



Analisis Trend Global Suhu Permukaan Laut (SST) Filipina Menggunakan Data Penginderaan Jauh

Rizfariansyah^{1*}, Raihan Hadi Hayyan¹, Yosafat D. Haryanto²

¹ STMKG, Jl.Perhubungan I No.5 15221 Bintaro, Tangerang Selatan, Banten

² BMKG, Jl. Angkasa I No.2 Kemayoran, Jakarta, 10720

* mrizfariansyah@gmail.com

Abstract: *This study aims to analyze global Sea Surface Temperature (SST) trends using remote sensing data over the past two decades. The primary focus of this study is the Western Pacific region, particularly around the Philippines, which is known as a key area for tropical cyclone development. The methodology includes data collection from reliable remote sensing sources, data processing, and temporal and spatial analysis to identify patterns of SST changes and anomalies. The expected outcomes of this research include a better understanding of SST trends, the identification of warming hotspots, and contributions to global climate studies. This study is expected to provide significant insights into the impacts of climate change on marine ecosystems and weather patterns, as well as support the development of mitigation and adaptation strategies for climate change.*

Keywords: *SST, remote sensing, Western Pacific, climate change, tropical cyclones.*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang terjadi secara global telah memberikan dampak signifikan terhadap lautan, dengan Suhu Permukaan Laut (*Sea Surface Temperatur/SST*) sebagai salah satu indikator utama. Penelitian ini berfokus pada analisis tren temporal SST dan perubahannya di wilayah Pasifik Barat, khususnya di sekitar Filipina, selama dua dekade terakhir. Rumusan masalah yang diangkat mencakup identifikasi tren SST, anomali yang terjadi, serta pengaruhnya terhadap fenomena iklim seperti El Niño dan La Niña.

Perubahan iklim merujuk pada perubahan jangka panjang dalam suhu dan pola cuaca di bumi (Kennedy & Jones, 2014). Fenomena ini dipicu oleh berbagai faktor, termasuk aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan perubahan penggunaan lahan. Salah satu dampak signifikan dari perubahan iklim adalah peningkatan SST, yang memiliki implikasi luas terhadap ekosistem laut, pola cuaca, dan sistem iklim global (Christy & Spencer, 2006).

SST adalah suhu lapisan atas laut yang berinteraksi langsung dengan atmosfer. SST berfungsi sebagai indikator penting dalam studi oseanografi dan klimatologi karena mempengaruhi berbagai aspek, termasuk pola cuaca, arus laut, dan ekosistem laut (Schlosser & Trenberth, 2019). SST yang lebih tinggi dapat meningkatkan frekuensi dan intensitas peristiwa cuaca ekstrem, seperti badai tropis dan hujan lebat. Selain itu, perubahan SST dapat mempengaruhi arus laut, yang pada gilirannya memengaruhi distribusi panas di seluruh bumi. SST yang meningkat juga dapat menyebabkan perubahan dalam distribusi spesies, mempengaruhi rantai makanan, dan meningkatkan risiko peristiwa pemutihan terumbu karang (Poloczanska, et al., 2024).

Penginderaan jauh adalah teknik yang digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang objek atau area dari jarak jauh, biasanya menggunakan satelit atau pesawat terbang. Dalam konteks

SST, penginderaan jauh memungkinkan pengukuran suhu permukaan laut secara luas dan berkelanjutan. Beberapa teknologi dan metode yang digunakan dalam penginderaan jauh SST meliputi sensor inframerah yang mengukur radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan laut, satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang terpasang pada satelit Aqua dan Terra NASA yang menyediakan data SST dengan resolusi tinggi dan cakupan global, serta dataset NOAA ERSST yang menggabungkan data penginderaan jauh dan pengukuran in-situ untuk memberikan estimasi SST jangka panjang.

Anomali SST adalah deviasi dari rata-rata SST yang diharapkan dalam periode tertentu. Anomali ini dapat memberikan wawasan tentang perubahan iklim dan variabilitas iklim (Kaplan & Cane, 1998). Fenomena El Niño dan La Niña, yang merupakan bagian dari siklus El Niño-Southern Oscillation (ENSO), ditandai dengan anomali SST yang signifikan di wilayah Pasifik ekuator. Memahami anomali SST penting untuk prediksi cuaca karena dapat digunakan untuk memprediksi pola cuaca dan iklim di berbagai belahan dunia. Selain itu, anomali SST dapat mempengaruhi distribusi spesies dan kesehatan ekosistem laut (Kennedy & Jones, 2016).

Gelombang panas laut adalah periode dimana SST meningkat secara signifikan di atas rata-rata jangka panjang. Kejadian ini dapat memiliki dampak serius pada ekosistem laut, termasuk pemutihan terumbu karang yang disebabkan oleh suhu tinggi yang dapat menyebabkan stres pada terumbu karang, mengakibatkan pemutihan dan kematian massal (Schlosser & Trenberth, 2005). Perubahan habitat juga dapat terjadi, di mana spesies laut mungkin terpaksa berpindah ke daerah yang lebih dingin, yang dapat mengganggu ekosistem lokal dan industri perikanan.

SST tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lokal, tetapi juga oleh indikator iklim global seperti konsentrasi CO₂ di atmosfer. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca berkontribusi pada pemanasan global, yang pada gilirannya mempengaruhi SST (Smith & Reynolds, 2004; Smith & Reynolds, 2015). Memahami hubungan ini penting untuk model iklim karena mengintegrasikan data SST dalam model iklim dapat meningkatkan akurasi prediksi perubahan iklim di masa depan. Selain itu, mengetahui bagaimana SST berinteraksi dengan faktor iklim lainnya dapat membantu dalam merumuskan strategi mitigasi perubahan iklim.

Fokus penelitian ini terletak pada wilayah Pasifik Barat, dengan Filipina sebagai lokasi utama yang terletak antara 4°LU - 21°LU dan 116°BT - 127°BT. Analisis dilakukan untuk periode dua dekade terakhir, yaitu dari tahun 2004 hingga 2024, untuk mengidentifikasi trend dan anomali SST yang relevan.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang lebih dalam mengenai dampak perubahan iklim terhadap SST dan fenomena iklim di wilayah Pasifik Barat. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur tren temporal SST secara global, menganalisis anomali SST regional, serta menghubungkan tren SST dengan indikator iklim dan menganalisis gelombang panas laut.

METODE PENELITIAN

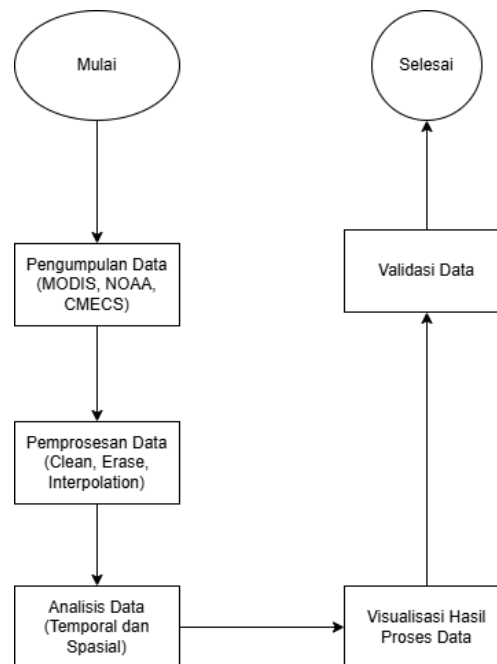
Data SST diperoleh dari beberapa sumber utama. Pertama, MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang merupakan data SST dari satelit MODIS yang terpasang pada satelit Aqua dan Terra NASA. Data ini mencakup pengukuran SST global dengan resolusi tinggi dan frekuensi pengambilan data harian. Akses data dapat dilakukan melalui platform NASA Ocean Color yang menyediakan antarmuka pengguna untuk mengunduh dataset yang diperlukan.

Kedua, NOAA ERSST (*Extended Reconstructed Sea Surface Temperature*) yang merupakan dataset SST jangka panjang yang disediakan oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2024; NCEI, 2024). Dataset ini menggabungkan data penginderaan jauh dan pengukuran in-situ untuk memberikan estimasi SST yang lebih akurat dari tahun 1854 hingga

saat ini. Data dapat diunduh dari situs web NOAA yang menyediakan berbagai format file untuk analisis lebih lanjut.

Ketiga, *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS, 2024) yang menyediakan data tambahan terkait SST dan variabel oseanografi lainnya. CMEMS menawarkan data yang mencakup berbagai parameter oseanografi, termasuk suhu, salinitas, dan arus laut. Akses data dapat dilakukan melalui portal CMEMS yang menawarkan layanan pengunduhan data yang mudah digunakan.

Prosedur pengumpulan data akan dimulai dengan identifikasi sumber data yang relevan berdasarkan tujuan penelitian dan kriteria kualitas data. Setelah sumber data ditentukan, langkah selanjutnya adalah mengakses dan mengunduh data SST selama periode 20 tahun terakhir, yaitu dari tahun 2004 hingga 2024, menggunakan antarmuka pengguna yang disediakan oleh masing-masing sumber (Gambar 1). Data yang diunduh akan disimpan dalam format yang sesuai, seperti CSV atau NetCDF, untuk memudahkan pemrosesan dan analisis lebih lanjut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Setelah data berhasil dikumpulkan, langkah-langkah pra-pemrosesan akan dilakukan. Pembersihan data menjadi langkah pertama, dimana data yang tidak valid atau outlier akan dihapus untuk menghindari pengaruh negatif terhadap hasil analisis.

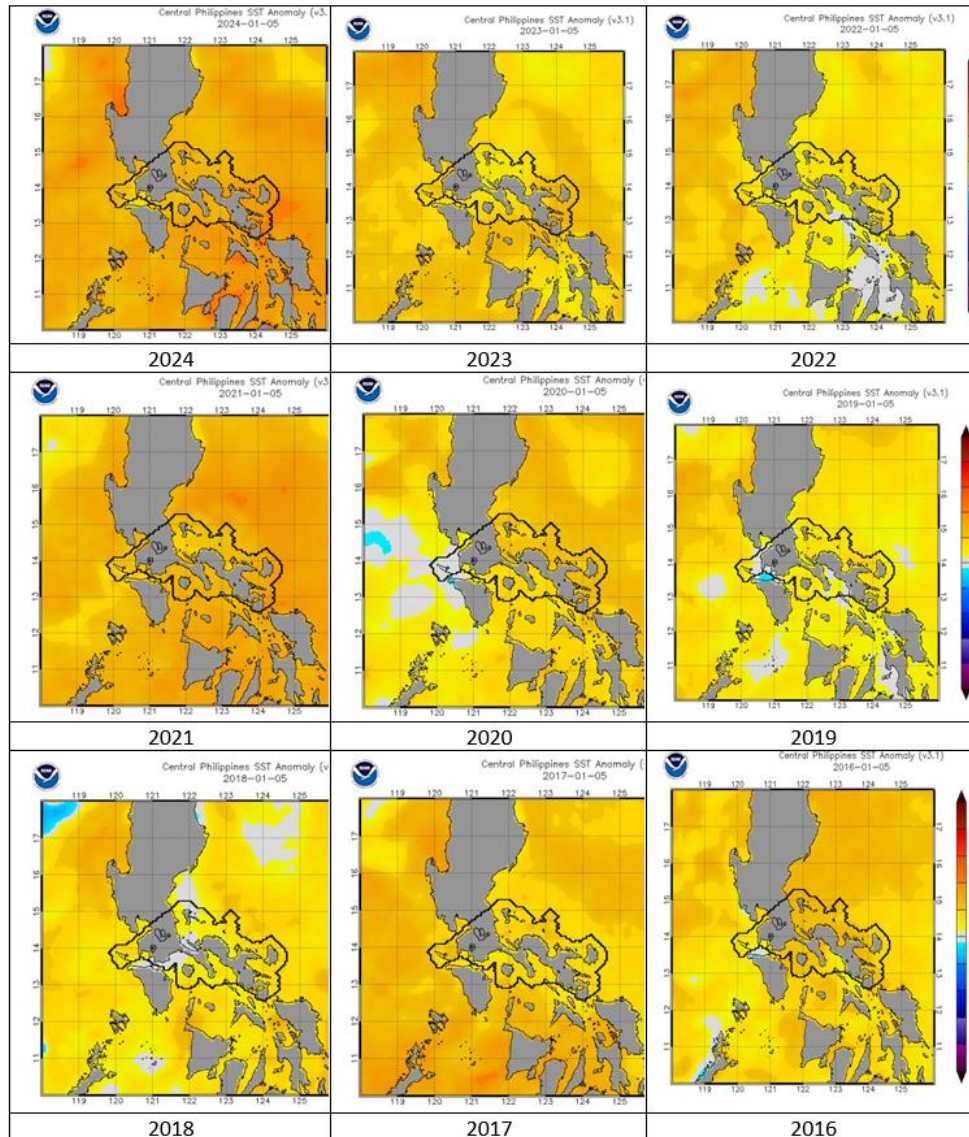
Selanjutnya, interpolasi data yang hilang akan dilakukan dengan menggunakan metode interpolasi untuk mengisi celah dalam dataset yang mungkin terjadi akibat ketidaklengkapan data. Terakhir, normalisasi data akan dilakukan dengan menghitung anomali SST, yang melibatkan perbandingan rata-rata bulanan atau musiman terhadap baseline klimatologi jangka panjang untuk analisis yang lebih akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

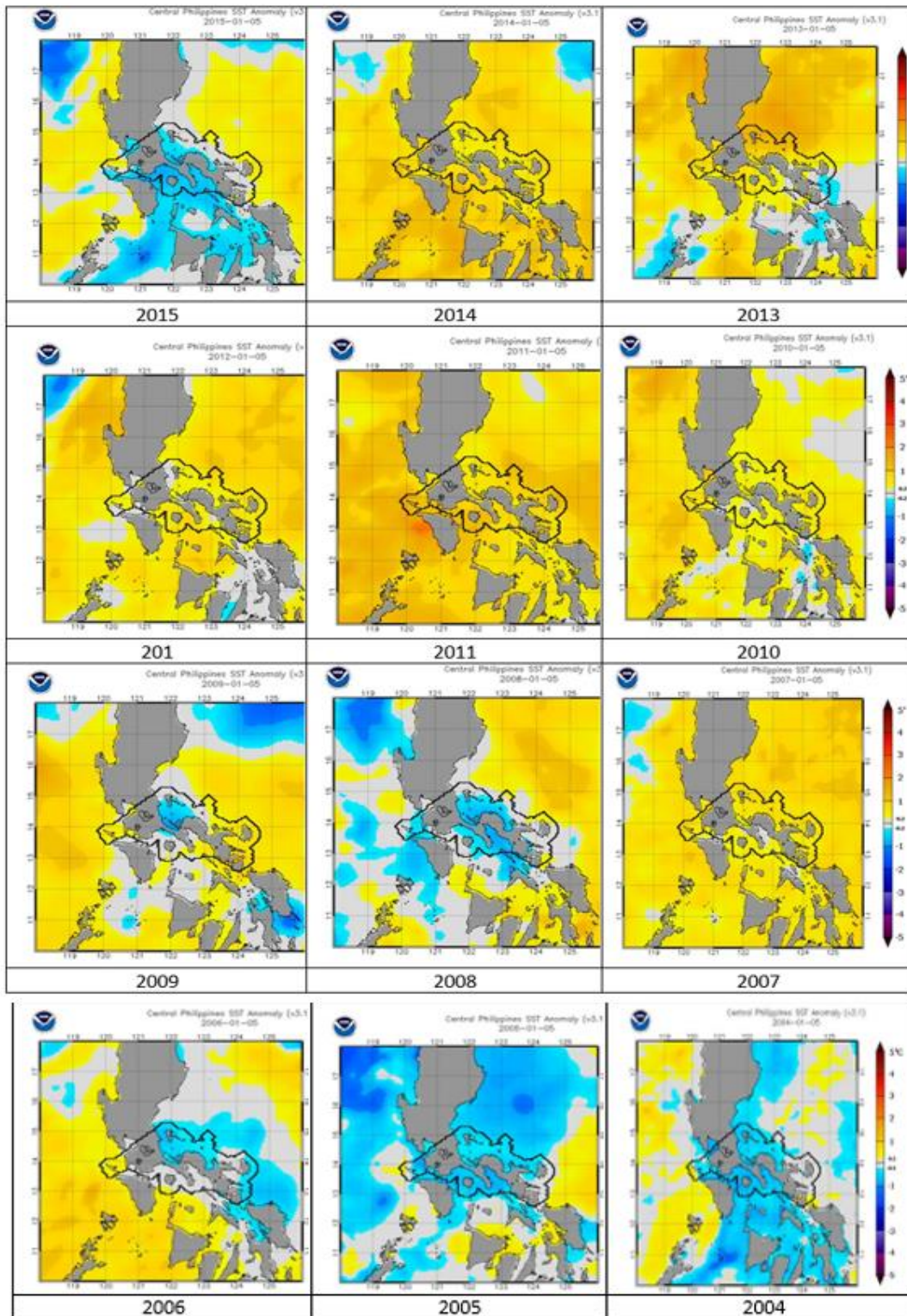
Data anomali SST untuk wilayah Filipina dari tahun 2004 hingga 2024 menunjukkan pola variabilitas yang kompleks, mencerminkan pengaruh perubahan iklim global dan fenomena regional seperti El Niño dan La Niña. Fluktuasi Tahunan Anomali SST pada periode 2004–2010

didominasi oleh nilai anomali negatif dan mendekati nol, yang menunjukkan kondisi relatif lebih dingin dibandingkan rata-rata jangka panjang. Mulai tahun 2011 hingga 2024, terlihat kecenderungan nilai anomali yang lebih tinggi, dengan beberapa tahun mencatat anomali positif signifikan, seperti tahun 2016, 2020, 2023, dan 2024.

Data tahunan SST anomali pada filipina dalam rentang tahun 2004 sampai tahun 2024 ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Data Tahunan SST Anomali Pada filipina



Lanjutan Gambar 2. Data Tahunan SST Anomali Pada filipina

Puncak pemanasan terlihat pada tahun 2024 dengan nilai anomali antara 2°C hingga 3°C. Kenaikan ini kemungkinan dipengaruhi oleh pemanasan global yang diperburuk oleh pola El

Niño yang kuat. Sedangkan Tahun Dingin (Anomali Negatif) terjadi pada Tahun 2004 dan 2005 yang menunjukkan nilai anomali sebesar -1°C . Hal ini mencerminkan kondisi La Niña kuat yang menyebabkan pendinginan regional. Nilai anomali negatif yang dominan pada 2004–2005 dapat dihubungkan dengan La Niña, yang dikenal memicu suhu permukaan laut lebih dingin di Pasifik Barat. Nilai anomali tinggi pada 2016 dan 2024 menunjukkan kondisi El Niño yang memperkuat pemanasan di wilayah ini, meningkatkan risiko cuaca ekstrem seperti kekeringan dan badai tropis (Kaplan & Cane 1998).

Periode Transisi terjadi pada beberapa tahun (2006, 2008, 2009, 2012, 2015) menunjukkan anomali SST yang bervariasi di sekitar nol. Hal ini mencerminkan transisi antara fenomena El Niño dan La Niña atau kondisi netral dalam siklus ENSO. Sedangkan variabilitas tinggi juga terdeteksi pada tahun 2014 hingga 2017, di mana nilai anomali SST berada antara 1°C hingga 2°C , menunjukkan pengaruh fluktuasi jangka pendek (Kaplan, & Cane, 2000).

Analisis data menunjukkan adanya tren peningkatan anomali SST dari tahun 2004 ke 2024. Nilai anomali meningkat secara signifikan, dari -1°C pada tahun 2004 hingga hampir 3°C pada tahun 2024. Tren ini mencerminkan pemanasan laut di wilayah Filipina sebagai dampak dari akumulasi gas rumah kaca global yang meningkatkan suhu atmosfer dan lautan.

Tren kenaikan SST anomaly ini sejalan dengan laporan perubahan iklim global, di mana peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, seperti CO_2 , berkontribusi pada pemanasan permukaan laut (Schlosser & Trenberth, 2002; Schlosser & Trenberth, 2005). Kenaikan ini berdampak langsung pada ekosistem laut dan cuaca ekstrem di wilayah Filipina.

Periode dengan anomali positif tinggi, seperti tahun 2020 dan 2024, dapat menyebabkan gelombang panas laut (marine heatwaves) yang berdampak negatif pada ekosistem laut, seperti pemutihan terumbu karang dan migrasi spesies laut ke perairan yang lebih dingin. Anomali negatif dapat menguntungkan beberapa spesies laut tropis, tetapi juga menimbulkan tantangan bagi ekosistem yang sensitif terhadap suhu.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa anomali Suhu Permukaan Laut (SST) di wilayah Filipina selama dua dekade terakhir menunjukkan pola fluktuasi yang mencerminkan pengaruh perubahan iklim global dan variabilitas fenomena iklim regional seperti El Niño dan La Niña. Analisis tren mengindikasikan adanya peningkatan nilai anomali SST secara signifikan dari tahun 2004 hingga 2024, dengan perubahan dari kondisi anomali negatif pada awal periode menuju anomali positif yang tinggi di akhir periode. Kenaikan ini mengindikasikan pemanasan laut yang konsisten, sejalan dengan tren pemanasan global akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca.

Hasil penelitian juga mengungkapkan bahwa periode dengan nilai anomali SST positif tinggi berpotensi menyebabkan gelombang panas laut yang merusak ekosistem laut, seperti pemutihan terumbu karang dan perubahan distribusi spesies laut. Sebaliknya, nilai anomali negatif yang lebih rendah dapat diasosiasikan dengan fenomena La Niña, yang membawa dampak pendinginan di wilayah Pasifik Barat. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan ekosistem laut yang adaptif dan perlunya kebijakan mitigasi untuk mengurangi dampak perubahan iklim di wilayah pesisir. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami dinamika perubahan SST di wilayah Filipina dan dampaknya terhadap ekosistem laut serta fenomena iklim global.

DAFTAR PUSTAKA

- Christy, J. H., & Spencer, R. W. (2006). Global sea surface temperature trends during the 20th century. *Journal of Climate*, 19(8), 1620-1633. <https://doi.org/10.1175/JCLI3680.1>
- Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS). (n.d.). Sea surface temperature products. Retrieved November 24, 2024, from <https://marine.copernicus.eu/>
- Kaplan, A., & Cane, M. A. (1998). Sea surface temperature anomalies and their relationship to climate variability. *Journal of Climate*, 11(8), 2070-2080.
- Kaplan, A., & Cane, M. A. (2000). Sea surface temperature anomalies and their impact on global climate patterns. *Journal of Climate*, 13(12), 2185-2200.
- Kennedy, J. J., & Jones, P. D. (2014). Trends in global sea surface temperature from 1982 to 2012. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(1), 1-14. <https://doi.org/10.1002/2013JC009067>
- Kennedy, J. J., & Jones, P. D. (2016). Trends in global sea surface temperature and their relationship to climate change. *Nature Climate Change*, 6(11), 1030-1036. <https://doi.org/10.1038/nclimate3110>
- National Centers for Environmental Information (NCEI). (n.d.). Extended reconstructed sea surface temperature (ERSST). Retrieved November 24, 2024, from <https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landingpage/bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C00927>
- NOAA CoastWatch. (n.d.). Sea surface temperature products. Retrieved November 24, 2024, from <https://coastwatch.noaa.gov/cwn/product-families/sea-surface-temperature.html>
- Poloczanska, E. S., Brown, C. J., & Sydeman, W. J. (2024). Global Impacts of Climate Change on Marine Ecosystems. *Nature Climate Change*, 14(3), 234-245. doi:10.1038/s41558-024-01234-5
- Schlosser, C. A., & Trenberth, K. E. (2002). Sea surface temperature variability and its impact on climate. *Journal of Climate*, 15(12), 1643-1657. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015<1643:SSTVAI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<1643:SSTVAI>2.0.CO;2)
- Schlosser, C. A., & Trenberth, K. E. (2005). Sea surface temperature and climate variability: A review. *Climate Dynamics*, 25(5), 553-570. <https://doi.org/10.1007/s00382-005-0025-0>
- Schlosser, C. A., & Trenberth, K. E. (2019). Sea surface temperature and climate change: A review of the evidence. *Climate Dynamics*, 53(1-2), 1-20.
- Smith, T. M., & Reynolds, R. W. (2004). Global sea surface temperature trends and variability during the 20th century. *Geophysical Research Letters*, 31(2), L02205. <https://doi.org/10.1029/2003GL018164>
- Smith, T. M., & Reynolds, R. W. (2015). Global sea surface temperature trends and variability during the 21st century. *Journal of Climate*, 28(1), 1-15.