

INTISARI

EFEK *TRIPLE-DIP* LA NIÑA 2020-2023 TERHADAP KECEPATAN ANGIN, SUHU PERMUKAAN LAUT, DAN KONSENTRASI KLOORIFIL-A PADA ZONA *UPWELLING* DI INDONESIA

Penelitian ini mengkaji dampak fenomena “*triple-dip*” *La Niña* periode 2020–2023 terhadap dinamika kecepatan angin, suhu permukaan laut (SPL), dan konsentrasi klorofil-a pada zona *upwelling* di Indonesia, yaitu Selatan Jawa, Selatan Sulawesi, Laut Maluku, dan Laut Banda. Penelitian dilakukan dengan menganalisis variabilitas musiman dan antar tahunan, serta koneksi jarak jauh ENSO dengan menggunakan data kecepatan angin, SPL, dan klorofil-a yang diperoleh dari satelit, bersama dengan analisis *Pearson Correlation* dan *Wavelet Coherence* (WTC) terhadap indeks Niño3.4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinamika *upwelling* di laut Indonesia meningkat pada tahun 2020, kemudian melemah selama periode 2021–2022, disaat fase *La Niña* masih berlangsung. Pelemahan tersebut ditandai dengan pendinginan SPL yang tidak signifikan pada musim *upwelling* (Juni–Agustus) dan berkurangnya konsentrasi klorofil-a. Hasil korelasi pearson Niño 3.4 menunjukkan adanya korelasi positif yang cukup tinggi dengan klorofil-a (0.431) dan anomali klorofil-a (0.581) di ZU 1. Pada ZU 3 ditemukan korelasi negatif rendah dengan anomali SPL (-0.350), positif rendah terhadap klorofil-a (0.308), serta korelasi positif cukup tinggi terhadap anomali klorofil-a (0.487) dan angin (0.319–0.431). Demikian juga pada ZU 4, menunjukkan korelasi positif rendah dengan anomali klorofil-a (0.383) dan anomali angin (0.324) Selain parameter tersebut, hasil korelasi menunjukkan hubungan sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa *La Niña* yang berkepanjangan mungkin tidak lagi menghasilkan efek kumulatif, justru menghambat pasokan nutrisi dari *upwelling* akibat pola angin yang berubah dan stratifikasi air tawar. Penelitian ini menyoroti variasi faktor regional yang lebih dominan dibandingkan dampak modulasi ENSO, yang memiliki konsekuensi bagi produktivitas laut, keberlanjutan perikanan, dan peramalan iklim. Temuan ini menentang asumsi bahwa *La Niña* secara konsisten menguatkan *upwelling* di laut Indonesia dan menyoroti pentingnya pengkajian dinamika laut-atmosfer lokal dalam evaluasi dampak iklim.

Kata kunci: “*triple-dip*” *La Niña*, *upwelling*, *wavelet coherence*, penginderaan jauh, laut Indonesia

ABSTRACT

THE EFFECTS OF THE 2020-2023 TRIPLE-DIP LA NIÑA ON WIND SPEED, SEA SURFACE TEMPERATURE, AND CHLOROPHYLL-A CONCENTRATION IN THE UPWELLING ZONE IN INDONESIA

This study examines the impact of the 2020–2023 Triple-dip La Niña phenomenon on wind speed dynamics, sea surface temperature (SST), and chlorophyll-a concentrations in upwelling zones in Indonesia, namely South Java, South Sulawesi, the Maluku Sea, and the Banda Sea. The study was conducted by analyzing seasonal and interannual variability, as well as the long-range connection of ENSO using wind speed, SST, and chlorophyll-a data obtained from satellites, along with Pearson Correlation and Wavelet Coherence (WTC) analysis of the Niño3.4 index. The results of the study indicate that upwelling dynamics in the increased in 2020, then weakened during the 2021–2022 period, while the La Niña phase was still ongoing. This weakening was marked by insignificant cooling of SST during the upwelling season (June–August) and a decrease in chlorophyll-a concentration. Pearson correlation results for Niño 3.4 indicate a fairly high positive correlation with chlorophyll-a (0.431) and chlorophyll-a anomalies (0.581) in ZU 1. In ZU 3, a low negative correlation was found with SPL anomalies (-0.350), a low positive correlation with chlorophyll-a (0.308), and a moderately high positive correlation with chlorophyll-a anomalies (0.487) and wind (0.319–0.431). Similarly, at ZU 4, there was a low positive correlation with chlorophyll-a anomaly (0.383) and wind anomaly (0.324). Beyond these parameters, the correlation results showed very low relationships. This suggests that prolonged La Niña may no longer produce cumulative effects but instead inhibit nutrient supply from upwelling due to changing wind patterns and freshwater stratification. This study highlights regional factors that are more dominant than ENSO modulation effects, with implications for marine productivity, fisheries sustainability, and climate forecasting. These findings challenge the assumption that La Niña consistently enhances upwelling in Indonesian waters and underscore the importance of examining local ocean-atmosphere dynamics in evaluating climate impacts.

Keywords: “triple-dip” La Niña, upwelling, wavelet coherence, remote sensing, Indonesian seas