleh ENSO dan IOD dengan menganalisis SPL bulanan pada saat kejadian fenomena ENSO dan IOD yang terjadi dalam rentan tahun 2007-2021 dengan SPL klimatologi, serta diinterpretasikan ke dalam grafik *confidence interval* 95% untuk menganalisis anomali SPL yang terjadi.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis sebaran SPL dengan menggunakan data citra satelit dari NOAA selama 2007-2021 untuk mengetahui variasi SPL secara temporal. Selain itu, dilakukan juga analisis hasil pengamatan variabilitas SPL pada saat kejadian ENSO dan IOD di rentan waktu 2007-2021 dengan SPL klimatologi. Hasil yang dikaji menunjukkan variabilitas SPL yang dikaitkan dengan pengaruh ENSO dan IOD.

MATERI DAN METODE

Materi dalam penelitian ini menggunakan data SPL, angin, dan indeks ENSO (ONI) dan IOD (DMI). Data SPL sebagai data primer yang menjadi fokus penelitian ini yang berupa data *Optimally Interpolated Sea Surface Temperature* (OISST) dari website *Remote Sensing Systems* (remss.com). Data primer lainnya meliputi data angin yang didapat dari *Global Ocean Daily Gridded Reprocessed L3 Sea Surface Winds from Scatterometer* di Website *Copernicus Marine Service* yang diunduh melalui <https://data.marine.copernicus.eu/products>, data *Ocean Nino Index* (ONI) dari

NOAA didapatkan melalui https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php sebagai indeks untuk mengidentifikasi ENSO, dan Data Dipole Mode Index (DMI) didapatkan melalui <https://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/ind/dmi.php> sebagai indeks untuk mengidentifikasi IOD.

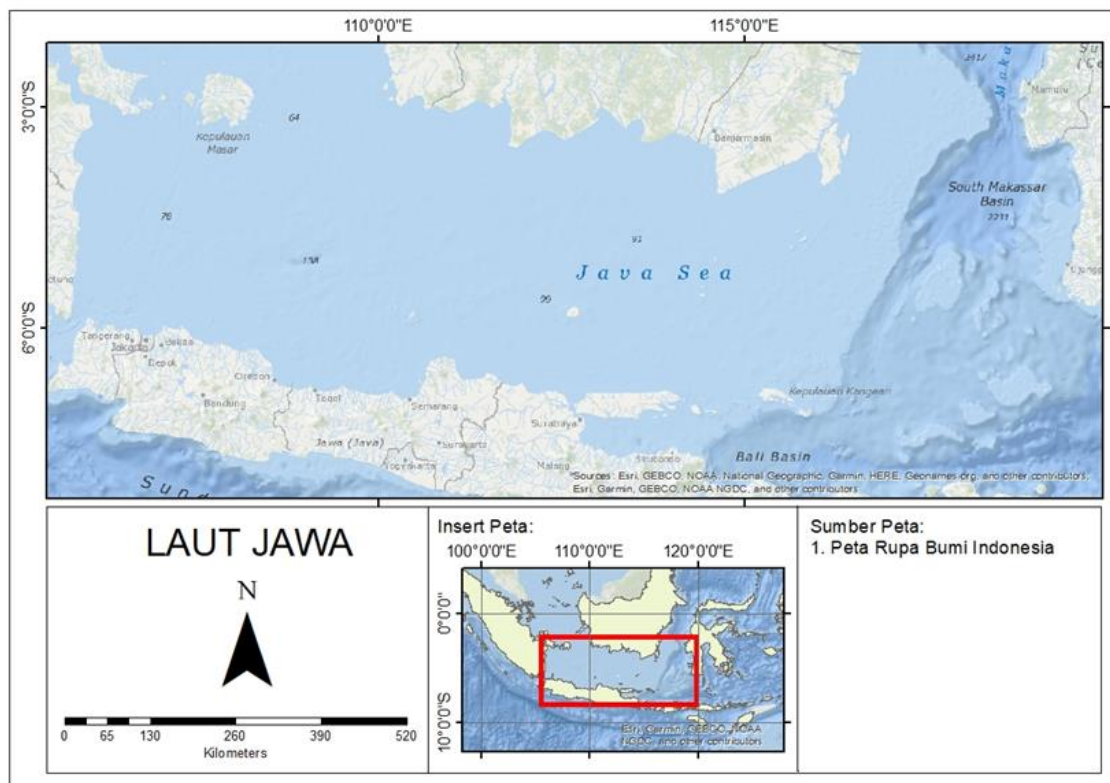
Metode dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Metode tersebut menggunakan angka mulai dari pengumpulan, pengolahan data, dan penyajian hasil data. Metode tersebut digunakan dalam hipotesis yang telah ditetapkan untuk diuji (Abdullah *et al.*, 2022). Metode ini membantu dalam menganalisis variasi SPL yang dikaitkan dengan pengaruh fenomena ENSO dan IOD.

Wilayah kajian dilakukan di Laut Jawa yang merupakan laut di Indonesia yang masuk ke dalam WPP-NRI 712 dimana wilayah laut tersebut menjadi wilayah yang potensi sehingga terjadi upaya untuk konservasi, pengendalian, dan pengawasan sumber daya ikan. Lokasi Penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

Data SPL yang didapat diolah melalui software IDL. Pembuatan sebaran SPL dilakukan dengan menggunakan script memasukkan data *Optimally Interpolated Sea Surface Temperature* (OISST) dari *Remote Sensing System* (REMMS). Peta sebaran SPL yang dihasilkan berupa sebaran *monthly climatology* tahun 2007-2021 di daerah yang dikaji, yaitu Laut Jawa. Data SPL dianalisis dengan menyusun data menjadi data bulanan dengan menggunakan persamaan klimatologi bulanan menurut Wirasatriya *et al.* (2017) sebagai berikut.

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

Keterangan: $X(x, y)$ = nilai klimatologi bulanan pada posisi (x, y) ; $x_i(x, y, t)$ = nilai data pada (x, y) posisi dan waktu t ; n = jumlah data dalam 1 bulan.



Gambar 1. Wilayah Kajian Lokasi Penelitian

Data angin diolah menggunakan software IDL yang menggunakan script sehingga didapat kecepatan dan arah angin di Laut Jawa. Perhitungan kecepatan dan arah angin, serta perhitungan rata-rata harian dimana persamaan untuk kecepatan angin dan kecepatan arus adalah sebagai berikut menurut Dhavalikar dan Choudhari, (2023):

$$u = U_w * \cos\left(\theta_{(w)} * \frac{\pi}{180}\right) * windage + U_c * \cos\left(\theta_{(c)} * \frac{\pi}{180}\right)$$

$$v = U_w * \sin\left(\theta_{(w)} * \frac{\pi}{180}\right) * windage + U_c * \sin\left(\theta_{(c)} * \frac{\pi}{180}\right)$$

Keterangan: U_w dan U_c = kecepatan angin dan kecepatan arus laut dalam m/s, $\theta_{(w)}$ dan $\theta_{(c)}$ = angin dan arah arus laut dalam derajat.

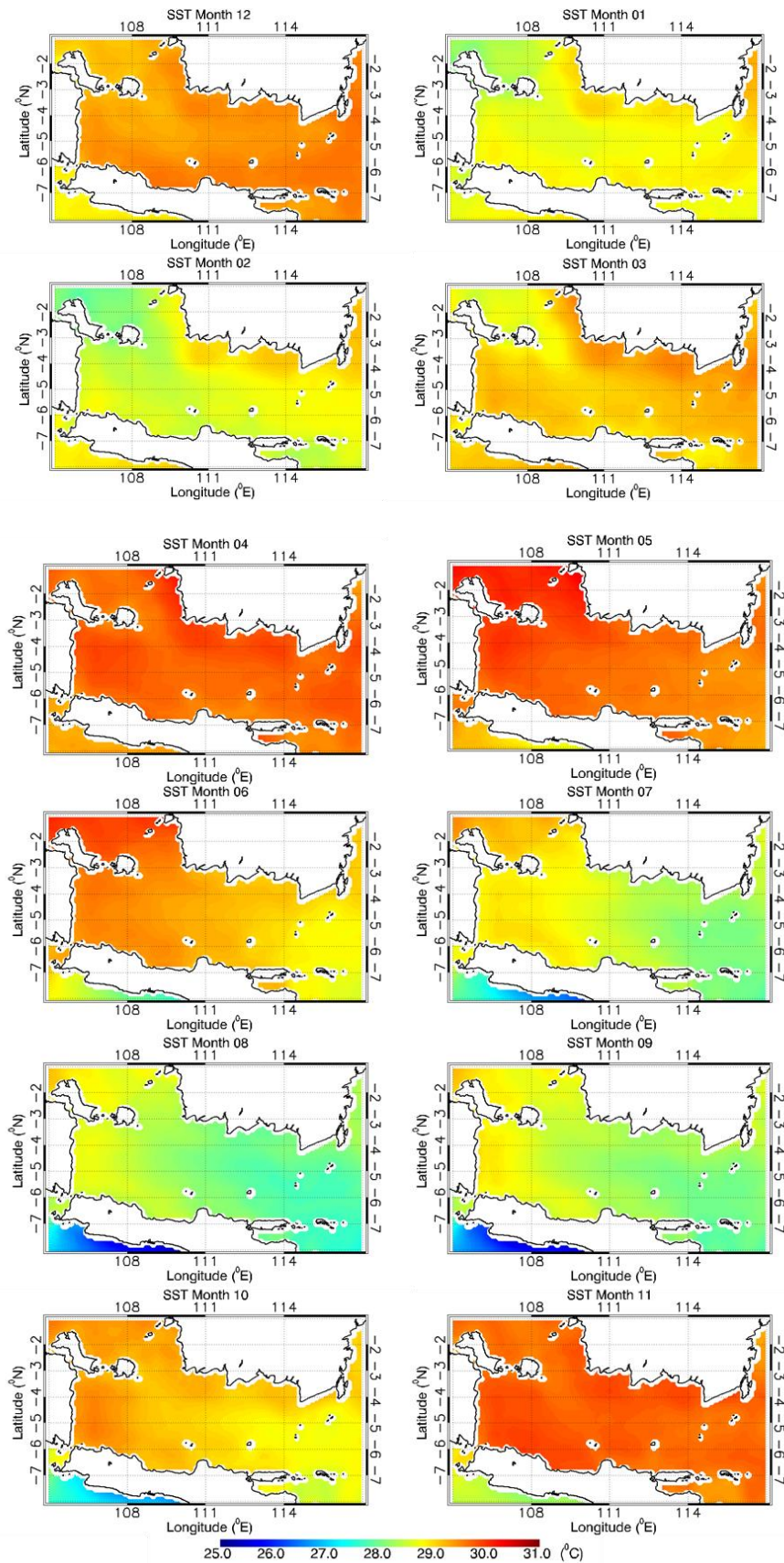
Data *Ocean Nino Index* (ONI) dan *Dipole Mode Index* (DMI) dituangkan ke dalam grafik *time series* (2007-2021) dan didapat pengklasifikasian fenomena yang terjadi dimana menurut Van Viet (2021), indeks ENSO lebih dari 0,5 menunjukkan terjadinya fenomena El Nino, sedangkan pada saat indeks enso kurang dari -0,5 menunjukkan sedang terjadinya fenomena La Nina. Selain itu, untuk indeks IOD lebih dari 0,25 menunjukkan terjadinya fenomena IOD Positif dan pada saat indeks IOD kurang dari -0,25 menunjukkan sedang terjadinya fenomena IOD Negatif.

Selanjutnya, hasil interpretasi sebaran suhu permukaan laut dengan sebaran angin dikaitkan atau dihubungkan dengan pengaruh ENSO melalui *Ocean Nino Index* (ONI) dan IOD melalui *Dipole Mode Index* (DMI) yang dituangkan ke dalam grafik *confidence level* 95%.

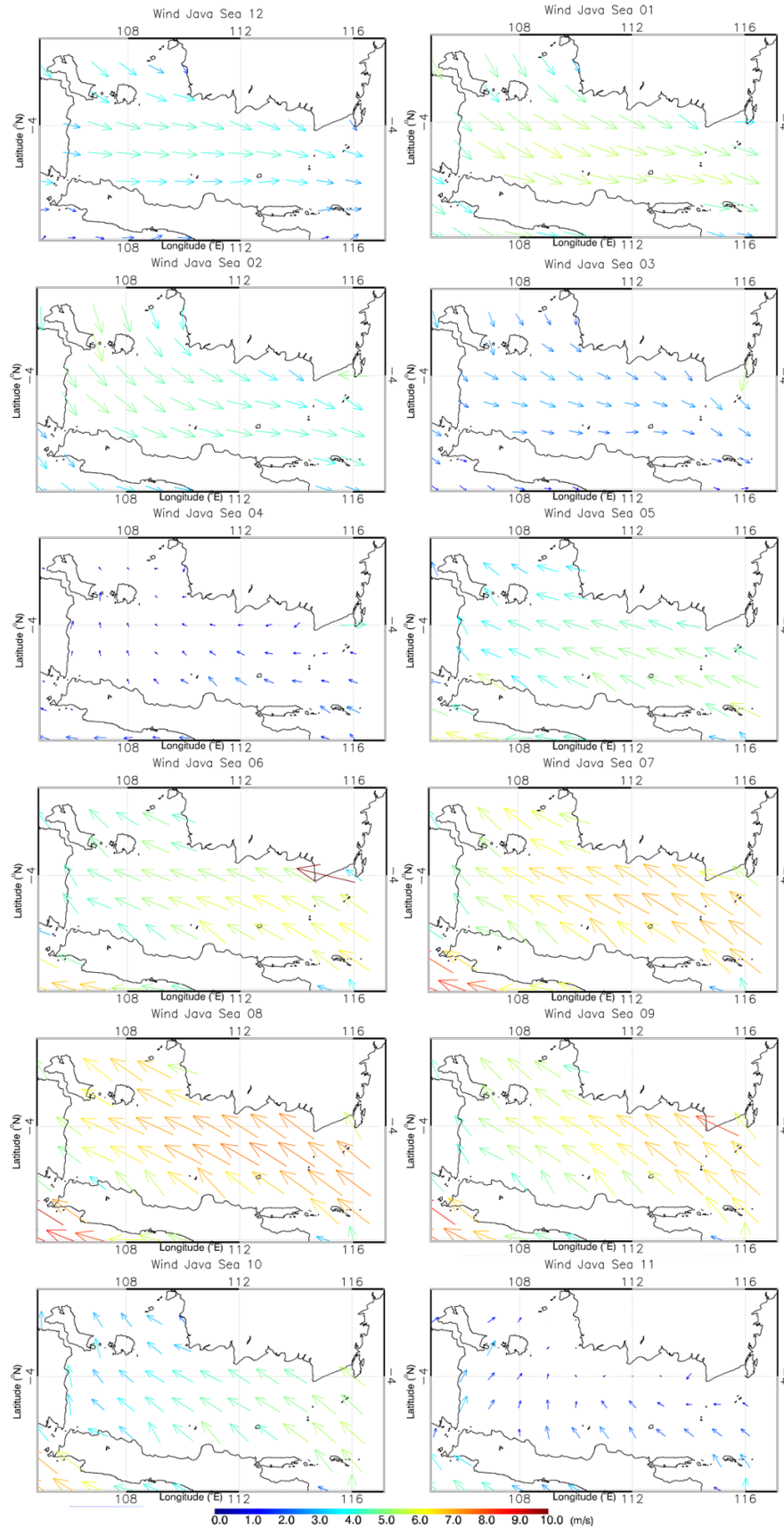
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data SPL di Laut Jawa diperoleh variasi SPL secara klimatologi dari tahun 2007-2021. Bulan Januari memiliki SPL rata-rata berkisar 28.8 °C. Bulan Februari memiliki SPL rata-rata berkisar 28.7 °C. Bulan Maret memiliki SPL rata-rata berkisar 29.2 °C. Bulan April memiliki SPL rata-rata berkisar 29.7 °C. Bulan Mei memiliki SPL rata-rata berkisar 29.7 °C. Bulan Juni memiliki SPL rata-rata berkisar 29.3 °C. Bulan Juli memiliki SPL rata-rata berkisar 28.5 °C. Bulan Agustus memiliki SPL rata-rata berkisar 28.1 °C. Bulan September memiliki SPL rata-rata berkisar 28.3 °C. Bulan Oktober memiliki SPL rata-rata berkisar 29 °C. Bulan November memiliki SPL rata-rata berkisar 29.7 °C. Bulan Desember memiliki SPL rata-rata berkisar 29.4 °C. Kondisi meteorologi, seperti udara, curah hujan, suhu, penguapan, kecepatan angin, intensitas radiasi matahari, dan kelembaban udara memengaruhi perubahan SPL. Variabilitas SPL dapat berpengaruh terhadap proses kimia, fisik, dan biologi di perairan tersebut (Rosalina *et al.*, 2023). Oleh karena itu, SPL biasanya bervariasi menurut musim walaupun perbedaannya cukup kecil. Selain faktor tersebut SPL juga dipengaruhi waktu dalam suatu hari, sirkulasi udara, tutupan awan dan aliran serta kedalaman dari badan air (Insanu *et al.*, 2019). Suhu di Laut Jawa juga mendapat pengaruh dari Arlindo yang membawa air hangat dari Selat Makassar dengan skala yang besar (Waworuntu *et al.*, 2001). Pengaruh Arlindo ini ditunjukkan oleh adanya wilayah perairan panas pada saat periode munson Barat di Laut Jawa bagian Timur (Waworuntu *et al.*, 2001).

Berdasarkan hasil pengolahan data kecepatan dan arah angin di Laut Jawa diperoleh variasi kecepatan dan arah angin secara klimatologi dari tahun 2007-2021. Bulan Januari menunjukkan bahwa kondisi angin di Laut Jawa memiliki kecepatan berkisar antara 2–5 m/s dengan cenderung ke arah tenggara. Bulan Februari menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 2–4.5 m/s dengan cenderung ke arah tenggara. Bulan Maret menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 2–3 m/s dengan cenderung ke arah tenggara. Bulan April menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 1–2 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan Mei menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 2–5 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan Juni menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 3–6.2 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan Juli menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 4–7 m/s dengan cenderung



Gambar 2. Variasi Suhu Permukaan Laut Klimatologi di Laut Jawa Tahun 2007-2021

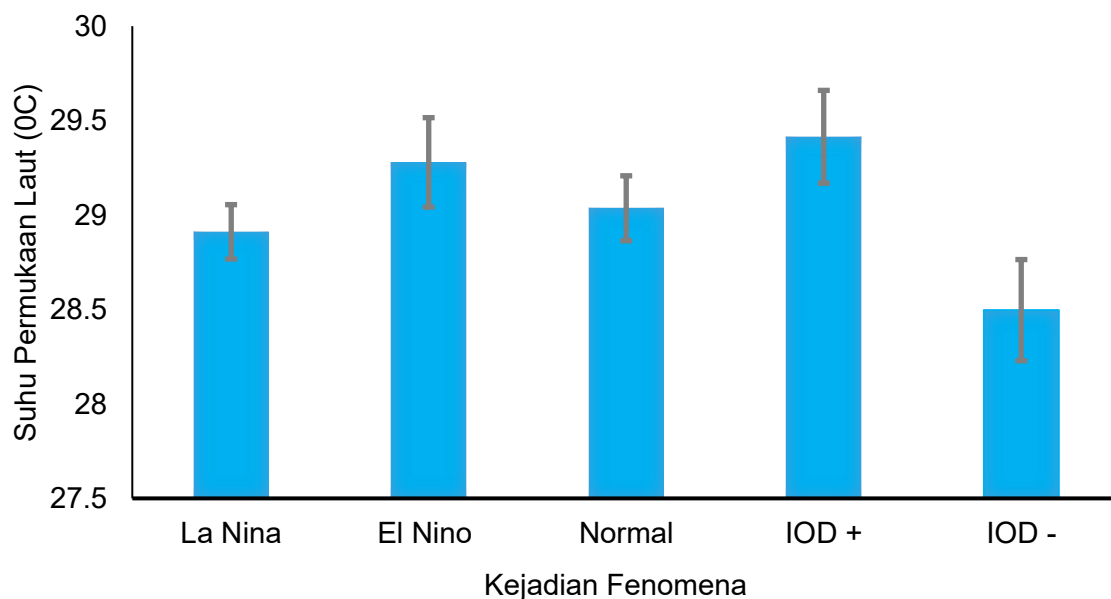


Gambar 3. Variasi Kecepatan dan Arah Angin Secara Klimatologi di Laut Jawa Tahun 2007-2021

ke arah barat laut. Bulan Agustus menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 4–8 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan September menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 3.5–7 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan Oktober menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 2–5 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan November menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 1–3 m/s dengan cenderung ke arah barat laut. Bulan Desember menunjukkan bahwa kondisi angin memiliki kecepatan berkisar antara 3–5 m/s dengan cenderung ke arah timur. Terlihat sebaran kecepatan angin secara klimatologi pada bulan Juli-September memiliki kecepatan puncak tertinggi. Sebaran SPL, kecepatan dan arah angin di Laut Jawa berdasarkan Gambar 2. dan Gambar 3. menunjukkan SPL tinggi yang dominan ke arah timur dipengaruhi oleh pergerakan arus dari Laut Cina Selatan bergerak menuju Laut Jawa pada bulan Oktober-April (monsun barat) dimana angin dari Benua Asia menuju ke Benua Australia dengan kecepatan rendah karena melewati beberapa daratan dan lautan yang luas. Sedangkan, SPL rendah yang dominan ke arah barat dipengaruhi oleh monsun timur dimana pada bulan April-Oktober arah arus akan menuju Laut Cina Selatan dan angin dari Benua Australia menuju ke Benua Asia dengan kecepatan tinggi karena hanya melewati lautan yang sempit. Selain itu, tingginya kecepatan angin di samping meningkatkan kecepatan arus laut, juga menurunkan nilai SPL dan meningkatkan proses *mixing* di perairan yang menyebabkan meningkatnya kesuburan perairan (Hastuti *et al.*, 2021). Hal tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Siregar *et al.* (2017), dimana kecepatan dan arah arus di Laut Jawa dipengaruhi oleh angin monsun karena kedalaman di Laut Jawa yang termasuk dangkal.

Tabel 1. menunjukkan pada tahun 2008 dan 2011 terjadi La Nina dan IOD negatif. Tahun 2009, 2010, 2014, 2015, 2016, dan 2020 terjadi fenomena El Nino dan IOD positif. Tahun 2007, 2018, dan 2019 terjadi fenomena El Nino. Tahun 2007, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018, 2020, 2021 terjadi fenomena La Nina. Tahun 2012, 2017, 2018, dan 2019 terjadi fenomena IOD Negatif. Tahun 2012, dan 2021 terjadi fenomena IOD Positif.

Berdasarkan Gambar 4. dengan confidence interval 95%, menunjukkan hasil bahwa pada saat kondisi normal (tidak terjadi fenomena), memiliki rata- rata SPL 29.04 °C dan margin of error sebesar 0.17 °C. Pada kejadian La Nina, memiliki rata- rata SPL 28.91 °C dan margin of error sebesar 0.14 °C dengan nilai rata-rata SPL lebih rendah daripada kondisi normal. Pada kejadian El Nino, memiliki rata- rata SPL 29.28 °C dan margin of error sebesar 0.24 °C dengan nilai rata-rata SPL lebih tinggi daripada kondisi normal. Pada kejadian IOD negatif, memiliki rata- rata SPL 28.5 °C dan margin of error



Gambar 4. Confidence Interval 95% Rata-rata SPL, ENSO, dan IOD

Tabel 1. Kejadian IOD dan ENSO Berdasarkan Indeks IOD dan Nilai Anomali SPL NINO 3.4 Tahun 2007-2021

Fenomena	Tahun	Bulan
La Nina	2007	Juli, Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2008	Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2009	Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Desember
	2010	Januari, Februari, Maret
	2011	Januari, Februari, Maret, April, Mei, Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2012	Januari, Februari, Maret
	2013	Januari, Februari
	2014	Februari
	2016	Agustus, September, Oktober, November
	2017	Oktober, November, Desember
	2018	Januari, Februari, Maret, April
	2020	Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2021	Januari, Februari, Maret, April, Agustus, September, Oktober, November, Desember
El Nino	2007	Januari
	2009	Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2010	Januari, Februari, Maret
	2014	November, Desember
	2015	Januari, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2016	Januari, Februari, Maret, April
	2018	Oktober, November, Desember
	2019	Januari, Februari, Maret, April, Mei, November, Desember
	2020	Januari
IOD Positif	2009	Juli, Agustus, Oktober
	2010	Februari, Mei, Juni, Oktober
	2012	Mei
	2014	Mei, Juli, Agustus, November
	2015	Juli, September, November, Desember
	2016	Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, Desember
	2020	Januari, Februari, Maret, April, Agustus
	2021	Juli
IOD Negatif	2008	Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli
	2011	Januari, Februari, Maret, April, Juli
	2012	Maret, Juli, Agustus
	2017	Maret, April, Desember
	2018	September, Oktober
	2019	Juli, September

sebesar 0.27 °C dengan nilai rata-rata SPL lebih rendah daripada kondisi normal. Pada kejadian IOD positif, memiliki rata-rata SPL 29.41 °C dan margin of error sebesar 0.25 °C dengan nilai rata-rata SPL lebih tinggi daripada kondisi normal. Variabilitas SPL di Laut Jawa lebih dominan dipengaruhi oleh angin monsun dimana Laut Jawa terletak di pusat Benua Maritim dengan batimetri yang relatif dangkal yakni maksimum sekitar 130 m, Laut Jawa dikelilingi oleh 3 pulau besar yaitu Jawa, Sumatera dan Kalimantan masing-masing di bagian selatan, barat dan utara. Di bagian timur,

Laut Jawa dibatasi oleh Laut Banda yang dalam. Selain itu, Laut Jawa dikenal sebagai salah satu jalur angin monsun yang bertiup dari Asia Selatan menuju Australia dan sebaliknya. Kondisi tersebutlah yang menyebabkan pengaruh siklus monsun mendominasi variabilitas SPL di Laut Jawa (Wirasatriya *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan sebaran SPL secara klimatologi tahun 2007-2021 diperoleh informasi bahwa terlihat puncak rata-rata SPL tertinggi selama lima belas tahun ada di bulan April dan Mei yang terus menurun hingga nilai terendah di bulan Agustus, di bulan September hingga November mengalami kenaikan SPL kembali dan turun pada bulan Desember hingga Februari. Pengaruh kejadian ENSO dan IOD terhadap variabilitas SPL di Laut Jawa, pada saat kejadian El Nino berlangsung, nilai rata-rata SPL lebih tinggi daripada kondisi normal. Selain itu, pada saat kejadian IOD positif berlangsung, nilai rata-rata SPL lebih tinggi daripada kondisi normal. Pada saat kejadian IOD negatif berlangsung, nilai rata-rata SPL lebih rendah. Variabilitas SPL di Laut Jawa diduga lebih dominan dipengaruhi oleh siklus monsun daripada variabilitas iklim ENSO dan IOD.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, Y.W., Wirasatriya, A., Sugianto, D.N., Helmi, M., Marwoto, J., & Maslukah, L. 2020. Effect of ENSO and IOD on the Variability of Sea Surface Temperature (SST) in Java Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 530(1): p.012007.
- Dhavalikar, A.S. & Choudhari, P.C. 2023. Modelling and Remote Sensing of Oil Spill in the Mediterranean Sea: A Case Study on Baniyas Power Plant Oil Spill. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51(1):135-148.
- Fitriani, N., Bashit, N., & Hadi F. 2020. Analisis Pemetaan Daerah Potensial Penangkapan Ikan (Fishing Ground) Dengan Menggunakan Citra Satelit Terra Modis Dan Parameter Oseanografi. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1): 50-58.
- Insanu, R.K., Pramono, D.A., & Fadhilah, H. 2019. Pemetaan Suhu Permukaan Laut (SPL) Menggunakan Citra Satelit Terra Modis Di Perairan Delta Mahakam. *ELIPSOIDA: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 2(1): 9-15.
- 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 Oseanography*, 3(2): 197-205.
- 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.
- Putra, I N.J.T., Karang, I W.G.A. & Putra, I D.N.N. 2019. Analisis Temporal Suhu Permukaan Laut di Perairan Indonesia Selama 32 Tahun (Era AVHRR). *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2): 234-246.
- Ratnawati, H.I., Hidayat, R., Bey, A., & June, T. 2016. Upwelling di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*, 12(3): 119-130.
- Rosalina, D., Suleman, Y., Shaliha, A., & Ruzuqi, R. 2023. Sebaran Suhu Permukaan Laut Teluk Bone Pada Tahun 2021 Menggunakan Citra Satelit Terra Modis. *Jurnal Kelautan*, 16(2): 110-116.
- Siregar, S.N., Sari, L.P., Purba, N.P., Pranowo, W.S., & Syamsuddin, M.L. 2017. Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(1): 44-59.
- Tanto, T.A. 2020. Deteksi Suhu Permukaan Laut (SPL) Menggunakan Satelit. *Jurnal Kelautan*, 13(2): 126-142.
- Van Viet, L. 2021. Development of a new ENSO index to assess the effects of ENSO on temperature over southern Vietnam. *Theoretical and Applied Climatology*, 144: 1119-1129.

- Waworuntu, J.M., Garzoli, S.L. & Olson, D.B. 2001. Dynamic of the Makassar Strait. *Journal of Marine Research*, 59: 313–325.
- Wirasatrita, A., Prasetyawan, I.B., Triyono, C.D., Muslim, & Maslukah, L. 2018. Effect of ENSO on the Variability of SST and Chlorophyll-a in Java Sea. *IOP Conferece Series: Earth and Environmental Science*, 116(1): p.012063.
- 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.