

## SEBARAN SUHU PERMUKAAN LAUT TELUK LAMPUNG BERDASARKAN CITRA LANDSAT-8 DAN KAITANNYA TERHADAP INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) PERIODE TAHUN 2013 – 2021

### SEA SURFACE TEMPERATURE DISTRIBUTION IN LAMPUNG BAY BASED ON LANDSAT-8 IMAGES AND ITS RELATION TO THE INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) ON THE PERIOD YEAR 2013-2021

Dema Okgareta<sup>1\*</sup>, I Wayan Nurjaya<sup>2</sup>, Yuli Naulita<sup>2</sup>, dan Rastina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor 16820, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor 16820, Indonesia

\*E-mail: demaokgareta@gmail.com

#### ABSTRACT

*Sea surface temperature is an important oceanographic attribute in ocean waters, that changes of sea water temperature can change aquatic ecosystems. Lampung Bay waters originating from the Indian Ocean and the Java Sea which pass through the Sunda Strait will be influenced by the Indian Ocean Dipole (IOD). This study aims to analyze spatial and temporal inter-annual Sea Surface Temperature (SST) distribution patterns in the last 9 years (2013-2021) and analyze the Indian Ocean Dipole (IOD) phenomenon that caused an anomaly of SST in Lampung Bay. The method used in this study is a regression validation method, descriptive method and correlative statistics. The results showed that the SST value of Landsat-8 image extraction can represent in situ SST conditions because  $R^2=0.6872$ . The IOD phenomenon influences the Lampung Bay water's SST distribution pattern. Positive IOD phase years (2015, 2018 and 2019) or negative IOD phases (2013 and 2016) shown SST of Lampung Bay waters has a different distribution pattern and anomalous values. But correlation between IOD and SST in Lampung Bay had two different result which in open water (TL3, TL4, and TL5) is mid-correlate ( $r>0.7$ ) and weak correlation ( $r<0.2$ ) at observation points TL1 and TL6 which are close to the mainland.*

**Keywords:** IOD, Landsat-8, Lampung Bay, Sea Surface Temperature

#### ABSTRAK

Suhu permukaan laut merupakan parameter oseanografi yang penting di perairan lautan karena perubahan suhu air laut dapat mengubah ekosistem perairan. Perairan Teluk Lampung yang berasal dari Samudera Hindia dan Laut Jawa yang melewati Selat Sunda akan dipengaruhi oleh *Indian Ocean Dipole* (IOD). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran Suhu Permukaan Laut (SPL) antar-tahun secara spasial dan temporal dalam kurun waktu 9 tahun terakhir (2013-2021) serta menganalisis pengaruh fenomena IOD terhadap anomali SPL di Teluk Lampung. Metode yang digunakan adalah metode uji regresi, metode deskriptif dan statistik korelatif. Hasil menunjukkan bahwa nilai SST dari ekstraksi citra Landsat-8 dapat mewakili kondisi SPL in situ dengan uji regresi  $R^2=0,6872$ . Fenomena IOD memengaruhi pola sebaran SPL perairan Teluk Lampung terlihat pada fase IOD positif (2015, 2018 dan 2019) atau fase IOD negatif (2013 dan 2016) menunjukkan adanya anomali *Sea Surface Temperature* (SST) perairan Teluk Lampung. Korelasi antara IOD dan SPL di Teluk Lampung memiliki dua hasil yaitu pada perairan terbuka (TL3, TL4, dan TL5) berkorelasi sedang ( $r>0,7$ ) dan korelasi lemah ( $r<0,2$ ) pada titik pengamatan TL1 dan TL6 yang merupakan titik dekat dengan daratan.

**Kata kunci:** IOD, Landsat-8, Suhu Permukaan Laut, Teluk Lampung

## I. PENDAHULUAN

Teluk Lampung telah menjadi perairan yang menyokong sebagian besar kegiatan dari Pulau Sumatera (Witasari, 2000). Aktivitas padat di teluk ini akan berdampak pada keseimbangan oseanografi di perairan Teluk Lampung (Tugiyono, 2015). Suhu permukaan laut (SPL) merupakan atribut oseanografi yang penting di perairan lautan. Saat lautan menyerap lebih banyak panas, suhu air laut meningkat dan pola sirkulasi laut yang mengangkut air hangat dan dingin ke seluruh dunia juga akan berubah (EPA, 2016).

Perubahan suhu air laut dapat mengubah ekosistem perairan, variasi suhu lautan dapat memengaruhi spesies tumbuhan, hewan, dan mikroba yang ada di suatu perairan, mengubah pola migrasi dan perkembangbiakan, mengancam kehidupan laut yang sensitif seperti karang, dan mengubah frekuensi dan intensitas ledakan alga berbahaya (Ostrander *et al.*, 2020). Proses aktivitas organisme termasuk metabolisme ikan di laut dipengaruhi oleh suhu air laut (Arief *et al.*, 2015). Kajian SPL penting dilakukan secara kontinu karena dinamika perairan yang dapat berubah, sehingga diperlukan sebuah analisis suhu air laut di Teluk Lampung dan hipotesis fenomena apa yang memengaruhinya.

Teknologi penginderaan jauh (*eks situ*) lebih efisien digunakan di Indonesia dengan perairan yang luas, karena metode *in situ* akan membutuhkan banyak biaya, waktu, dan peralatan yang mumpuni. Teknologi penginderaan jauh citra Landsat-8 memiliki kanal-kanal yang mampu mencuplik gelombang tampak (*visible spectrum*) kemudian data dapat diekstrak menjadi suhu permukaan laut.

Data citra Landsat-8 telah digunakan pada beberapa penelitian di Teluk Lampung, seperti oleh Arief *et al.* (2015), Jaelani (2016), Kartikasari (2016), dan Dimijulyo (2021), namun belum membahas lebih lanjut

bagaimana sebaran SPL di Teluk Lampung apakah juga berpotensi dipengaruhi oleh faktor lain. Mengingat pola masukan massa air di Teluk Lampung pada musim barat berasal dari barat daya dan selatan Samudera Hindia (Hasanah, 2023), dan pada musim timur berasal dari dari Samudera Hindia dan Laut Jawa (Widhi, 2012).

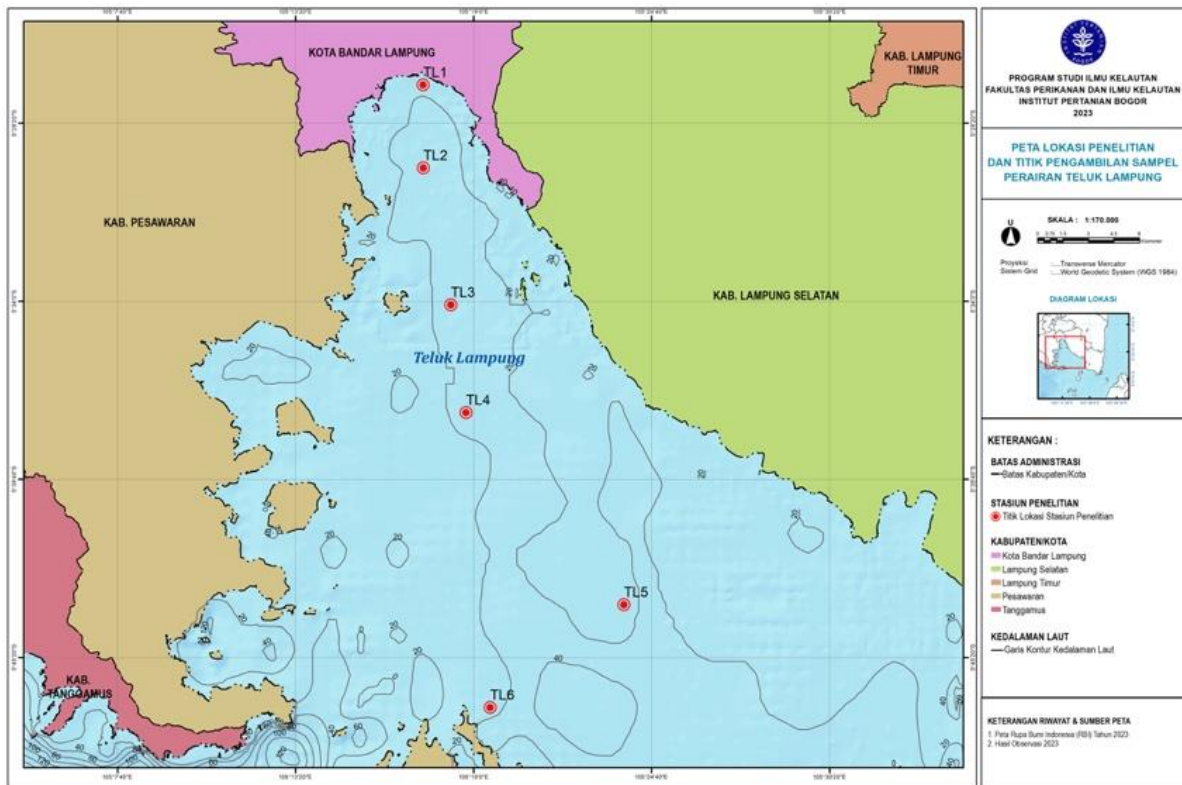
Penelitian ini bertujuan untuk menguji akurasi data SPL citra Landsat-8 dalam menginterpretasikan SPL Teluk Lampung yang sesungguhnya dan menganalisis seberapa kuat pengaruh IOD terhadap distribusi SPL selama fase IOD positif dan IOD negatif. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan *output* berupa data pola spasial SPL sehingga data tersebut dapat menjadi acuan wilayah potensi penangkapan ikan dan wilayah penempatan budidaya di Teluk Lampung. Tingkat korelasinya terhadap IOD dapat dimaksimalkan untuk mitigasi bencana perubahan iklim yang disebabkan oleh iklim global IOD dalam kegiatan budidaya ikan laut di Teluk Lampung.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode Insitu yaitu penggunaan *Conductivity Temperature Depth* (CTD) tipe AML Minos-x yang diturunkan pada 6 titik sampel (Gambar 1) di Teluk Lampung.

Data CTD penelitian ini merupakan hasil survei hidrografi Teknologi Kelautan IPB pada 12-13 November 2021 di Teluk Lampung yang merupakan program *Matching Fund* Kedaireka Tahun 2021. Data tambahan diambil dari Dimijulyo (2021) merupakan data *in situ* pengukuran SPL Teluk Lampung pada 28 Januari dan 31 Januari 2021 pada 9 titik pengamatan. Data *Indian Ocean Dipole* di ambil dari laman resmi NOAA [https://psl.noaa.gov/gcos\\_wgsp/Timeseries/DMI/](https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/DMI/).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Teluk Lampung.

**2.2. Pengolahan Data Landsat-8**

Data citra Landsat-8 perekaman 2013-2021 (Path/Row, 123/64). Algoritma Syariz *et al.* (2015) dan Cahyono (2017) digunakan untuk penentuan konsentrasi suhu permukaan laut di perairan Teluk Lampung. Proses akan melalui 3 tahapan yaitu pengumpulan data, koreksi *radiometric*, dan *resampling* band 10 dan band 11 (resolusi spasial 100 m). Selanjutnya menghitung nilai radian citra dengan formula dari USGS:

$$L(\lambda) = ML \times Qcal + AL \dots \dots \dots (1)$$

*ML* adalah *radiance multi band n*, *Qcal* adalah nilai digital *number*, *AL* adalah *radiance band* dan *n* adalah nomor kanal data *AL* yang diperoleh dari meta datanya yang besarnya 0,1. Kemudian mengkonversi nilai radian T ke nilai Suhu Radian dengan rumus:

$$T = K2 \ln(K1 L(\lambda) + 1) \dots \dots \dots (2)$$

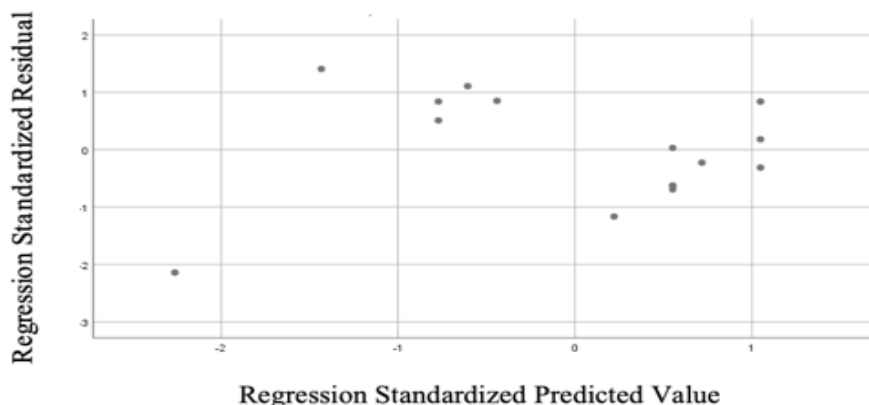
*T* adalah *Top of Atmosphere Brightness Temperature (°K)*, *K1* dan *K2* adalah *Band-specific thermal conversion constant* (Nilai *K1* dan *K2* diperoleh dari metadata citra Landsat-8). Data yang dihasilkan masih dalam bentuk *°K* sehingga harus dikonversikan *°C*. Kemudian dalam penentuan suhu permukaan Teluk Lampung digunakan algoritma Cahyono *et al.* (2017), yaitu:

$$SPL = BT10 + ( 2,946 (BT10 - BT11) ) - 0,038 \dots \dots \dots (3)$$

*BT10* adalah Nilai Suhu Radian pada band 10 citra Landsat-8 dan *BT11* adalah Nilai Suhu Radian pada band 11 citra Landsat-8.

**2.3. Validasi Data Uji Regresi**

Validasi data ini digunakan sebagai tingkat ukur akurasi antara nilai SPL dari data satelit Landsat-8 dengan nilai SPL dari data



Gambar 2. Grafik Uji Linieritas data suhu permukaan laut in situ dan Landsat-8 di Teluk Lampung.

Tabel 1. ANOVA Table Uji Linieritas dalam statistik uji variabel independen (Suhu *In situ*) dan dependen (Landsat-8).

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Landsat-8 * Suhu	Between Groups	(Combined)	1.271	8	0.159	9.633	0.006
		Linearity	0.169	1	0.169	10.269	0.018
		Deviation from Linearity	1.102	7	0.157	9.542	0.07
Within Groups			0.099	6	0.016		
Total			1.370	14			

Tabel 2. Uji Normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	0.142	15	0.200*	0.958	15	.662

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

in situ. Tahapan uji: Uji Linieritas, Uji Normalitas, Uji Heteroskedastisitas, dan Uji Autokorelasi. Grafik ZRESID by ZPRED Scatterplot pada Gambar 2, terlihat plot-plot data tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi linieritas terpenuhi secara visual.

Hipotesis  $H_0$  terdapat hubungan linier antara variabel independen dan dependen dan  $H_1$  tidak terdapat hubungan linier antara variabel independen dan dependen dengan

kriteria uji  $H_0$  ditolak jika nilai signifikansi *Deviation from Linearity*  $< \alpha$ . Terlihat pada Tabel 1, taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ ,  $H_0$  diterima karena nilai signifikansi *Deviation from Linearity*  $0,07 > \alpha$   $0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linier antara variabel independen (Suhu *In situ*) dan dependen (Landsat-8).

Tahap selanjutnya adalah Uji Normalitas, dikarenakan jumlah data  $< 50$ , uji normalitas yang digunakan adalah uji Shapiro-Wilk. Tabel 2 *Tests of Normality*,

diperoleh nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,958 dengan signifikansi sebesar 0,662. Pada taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ ,  $H_0$  diterima karena nilai signifikansi Shapiro-Wilk  $0,662 > \alpha$  (0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.

Uji Heteroskedastisitas data suhu permukaan laut in situ dan Landsat-8, berdasarkan grafik SRESID by ZPRED Scatterplot, data tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi homoskedastisitas terpenuhi secara visual. Pada taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ ,  $H_0$  diterima karena nilai Asymp. Sig.  $0,603 > \alpha$  0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada autokorelasi. Dari Data diatas menunjukkan semua uji asumsi klasik telah terpenuhi yang artinya uji regresi linier sederhana dapat digunakan pada data ini.

#### 2.4. Analisis Data

Analisis Uji regresi digunakan untuk uji data suhu in situ dengan data Landsat-8 kemudian dilakukan perhitungan variasi musiman (*seasonal*) dan variasi antar-tahunan (*interannual*) untuk mengetahui anomalnya dan dianalisis korelasi berdasarkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Validasi Data Landsat-8

Hasil Uji Regresi data landsat-8 dan in situ terlihat pada Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa nilai SPL dari data reanalisis SPL Ekstraksi citra Landsat-8 dapat digunakan dalam penelitian ini karena tingkat akurasi data hasil pengolahan  $R^2=0,6872$ . Nilai R-Square dikategorikan kuat jika lebih dari 0,67 (Chin, 1998). Hasil ini sejalan dengan pada penelitian Arief *et al.* (2015) yang menyatakan model estimasi SPL di Teluk Lampung mempunyai ketelitian atau akurasi sebesar 78,85%. Dari hasil Uji Regresi dapat disimpulkan data Landsat-8 dapat digunakan dalam menjelaskan situasi SPL Teluk Lampung yang sesungguhnya.

#### 3.2. SPL Rata-Rata antar Tahunan Teluk Lampung

Data rata-rata SPL di Teluk Lampung dapat diketahui dengan mengolah data estimasi SPL Landsat-8 selama sembilan tahun. Pada Gambar 4 dapat dilihat hasil pengolahan rata-rata suhu permukaan laut tahunan antar tahunan per musim selama sembilan tahun yaitu pada periode tahun 2013 hingga 2021 di Teluk Lampung. Sebaran SPL antar tahunan menunjukkan rata-rata suhu permukaan laut Teluk Lampung cenderung lebih hangat pada musim peralihan I dan musim timur dengan maksimal suhu permukaan laut  $30,53^\circ\text{C}$ , kemudian rata-rata lebih dingin pada musim barat dan peralihan II dengan suhu permukaan laut terendah pada  $25,18^\circ\text{C}$ .

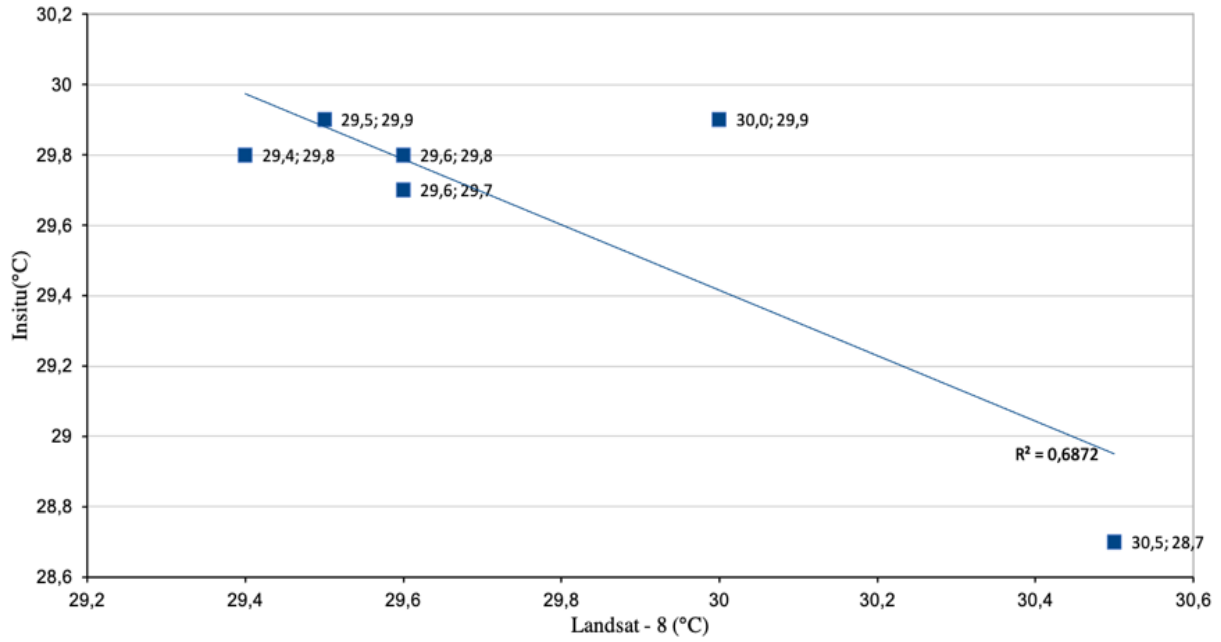
Rata-rata SPL TL1 lebih tinggi dibandingkan titik pengamatan lain dengan rata-rata SPL  $27,58^\circ\text{C}$ , diteruskan dengan TL2 dan TL6 dengan rata-rata SPL  $27,49^\circ\text{C}$  dan  $27,34^\circ\text{C}$ . Trend peningkatan SPL tahunan dari 2013-2021 (Gambar 5).

Gambar 5 menunjukkan kenaikan signifikan pada TL1, TL2, dan TL6. Persamaan *Intercept*  $y=0,3317x$  pada TL1 yang menunjukkan ada kenaikan suhu muka laut  $0,32^\circ\text{C}$  dalam sembilan tahun terakhir di Teluk Lampung. Trend kenaikan suhu muka laut Indonesia adalah  $0,34^\circ\text{C}$  (Putra *et al.*, 2019). Trend kenaikan SPL di Teluk Lampung secara spasial menunjukkan nilai yang tidak berbeda jauh per stasiun pengamatan yang menunjukkan trend kenaikan SPL yang merata di Teluk Lampung namun tidak signifikan dalam 9 tahun terakhir.

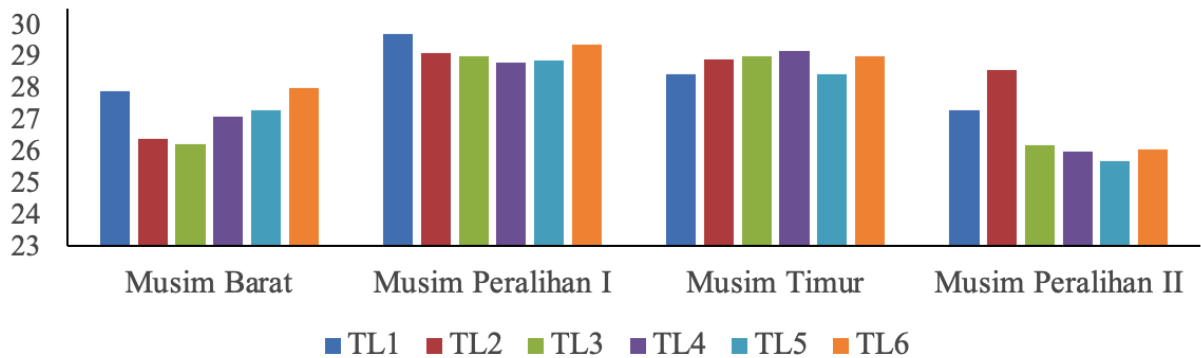
#### 3.3. Tahun Fenomena IOD

Samudera Hindia lebih hangat di bagian timur, memiliki lapisan termoklin dan *mixing layer* yang lebih dalam, kemudian ditambah dengan lebih banyak awan konvektif daripada di bagian barat. Namun pada tahun-tahun tertentu, Samudera Hindia bagian timur menjadi jauh lebih dingin, ada anomali angin bertiup dari timur ke barat

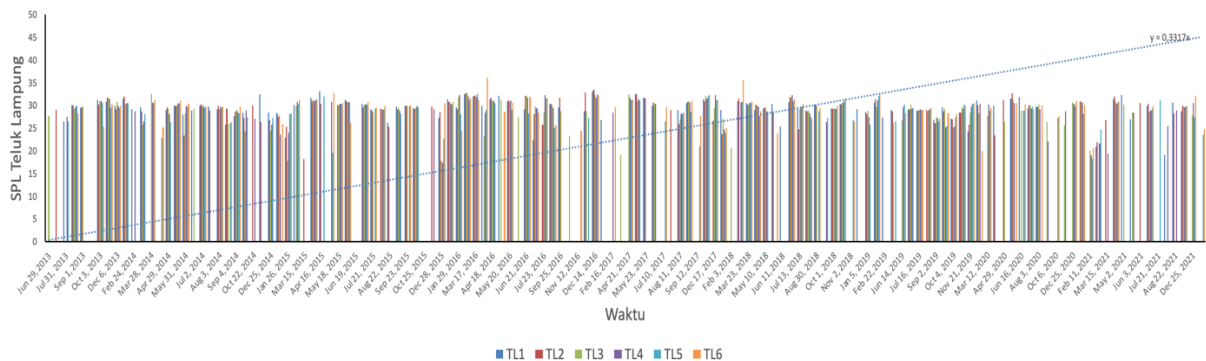
Sebaran Suhu Permukaan Laut Teluk Lampung berdasarkan . . .



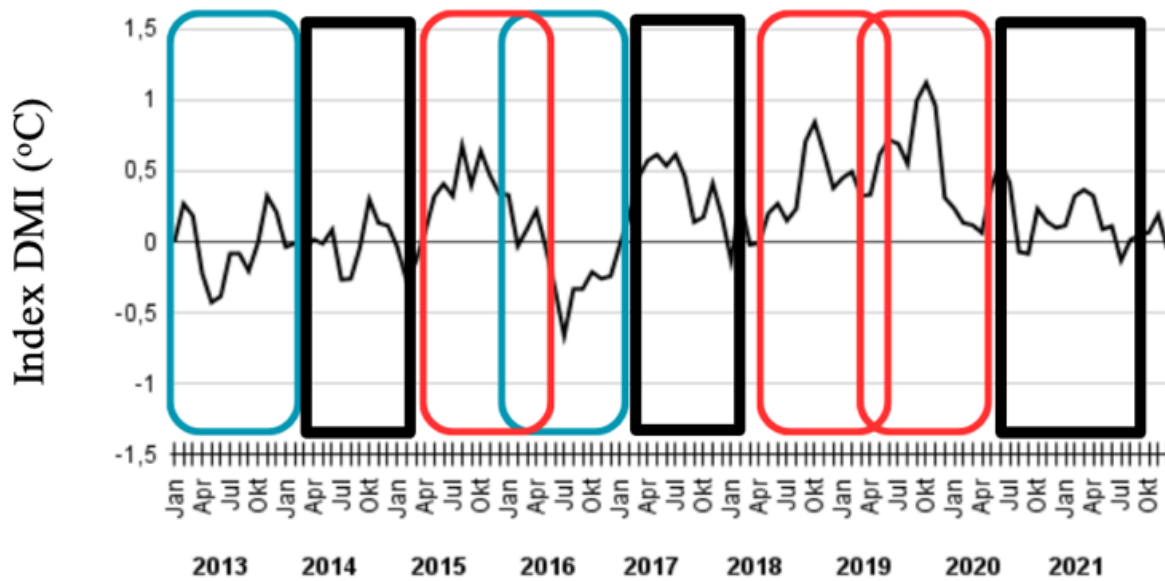
Gambar 3. Grafik Hasil Uji Regresi Data Ekstraksi SPL Landsat-8 dengan Data *in situ* pada Nov 2021 Teluk Lampung.



Gambar 4. Rata-rata SPL antar tahun musiman Teluk Lampung periode tahun 2013-2021.



Gambar 5. Grafik *intercept* kenaikan muka air laut pada setiap stasiun pengamatan tahun 2013-2021 Teluk Lampung.



Gambar 6. Grafik Kejadian *Indian Ocean Dipole* di Samudera Hindia berdasarkan *Dipole Mode Index* (DMI) tahun 2013-2021.

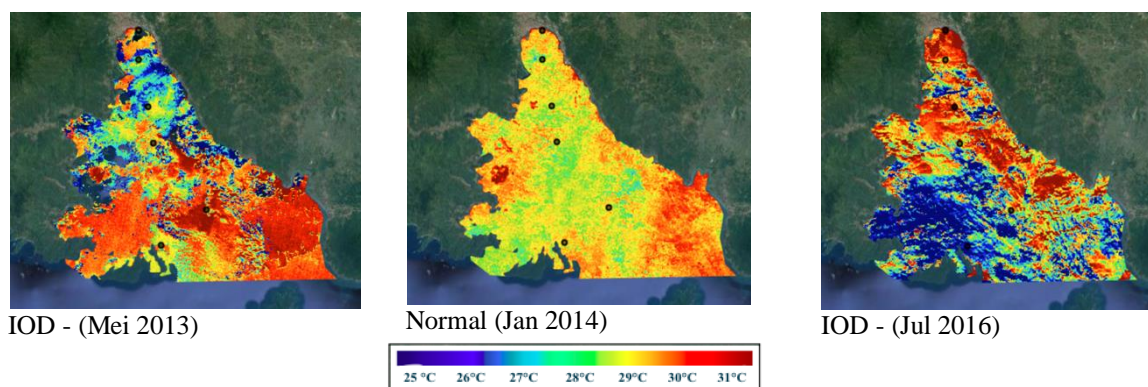
*mixing layer* naik dan tekanan atmosfer meningkat, pada saat yang sama, Samudera Hindia bagian barat menjadi lebih hangat dan meningkatkan konveksi atmosfer. Fenomena atmosfer laut di mana konveksi, angin, suhu permukaan laut dan termoklin berperan aktif dikenal sebagai *Indian Ocean Dipole* (Vinayachandran *et al.*, 2010).

*Dipole Mode Index* (DMI) adalah indeks yang menggambarkan suatu fenomena *Indian Ocean Dipole*. Fenomena IOD meliputi osilasi suhu permukaan laut yang aperiodik atau tidak tentu periode kemunculannya (Saji *et al.* 1999; Webster, 1997), hal tersebut ditampilkan pada Gambar 6 yang merupakan grafik DMI selama 9 tahun (2013-2021). Fenomena IOD positif terjadi pada bulan Agustus tahun 2015 (nilai indeks 0,68), Oktober tahun 2018 (nilai indeks 0,84) dan Oktober tahun 2019 (nilai indeks 1.123) yang dapat dilihat pada kotak merah pada grafik DMI. Kotak hitam menunjukkan fase normal, kemudian kotak biru pada grafik menunjukkan IOD fase negatif yaitu pada dan bulan Mei tahun 2013 (nilai indeks -0,43), dan Juli tahun 2016 (nilai indeks -0,66).

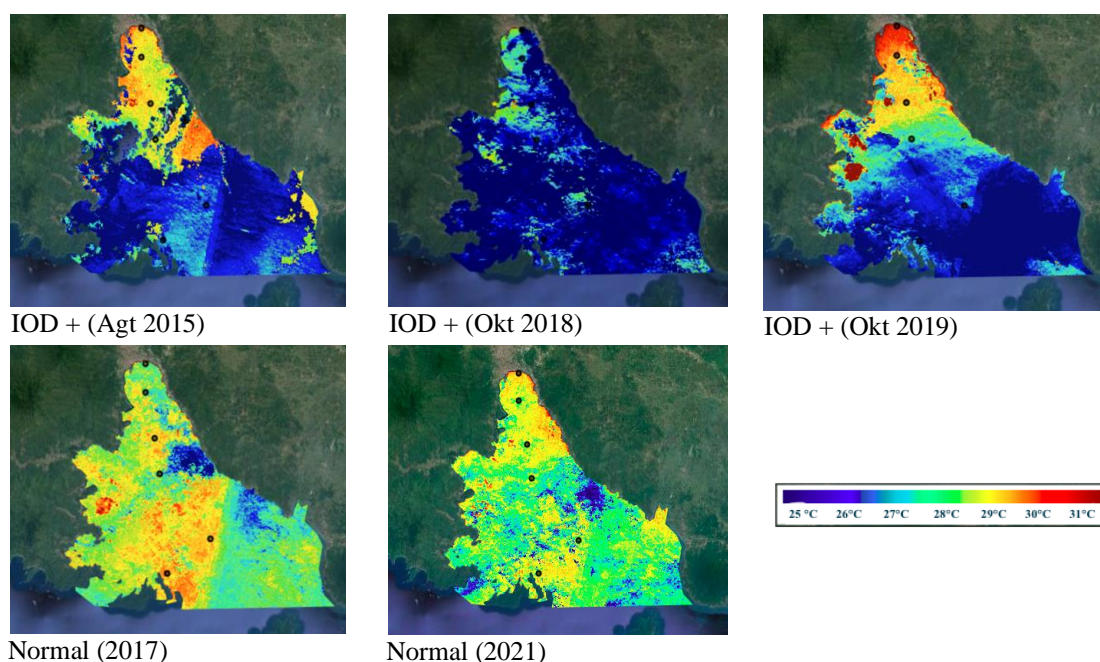
### 3.4. Variasi SPL saat Fenomena IOD (Positif, Negatif, dan Netral)

Sebaran suhu permukaan laut pada tahun terjadinya IOD ditampilkan pada Gambar 7, fenomena IOD fase positif (tahun 2015, 2018, dan 2019), fase IOD negatif (tahun 2013 dan 2016) dan pada tahun 2021 adalah tahun normal yang tidak terjadi IOD Positif atau IOD negatif, terlihat secara normal SPL 28°C-30°C. Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa fenomena *Indian Ocean Dipole* memengaruhi pola sebaran SPL di perairan Teluk Lampung yang ditandai dengan adanya perubahan pola distribusi dan anomali pada suhu permukaan laut di perairan Teluk Lampung selama fase IOD Positif atau IOD negatif.

Perairan Teluk Lampung rata-rata anomali SPL pada IOD negatif berkisar 0,2°C sampai 2°C. Fase IOD negatif meningkatkan SPL Teluk Lampung dan menurut Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut BBPBL (2013) telah terjadi *red tide* yang dipicu oleh peningkatan nutrisi, arus tenang, salinitas, dan anomali suhu air laut di Teluk Lampung. *Downwelling* akan terjadi di daerah Samudera Hindia bagian Timur (barat



Gambar 7. Sebaran SPL Teluk Lampung pada saat kejadian IOD Negatif dan saat normal.

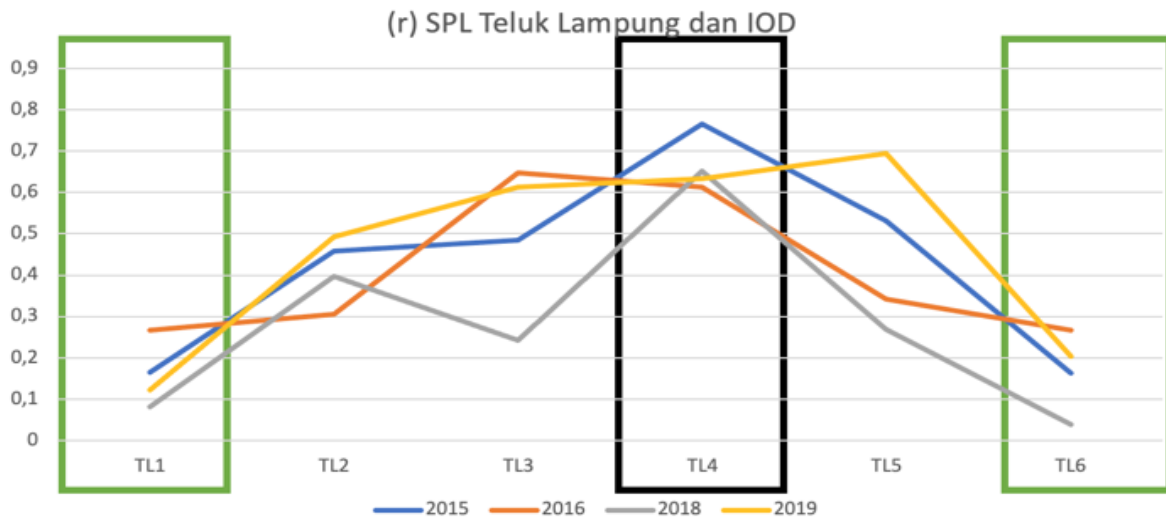


Gambar 8. Sebaran SPL Teluk Lampung pada saat kejadian IOD Positif dan saat normal.

Indonesia) yang menyebabkan sumber nutrisi terdorong ke dasar lautan, hal ini mengakibatkan penurunan penangkapan ikan (Inthespread, 2020). Data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandar Lampung memberikan informasi adanya penurunan jumlah ikan tangkap pada tahun 2013 dan 2016 dibandingkan 2014. Penurunan signifikan terjadi pada 2016 dengan jumlah ikan tangkap hanya 609,18 ton, dibandingkan pada 2014 sejumlah 30.794 ton. Hal ini mengindikasikan benar adanya downwelling pada perairan Teluk Lampung.

Sebaran SPL Teluk Lampung pada IOD positif dan tahun-tahun normal diantaranya ditunjukkan pada Gambar 8. IOD positif anomali SPL berkisar  $-1^{\circ}\text{C}$  sampai  $2,5^{\circ}\text{C}$  dengan Titik pengamatan paling berpengaruh di TL2, TL3, TL4 dan TL5. Titik pengamatan tersebut adalah titik pengambilan perairan terbuka di Teluk Lampung. Gambar 8 menunjukkan adanya penurunan SPL Teluk Lampung pada kejadian IOD positif, kemudian daerah barat Sumatera termasuk Teluk Lampung mengalami *upwelling*. Daerah *upwelling*





Gambar 9. Kolerasi anomali SPL Teluk Lampung pada saat kejadian IOD.

sering diukur dengan produktivitasnya karena masuknya nutrisi ke lapisan campuran permukaan dan zona eufotik (lapisan yang diterangi matahari) oleh arus *upwelling*.

Proses ini mendorong fotosintesis fitoplankton (alga kecil), yang membentuk dasar jaring makanan laut. Wilayah *upwelling* kurang dari 1 persen lautan dunia berdasarkan wilayah, tetapi menyumbang lebih dari 20% tangkapan ikan global (Nieblas *et al.*, 2009). Data BPS Kota Bandar Lampung menunjukkan peningkatan jumlah tangkapan ikan pada 2018 dan 2019 yaitu sebesar 3.349 ton dan 3.403 ton per tahunnya, lebih tinggi dibanding tahun 2017 sebesar 447 ton dan 2021 sebesar 3.232 ton per tahun.

### 3.5. Kolerasi SST terhadap Fenomena IOD

Nilai koefisien korelasi antara IOD positif dengan SPL tahun 2015 ( $r=0,76$ ), 2018 ( $r=0,39$ ), dan 2019 ( $r=0,3$ ) di TL4 menunjukkan hubungan yang lemah hingga cukup berarti (Gambar 9). Korelasi sangat lemah pada TL1 dan TL6 dengan  $r < 0,2$  yang titik pengamatan tersebut berada di dekat daratan. Kemudian untuk IOD negatif dengan SPL tahun 2016 dengan  $r=0,3$  di TL2,  $r=0,65$  di TL3, dan  $r=0,6$  di TL4 yang mengartikan ada korelasi yang cukup berarti

di titik pengamatan tersebut. Namun Kembali menunjukkan korelasi lemah  $r=0,2$  untuk TL1 dan TL6. Pada TL1 yang merupakan titik dekat Pelabuhan Teluk Lampung dan TL6 juga titik yang diambil di dekat Pulau Legundi yang merupakan titik pengamatan di dekat daratan.

Hasil menunjukkan adanya pengaruh IOD terhadap anomali SPL di Teluk Lampung, menurut Kunarso *et al.* (2011) Samudera Hindia bagian timur (termasuk Teluk Lampung) yang dipengaruhi fenomena IOD dapat terlihat pada variabilitas SPL dan klorofilnya yang spesifik. Daerah pengamatan yang berada di dekat daratan menunjukkan tidak ada korelasi yang berarti dengan fenomena IOD, ada pengaruh daratan yang lebih dominan terhadap anomali SPL daerah tersebut. Korelasi yang tidak terlalu besar juga mengindikasikan SPL di Teluk Lampung dipengaruhi faktor lain yaitu topografi teluk yang tertutup sehingga arah arus dan pergerakan massa air cenderung bolak balik dan menerima masukan massa air dari Selat Sunda (massa air dari Samudera Hindia dan Laut Jawa) hanya saat pasang (Milasari *et al.*, 2021). Teluk Lampung juga dipengaruhi perubahan medan angin dari Samudera Hindia menuju ekuator barat Indonesia (Martono *et al.*, 2008).

#### IV. KESIMPULAN

SPL citra Landsat-8 berdasarkan uji regresi klasik dapat menginterpretasikan SPL Teluk Lampung yang sesungguhnya dengan  $R^2=0,68$ . Fenomena IOD memengaruhi pola sebaran SPL perairan Teluk Lampung terlihat pada fase IOD positif (2015, 2018 dan 2019) atau fase IOD negatif (2013 dan 2016) menunjukkan adanya anomali SST perairan Teluk Lampung. Korelasi antara IOD dan SPL di Teluk Lampung memiliki dua hasil yaitu pada perairan terbuka (TL3, TL4, dan TL5) berkorelasi sedang ( $r>0,7$ ) dan korelasi lemah ( $r<0,2$ ) pada titik pengamatan TL1 dan TL6 yang merupakan titik dekat dengan daratan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Peneliti Teluk Lampung program Matching Fund Kedaireka Tahun 2021 yang didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., S.W. Adawiah, E. Parwati, R. Hamzah, & T. Prayogo. 2015. Pengembangan model ekstraksi suhu permukaan laut menggunakan data satelit landsat 8 (Studi Kasus Teluk Lampung). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 12(2): 107–122. [https://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal\\_inderaja/article/view/2391](https://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja/article/view/2391)
- Cahyono, A.B., H.D. Armono & D. Saptarini. 2017. Estimation of Sea Surface Temperature (SST) Using Split Window Methods for Monitoring Industrial Activity in Coastal Area, (January). *Applied Mechanics and Materials*, 862: 90–95. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.862.90>
- Dimijultyo, G. 2021. Pemetaan suhu permukaan laut perairan Teluk Lampung, Provinsi Lampung Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 [Skripsi]. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Environment Protection Agency (EPA). 2016. Climate Change Indicators in the United States: Sea Surface Temperature [Online] Diakses Pada: 19 Juni 2023, Pukul 19:20 WIB. Tersedia: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016>.
- Hasan, I. 2003. Analisis Data Penelitian Dengan Statistik. Jakarta (Id): Bumi Aksara.
- Hasanah, M. 2023. Pemodelan Gelombang Di Perairan Teluk Lampung [Skripsi]. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Jaelani, L.M., R. Limhuwey, N. Kurniadin, A. Pamungkas, E.S. Koenhardono, & A. Sulisetyono. 2016. Estimation of Total Suspended Sediment and Chlorophyll-A Concentration from Landsat 9-Oli: The effect of atmosphere and retrieval algorithm. *The Journal for Technology and Science*, 27(1): 16-23. <http://dx.doi.org/10.12962/j20882033.v27i1.1217>
- Kartikasari F, *et al.* 2016. Analisis Sebaran Konsentrasi Suhu Permukaan Laut dan Ph Untuk Pembuatan Peta Lokasi Budidaya Kerapu Bebek Menggunakan Citra Satelit Landsat - 8 (Studi Kasus: Teluk Lampung, Lampung). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2): 2301-9271.
- Kunarso, S. Hadi, N.S. Ningsih, & M.S. Baskoro. 2011. Variabilitas Suhu dan Klorofil-a di Daerah Upwelling pada Variasi Kejadian ENSO dan IOD di Perairan Selatan Jawa sampai Timor. *Ilmu Kelautan*. 16(3): 171-180. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.16.3.171-180>

- Martono, Halimurrahman, R. Komarudin, Syarif, S. Priyanto, & D. Nugraha. 2008. Studi Variabilitas Lapisan Atas Perairan Samudera Hindia Berbasis Model Laut. LAPAN. Jakarta.
- Milasari, A., D.H. Ismunarti, E. Indrayanti, F. Muldiyanto, A. Ismanto, & A. Rifai. 2021. Model Arus Permukaan Teluk Lampung pada Musim Peralihan II dengan Pendekatan Hidrodinamika. *Buletin Oseanografi Marina*, 3(10), 259–268.  
<https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.38293>
- Nieblas, A.E., B.M. Sloyan, A.J. Hobday, R. Coleman & A.J. Richardson. 2009. Variability of biological production in low wind-forced regional upwelling systems: a case study off southeastern Australia. *Limnology and Oceanography*, 54: 1548-1558.  
<https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.5.1548>
- Ostrand GK, KM Armstrong, ET Knobbe, D Gerace, and EP Scully. 2000. Rapid transition in the structure of a coral reef community: The effects of coral bleaching and physical disturbance. *P.Natl. Acad. Sci. USA*, 97(10): 5297–5302.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.090104897>
- Putra, I.N.J.T., I W. G.A. Karang, I.D.N.N. Putra. 2019. Analisis temporal suhu permukaan laut di perairan Indonesia selama 32 tahun (Era AVHRR). *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(2): 234-246.  
<https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p11>
- Saji, N.H., B.N Goswami, P.N. Vinayachandran & T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*. 401: 360-363.  
<https://www.nature.com/articles/43854>
- Sarawasta, A.G., P. Subardjo & Muslim. 2013. Pengaruh Monsun terhadap Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A di Perairan Selatan Bali. *Jurnal Oseanografi.*, 2(1): 79-87.  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/4524>
- Syariz, M.A., L.M. Jaelani, L. Subehi, A. Pamungkas, E.S. Koenhardono & Sulistyono. 2015. Retrieval of Sea Surface Temperature Over Poteran Island Water of Indonesia with Landsat 8 Tirs Image: A Preliminary Algorithm. The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XI-2/W4 (October).
- Tugiyono, Diantari R, Efti. 2015. Kajian Kualitas Air Pesisir Teluk Lampung. *Prosiding Semirata 2015*. 292-299.
- Vinayachandran, P.N., P.A. Francis & Rao. 2010. Indian Ocean dipole: processes and impacts. Current Trends in Science, N. Mukunda (ed), Indian Academy of Sciences, Bangalore, 2009 (in press).
- Webster, P.J.; A.M. Moore, J.P. Loschnigg, & R.P. Leben. 1999. Coupled ocean–atmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997–98. *Letters to Nature*, 401(6751): 356–360.  
<http://dx.doi.org/10.1038/43848>
- Widhi, B.K. 2012. Kajian Pola Arus di Perairan Teluk Lampung Menggunakan Pendekatan Model Hidrodinamika 2-Dimensi Delft3d. *Journal of Oceanography*. 01(2): 169-177.  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/4157>
- Witasari, Yunia & Wenno. 2000. Pola Sebaran Pumis di Sedimen Dasar Teluk Lampung, Kaitannya dengan Arah dan Kecepatan Arus Pasang Surut, Lampung. LIPI. Jakarta.

*Submitted* : 3 July 2023

*Reviewed* : 10 August 2023

*Accepted* : 15 December 2023

*FIGURE AND TABLE TITLES*

- Figure 1* Map of sampling locations in Lampung Bay.
- Figure 2* Linearity Test Graph of in situ and Landsat-8 sea surface temperature data in Lampung Bay.
- Figure 3* Graph of Landsat-8 SST Extraction Data Regression Test Results with in situ Data in Nov 2021 Lampung Bay.
- Figure 4* Average inter-annual seasonal SST for Lampung Bay for the period 2013-2021.
- Figure 5* Graph of the trend of sea level rise at each observation station for 2013-2021 in Lampung Bay.
- Figure 6* Graph of the Occurrence of the Indian Ocean Dipole in the Indian Ocean based on the Dipole Mode Index (DMI) in 2013-2021.
- Figure 7* Distribution of SST in Lampung Bay during Negative IOD events and during normal times.
- Figure 8* Distribution of SST in Lampung Bay during Positive IOD events and during normal times.
- Figure 9* Correlation of SST anomalies in Lampung Bay during the IOD event.
- Table 1* ANOVA Table Linearity Test in independent (In situ Temperature) and dependent (Landsat-8) variable test statistics.
- Table 2* Normality test uses the Shapiro-Wilk test.