

Pemantauan Suhu Permukaan laut di Selat Sunda Menggunakan data Satelit Aqua-Modis

Al Shida Natul^{1*)}, Ahmad Ridho Sastra²⁾, Johan Ariyantoni³⁾

1), 2), 3) Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Sumatera Selatan-Indonesia

email : [^{1*\)}](mailto:alshida@uigm.ac.id), [^{2\)}](mailto:ridhosastra@uigm.ac.id), [^{3\)}](mailto:johanariyantoni@uigm.ac.id)

ABSTRACT

Monitoring sea surface temperature (SST) in the Sunda Strait is important to determine sea conditions which play an important role in various aspects of life and are part of oceanographic criteria. Measuring SST can be done directly using a buoy or ship, but it requires a lot of money and takes a long time. As time goes by, remote sensing technology can be used to observe sea surface temperatures on a large scale and in a short time. The aim of this research is to observe sea surface temperatures in the Sunda Strait every month (January, February, March) in 2024 using Modis Satellite data. In January 2024 the SST distribution in the Sunda Strait will be around 29.79- 32.96⁰C with an average temperature of 30.06⁰C, February 2024 will be around 28.71- 33.20⁰C with an average temperature of 30.45⁰C, and March 2024 will be around 28.77- 34.18⁰C with an average temperature of 30.03⁰C. The SST distribution pattern in January, February and March in the waters of the Sunda Strait varies and tends to change. However, they have a similar temperature range. The pattern of variation in SST distribution in the Sunda Strait may be influenced by geographic location, astronomy, and the content of inorganic and organic materials that make up the water body, bathymetry, movement of water masses from the surroundings, monsoon wind patterns, and vertical movement of sea water masses.

Keywords : Sea Surface Temperature; Sunda Strait; Aqua-Modis

ABSTRAK

Pemantauan suhu permukaan laut di Selat Sunda penting dilakukan untuk mengetahui kondisi laut yang berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan dan bagian dari kriteria oseonografi. Pengukuran suhu permukaan laut dapat dilakukan secara langsung menggunakan pelampung atau kapal, tapi membutuhkan biaya yang mahal dan waktu yang lama. Seiring perkembangan zaman, teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk pengamatan suhu permukaan laut secara dalam skala yang luas dan waktu yang singkat. Tujuan penelitian ini untuk pengamatan suhu permukaan laut di Selat Sunda setiap bulan (Januari, Februari, Maret) tahun 2024 menggunakan data Satelit Modis. Pada Januari 2024 sebaran SST di Selat Sunda sekitar 29.79- 32.96⁰C dengan suhu rata-rata 30.06⁰C, Februari 2024 sekitar 28.71- 33.20⁰C dengan suhu rata-rata 30.45⁰C, dan Maret 2024 sekitar 28.77- 33.20⁰C dengan suhu rata-rata 30.03⁰C. Pola sebaran SPL pada bulan Januari, Februari dan Maret di perairan Selat Sunda bervariasi dan cenderung berubah-ubah. Namun, memiliki rentang suhu yang mirip. Pola variasi sebaran SPL di Selat Sunda mungkin dipengaruhi oleh letak geografis, astronomis, kandungan bahan anorganik dan organik penyusun badan air, batimetri, gerakan massa air dari sekitarnya, pola angin monsoon, dan gerakan vertikal massa air laut.

Kata Kunci : Suhu Permukaan Laut; Selat Sunda; Aqua-Modis

1. Pendahuluan

Selat Sunda merupakan selat yang dinamis, bagian selatan perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan Samudera Hindia sedangkan bagian utara selat berhubungan langsung dengan Laut Jawa yang mendapat pengaruh dominan massa air yang berasal dari Laut Jawa dan Laut Cina Selatan (Amri et al., 2017). Interaksi antara kedua sistem ini menghasilkan variabilitas kondisi oseanografi yang cukup tinggi, baik secara temporal maupun spasial. Selain memiliki karakteristik oseanografi yang unik, Selat Sunda memiliki berbagai aktivitas dan peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan seperti jalur pelayaran internasional, pariwisata, perikanan, serta pertahanan dan keamanan wilayah. Tingginya intensitas aktivitas di kawasan ini menuntut ketersediaan informasi oseanografi yang akurat dan berkelanjutan. Salah satu parameter penting yang banyak digunakan untuk memahami dinamika perairan adalah suhu permukaan laut (SPL), yang mencerminkan kondisi energi panas di lapisan atas laut.

SPL merupakan salah satu kriteria oseanografi yang mempengaruhi sirkulasi atmosfer, perubahan cuaca, perubahan iklim, dan kemunculan fenomena-fenomena iklim global dan regional (Alfajri et al., 2017). Kondisi suhu permukaan laut yang semakin hangat akan banyak juga uap air yang tersebar ke atmosfer, di mana dapat memberikan kontribusi untuk pembuatan awan sehingga punya peluang besar terjadinya hujan (Sunarni et al., 2020). Perubahan dan variasi suhu air laut dapat mempengaruhi ekosistem perairan, hewan, spesies tumbuhan, dan mikroba, mengubah pola migrasi dan perkembangbiakan, mengubah frekuensi dan intensitas ledakan alga berbahaya, dan mengancam kehidupan laut yang sensitif seperti karang (Ostrander et al., 2020). Berdasarkan hal-hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran SPL periode bulanan di Selat Sunda.

Pengamatan SPL secara langsung memiliki beberapa kendala seperti sulit dilakukan pada area laut yang luas, biaya yang mahal, dan waktu yang lama. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan SPL menggunakan penginderaan jauh. Penginderaan Jauh (*remote sensing*) merupakan teknologi yang sangat bermanfaat dalam pemantauan SPL karena mampu menyediakan data dengan cakupan luas, berkesinambungan, dan mendekati waktu nyata. Teknologi ini menjadi sangat penting dalam studi oseanografi, terutama untuk memahami dinamika SPL yang dipengaruhi oleh variasi musim dan faktor lingkungan lainnya.

Penelitian SPL menggunakan penginderaan jauh pernah dilakukan oleh (Hasyim et al., 2010) diseluruh wilayah Indonesia menggunakan sensor *microwave*, Wibisana & Kamandang, (2022) di Ujung Pangkah Gersik menggunakan Landsat 8, Prayogo & Natul, (2021) di perairan Bali menggunakan data SPL dari National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dan pasang surut laut dari Badan Informasi Geospasial (BIG), dan Wibisana & Zainab, (2017) di Gersik dan Mandura menggunakan Aqua Modis. Amri et al., (2014) juga

pernah melakukan pemantauan SPL di Selat Sunda menggunakan data *in situ* dan citra satelit pada bulan Juni sampai Juli 2010. Studi tersebut merupakan observasi terakhir yang terdokumentasi untuk perairan Selat Sunda dan hanya mencakup dua bulan pada musim timur. Penelitian ini melengkapi kekosongan data selama lebih dari satu dekade dengan menyajikan pembaruan kondisi SPL Selat Sunda secara periode bulanan berturut-turut pada tahun 2024, sehingga kontribusi utamanya terletak pada penyediaan baseline data terkini, bukan pada inovasi metodologis. Pada penelitian ini data penginderaan jauh yang digunakan untuk monitoring SPL di Selat Sunda yaitu data Satelit Aqua Modis.

Satelit Aqua-MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) mampu memindai hampir seluruh permukaan bumi dengan resolusi temporal 1–2 hari, sangat efektif digunakan untuk pemantauan dinamika laut secara kontinu. Satelit Aqua Modis juga memiliki cakupan global dengan resolusi spasial sekitar 1 km, serta dilengkapi kanal inframerah termal yang mampu mengukur suhu laut secara akurat. Produk SST MODIS telah divalidasi dengan data *in-situ* dan menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi serta kesalahan yang relatif kecil. Tingkat ketelitian data SPL dari satelit dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk koreksi atmosfer, kalibrasi sensor, serta kondisi lingkungan seperti awan dan kandungan uap air. Hasil penelitian ini berupa sebaran SPL dapat menjadi informasi dan referensi tambahan terkait kondisi di Selat Sunda pada tahun 2024 selama tiga bulan (Januari, Februari, Maret).

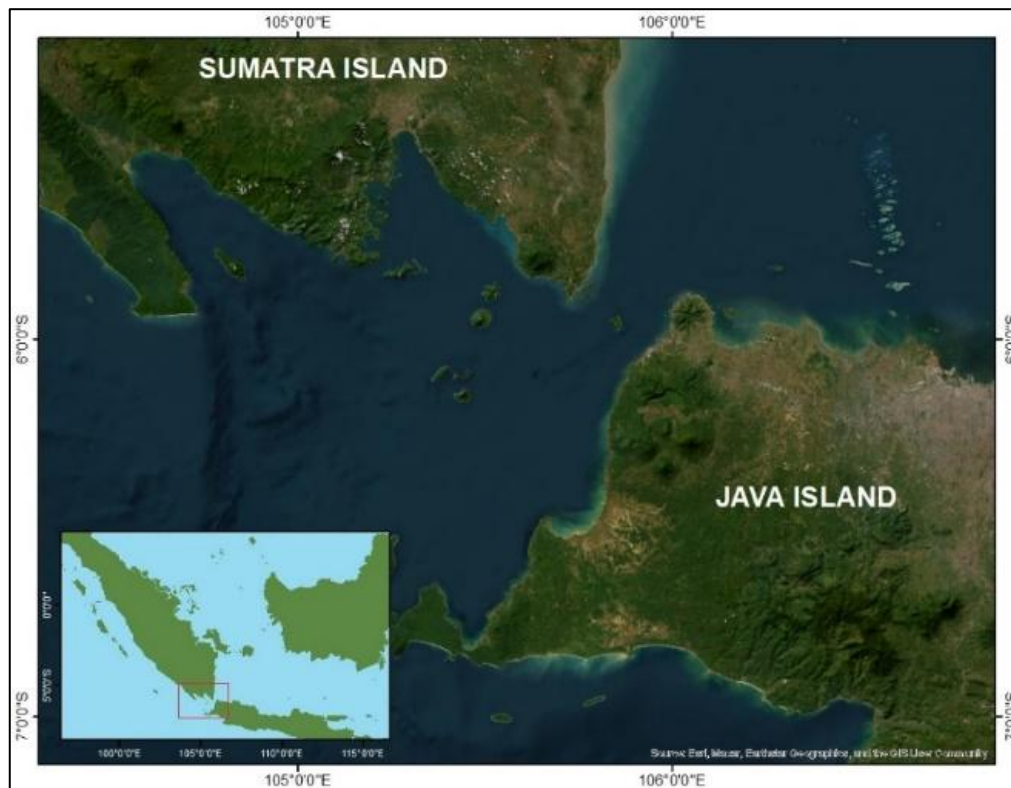
2. Metodologi

Lokasi penelitian ini di wilayah perairan Selat Sunda (Gambar 1), terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Sumatera yang merupakan jalur penyebaran antara Bakauheni (Lampung) dan Merak (Banten). Pada perairan Selat Sunda terdapat pulau-pulau kecil dan gunung api aktif yaitu Gunung Krakatau. Bagian Utara perairan Selat Sunda berhubungan dengan Laut Jawa dan bagian selatan berhubungan dengan Samudra Hindia.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data Satelit Aqua-Modis periode bulanan (bulan Januari 2024, Februari 2024, Maret 2024), batas administrasi Pulau Sumatera dan Pulau Jawa. Data Aqua-Modis Level 3 dan 4 dengan resolusi spasial 4 km yang diperoleh dari oceancolor.gsfc.nasa.gov. Kemudian data Aqua Modis hasil *download* diinput ke *software* SEADAS untuk memilih wilayah penelitian. File raster tersebut diekspor dalam bentuk ASCII untuk mendapatkan data suhu permukaan laut sesuai dengan lokasi penelitian. Interpolasi dilakukan menggunakan metode deterministik *Inverse Distance Weighted* (IDW), yang dipilih karena kesederhanaan komputasi dan kesesuaiannya untuk data dengan sebaran titik yang relatif rapat seperti citra MODIS resolusi 4 km. Produk SPL MODIS Level 3 yang digunakan telah melalui *quality control* bawaan. Namun, piksel yang terkontaminasi awan (*cloud contamination*) dan data kosong (NaN) tetap memengaruhi kerapatan titik

sumber interpolasi, terutama pada wilayah dengan tutupan awan tinggi selama musim hujan (Januari-Februari). Produk SPL MODIS secara umum memiliki standar deviasi akurasi berkisar $0.3\text{--}0.6^{\circ}\text{C}$ terhadap data in-situ tergantung wilayah dan kondisi atmosfer

(Gentemann et al., 2014) sehingga variasi suhu pada skala lebih kecil dari nilai tersebut perlu diinterpretasikan dengan hati-hati. Layout suhu permukaan laut menggunakan ArcGIS.



Gambar 1. Lokasi penelitian suhu permukaan laut

3. Hasil dan Pembahasan

Dinamika perairan Selat Sunda dipengaruhi oleh aliran dari Laut Jawa dan Samudera Hindia. Distribusi suhu permukaan laut (SPL) Selat Sunda setiap bulan bervariasi. Faktor yang menentukan nilai SPL yaitu jumlah radiasi matahari yang diterima oleh laut, gerakan massa air dari sekitarnya, pola angin monsoon, dan gerakan vertikal massa air laut. Kombinasi faktor-faktor ini menjadikan kondisi SPL di Selat Sunda bersifat dinamis dan kompleks.

Sebaran SPL pada bulan Januari 2024 dapat dilihat pada Gambar 2 berkisar antara $29.79\text{--}32.96^{\circ}\text{C}$ dengan suhu rata-rata sekitar 30.06°C . Pada peta SPL Januari dapat dilihat bagian Utara dan Timur suhu didominasi nilai SPL rendah dibandingkan bagian Barat dan Selatan. Wilayah Laut Hindia didominasi suhu yang tinggi sekitar $> 30.54\text{--}32.96^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan suhu di wilayah Laut Jawa yang didominasi oleh suhu sekitar $29.79\text{--}30.54^{\circ}\text{C}$. Wilayah jalur penyebrangan Bakauheni-Merak didominasi suhu permukaan laut sekitar $30.18\text{--}30.54^{\circ}\text{C}$. Wilayah Gunung Karakatau, Sebesi Island, dan Sebuku Island memiliki suhu rendah sekitar $29.79\text{--}30.18^{\circ}\text{C}$. Bulan Januari bagian dari musim hujan (monsoon barat) di Indonesia yang ditandai dengan peningkatan curah hujan dan suplai air tawar dari daratan. Masuknya air tawar ke perairan pesisir dapat memengaruhi stratifikasi

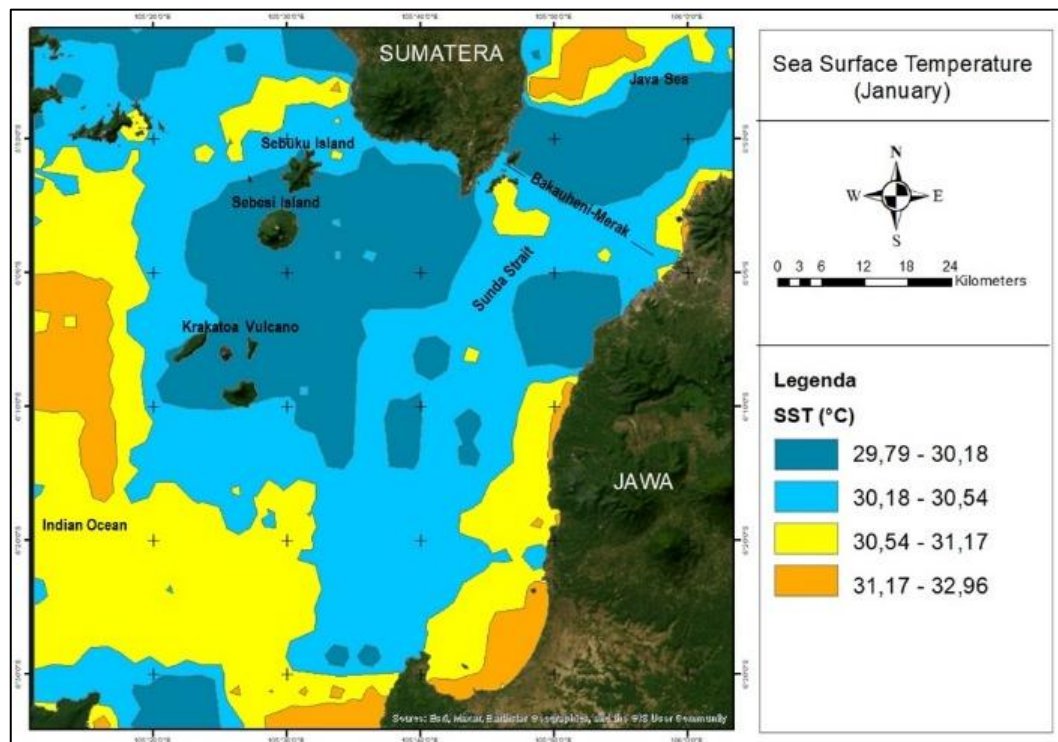
kolom air dan turut berkontribusi terhadap variasi suhu di permukaan laut. Selain itu, tutupan awan yang tinggi selama musim hujan dapat mengurangi intensitas radiasi matahari. Pada perairan dangkal efek pemanasan tetap dominan sehingga suhu relatif tinggi masih teramati di wilayah pesisir.

Sebaran SPL pada bulan Februari 2024 dapat dilihat pada Gambar 3 berkisar antara $28.71\text{--}33.20^{\circ}\text{C}$ dengan suhu rata-rata 30.45°C . Pada bagian utara peta didominasi SPL yang rendah dibandingkan dengan bagian barat dan selatan peta. Wilayah jalur penyebrangan Bakauheni dan Merak didominasi SPL sekitar $28.71\text{--}30.16^{\circ}\text{C}$. Berbeda dengan bulan Januari, SPL bulan Februari di wilayah Sebesi Island dan Sebuku Island didominasi sekitar $30.16\text{--}30.73^{\circ}\text{C}$. Namun, di wilayah antara Sebesi Island dengan Sebuku Island memiliki SPL sekitar $30.73\text{--}31.74^{\circ}\text{C}$. Pada wilayah sekitar gunung Karakatau SPL bervariasi sekitar $28.71\text{--}30.16^{\circ}\text{C}$ dengan $30.16\text{--}30.73^{\circ}\text{C}$.

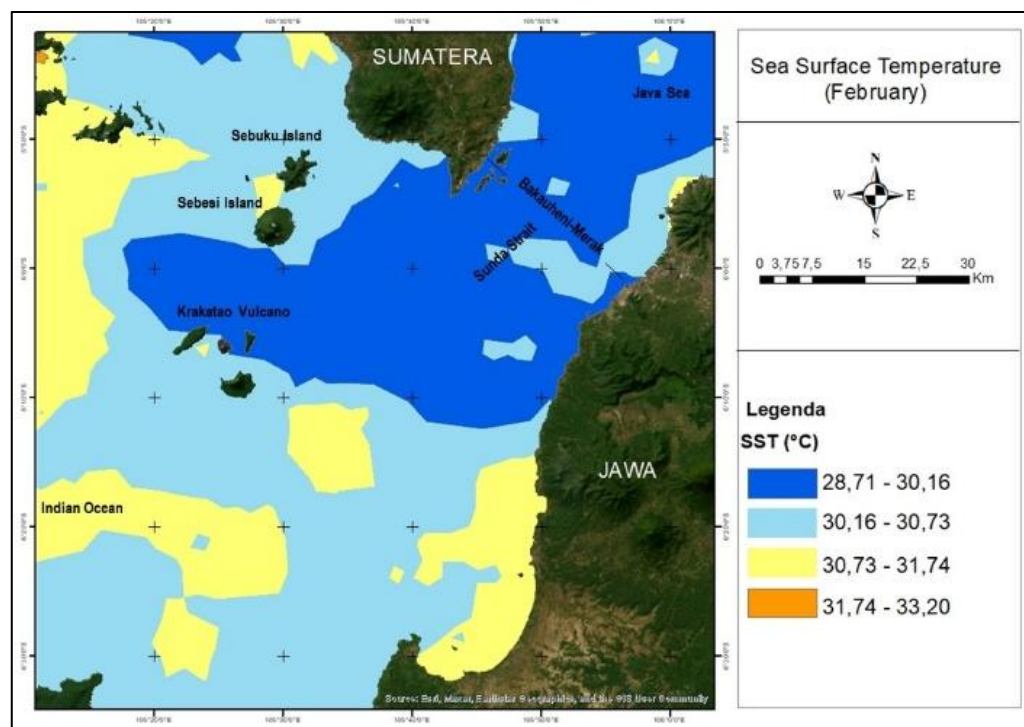
Sebaran SPL pada bulan Maret 2024 dapat dilihat pada Gambar 4 berkisar antara $28.77\text{--}34.18^{\circ}\text{C}$ dengan nilai rata-rata 30.03°C . Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Tanto, (2020), SPL bulan Maret di seluruh perairan Indonesia sekitar $28.5\text{--}29.5^{\circ}\text{C}$. Perbedaan ini disebabkan karena perubahan iklim yang terjadi diseluruh dunia. Pada peta SPL Maret dapat dilihat pada bagian Utara, Timur, dan Selatan suhu didominasi nilai SPL rendah dibandingkan bagian Barat. Wilayah Laut

Hindia didominasi suhu permukaan laut yang lebih tinggi sekitar $>30.60^{\circ}\text{C}$ daripada Laut Jawa sekitar $28.77\text{-}30.60^{\circ}\text{C}$. Jalur penyeberangan Bakauheni-Merak didominasi suhu permukaan laut sekitar $28.77\text{-}29.71^{\circ}\text{C}$. Wilayah

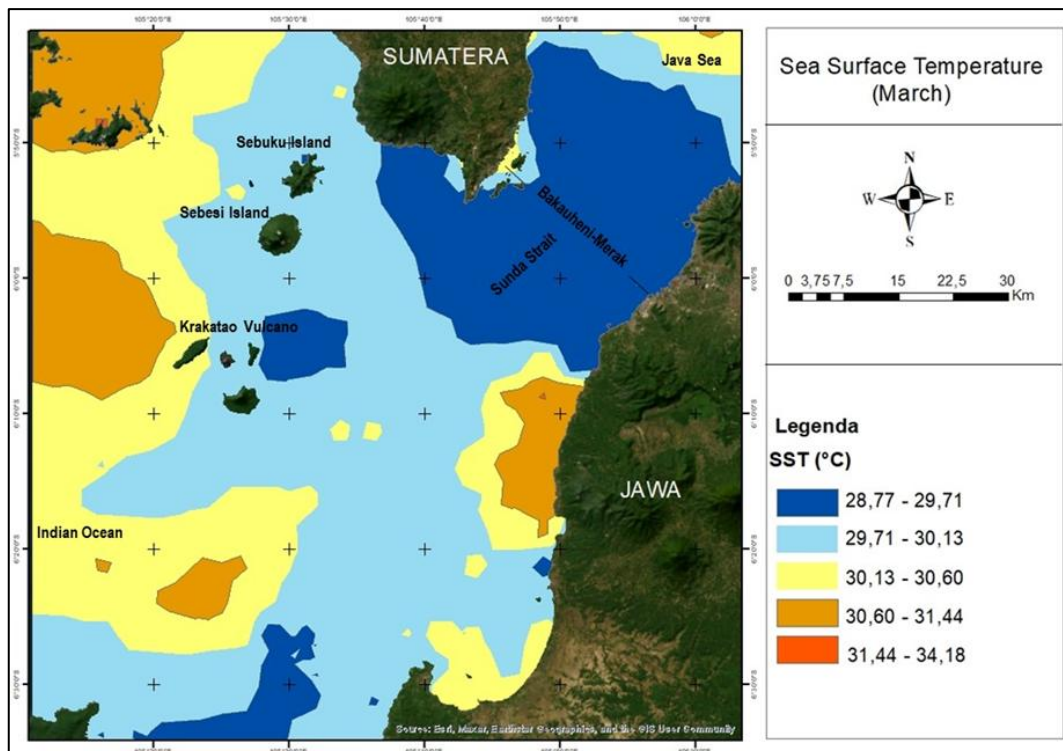
gunung Krakatau, Sebesi Island, dan Sebeku Island didominasi suhu yang lebih tinggi daripada jalur penyeberangan Bakauheni-Merak, sekitar $29.71\text{-}30.13^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2. Suhu permukaan laut Januari 2024



Gambar 3. Suhu permukaan laut Februari 2024



Gambar 4. Suhu permukaan laut Maret 2024

Variasi suhu permukaan laut ini memiliki implikasi penting terhadap kondisi oseanografi dan ekosistem perairan. Suhu yang lebih hangat di wilayah pesisir berpotensi meningkatkan proses evaporasi serta mendukung pembentukan awan dan curah hujan di wilayah sekitar, termasuk wilayah pesisir Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Selain itu, pola gradasi suhu antar wilayah dapat memengaruhi distribusi organisme laut, termasuk plankton dan ikan, yang pada akhirnya berdampak pada produktivitas perikanan di kawasan tersebut.

Berdasarkan visualisasi suhu permukaan laut selama tiga bulan wilayah bagian tengah Selat Sunda (jalur penyebrangan Bakauheni-Merak) memiliki suhu yang lebih rendah dari sekitarnya, kecuali bulan Januari. Selain itu, suhu permukaan laut di wilayah sekitar Gunung Krakatau juga sangat rendah dari sekitarnya, kecuali bulan Maret. Perbedaan suhu permukaan laut di beberapa wilayah tersebut mungkin dipengaruhi oleh batimetri (Xie et al., 2002), perlu dilakukan penambahan data seperti peta batimetri agar lebih akurat. Selain itu, suhu permukaan laut di Selat Sunda dipengaruhi oleh *seasonal winds*, *ENSO*, dan *the Indian Ocean Dipole* (Dwi Susanto et al., 2016). Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait SPL di Selat Sunda menggunakan berbagai metode serta integrasi data satelit dan pengamatan lapangan. Selain itu, periode waktu pengamatan yang lebih panjang juga diperlukan untuk mendapatkan analisis lebih rinci. Hasil analisis ini dapat dijadikan informasi untuk mendukung aplikasi praktisi (navigasi, perikanan, pengelolaan sumber daya laut) dan pengembangan keilmuan di bidang oseanografi dan geosains.

Sebagai pelengkap analisis deskriptif, rentang suhu (selisih nilai maksimum dan minimum) SPL menunjukkan pola yang meningkat dari bulan Januari ke Maret yaitu berturut-turut sekitar 3.17°C (Januari), 4.49°C (Februari), dan 5.41°C (Maret). Peningkatan rentang ini mengindikasikan bahwa heterogenitas spasial SPL di Selat Sunda cenderung meningkat menjelang peralihan musim. Berdasarkan data Oceanic Niño Index (ONI) dari NOAA Climate Prediction Center, kondisi El Niño kuat masih berlangsung pada periode Januari-Maret 2024 (ONI DJF 2024 = +1.84; JFM 2024 = +1.53; FMA 2024 = +1.18). Sebelum melemah menuju kondisi netral pada pertengahan tahun 2024. Kondisi IOD pada periode yang sama berada pada fase netral menyusul peristiwa IOD positif kuat sepanjang 2023. Peluruhan fase El Niño kuat ini sejalan dengan pola SPL yang relatif hangat namun bervariasi yang teramati pada penelitian ini.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Pertama, periode observasi yang mencakup tiga bulan (Januari-Maret 2024) belum cukup untuk mengkarakterisasi variabilitas SPL musiman penuh maupun pengaruh interannual ENSO dan IOD secara komprehensif. Penelitian ini lebih tepat diposisikan sebagai studi monitoring jangka pendek pada periode transisi musim hujan, bukan karakterisasi klimatologis jangka panjang. Kedua validasi hasil SPL satelit terhadap data in-situ (pengukuran lapangan) belum dilakukan secara langsung, validasi yang disajikan dalam penelitian ini bersifat tidak langsung melalui perbandingan dengan literatur dan

indeks iklim publik. Ketiga sumber ketidakpastian seperti kontaminasi awan, piksel kosong, dan kesalahan kalibrasi sensor turut memengaruhi akurasi peta SPL yang dihasilkan, meskipun secara umum berada dalam rentang akurasi standar produk MODIS. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi dasar rekomendasi penelitian lanjutan yang mencakup perpanjangan periode observasi, validasi in-situ, dan integrasi data oseanografi tambahan (batimetri, angin, klorofil-a) untuk memperkuat interpretasi ilmiah pada penelitian selanjutnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dapat diketahui bahwa sebaran SPL pada bulan Januari, Februari dan Maret di perairan Selat Sunda bervariasi dan cenderung berubah-ubah. Selain itu, ada terdapat perbedaan SPL di beberapa wilayah seperti wilayah Gunung Krakatau dan bagian tengah Selat Sunda (jalur penyebrangan Sumatera dan Jawa) yang dapat dilihat dari visualisasi perubahan kontur SPL. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh letak geografis, astronomis, kandungan bahan anorganik dan organik penyusun badan air, batimetri, gerakan massa air dari sekitarnya, pola angin monsoon, dan gerakan vertikal massa air laut. Suhu permukaan laut rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Februari sekitar 30.45°C dan suhu terendah rata-rata pada bulan Maret sekitar 30.03°C. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi terkait suhu permukaan laut Selat Sunda di bidang oseanografi.

Daftar Pustaka

- Alfajri, A., Mubarak, M., & Mulyadi, A. (2017). Analisis Spasial dan Temporal Sebaran Suhu Permukaan Laut di Perairan Sumatera Barat. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 4(1), 65. <https://doi.org/10.31258/dli.4.1.p.65-74>
- Amri, K., Manurung, D., & Siregar, V. P. (2017). Dinamika Kondisi Oseanografi Musiman Perairan Selat Sunda Dari Analisis Data Multitemporal. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 13(3), 191. <https://doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.191-199>.
- Amri, K., Priatna, A., & Suprpto. (2014). Karakteristik oseanografidankelimpahanfitoplankton Di Perairan Selat Sundapadamusimtimur Oceanographycal. *Bawal*, 6(1), 11–20.
- Dwi Susanto, R., Wei, Z., Adi, T. R., Zheng, Q., Fang, G., Fan, B., Supangat, A., Agustiadi, T., Li, S., Trenggono, M., & Setiawan, A. (2016). Oceanography surrounding Krakatau Volcano in the Sunda Strait, Indonesia. *Oceanography*, 29(2), 264–272. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2016.31>
- Gentemann, C. L., Fewings, M. R., & Garcia-Reyes, M. (2014). Three way validation of MODIS and AMSR-E sea surface temperatures. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(4), 2583–2598. <https://doi.org/10.1002/2013JC009716>
- Hasyim, B., Sulma, S., Maryani Hartuti, dan, Bidang Penginderaan Jauh, P., & Bidang Penginderaan Jauh, P. (2010). Kajian Dinamika Suhu Permukaan Laut Global Menggunakan Data Penginderaan Jauh Microwave. *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara*, 5(Desember), 130–143.
- Prayogo, L. M., & Natul, A. S. (2021). Pemetaan Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Karakteristik Pasang Surut di Perairan Pulau Bali, Indonesia. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 3(1), 1.
- Sunarni, E., Yasir Haya, L. O. M., & Irawati, N. (2020). Studi Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Perairan Teluk Bone Menggunakan Citra Aqua Modis. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 5(3), 263. <https://doi.org/10.33772/jsl.v5i3.13456>
- Tanto, T. Al. (2020). Deteksi Suhu Permukaan Laut (Spl) Menggunakan Satelit. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(2), 126–142. <https://doi.org/10.21107/jk.v13i2.7257>
- Wibisana, H., & Kamandang, Z. R. (2022). Analysis of Changes in Sea Surface Temperature During 2017–2021 at The Coast of Ujung Pangkah Gresik with Landsat 8 Satellite Image Data. 2022, 357–364. <https://doi.org/10.11594/nstp.2022.2455>
- Wibisana, H., & Zainab, S. (2017). Time Series Analysis of Sea Surface Temperature With Aqua MODIS from 2011 to 2016. Case Studi: North Coast of Gresik and Madura. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 28(1), 15–19.
- Xie, S. P., Hafner, J., Tanimoto, Y., Liu, W. T., Tokinaga, H., & Xu, H. (2002). Bathymetric effect on the winter sea surface temperature and climate of the Yellow and East China Seas. *Geophysical Research Letters*, 29(24), 29–32. <https://doi.org/10.1029/2002GL015884>