

Variabilitas Spasio-Temporal Suhu Permukaan Laut di Pesisir Kabupaten Banyuasin Propinsi Sumatera Selatan

Ellis Nurjuliasti Ningsih, Andi Agussalim*, Beta Susanto Barus & Hartoni

Jurusan Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya, Inderalaya, 30862, Sumatera Selatan

*Corresponding author: andiagussalim@mipa.unsri.ac.id

Received: 2023-12-29. Revised: 2024-01-11. Accepted: 2024-04-30

ABSTRAK

Perairan pesisir Banyuasin merupakan perairan laut dangkal yang berhubungan langsung dengan perairan Selat Bangka. Perairannya dialiri beberapa sungai besar dan banyak sungai kecil, serta pergerakan massa airnya dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut air laut. Suhu permukaan laut sebagai salah satu faktor fisika perairan penting untuk dipelajari mengingat perannya dapat dijadikan indikator kualitas perairan, indikator habitat kehidupan organisme perairan, serta sebagai dasar mempelajari *climate change* dan beberapa proses fisika di lautan seperti *upwelling* dan *front*. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran suhu permukaan laut secara spasio-temporal. Metode yang digunakan adalah metode analisis digital citra penginderaan jauh menggunakan data citra MODIS tahun 2022-2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sebaran suhu permukaan laut baik secara spasial maupun temporal. Pada musim barat kisaran suhu ditemukan pada kisaran 27,77 – 29,88 °C. Pada musim peralihan I kisaran suhu 27,39 - 31,56 °C, sebaran suhu pada musim timur berkisar 30,13 - 33,89 °C, dan kisaran suhu pada musim peralihan II adalah 24,47 - 30,37°C. Suhu permukaan laut tertinggi terjadi pada musim timur, dan suhu tertinggi ini lebih rendah ditemukan pada musim barat. Sebaran secara spasial suhu permukaan laut pada umumnya lebih rendah di daerah perairan pantai pada musim barat dan musim peralihan II, dan lebih tinggi pada musim peralihan I dan musim timur.

Kata Kunci: : Suhu permukaan laut, Penginderaan jauh, Perairan pesisir Banyuasin, Variabilitas

ABSTRACT

The coastal waters of Banyuasin are shallow marine waters directly connected to the Bangka Strait. The waters are drained by several large rivers and many small rivers, and the movement of water masses is influenced by tidal activity. Sea surface temperature as one of the physical factors of water is important to study considering its role can be used as an indicator of water quality, an indicator of the habitat of aquatic organisms, as well as a basis for studying climate change and several physical processes in the ocean, such as upwelling and fronts. This research aims to map the spatio-temporal distribution of sea surface temperature. The methods used are the remote sensing method and field surveys using image data in 2022–2023. The results showed that there are differences in the distribution of sea surface temperature both spatially and temporally. In the western season, also known as the western season, the temperature range is found in the range of 27.77–29.88 °C. In the first transitional season, the temperature range is 27.39–31.56 °C; the temperature distribution in the eastern season ranges from 30.13–33.89 °C; and the temperature range in the second transitional season is 24.47–30.37 °C. The highest sea surface temperatures occur in the eastern season, and these highest temperatures are lower in the western season. The spatial distribution of sea surface temperature is generally lower in coastal waters in the west and transition II seasons and higher in the transition I and east seasons.

Keywords: Sea surface temperature, remote sensing, Banyuasin coastal waters, variability

PENDAHULUAN

Pemanasan global yang terjadi saat sekarang menjadi perhatian yang serius dan dijadikan pengamatan yang fundamental karena terkait erat dengan pola iklim dan cuaca. Cuaca dan iklim sebagian besar dipengaruhi oleh interaksi atmosfer dan lautan (Jakovlev *et al.*, 2021). Lautan sebagai ruang yang terbesar di permukaan bumi memainkan peran yang sangat penting dalam pengaturan iklim dan menawarkan banyak layanan ekosistem bagi kehidupan manusia. Dampak perubahan iklim akibat pemanasan global pada perairan laut (Chust *et al.*, 2022) salah satunya dapat menyebabkan terjadinya variasi suhu permukaan laut baik secara spasial maupun temporal. Variabilitas suhu permukaan laut sangat penting dalam dinamika iklim, mempengaruhi ekosistem laut dan berhubungan dengan kejadian-kejadian ekstrim seperti El Niño-Southern Oscillation (ENSO), Indian Ocean Dipole (IOD) oscillation, dan gelombang panas laut (Ning *et al.*, 2024).

Pentingnya suhu permukaan laut dipelajari karena merupakan variabel penting dalam oseanografi (Sukresno, *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2021), digunakan sebagai indikator penilaian kualitas air laut (Androulidakis & Krestenitis, 2022), dan merupakan salah satu faktor yang amat penting dalam menentukan lokasi ekosistem dan biodiversitas bagi kehidupan organisme di lautan. Suhu perairan dapat mempengaruhi metabolisme laju organisme air dan laju fotosintesis pada tumbuhan air dan berperan penting dalam pembentukan pola sirkulasi laut dan distribusi nutrisi di laut (Krivoguz, *et al.*, 2021). Selanjutnya dijelaskan bahwa faktor utama yang mempengaruhi suhu air laut meliputi tingkat radiasi matahari, kekeruhan air, arus laut, dan berbagai faktor antropogenik. Suhu perairan bervariasi baik secara horizontal maupun vertikal. Secara horizontal suhu bervariasi sesuai dengan garis lintang dan secara vertikal sesuai dengan kedalaman.

Menurut Purba dan Pranowo (2015), suhu permukaan laut di daerah tropis berkisar antara 27 – 29 °C dan 15-20 °C di daerah subtropis. Tingginya temperatur permukaan laut di Indonesia disebabkan oleh posisi geografis Indonesia yang terletak di wilayah ekuator yang merupakan daerah penerima panas matahari terbanyak. Untuk skala lokal misalnya di perairan pesisir, perbedaan temperatur menjadi menarik karena dominansi dari faktor lokal seperti sungai, evaporasi, dan pengaruh daratan. Peningkatan suhu permukaan laut merupakan indikator utama pemanasan laut, yang dapat berdampak pada pertumbuhan, reproduksi, dan migrasi ikan di laut. Hal ini menjadikan suhu permukaan laut sebagai salah satu parameter oseanografi yang dapat digunakan untuk menduga daerah potensi *fishing ground* untuk ikan (Dewi, *et al.*, 2023). Perubahan suhu permukaan laut akan memberikan pengaruh terhadap iklim global, habitat, ekosistem laut, dan organisme perairan laut (Dabanli *et al.*, 2021; Xie, *et al.* 2022).

Suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air (Tan *et al.*, 2017). Selain itu, peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Selama perkembangannya, ikan sangat dipengaruhi oleh variabilitas suhu yang mengarah pada modifikasi penting beberapa tingkat metabolisme misalnya tingkat pertumbuhan, perubahan mikrostruktur, cedera otot, dan mekanisme molekuler (Bulgin *et al.*, 2020).

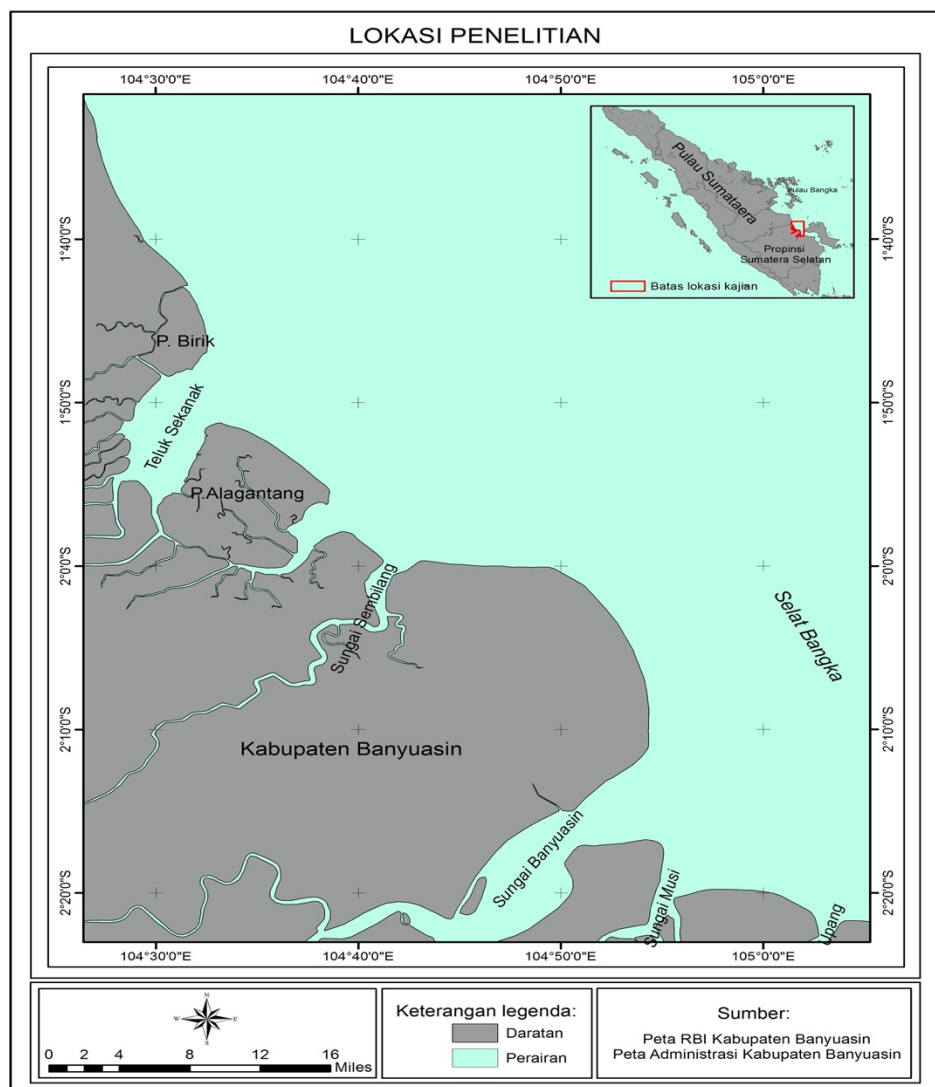
Penentuan suhu permukaan laut secara spasio-temporal sangat sulit dilakukan dengan metode konvensional. Disamping banyak menyita waktu, tenaga dan biaya, wilayah yang luas sulit untuk dijangkau dalam waktu yang singkat, sehingga tidak dapat menggambarkan kondisi parameter yang diukur secara keseluruhan daerah yang dikaji. Teknik penginderaan jauh merupakan teknologi yang merekam perekaman bumi secara sinoptik dan *realtime*, serta telah menyediakan data dalam bentuk citra dengan berbagai resolusi. Adanya resolusi spasial dan temporal yang dihasilkan sangat membantu dalam melakukan kajian monitoring berbagai fenomena di lautan termasuk mempelajari variabilitas suhu di perairan laut. Pengamatan multitemporal melalui citra satelit menurut (Zhang, 2019) menjadi alternatif dalam menangani kekurangan pengukuran suhu permukaan laut yang dilakukan secara konvensional. Citra MODIS menjadi salah satu citra yang dimanfaatkan untuk kajian parameter suhu permukaan laut (Prima *et al.*, 2021; Kunarso *et al.*, 2022).

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian terletak di sebagian pesisir Kabupaten Banyuasin dan perairan laut sekitarnya (Gambar 1). Dinamika perairan laut Banyuasin dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut air laut. Sepanjang pesisir terdapat banyak anak sungai dan beberapa sungai besar yang mengalir langsung ke Selat Bangka (Agussalim *et al.*, 2024). Metode yang digunakan dalam penelitian ini

adalah metode analisis data penginderaan jauh. Data citra yang digunakan adalah data citra Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Level 3 reanalysis komposit tahun 2022–2023 yang memiliki resolusi 4 km². Data MODIS diperoleh dari <https://marine.copernicus.eu>. Data yang didownload (format netCDF) mewakili data citra empat musim yang berbeda, yaitu Musim Barat (Desember-Februari), Peralihan I (Maret-Mei), Musim Timur (Juni-Agustus), dan Musim Peralihan II (September-Oktober).

Data yang telah didownload, kemudian ditampilkan menggunakan perangkat lunak SeaDAS 7.5.3. Pemotongan citra dilakukan sesuai dengan area penelitian, kemudian dilanjutkan dengan reproject area penelitian. Selanjutnya dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8 dilakukan export raster to point untuk mendapat nilai suhu permukaan laut di setiap titik koordinat. Interpolasi IDW digunakan untuk menghasilkan sebaran spasial suhu permukaan laut. Selanjutnya diterapkan metode *density slice* untuk membuat kisaran suhu sebaran spasial daerah penelitian. Interpretasi hasil analisis dibahas secara deskriptif-kuantitatif.

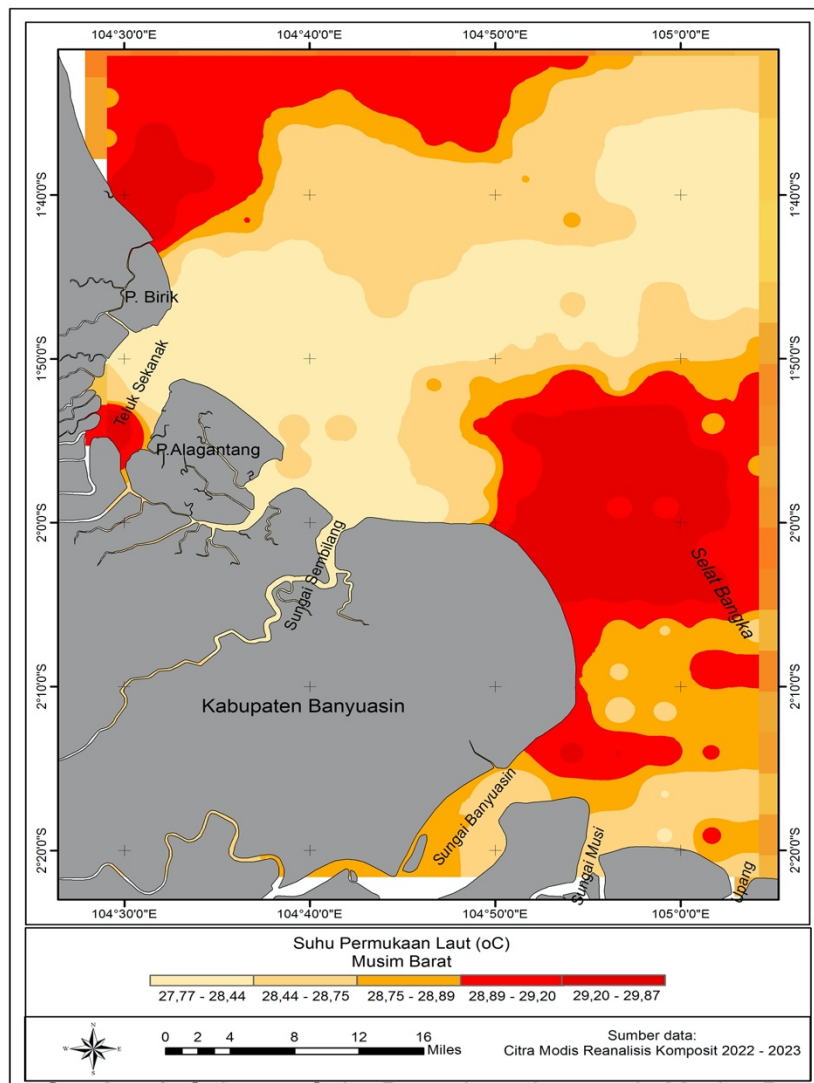


Gambar 1. Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

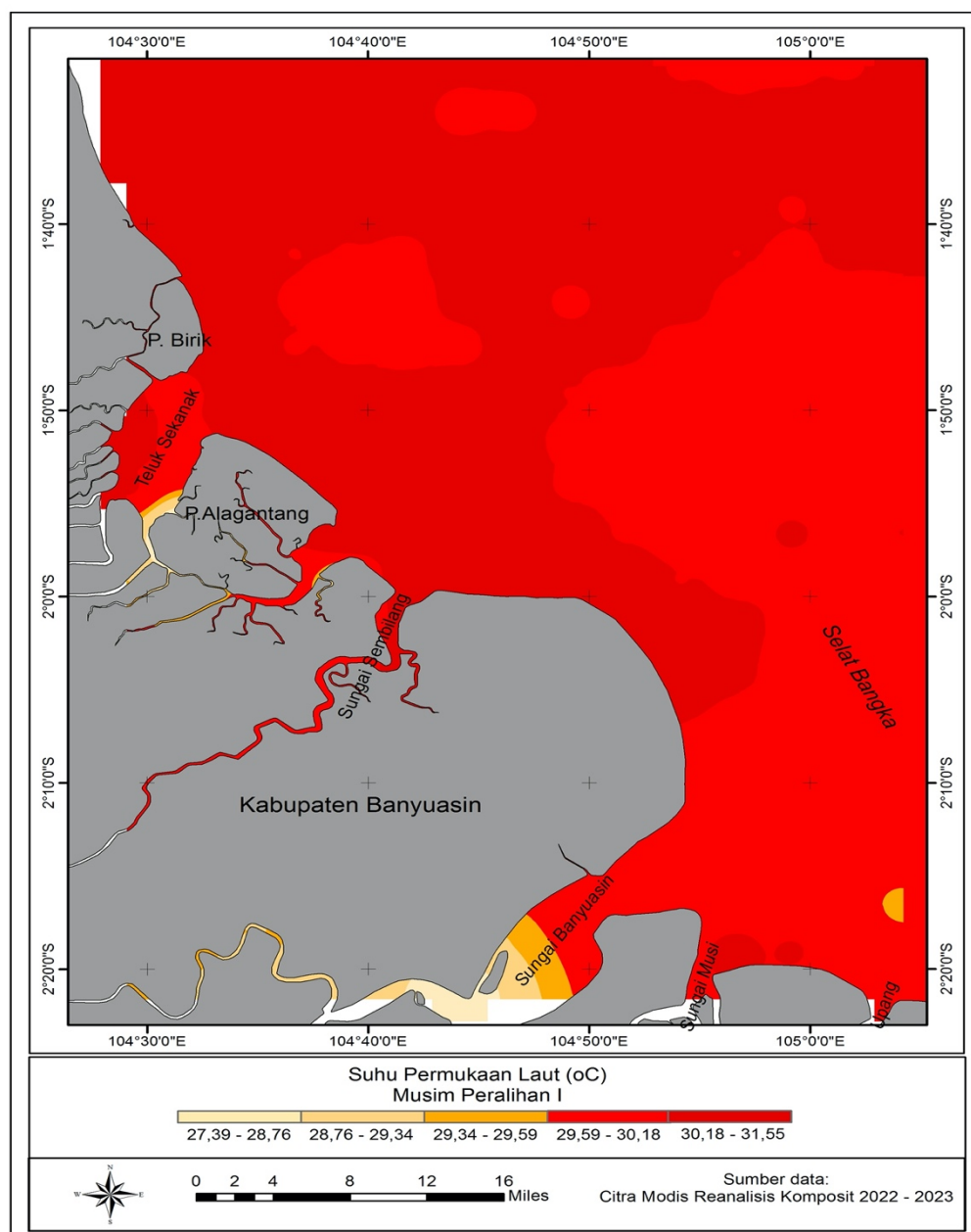
Berdasarkan hasil analisis menunjukkan terdapat variasi sebaran suhu permukaan laut baik secara spasial maupun temporal. Secara temporal, pada musim barat kisaran suhu permukaan laut berada pada rentang 27,77 – 29,88 °C (Gambar 2). Jika dibandingkan dengan musim lainnya, kisaran suhu permukaan laut pada musim barat memiliki kisaran yang lebih sempit dan suhu tertingginya juga lebih rendah dari suhu tertinggi pada musim lainnya. Kisaran suhu permukaan laut 27,77 - 28,44 °C

terlihat tersebar dari pesisir terutama dari Teluk Sekanak, pulau Alagantang hingga muara Sungai Sembilang ke arah laut. Sebaran suhu ini juga terlihat di perairan muara Sungai Musi dan muara Sungai Upang, namun sebarannya lebih sempit. Kisaran 28,44 – 28,75 °C banyak terlihat di perairan laut jauh dari pantai terutama di perairan laut depan pulau Alagantang dan sekitar. Sebaran suhu permukaan laut yang paling kecil berada pada kisaran 29,20 – 29,87 °C, dan ditemukan di sekitar pesisir Solok Buntu ke arah laut, dan perairan dekat Pulau Birik. Meskipun suhu permukaan laut pada musim barat memiliki range yang relatif lebih kecil, namun variasinya sangat terlihat jelas untuk setiap kategori. Suhu permukaan laut yang rendah pada musim barat disebabkan pada musim barat merupakan musim hujan dimana banyaknya terbentuk awan yang menyebabkan penyinaran matahari tidak berlangsung secara maksimal sehingga mengurangi intensitas cahaya matahari yang sampai ke perairan. Pengurangan intensitas cahaya matahari berakibat pada penurunan suhu permukaan laut. Oleh karena itu variasi intensitas matahari yang diterima oleh permukaan laut salah satunya tergantung pada kondisi atmosfer. Penelitian oleh Amsalia *et al.* (2022) di Teluk Bengal menemukan bahwa kondisi rata-rata suhu permukaan laut di Teluk Bengal juga memiliki kisaran yang lebih rendah pada musim barat, sedangkan pada bulan musim panas (kemarau) memiliki kondisi rata-rata suhu permukaan laut yang lebih tinggi. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kondisi curah hujan dan evaporasi mempengaruhi variasi suhu permukaan laut yang terjadi. Perairan Pulau Bali juga ditemukan bahwa kondisi suhu permukaan lautnya lebih rendah pada musim barat dimana musim hujan terjadi (Prayogo & Natul, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi atmosfer pada musim barat banyak terbentuk awan yang dapat menghalangi besarnya intensitas cahaya yang tiba di permukaan bumi yang dapat mempengaruhi variasi suhu permukaan laut. Sebaran spasial suhu permukaan laut musim barat di disajikan pada Gambar 2.



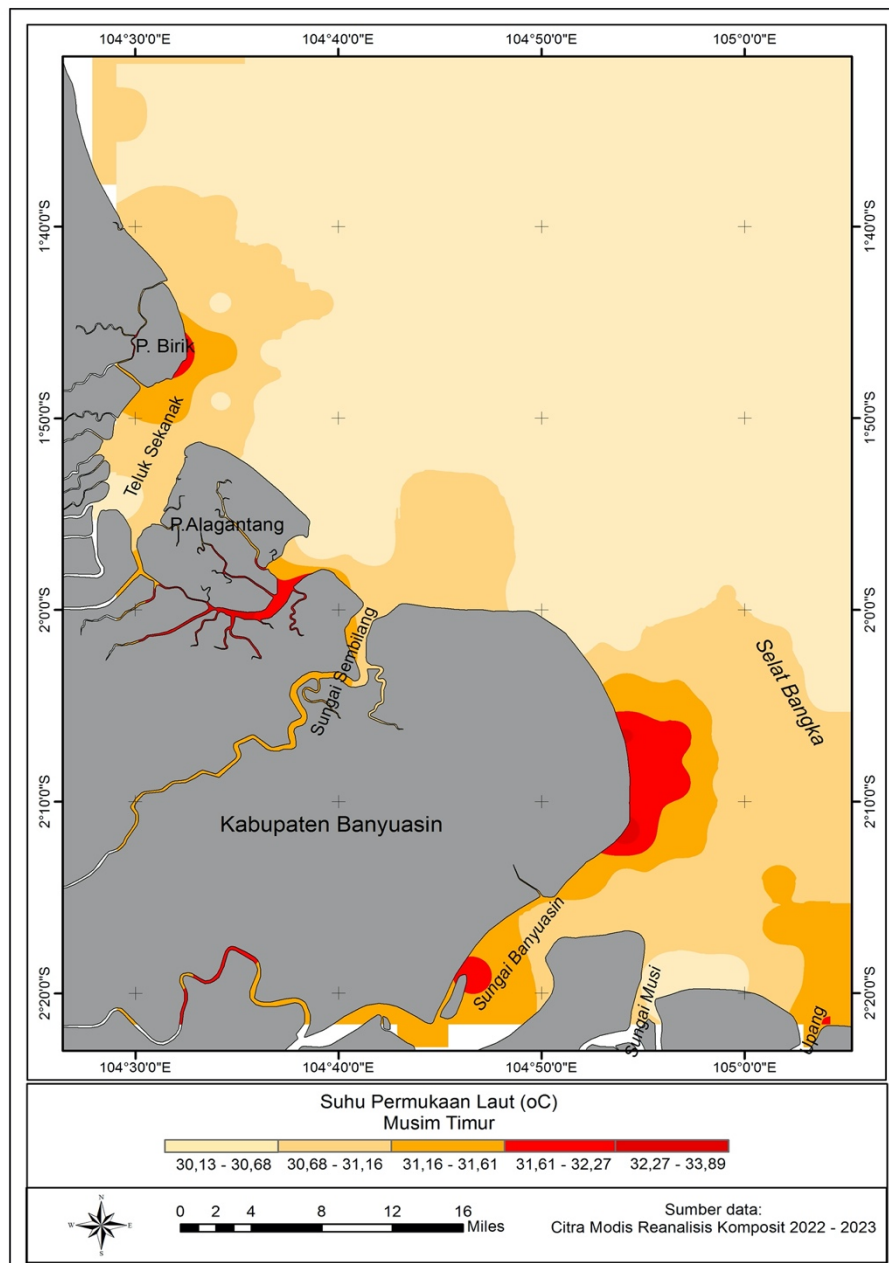
Gambar 2. Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Barat

Pada musim peralihan I, suhu permukaan laut berkisar 27,39 – 31,56 °C (Gambar 3) dengan selisih 4,17 °C. Terdapat dua kategori yang mendominasi sebaran suhu permukaan laut pada musim peralihan I, yaitu kisaran 29,59 – 30,18 °C yang pola sebarannya terlihat mulai dari muara Upang hingga muara Banyuasin ke arah laut. Suhu permukaan laut 30,1 – 31,56 °C sebarannya terlihat dari Solok Buntu hingga Pulau Birik. Sedangkan suhu permukaan laut kisaran 27,39 – 29,59 °C, sebaran spasialnya hanya terlihat di daerah dalam muara dan tidak terlihat sebarannya di perairan laut sepanjang pesisir Banyuasin. Gambaran serupa dilaporkan oleh (Ramadani, *et al.*, 2022) bahwa variabilitas suhu permukaan perairan di perairan Tanjung Pinang lebih tinggi pada musim timur dan musim peralihan I dibanding musim barat dan peralihan II. Meningkatnya suhu permukaan laut pada musim peralihan I dibarengi dengan mulai terjadinya penurunan curah hujan karena awal memasuki musim kemarau dimana intensitas matahari lebih banyak diterima perairan laut dibanding pada musim barat. Intensitas radiasi matahari memberikan pengaruh yang nyata terhadap suhu permukaan laut (Nababan *et al.*, 2022). Menurut Laosuwan *et al.* (2022), suhu berbanding lurus dengan intensitas cahaya, jika intensitas tinggi maka suhu permukaan laut juga akan semakin tinggi. Sebaran suhu permukaan laut pada musim peralihan I ditampilkan pada Gambar 3.



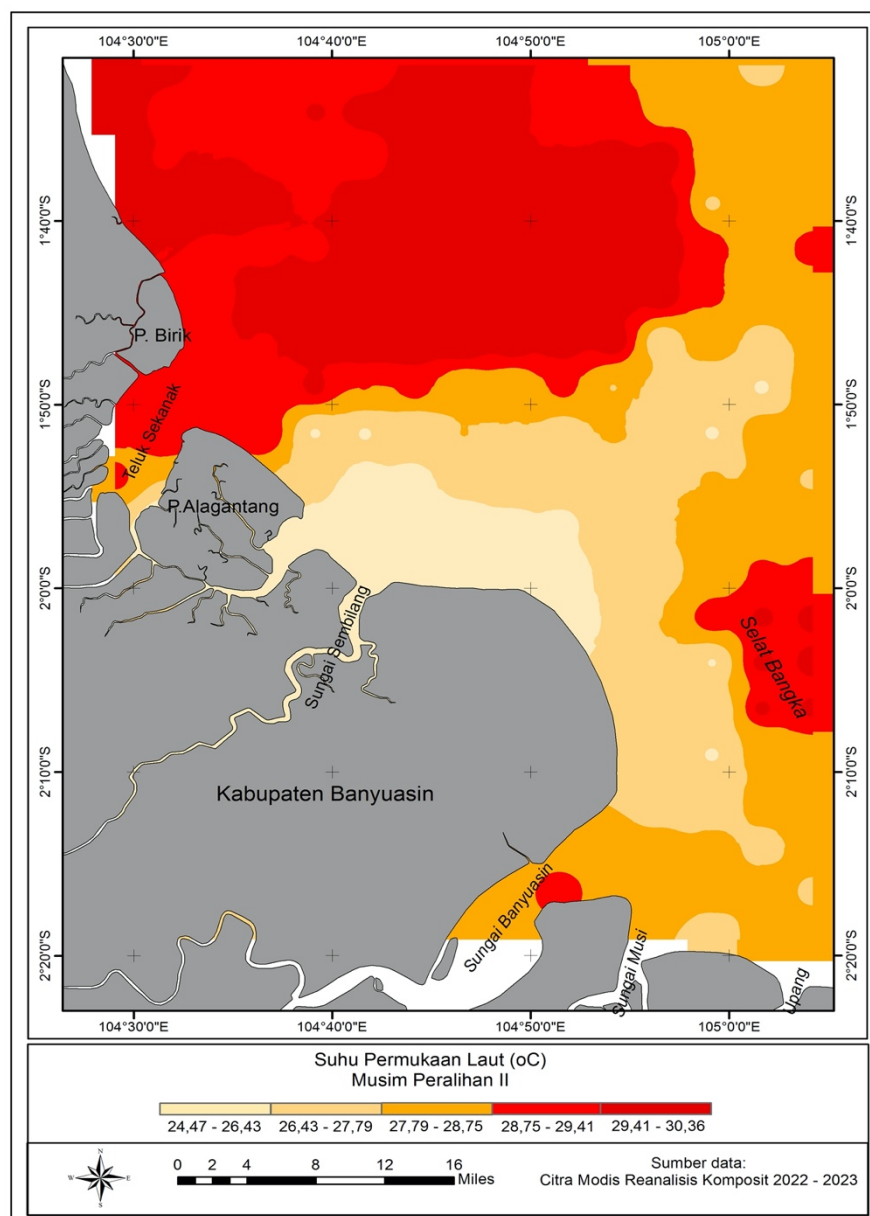
Gambar 3. Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Peralihan I

Pada musim timur, perairan laut Banyuasin memiliki suhu permukaan laut paling tinggi dibanding musim lainnya. Suhu permukaan laut pada musim timur berkisar 30,13 – 33,89 °C (Gambar 4). Sebarannya didominasi pada kisaran suhu 30,13 – 30,68 °C yang sebaran spasialnya meluas ke arah laut. Suhu permukaan laut di dekat perairan pesisir lebih tinggi dibanding perairan laut lepas pantai, dan lebih didominasi pada kisaran suhu 30,68 - 31,68 °C. Kondisi serupa juga ditemukan oleh Hidayat *et al.* (2023) di Teluk Bengal bagian utara bahwa suhu permukaan laut mengikuti pola musim, dan mencapai suhu permukaan laut tertinggi terjadi pada bulan Mei, Juni, dan Juli, dimana bulan tersebut sudah termasuk kedalam musim timur. Musim timur dikenal juga dengan musim kemarau, pada musim ini penyinaran matahari dapat berlangsung secara maksimal, sehingga intensitas matahari yang diterima permukaan laut lebih tinggi. Meskipun suhu tertinggi terjadi pada musim timur, namun sebaran spasialnya memiliki cakupan yang kecil dan hanya terdapat di sekitar perairan Pulau Birik, Pulau Alagantang, dan di sekitar perairan Solok Buntu. Kondisi atmosfer sangat mempengaruhi variabilitas suhu yang terjadi di lautan (Adnan *et al.*, 2022), dimana suhu berbanding lurus dengan intensitas cahaya, jika intensitas tinggi maka suhu permukaan laut juga akan semakin tinggi (Laosuwan *et al.*, 2022). Selain kondisi atmosfer, durasi pemanasan yang lebih lama pada musim kemarau juga memberikan kontribusi menjadikan perairan lebih hangat (Costoya *et al.*, 2015).



Gambar 4. Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Timur

Pada musim peralihan II suhu permukaan laut berkisar $24,47 - 30,36^{\circ}\text{C}$ (Gambar 5). Sama seperti musim barat, pada musim peralihan II terlihat adanya sebaran suhu permukaan laut juga lebih variatif. Pada musim peralihan II merupakan musim perpindahan dari kondisi kemarau ke musim barat, sehingga terjadi penurunan suhu tertinggi dibanding suhu tertinggi pada musim timur. Sebaran suhu permukaan laut yang lebih tinggi ($28,75 - 30,36^{\circ}\text{C}$) terlihat menyebar di bagian perairan Teluk Sekanak ke perairan laut arah bagian utara, sedangkan variasi suhu permukaan laut yang lebih rendah ($24,47 - 28,75^{\circ}\text{C}$) tersebar mulai di sebagian perairan Alagantang hingga perairan muara Upang. Pada musim peralihan II, sebaran horizontal suhu permukaan laut terlihat lebih rendah di dekat perairan pantai dan meningkat ke arah laut. Mulainya turun hujan pada musim peralihan II menyebabkan perairan sungai lebih dingin dan mengalir ke muara dan menyebabkan terjadinya pencampuran dengan perairan laut yang dapat menurunkan suhu permukaan laut di perairan pantai. Menurut Androulidakis & Krestenitis (2022) beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi variabilitas suhu lautan secara spasial dan temporal seperti variasi musim dari kondisi atmosfer (flux panas, curah hujan, penguapan, angin), kondisi lateral (input sungai), kondisi sirkulasi arus horizontal dan vertikal. Pencampuran di daerah pesisir terutama digerakkan oleh gerakan arus pasang surut (*tidal mixing*) (Woo & Park, 2020).



Gambar 5. Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Peralihan II

Pada peta suhu permukaan laut empat musim yang berbeda terlihat jelas adanya pola sebaran suhu permukaan laut yang berbeda baik secara spasial maupun temporal. Menurut Krivoguz, *et al.* (2021), salah satu yang mempengaruhi terjadinya perbedaan suhu air laut adalah adanya tingkat radiasi matahari yang berbeda-beda, dan terjadinya variabilitas suhu permukaan laut juga dapat dipengaruhi oleh sistem monsun (Mashita & Lumban-Gaol, 2019).

Hubungannya dengan kehidupan organisme perairan, suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter fisika perairan yang berkontribusi dalam menemukan daerah-daerah yang berpotensi terdapatnya keberadaan ikan. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Barbeaux & Hollowed (2018) bahwa variasi suhu permukaan laut secara spasial akan menentukan variasi pada distribusi ikan. Misalnya, di perairan laut Banda dekat perairan Pulau Buru yang memiliki suhu permukaan laut berkisar antara 27,5 sampai 31°C, ikan Cakalang (*K. Pelamis*) yang ditangkap berada pada kisaran suhu 29-30°C (Nugraha *et al.*, 2020), dan penangkapan ikan Tuna di Teluk Rembang mempunyai hubungan yang kuat dengan suhu permukaan laut (Nurwany & Yusrudin, 2023). Fenomena air laut dingin pada bulan November 2018 di Laut Sawu sesuai dengan sebaran spasial SST lapangan berkisar 26,4 - 30,5°C dianggap sebagai variabel oseanografi yang paling berpengaruh terhadap keberadaan, penampakan dan jalur migrasi Cetacea di Laut Sawu (Maro *et al.*, 2021). Kenaikan suhu permukaan laut juga cenderung berperan sebagai pemicu stres bagi spesies laut, khususnya spesies bentho-pelagis yang menempati berbagai habitat selama siklus hidupnya (Le Corre *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Suhu permukaan laut perairan laut pesisir Banyuasin menunjukkan adanya perbedaan baik secara spasial maupun temporal. Suhu tertinggi di jumpai pada musim timur (kemarau) dengan kisaran suhu 30,13 - 33,89 °C, dan suhu tertinggi ini lebih rendah ditemukan pada musim barat. Sebaran secara spasial suhu permukaan laut pada umumnya lebih rendah di daerah perairan pantai pada musim barat dan peralihan II, dan lebih tinggi pada musim peralihan I dan musim timur. Perbedaan ini tergantung pada intensitas penyinaran matahari setiap musimnya dan kondisi atmosfer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana dan didukung oleh Program Hibah Sateks LPPM Universitas Sriwijaya SK Rektor 0189/UN9.3.1/SK/2023, Tanggal 18 April 2023, dan kontrak penelitian Nomor:0094.145/UN9/SB3.LP2M.PT/2023, Tanggal 8 mei 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, N. A., Tafzilmeriam, S., Abdul, S., Asmal, S., & Seah, Y. G.** 2022. Chlorophyll-a estimation and relationship analysis chlorophyll-a estimation and relationship analysis with sea surface temperature and fish diversity. *Journal of Sustainability Science and Management*, 17(7), 133–150. <https://doi.org/10.46754/jssm.2022.07.010>
- Agussalim, A., Murti, S. H., & Santosa, L. W.** 2024. Determining spatio-temporal distribution dynamics of chlorophyll-a in Banyuasin sea waters using remote sensing data. *Proc.SPIE*, 12977, 129770U. <https://doi.org/10.1117/12.3009669>
- Amsalia, N., Haditir, Y., Wafdan, R., Ikhwan, M., Chaliluddin, M. A., Sugianto, S., & Rizal, S.** 2022. Pemetaan suhu permukaan laut (spl) dan karakteristik pasang surut di perairan Pulau Bali , Indonesia. *E3S Web ofConferences*,339(02001),1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233902001>
- Androulidakis, Y. S., & Krestenitis, Y. N.** 2022. Sea Surface Temperature Variability and Marine Heat Waves over the Aegean, Ionian , and Cretan Seas from 2008 – 2021. *Mar. Sci. Eng*, 10(42), 1–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse10010042>
- Barbeaux, S. J. & Hollowed, A. B.** 2018. Ontogeny matters: Climate variability and effects on fish distribution in the eastern Bering Sea. *Fisheries Oceanography*, 27(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/fog.12229>
- Bulgin, C. E., Merchant, C. J., & Ferreira, D.** 2020. Tendencies, variability and persistence of sea surface temperature anomalies. *Scientific Reports*, 10(7986), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64785-9>
- Chust, G., González, M., Fontán, A., Revilla, M., Alvarez, P., Santos, M., Cotano, U., Chifflet, M., Borja, A., Muxika, I., Sagarmínaga, Y., Caballero, A., de Santiago, I., Epelde, I., Liria, P., Ibaibarriaga, L., Garnier, R., Franco, J., Villarino, E., & Uriarte, A.** 2022. Climate regime shifts

- and biodiversity redistribution in the Bay of Biscay. *Science of the Total Environment*, 803(149622), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149622>
- Costoya, X., DeCastro, M., Gómez-Gesteira, M., & Santos, F.** 2015. Changes in sea surface temperature seasonality in the Bay of Biscay over the last decades (1982-2014). *Journal of Marine Systems*, 150(0), 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.06.002>
- Dabanli, I., Şişman, E., Güçlü, Y. S., Birpınar, M. E., & Şen, Z.** 2021. Climate change impacts on sea surface temperature (SST) trend around Turkey seashores. *Acta Geophysica*, 69(0), 295–305. <https://doi.org/10.1007/s11600-021-00544-2>
- Dewi, P., Sutarjo, Hermawan, M., Yusrizal, Maulita, M., Nurlaela, E., Kusmedy, B., Danapraja, S., & Nugraha, E.** 2023. Study of sea surface temperature and chlorophyll-a influence on the quantity of fish caught in the waters of Sadeng, Yogyakarta, Indonesia. *AACL Bioflux*, 16(1), 110–127. <http://www.bioflux.com.ro/aac1>
- Hidayat, M. ., Wafdan, R., Muchlisin, Z. ., & Rizal, S.** 2023. Relationship between chlorophyll-a, sea surface temperature and sea surface salinity. *Global J. Environ. Sci. Manage.*, 9(3), 389–402. <https://doi.org/10.22035/gjesm.2023.03.03>
- Jakovlev, A. R., Smyshlyaev, S. P., & Galin, V. Y.** 2021. Interannual variability and trends in sea surface temperature, lower and middle atmosphere temperature at different latitudes for 1980–2019. *Atmosphere*, 12(454), 1–24. <https://doi.org/10.3390/atmos12040454>
- Krivoguz, D., Semenova, A., & Mal'Ko, S.** 2021. Spatial analysis of seasonal patterns in sea surface temperature and salinity distribution in the Black Sea (1992-2017). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 937(032013), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032013>
- Kunarso, K., 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. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.42170>
- Laosuwat, T., Uttaruk, Y., & Rotjanakusol, T.** 2022. Analysis of Content and Distribution of Chlorophyll-a on the Sea Surface through Data from Aqua / MODIS Satellite. *Pol. J. Environ. Stud*, 31(5), 4711–4719. <https://doi.org/10.15244/pjoes/150731>
- Le Corre, N., Pepin, P., Han, G., & Ma, Z.** 2021. Potential impact of climate change on northern shrimp habitats and connectivity on the Newfoundland and Labrador continental shelves. *Fisheries Oceanography*, 30(3), 331–347. <https://doi.org/10.1111/fog.12524>
- Liu, J., Jin, B., Yang, J., & Xu, L.** 2021. Sea surface temperature prediction using a cubic B-spline interpolation and spatiotemporal attention mechanism. *Remote Sensing Letters*, 12(5), 478–487. <https://doi.org/10.1080/2150704X.2021.1897182>
- Maro, J. F., Hartoko, A., Anggoro, S., Muskananfolo, M. R., & Nugraha, E.** 2021. Sea surface temperature and chlorophyll-a concentrations from modis satellite data and presence of cetaceans in Savu, Indonesia. *AACL Bioflux*, 14(3), 1190–1200. <http://www.bioflux.com.ro/aac1>
- Mashita, M., & Lumban-Gaol, J.** 2019. Variability of sea surface temperature (sst) and chlorophyll-a (chl-a) concentrations in the eastern indian ocean during the period 2002–2017. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 16(1), 55–62. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2019.v16.a3147>
- Ning, D., Vetrova, V., Bryan, K. R., & Koh, Y. S.** 2024. Harnessing the Power of Graph Representation in Climate Forecasting: Predicting Global Monthly Mean Sea Surface Temperatures and Anomalies. *Earth and Space Science*, 11(3), 1–44. <https://doi.org/10.1029/2023EA003455>
- Nababan, B., Nirmawan, A. D., & Panjaitan, J. P.** 2022. Sea surface temperature and chlorophyll-a concentration variabilities in the palabuhanratu waters and its surrounding. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 13(2), 145–162.
- Nugraha, E., Gunawan, R., Danapraja, S., Yusrizal, Kusdinar, A., Waluyo, A. S., Hutajulu, J., Prayitno, H., Halim, S., & Sutisna, D. H.** 2020. The sea surface temperature effect on the length and size of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) catches in the Banda Sea, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(1), 1–9.
- Nurwany, H. M., & Yusrudin, I.** 2023. Hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkap Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Teluk Rembang. *Jurnal Agropo*, 1(2), 38–45. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3915>
- Prayogo, L. M., & Natul, A. S.** 2021. Pemetaan suhu permukaan laut (spl) dan karakteristik pasang surut di perairan Pulau bali, Indonesia. *Jurnal LA OT Ilmu Kelautan*, III(I), 1–12.
- Prima, F. C., Astawa Karang, I. W. G., & Hendrawan, I. G.** 2021. Studi Karakteristik Suhu Permukaan Laut (SPL) Di Perairan Selat Lombok Menggunakan Citra Satelit EOS Aqua MODIS.

Journal of Marine Research and Technology, 4(2), 22.
<https://doi.org/10.24843/jmrt.2021.v04.i02.p04>

Purba dan Pranowo, 2015. Pengantar Oseanografi. Penerbit Institut Teknologi Bandung.

Ramadani, A., Suhana, M. P., & Febrianto, T. 2022. Karakteristik spasial suhu permukaan laut perairan Tanjung Pinang pada empat musim berbeda.. *AACL Bioflux*, 15(1), 39–59.
<https://doi.org/10.21107/jk.v15i1.10832>

Sukresno, B., Jatisworo, D., & Hanintyo, R. 2021. Validation of Sea Surface Temperature from GCOM-C Satellite Using iQuam Datasets and MUR-SST in Indonesian Waters. *Indonesian Journal of Geography*, 53(1), 136–143. <https://doi.org/10.22146/IJG.53790>

Tan, C. W., Thishalini, A., Goh, E. G., & Edlic, S. 2017. Studies on turbidity in relation to suspended solid, velocity, temperature, pH, conductivity, colour and time. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(19), 5626–5635.

Woo, H. J., & Park, K. A. (2020). Inter-comparisons of daily sea surface temperatures and in-situ temperatures in the coastal regions. *Remote Sensing*, 12(1592), 1–27.
<https://doi.org/10.3390/rs12101592>

Xie, J. Ouyang, J. Zhang, B. Jin, S. Shi & L. Xu, 2022. An evolving sea surface temperature predicting method based on multidimensional spatiotemporal influences, in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, v19, pp. 1-5. Art no. 1502005, DOI: 10.1109/LGRS.2021.3049406.

Zhang, K., Jiang, T., & Huang, J. 2019. Spatial-temporal variation in sea surface temperature from landsat time series data using annual temperature cycle. *Journal of Coastal Research*, 90(SI), 58-65. <https://doi.org/10.2112/SI90-008.1>