

**PENGARUH IOD (*INDIAN OCEAN DIPOLE*) TERHADAP VARIABILITAS
DISTRIBUSI SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-A PADA TAHUN
2019 DI PERAIRAN MEULABOH, KEPULAUAN SINABANG, PROVINSI ACEH**

***THE EFFECT OF IOD (INDIAN OCEAN DIPOLE) ON THE VARIABILITY OF
THE DISTRIBUTION OF SEA SURFACE TEMPERATURE AND CHLOROPHYLL-
A IN 2019 IN THE WATERS OF MEULABOH, SINABANG ISLANDS, ACEH
PROVINCE***

Ahmad Fa'iq Indra Susilo¹, Gentio Harsono², Anindya Wirasatya¹

¹Prodi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Kota
Semarang

²Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

*Email: faiqindras@gmail.com

ABSTRAK

Perairan Meulaboh merupakan perairan yang terletak di sebelah barat Pulau Sumatera dengan karakteristik perairan yang cukup signifikan dipengaruhi oleh massa air Samudera Hindia. Perairan Meulaboh mempunyai sumber daya perikanan yang cukup tinggi karena adanya fenomena upwelling yang mempengaruhi suhu permukaan dan klorofil-a sehingga meningkatkan produktivitas perairan. Fenomena IOD (*Indian Ocean Dipole*) merupakan fenomena interaksi antara atmosfer dan lautan yang terjadi di wilayah ekuator Samudera Hindia, yang dapat berdampak pada peningkatan atau peningkatan intensitas curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis pengaruh IOD terhadap nilai variabilitas dan sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Meulaboh. Penelitian ini menggunakan data citra MODIS level 3 berupa data SPL dan klorofil-a bulanan, data arus laut, dan data DMI (*Dipole Mode Index*) tahun 2019. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif yang bersifat eksploratif. Pengolahan data menggunakan *software* SeaDAS, *Ocean Data View* (ODV), Ms.Excel, dan ArcGIS 10.0. Berdasarkan hasil analisis variabilitas nilai SPL dan klorofil-a mempunyai hubungan yang berbanding terbalik. Nilai rata-rata SPL tertinggi terjadi pada bulan April dengan nilai 31,141°C dan terendah pada bulan Oktober dengan nilai 28,793°C. Nilai rata-rata klorofil-a terendah terjadi pada bulan April dengan nilai 0,136 mg/m³ dan terendah pada bulan Oktober dengan nilai 0,361 mg/m³. Variabilitas ini erat kaitannya dengan fenomena IOD yang terjadi. Faktor lainnya adalah transpor massa air yang dapat meningkatkan upwelling yang mengakibatkan peningkatan klorofil-a. Arus laut mempengaruhi SST dan klorofil-a, arah arus dipengaruhi oleh musim, pada musim barat arus yang dominan adalah barat laut dan musim timur dominan arah tenggara.

Kata Kunci: IOD, Suhu Permukaan Laut, Klorofil-a, Arus Laut, Meulaboh

ABSTRACT

Meulaboh waters are waters located in the west of Sumatra with water characteristics that are quite significantly influenced by the water mass of the Indian Ocean. Meulaboh waters have quite high fishery resources due to the upwelling phenomenon that affects surface temperature and chlorophyll-a thereby increasing water productivity. The phenomenon of IOD (Indian Ocean Dipole) is a phenomenon of interaction between the atmosphere and the ocean that occurs in the equatorial Indian Ocean, which can have an impact on increasing or increasing the intensity of rainfall. This study aims to describe and analyze the effect of IOD on the value variability and distribution of sea surface temperature and chlorophyll-a in Meulaboh waters. This study uses MODIS level 3 image data in the form of monthly SST and chlorophyll-a data, ocean currents data, and DMI (Dipole Mode Index) data in 2019. This study uses quantitative and descriptive methods that are explorative. Data processing using SeaDAS software, Ocean Data View (ODV), Ms. Excel, and ArcGIS 10.0. Based on the results of the analysis of the variability of SST values and chlorophyll-a have an inverse relationship. The highest average SPL value occurred in April with a value of 31.141°C and the lowest in October with a value of 28.793°C. The lowest average value of chlorophyll-a occurred in April with a value of 0.136 mg/m³ and the lowest in October with a value of 0.361 mg/m³. This variability is closely related to the IOD phenomenon that occurs. Another factor is mass

transport of water which can increase upwelling which results in an increase in chlorophyll-a. Ocean currents affect SST and chlorophyll-a, the direction of the current is influenced by seasons, in the west monsoon the dominant current is northwest and east monsoon is dominant in the southeast direction.

Keywords: IOD, Sea Surface Temperature, Chlorophyll-a, Ocean Currents, Meulaboh

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki sekitar 17.508 pulau dan garis pantai sepanjang 95.181 km dengan luas wilayah perairan laut mencapai 5,8 juta kilometer persegi, yang merupakan 71% dari keseluruhan wilayah Indonesia (KKP, 2019). Hal tersebut mengakibatkan banyak dari aspek kehidupan manusia maupun biota didalamnya berhubungan erat dengan parameter-parameter yang terdapat dilaut seperti IOD (*Indian Ocean Dipole*), suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus laut.

Perairan Bagian Barat Pulau Sumatra merupakan wilayah perairan di Indonesia yang terkenal dengan potensial perikananannya. Tingkat kesuburan perairan dipengaruhi oleh adanya fenomena *upwelling* pada lokasi tersebut. Fenomena *upwelling* dapat

diidentifikasi dengan mengamati nilai suhu permukaan laut dan klorofil-a (Silibun et al., 2015). Sirkulasi perairan pada lokasi ini sangat dipengaruhi oleh letaknya dekat ekuator dan Samudra Hindia. Menurut Iskandar (2011), sirkulasi laut pada Samudra Hindia sangat dipengaruhi oleh angin muson yang terjadi berbalik arah. Selama antara pada musim peralihan, semburan angin barat yang terjadi menghasilkan pancaran ekuator kearah timur yang disebut dengan *wyrtki jets*. Sirkulasi perairan juga dipengaruhi oleh fenomena *indian ocean dipole* (IOD).

Indian Ocean Dipole (IOD) merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya pergeseran musim di wilayah Indonesia. Fenomena IOD terjadi karena adanya perbedaan anomali suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian barat dengan bagian timur. Fenomena IOD dapat menyebabkan peristiwa penurunan maupun peningkatan suhu permukaan laut yang disertai dengan penurunan maupun peningkatan curah hujan (Rahayu et al., 2018). Menurut Damanik et al. (2017) fenomena IOD dapat mempengaruhi iklim dan cuaca pada wilayah Indonesia bagian barat, khususnya bagian barat Pulau

Sumatra. Secara umum, indeks IOD positif menunjukkan suhu perairan di Samudra Hindia bagian timur umumnya lebih dingin daripada perairan di Samudra Hindia bagian barat.

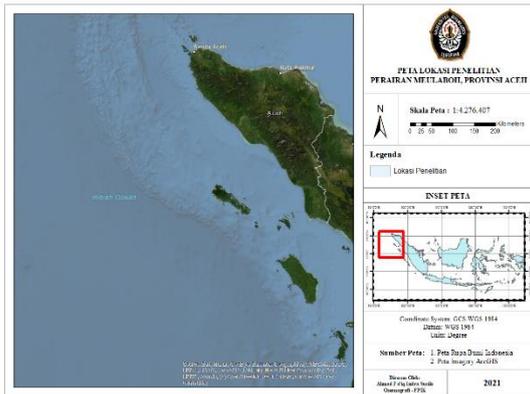
Suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi kehidupan biota laut. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme dan reproduksi organisme ini (Ginthing et al., 2018). Klorofil-a merupakan salah satu komponen penting yang tersusun dari fitoplankton dan tumbuhan air serta dijadikan sebagai sumber makanan bagi ikan dan biota lainnya (Prarikeslan, 2016). Suhu Permukaan Laut dan klorofil-a dapat digunakan untuk mengamati arus yang terjadi di permukaan air laut, sedangkan dalam bidang perikanan dapat digunakan sebagai penentuan tempat penangkapan ikan (*fishing ground*). Selain itu, SPL dan Klorofil-a juga dapat digunakan sebagai parameter oseanografi untuk mengidentifikasi terjadinya suatu fenomena *upwelling*.

Arus laut merupakan fenomena pergerakan kolom massa air laut secara horizontal yang disebabkan oleh tiupan angin di permukaan laut, perbedaan densitas atau adanya pengaruh pasang surut air laut membentuk suatu pola sirkulasi arus tertentu pada suatu wilayah perairan (Hadi dan Radjawane, 2009). Sirkulasi laut di Samudera Hindia khatulistiwa sangat dipengaruhi oleh angin muson yang berbalik arah. Selama antar monsun pada bulan April-Mei dan Oktober-November, semburan angin barat yang berkelanjutan menghasilkan pancaran ekuator ke arah timur di sepanjang ekuator, yang disebut *Wyrtki Jet* (Iskandar, 2011). *Wyrtki Jet* merupakan fenomena arus laut kuat yg dibangkitkan oleh angin baratan di sepanjang equatorial di Samudra Hindia ke arah timur (Duan et al., 2016).

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini mengambil daerah studi di wilayah Perairan Meulaboh dan sekitarnya dengan mengambil koordinat 87.956543 °

BT – 99.953613° BT dan 1.450040° LS –
 7.253496° LU. (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.1. Materi Penelitian

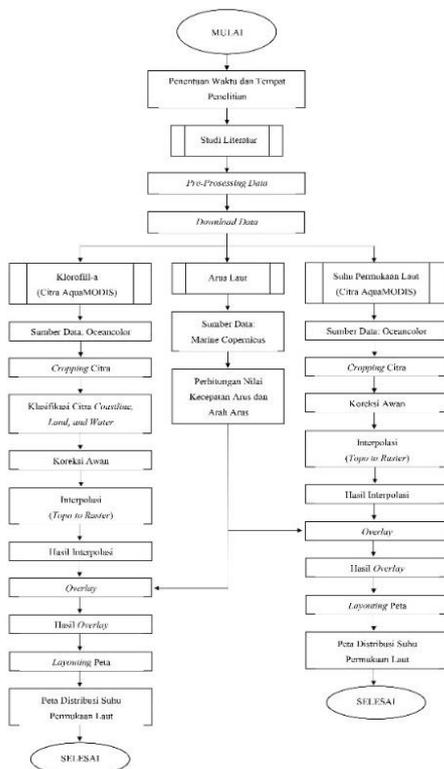
Data Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data citra AquaMODIS (Moderate Resolution Imaging Spektrometri) level 3 (tiga) dari satelit Aqua dengan menggunakan periode bulanan (*monthly*) pada pengamatan tahun 2019, berupa distribusi spasial SPL (Suhu Permukaan Laut) dan klorofil-a bulanan, peta lokasi penelitian Perairan Meulaboh, Kepulauan Sinabang, Provinsi Aceh, serta data kecepatan (UV) dan arah arus laut.

2.2. Metode Penelitian

Metode Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif yang bersifat eksploratif, yaitu metode penelitian yang berusaha menggambarkan objek atau subyek yang diteliti secara objektif, dan bertujuan menggambarkan fakta secara sistematis dan menginterpretasikan sesuatu, akibat atau efek yang terjadi atau tentang kecenderungan yang sedang berlangsung secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat daerah tertentu (Zellatifanny dan Bambang, 2018). Metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data citra dan analisis data. Hasil akhir pada penelitian ini akan menggambarkan tentang pengaruh dari IOD terhadap variabilitas nilai serta distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a, serta pola arus laut yang dapat digunakan sebagai dasar atau informasi mengenai kondisi perairan tersebut untuk potensi perikanan dan lain-lainnya.

2.3. Metode Pengambilan Data

Data suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a diinterpolasikan dengan data citra Aqua MODIS level 3 yang di-*download* dari *website* <http://www.oceancolor.gfsc.nasa.gov>. Data kecepatan dan arah arus laut diperoleh dari data arus laut *eastward sea water velocity* (UV) dan *northward sea water velocity* (UV) pada *Global Ocean 1/4° Physics Analysis and Forecast updated Daily* yang di-*download* dari *website* <https://marine.copernicus.eu/>. Data *Dipole Mode Index* (DMI) yang merupakan indeks IOD di-*download* dari <http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=ioid> yang menggambarkan perbedaan anomali SPL diantara bagian barat tropis Samudera Hindia yang digunakan berdasarkan adanya kejadian IOD. Data peta lokasi penelitian menggunakan data peta imagery yang berasal dari ArcMap.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.4. Metode Analisis Data

Data suhu permukaan laut (SPL) dan data klorofil-a dari citra Aqua MODIS yang di-*download* dari internet diolah dengan menggunakan *software* SeaDAS, kemudian

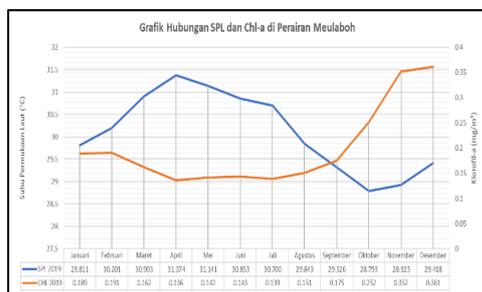
dilakukan koreksi nilai awan dengan menggunakan *software* microsoft excel, dan dilanjutkan dengan pengolahan analisis menggunakan *software* ArcGIS yaitu ArcMap 10.0 untuk dilihat pola distribusinya. Data arus laut yang diperoleh dari internet berupa data arus laut *eastward sea water velocity* (UV) dan *northward sea water velocity* (UV) yang kemudian diolah dengan menggunakan *software* Ocean Data View (ODV), kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai rerata kecepatan arus (UV) dan arah arus laut dengan menggunakan *software* microsoft excel, dan dilanjutkan dengan tahap *overlay*, pada peta distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a. Data DMI sebagai indeks IOD yang digunakan untuk analisis korelasi pengaruh IOD terhadap suhu permukaan laut dan klorofil-a dapat menggunakan perhitungan korelasi Pearsen:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Variabilitas SPL, Klorofil-a, dan Arus

Berdasarkan analisis data SPL dan klorofil-a dapat dilihat bahwa pada grafik menunjukkan hubungan antara data SPL dan klorofil-a. Hal ini dapat terlihat pada (**Gambar 3**)



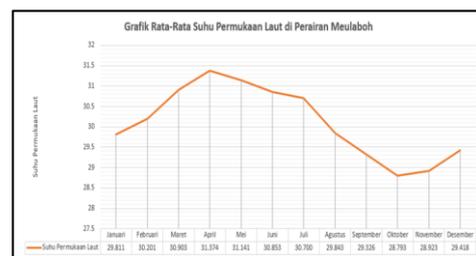
Gambar 3. Hubungan antara SPL dan Klorofil-a pada Tahun 2019

Berdasarkan grafik menunjukkan bahwa data SPL dan klorofil-a menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik yaitu pada setiap peningkatan SPL diikuti dengan penurunan Klorofil-a seperti pada Bulan Januari memiliki nilai SPL sebesar 29,811 °C dan nilai klorofil-a sebesar 0,189 mg/m³ serta pada Bulan Oktober memiliki nilai SPL

sebesar 28,793 °C dan nilai klorofil-a sebesar 0,252 mg/m³.

Tabel 1. Variabilitas SPL Tahun 2019

BULAN	SPL 2019
Januari	29.811
Februari	30.201
Maret	30.903
April	31.374
Mei	31.141
Juni	30.853
Juli	30.700
Agustus	29.843
September	29.326
Oktober	28.793
November	28.923
Desember	29.418



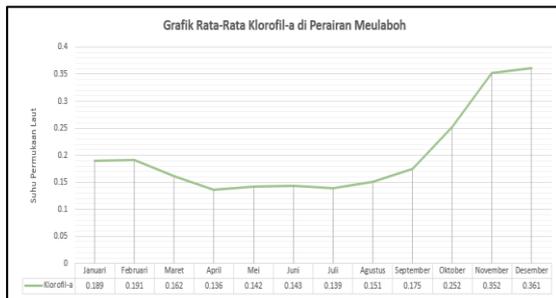
Gambar 4. Grafik Rerata SPL Tahun 2019

Pada data variabilitas bulanan SPL dapat terlihat bahwa terjadi peningkatan dan penurunan suhu permukaan laut. Pada musim barat (Desember – januari - februari) terjadi peningkatan. Pada musim peralihan 1 (maret-april-mei) terjadi peningkatan pada maret - april dan kemudian mengalami penurunan pada april - mei. Pada musim timur (juni-juli-agustus) terjadi penurunan. Pada musim peralihan 2 (september-oktober-november) terjadi penurunan suhu permukaan laut yang relatif besar. Nilai SPL tertinggi terjadi pada puncak musim peralihan 1 yaitu Bulan April sebesar 31,141 °C dan nilai terendah SPL terjadi pada puncak musim peralihan 2 yaitu pada Bulan Oktober sebesar 28,793 °C. Hal ini terjadi karena pada musim barat posisi matahari berada pada bumi bagian selatan sehingga daerah yang berada di selatan mendapatkan pancaran sinar matahari yang lebih banyak secara terus menerus, pada musim timur disebabkan posisi matahari berada pada bumi bagian utara sehingga daerah yang berada di selatan mendapatkan pancaran sinar matahari yang lebih sedikit, dan pada musim peralihan terjadi fenomena angin tidak menentu dan pola angin dipengaruhi oleh

karakteristik musim sebelumnya (Rahman et.al., 2019).

Tabel 2. Variabilitas Klorofil-a Tahun 2019

BULAN	CHL 2019
Januari	0.189
Februari	0.191
Maret	0.162
April	0.136
Mei	0.142
Juni	0.143
Juli	0.139
Agustus	0.151
September	0.175
Oktober	0.252
November	0.352
Desember	0.361



Gambar 5. Grafik Rerata Chl-a Tahun 2019

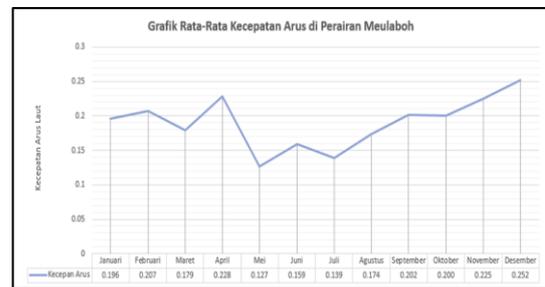
Pada data variabilitas bulanan Klorofil-a dapat terlihat bahwa terjadi peningkatan dan penurunan suhu permukaan laut. Peningkatan dan penurunan suhu permukaan laut juga dipengaruhi oleh pola angin yang terjadi. Pada musim barat (Desember – Januari - Februari) terjadi penurunan nilai klorofil-a. Pada musim peralihan 1 (Maret – April - Mei) terjadi penurunan pada Maret - April dan kemudian mengalami peningkatan pada April - Mei. Pada musim timur (Juni – Juli - Agustus) terjadi peningkatan yang relatif kecil. Pada musim peralihan 2 (September - Oktober- November) terjadi penurunan suhu permukaan laut yang cukup signifikan. Nilai SPL tertinggi terjadi pada puncak musim peralihan 1 yaitu Bulan April sebesar 0,136 mg/m³ dan nilai terendah SPL terjadi pada puncak musim Barat yaitu pada Bulan Desember sebesar 0,361 mg/m³.

Fenomena peningkatan dan penurunan SPL dan klorofil dapat disebabkan oleh peristiwa *upwelling* yang terjadi pada perairan tersebut. Menurut Hafizhurrahman et.al. (2015), variabilitas tahunan SPL dan klorofil-a kenaikan atau penurunan intensitas

upwelling yang terjadi. Fenomena *upwelling* berkaitan erat dengan pola dan kekuatan tekanan angin yang dapat mengakibatkan terjadinya transport ekman yang berperan sebagai pembangkit *upwelling* (Hafizhurrahman et.al., 2015).

Tabel 3. Variabilitas Arus Laut Tahun 2019

BULAN	ARUS 2019
Januari	0.196
Februari	0.207
Maret	0.179
April	0.228
Mei	0.127
Juni	0.159
Juli	0.139
Agustus	0.174
September	0.202
Oktober	0.200
November	0.225
Desember	0.252

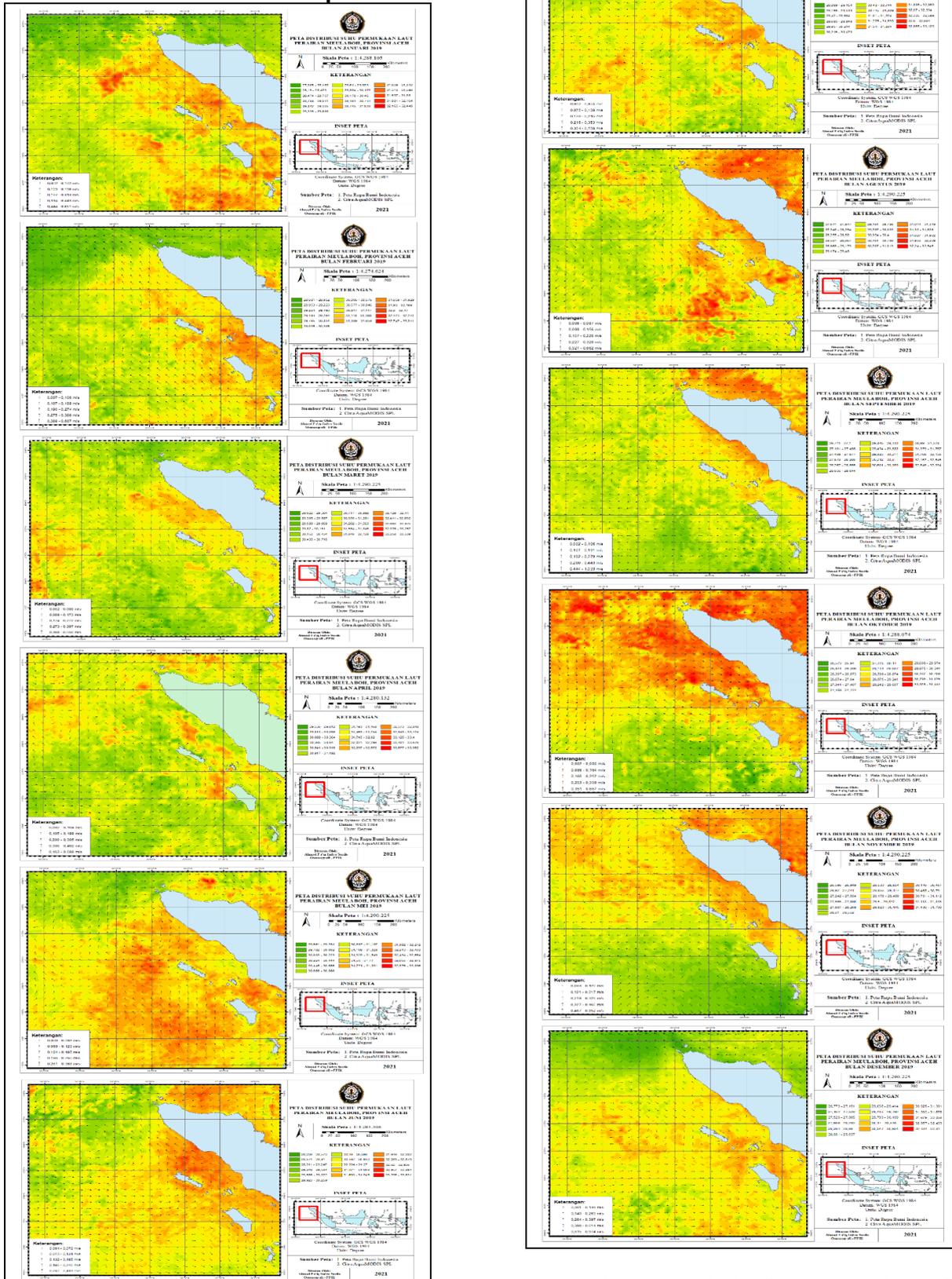


Gambar 6. Grafik Rerata Arus Tahun 2019

Variabilitas sebaran kecepatan dan arah arus laut pada Perairan Meulaboh dipengaruhi oleh musim yang disebabkan oleh arah angin yang berhembus. Peningkatan dan penurunan kecepatan arus laut sangat dipengaruhi oleh pola angin yang terjadi. Pada musim barat (Desember – Januari - Februari) terjadi peristiwa peningkatan rata-rata kecepatan arus laut. Pada musim peralihan 1 (Maret – April - Mei) terjadi peningkatan pada Maret - April dan kemudian mengalami penurunan pada April - Mei. Pada musim timur (Juni - Juli- Agustus) terjadi penurunan pada Juni - Juli dan kemudian mengalami peningkatan pada Juli - Agustus. Pada musim peralihan 2 (September - Oktober - November) terjadi peningkatan kecepatan arus yang cukup kuat. Kecepatan arus laut rata-rata tertinggi terjadi pada Bulan Desember yaitu sebesar 0,252 m/s dan kecepatan arus rata-rata terendah terjadi pada Bulan Mei yaitu sebesar 0,127 m/s.

3.2. Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a

3.2.1. Variabilitas SPL Secara Spasial



Gambar 7. Variabilitas Spasial SPL dengan Pola Arus Laut Tahun 2019

Suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi kehidupan biota laut. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme dan reproduksi organisme ini (Ginthing et al., 2018). Variabilitas spasial suhu permukaan laut ditunjukkan pada **Gambar 7**, pada hasil tersebut peta sebaran tersebut terbagi kedalam beberapa sub gambar yang terdiri dari peta sebaran suhu permukaan laut bulanan. Suhu permukaan laut sangat dipengaruhi oleh musim yang terjadi. Pembagian musim dibagi menjadi 4 yaitu musim barat, musim peralihan 1, musim timur, dan musim peralihan 2.

Pada Bulan Desember, Januari, dan Februari terjadi musim barat dengan karakteristik angin berhembus dari Asia menuju Australia dengan membawa lebih banyak curah hujan. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap SPL yang relatif lebih hangat, sedangkan konsentrasi klorofil memiliki nilai yang rendah. Hasil Bulan Januari, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 30,17°C sampai 31,88°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 27,90°C sampai 32,44°C dengan rata-rata SPL sebesar 29,811 °C. Pada hasil Bulan Februari, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 30,03°C sampai 31,65°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 28,68°C sampai 33,01°C dengan rata-rata SPL sebesar 30,20 °C. Pada hasil Bulan Desember, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 29,03°C sampai 30,92°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 26,77°C sampai 32,81°C dengan rata-rata SPL sebesar 29,41 °C.,

Musim peralihan terbagi menjadi 2 yaitu musim peralihan 1 (Bulan Maret, April, dan Mei) dan musim peralihan 2 (Bulan September, Oktober, dan November). Pada musim peralihan 1 atau 2 nilai SPL dan klorofil tidak menentu akibat perubahan musim antara barat ke timur atau sebaliknya. Hasil Bulan Maret, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 30,99°C sampai 32,12°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 29,30°C sampai 33,53°C

dengan rata-rata SPL sebesar 30,90°C. Pada hasil Bulan April, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 29,81°C sampai 32,57°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 29,53°C sampai 33,95°C dengan rata-rata SPL sebesar 31,37 °C. Pada hasil Bulan Mei, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 30,88°C sampai 32,21°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 29,56°C sampai 33,09°C dengan rata-rata SPL sebesar 31,14 °C.

Pada Bulan Juni, Juli, dan Agustus terjadi musim timur yang ditandai dengan pusat tekanan yang lebih rendah terjadi di Asia dan tekanan tinggi di Australia, angin berhembus dari Australia menuju Asia dengan membawa lebih sedikit curah hujan. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap SPL yang relatif lebih dingin, sedangkan konsentrasi klorofil memiliki nilai yang tinggi. Pada hasil Bulan Juni, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 31,27°C sampai 33,29°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 28,23°C sampai 33,61°C dengan rata-rata SPL sebesar 30,85 °C. Pada hasil Bulan Juli, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 30,74°C sampai 32,33°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 28,88°C sampai 33,12°C dengan rata-rata SPL sebesar 30,70 °C. Pada hasil Bulan Agustus, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 29,78°C sampai 32,23°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 27,64°C sampai 32,54°C dengan rata-rata SPL sebesar 29,84 °C.

Pada musim peralihan 2 yaitu Bulan September, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 29,04°C sampai 32,15°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 26,71°C sampai 32,93°C dengan rata-rata SPL sebesar 29,32 °C. Hasil Bulan Oktober, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 29,24°C sampai 31,44°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara 25,57°C sampai 31,44°C dengan rata-rata SPL sebesar 38,79 °C. Hasil Bulan

November, sebaran SPL pada Perairan Meulaboh berkisar antara 28,85°C sampai 30,79°C, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara

26,59°C sampai 31,75°C dengan rata-rata SPL sebesar 28,92°C.

3.2.2. Variabilitas Klorofil-a Secara Spasial



Gambar 8. Variabilitas Spasial Klorofil-a dengan Pola Arus Laut Tahun 2019

Klorofil-a merupakan salah satu komponen penting yang tersusun dari fitoplankton dan tumbuhan air serta dijadikan sebagai sumber makanan bagi ikan dan biota lainnya (Prarikeslan, 2016). Variabilitas spasial klorofil-a ditunjukkan pada **Gambar 8**, pada hasil tersebut peta sebaran tersebut terbagi kedalam beberapa sub gambar yang terdiri dari peta sebaran suhu permukaan laut bulanan. Sebaran klorofil-a cenderung lebih pada area pesisir atau dekat dengan bibir pantai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prianto et.al. (2013), rendah atau tingginya kandungan klorofil berhubungan dengan kadar fitoplankton yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan daratan, yakni masuknya unsur zat hara dari aliran sungai yang bermuara di sepanjang pantai.

Pada hasil Bulan Januari, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,072 \text{ mg/m}^3$ sampai $1,915 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,072 \text{ mg/m}^3$ sampai $5,969 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,189 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan Februari, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,06 \text{ mg/m}^3$ sampai $2,008 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,06 \text{ mg/m}^3$ sampai $5,255 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,191 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan Desember, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,086 \text{ mg/m}^3$ sampai $4,358 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,086 \text{ mg/m}^3$ sampai $11,477 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,361 \text{ mg/m}^3$.

Pada hasil Bulan Maret, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,05 \text{ mg/m}^3$ sampai $1,699 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,05 \text{ mg/m}^3$ sampai $3,75 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,162 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan April, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,064 \text{ mg/m}^3$ sampai $1,799 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,064 \text{ mg/m}^3$ sampai $4,691 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,136 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan Mei, sebaran klorofil-a pada Perairan

Meulaboh berkisar antara $0,073 \text{ mg/m}^3$ sampai $1,807 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,073 \text{ mg/m}^3$ sampai $4,697 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,142 \text{ mg/m}^3$.

Pada hasil Bulan Juni, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,054 \text{ mg/m}^3$ sampai $2,48 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,054 \text{ mg/m}^3$ sampai $6,523 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,143 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan Juli, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,069 \text{ mg/m}^3$ sampai $1,77 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,069 \text{ mg/m}^3$ sampai $3,472 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,139 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan Agustus, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,067 \text{ mg/m}^3$ sampai $2,419 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,067 \text{ mg/m}^3$ sampai $4,771 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,151 \text{ mg/m}^3$.

Pada hasil Bulan September, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $30,17 \text{ mg/m}^3$ sampai $31,88 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $27,90 \text{ mg/m}^3$ sampai $32,44 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,175 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan Oktober, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $30,17 \text{ mg/m}^3$ sampai $31,88 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $27,90 \text{ mg/m}^3$ sampai $32,44 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,252 \text{ mg/m}^3$. Pada hasil Bulan November, sebaran klorofil-a pada Perairan Meulaboh berkisar antara $0,076 \text{ mg/m}^3$ sampai $7,616 \text{ mg/m}^3$, sedangkan secara keseluruhan pada Perairan Barat Sumatra berkisar antara $0,076 \text{ mg/m}^3$ sampai $11,043 \text{ mg/m}^3$ dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,352 \text{ mg/m}^3$.

3.3. Hubungan SPL dan Klorofil-a dengan Pola Arus

Variabel SPL dan Klorofil memiliki hubungan yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Hubungan

antar parameter dapat dinyatakan dalam nilai korelasi sedang 0,4 – 0,5; korelasi kuat 0,6 – 0,8; dan korelasi sangat kuat 0,8 – 1,0 dengan hubungan korelasi positif maupun negatif (Saverio dan Wilma, 2018)

Tabel 4. Perbandingan SPL dan Klorofil-a

BULAN	SPL 2019	CHL 2019
Januari	29.811	0.189
Februari	30.201	0.191
Maret	30.903	0.162
April	31.374	0.136
Mei	31.141	0.142
Juni	30.853	0.143
Juli	30.700	0.139
Agustus	29.843	0.151
September	29.326	0.175
Oktober	28.793	0.252
November	28.923	0.352
Desember	29.418	0.361

Tabel 5. Korelasi SPL dengan Klorofil-a

	Suhu Permukaan Laut	Klorofil-a
Suhu Permukaan Laut	1	
Klorofil-a	-0.745208225	1

Berdasarkan Uraian **Tabel 4** dan **Tabel 5** dapat dilihat bahwa hubungan antara SPL dan klorofil-a menunjukkan hubungan yang dapat dinyatakan dalam nilai korelasi 0,7452 dengan hubungan negatif yang kuat. Nilai negatif pada korelasi dapat berarti bahwa hubungan antara kedua variabel tersebut negatif atau saling berbanding terbalik. Apabila salah satu variabel mengalami kenaikan maka akan berpengaruh dengan penurunan pada variabel yang lainnya seperti pada pada musim barat Bulan Januari memiliki nilai SPL sebesar 29,811°C dan nilai klorofil-a sebesar 0,189 mg/m³, musim peralihan 1 Bulan April memiliki nilai SPL sebesar 31,374°C dan nilai klorofil-a sebesar 0,136 mg/m³, musim timur Bulan Juli memiliki nilai SPL sebesar 30,70°C dan nilai klorofil-a sebesar 0,139 mg/m³, musim peralihan 2 Bulan Oktober memiliki nilai SPL sebesar 28,793°C dan nilai klorofil-a sebesar 0,252 mg/m³

Variabilitas SPL dan klorofil-a juga dapat dipengaruhi oleh pola arus laut. Pola arus laut disajikan dalam bentuk *overlay* pada setiap peta sebaran SPL dan klorofil-a. Variabilitas kecepatan dan pola arus laut sangat dipengaruhi oleh pola angin atau *monsoon*

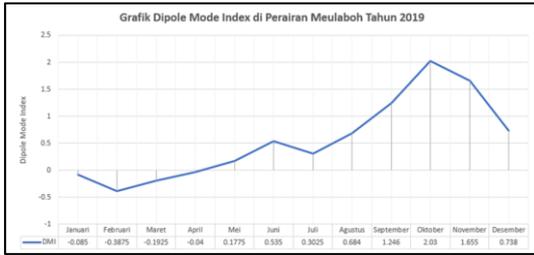
yang terjadi. Pada musim barat Bulan Januari kecepatan arus berkisar antara 0,002 m/s sampai 0,651 m/s dengan arah pola arus laut di perairan meulaboh adalah barat laut, pada musim peralihan 1 Bulan April kecepatan arus berkisar antara 0,002 m/s sampai 0,689 m/s dengan arah pola arus laut di perairan meulaboh adalah barat laut, pada musim timur Bulan Juli kecepatan arus berkisar antara 0,002 m/s sampai 0,758 m/s dengan arah pola arus laut di perairan meulaboh adalah tenggara, dan pada musim peralihan 2 Bulan Oktober kecepatan arus berkisar antara 0,002 m/s sampai 0,667 m/s dengan arah pola arus laut di perairan meulaboh adalah tenggara. Menurut Hafizhurrahman et al. (2015), pada saat IOD positif maka kecepatan arus cenderung lebih lambat dan sebaliknya pada saat IOD negatif maka arus cenderung lebih lambat. Hal tersebut berkaitan dengan ketinggian slope muka air laut yang terjadi.

3.4. Hubungan IOD (*Indian Ocean Dipole*) dengan SPL dan Klorofil-a

Indeks IOD (*Indian Ocean Dipole*) atau indeks DM (*Dipole Mode*) merupakan beda anomali temperatur permukaan laut Samudera Hindia bagian Timur dan Barat. Identifikasi tahun kejadian DM positif, negatif, dan netral dilakukan dengan ketentuan sesuai dengan pernyataan Adiwira et al., (2018). Grafik *dipole mode index* berfungsi sebagai bantuan untuk mengalisis dan mengetahui fenomena IOD yang terjadi pada perairan. Nilai DM dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 6. Nilai DMI tahun 2019

BULAN	DMI 2019
Januari	-0.085
Februari	-0.3875
Maret	-0.1925
April	-0.04
Mei	0.1775
Juni	0.535
Juli	0.3025
Agustus	0.684
September	1.246
Oktober	2.03
November	1.655
Desember	0.738



Gambar 9. Grafik DMI Tahun 2019

Berdasarkan data DM tersebut (**Tabel 6**), pada musim barat Bulan Januari memiliki nilai -0,085 termasuk kedalam kategori DM negatif; musim peralihan 1 Bulan April memiliki nilai -0,04 termasuk kedalam kategori DM negatif; musim timur Bulan Juli memiliki nilai 0,302 termasuk kedalam kategori DM netral; dan musim peralihan 2 Bulan Oktober memiliki nilai 2,03 termasuk kedalam kategori DM positif. Nilai DMI ini dapat mengidentifikasi fenomena IOD yang terjadi pada waktu dan tempat tersebut. Klasifikasi nilai DM dilakukan dengan ketentuan pernyataan Adiwira et al., (2018).

Tabel 7. Klasifikasi Nilai DMI

No	Nilai DMI	Keterangan
1	"DMI > 0,48° C"	DM Positif
2	"-0,48° C ≤ DMI ≤ 0,48° C"	DM Netral
3	"DMI < 0,48° C"	DM Negatif

Fenomena IOD sangat mempengaruhi variabilitas SPL dan klorofil-a. Hubungan IOD dengan SPL dan klorofil dinyatakan dalam nilai korelasi. Menurut Malhotra (2004), analisa koefisien korelasi digunakan untuk mengetahui tingkat kekuatan korelasi antara variabel bebas dengan variabel terikat. Suliyanto (2005) menyatakan bahwa ada tiga jenis korelasi dalam analisis koefisien korelasi yaitu korelasi positif, negatif, dan nihil. Korelasi positif terjadi apabila perubahan pada variabel yang satu diikuti dengan perubahan variabel yang lain dengan arah yang sama (berbanding lurus). Korelasi negatif terjadi apabila perubahan pada variabel yang satu diikuti dengan perubahan variabel yang lain dengan arah yang berlawanan (berbanding terbalik).

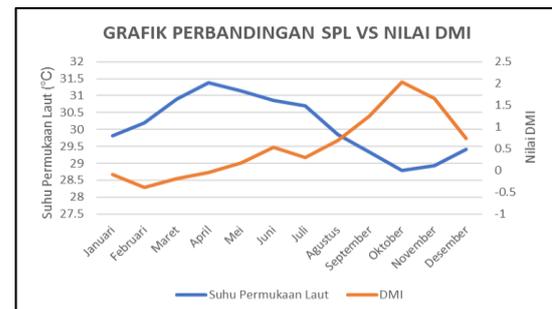
Tabel 8. Perbandingan SPL dan DMI

BULAN	SPL 2019	DMI 2019
Januari	29.811	-0.085
Februari	30.201	-0.3875
Maret	30.903	-0.1925
April	31.374	-0.04
Mei	31.141	0.1775
Juni	30.853	0.535
Juli	30.700	0.3025
Agustus	29.843	0.684
September	29.326	1.246
Oktober	28.793	2.03
November	28.923	1.655
Desember	29.418	0.738

Tabel 9. Korelasi SPL dengan DMI

	Suhu Permukaan Laut	DMI
Suhu Permukaan Laut	1	
DMI	-0.841425246	1

Berdasarkan Uraian **Tabel 8** dan **Tabel 9** dapat dilihat bahwa hubungan antara SPL dan nilai DMI menunjukkan hubungan yang dapat dinyatakan dalam nilai korelasi -0,8414 dengan hubungan negatif yang sangat kuat. Nilai negatif pada korelasi antara SPL dan nilai DMI berarti bahwa hubungan negatif atau saling berbanding terbalik. Hal ini dapat diartikan bahwa apabila SPL mengalami kenaikan maka akan berpengaruh dengan penurunan pada nilai DMI nya dan berlaku sebaliknya.



Gambar 10. Grafik SPL dan DMI

Hubungan berbanding terbalik antara SPL dan DMI dapat terlihat pada **Gambar 10**. Pada grafik diketahui bahwa pada musim barat (Bulan Desember – Januari – Februari) terjadi kenaikan SPL dengan diikuti penurunan nilai DMI. Pada musim peralihan 1 (Bulan Maret – April – Mei) terjadi kenaikan SPL dengan diikuti penurunan nilai DMI pada Bulan Maret hingga April dan penurunan SPL dengan diikuti kenaikan nilai DMI pada Bulan April hingga Mei. Pada musim timur (Bulan Juni – Juli – Agustus) terjadi penurunan SPL

dengan diikuti kenaikan nilai DMI. Pada musim peralihan 2 (Bulan September – Oktober – November) terjadi penurunan SPL dengan diikuti kenaikan nilai DMI pada Bulan September hingga Oktober dan kenaikan SPL dengan diikuti penurunan nilai DMI pada Bulan Oktober hingga November. Hal ini sesuai dengan pernyataan Damanik et al. (2017), pada saat fenomena IOD positif terjadi penurunan suhu permukaan laut yang menyebabkan rendahnya curah hujan dan pada saat fenomena IOD negatif terjadi kenaikan suhu permukaan laut yang menyebabkan tingginya curah hujan.

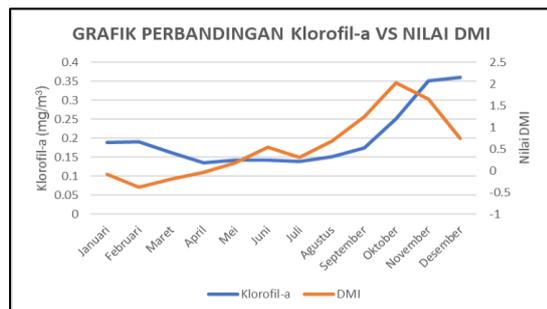
Tabel 9. Perbandingan Klorofil-a dan DMI

BULAN	CHL 2019	DMI 2019
Januari	0.189	-0.085
Februari	0.191	-0.3875
Maret	0.162	-0.1925
April	0.136	-0.04
Mei	0.142	0.1775
Juni	0.143	0.535
Juli	0.139	0.3025
Agustus	0.151	0.684
September	0.175	1.246
Oktober	0.252	2.03
November	0.352	1.655
Desember	0.361	0.738

Tabel 10. Korelasi Klorofil-a dengan DMI

	Klorofil-a	DMI
Klorofil-a	1	
DMI	0.562707274	1

Hubungan antara klorofil-a dan nilai DMI menunjukkan hubungan yang dapat dinyatakan dalam nilai korelasi 0,5627 dengan hubungan positif yang sedang. Nilai positif pada korelasi antara klorofil-a dan nilai DMI berarti bahwa hubungan positif atau saling berbanding lurus. Hal ini dapat diartikan bahwa apabila klorofil-a mengalami kenaikan maka akan berpengaruh dengan kenaikan pada nilai DMI nya.



Gambar 11. Grafik Klorofil-a dan DMI

Hubungan berbanding lurus antara klorofil-a dan DMI dapat terlihat pada **Gambar 11**. Pada grafik diketahui bahwa pada musim barat (Bulan Desember – Januari – Februari) terjadi penurunan klorofil-a dan nilai DMI. Pada musim peralihan 1 (Bulan Maret – April – Mei) terjadi kenaikan dan penurunan klorofil-a dan nilai DMI. Pada musim timur (Bulan Juni – Juli – Agustus) terjadi kenaikan dan penurunan klorofil-a dan nilai DMI. Pada musim peralihan 2 (Bulan September – Oktober – November) terjadi kenaikan SPL dengan diikuti kenaikan nilai DMI.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fenomena IOD pada tahun 2019 sangat mempengaruhi variabilitas temporal maupun spasial suhu permukaan laut dan klorofil-a pada tiap variabilitas bulanannya. Hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a dinyatakan dalam nilai korelasi $r^2 = 0,7452$ menunjukkan nilai korelasi negatif kuat (berbanding terbalik) yaitu pada setiap peningkatan SPL diikuti dengan penurunan Klorofil-a. Hal ini karena klorofil dipengaruhi peningkatan nutrisi dari *run off* sungai akibat curah hujan. Variabilitas temporal ketika IOD positif memiliki nilai SPL yang lebih rendah dan klorofil-a yang lebih tinggi daripada saat fenomena IOD negatif. Secara spasial sebaran klorofil-a tinggi berada dekat daratan dengan kecenderungan ketika IOD positif memiliki konsentrasi klorofil-a yang lebih rendah dan ketika IOD negatif memiliki konsentrasi yang lebih tinggi. Hubungan antara SPL dan nilai DMI menunjukkan hubungan yang dapat dinyatakan dalam nilai korelasi -0,8414 dengan hubungan negatif sangat kuat yang dapat diartikan bahwa hubungan negatif atau saling berbanding terbalik. Hal ini dapat diartikan bahwa apabila SPL mengalami kenaikan maka akan berpengaruh dengan penurunan pada nilai DMI nya dan berlaku sebaliknya. Hubungan antara klorofil-a dan nilai DMI menunjukkan hubungan yang dapat dinyatakan dalam nilai korelasi 0,5627 dengan hubungan positif sedang yang dapat diartikan bahwa apabila SPL mengalami kenaikan maka akan berpengaruh dengan kenaikan pada nilai DMI nya. Kecepatan arus laut cenderung lebih

lambat ketika IOD positif dan lebih cepat ketika IOD negatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwira, H., Noir P.P., Syawaludin A.H., dan Mega L.S. 2018. Variabilitas Suhu Laut Pada Kejadian IOD (*Indian Ocean Dipole*) Di Perairan Barat Sumatera Menggunakan Data Argo Float. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan*, Vol. 7 No.1, pp 28-41
- Damanik, Rira Angela, Jenni Maria Renata Tinambunan, Clara Avila Dea Permata. 2017. Respon Salinitas dan Klorofil-a di Perairan Barat Sumatra Terhadap Fenomena *Indian Ocean Dipole* Tahun 2010-2016. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-4 Tahun 2017*
- Duan, Yongliang, Lin Liu, Guoqing Han, Hongwei Liu, Weidong Yu, Guang Yang, Huiwu Wang, Haiyuan Wang, Yanliang Liu, Zahid, dan Husain Wahid. 2016. *Anomalous behaviors of Wyrski Jets in the equatorial Indian Ocean during 2013*. *Scientific Report* 6, Article number: 29688 (2016). (<http://www.nature.com/scientificreports/>, diakses tanggal 20 Januari 2022)
- Ginting, Munthe, M., Putra, R. D., & Jaya, Y. V. 2018. Pemetaan Zona Potensial Penangkapan Ikan Berdasarkan Citra Satelit Aqua/Terra Modis Di Perairan Selatan Laut Jawa. Pemetaan Zona Potensial Penangkapan Ikan Berdasarkan Citra Satelit Aqua/Terra Modis Di Perairan Selatan Laut Jawa. *Jurnal Dinamika Maritim*, Vol 7, No. 1 pp 39-42
- Hadi, S dan I. Radjawane. 2009. *Arus Laut*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hafizhurrahman, Irfan, Kunarso, Agus Anugroho Dwi Suryoputro. 2015. Pengaruh IOD Terhadap Variabilitas Nilai Serta Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a pada Periode *Upwelling* di Perairan Sekitar Bukit Badung Bali. *Jurnal Oseanografi*, Vol. 4 No. 2, pp 423 - 433
- Iskandar, Iskhaq. 2011. Variasi Intraseasonal Zona Dekat Permukaan Arus yang Terlihat di Timur Selatan Laut India Khatulistiwa. *Jurnal Pembangunan Pesisir*, Vol 15, No. 1 pp 1 – 8.
- KKP. 2019. Laut Masa Depan Bangsa, Mari Kita Jaga Bersama, (<https://kkp.go.id/artikel/12993-laut-masa-depan-bangsa-mari-jaga-bersama>, diakses tanggal 20 Januari 2022).
- Maltora, N. K. (2004). Riset Pemasaran: Pendekatan terapan. Jakarta: Indeks Kelompok Gramedia.
- Prarikeslan, Widya. 2016. *Oseanografi*. Jakarta: Penerbit Kencana, p 200
- Prianto, T. Zia Ulqodry dan Riris Aryawati. 2013. Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Bangka dengan Menggunakan Citra Aqua-Modis. *Maspari Journal*, Vol. 5 No.1, pp 22-33
- Rahayu, Nofiana Dian, Bandi Sasmito, dan Nurhadi Bashit. 2018. Analisis Pengaruh Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) Terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 7, No. 1 pp 57-67
- Rahman, Muhamad Ali, Mega Laksmi S., M. Untung Kurnia Agung, dan Sunarto. 2019. Pengaruh Musim Terhadap Kondisi Oseanografi dalam Penentuan Daerah Penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Selatan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. X No. 1, pp 92-102
- Saverio, Fransisko dan Wilma Laura Sahetapy. 2018. Analisis Korelasi Budaya Kerja, Stres Kerja, dan Kinerja Karyawan CV Berkat Sejati. *Agora*, Vol. 6, No. 2, pp 1-4
- Silubun, Dortje Thedora, Jonson Lumban Gaol2, Yuli Naulita. Estimasi Intensitas *Upwelling* Pantai dari Satelit AquaMODIS di Perairan Selatan Jawa dan Barat Sumatera. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, Vol. 6 No. 1 pp 21-29.

- Suliyanto. (2005). Analisis data dalam aplikasi pemasaran. Bogor: Ghalia Indonesia
- Zellatifanny, Cut Medika dan Bambang Mudjiyant. 2018. Tipe Penelitian Deskripsi dalam Ilmu Komunikasi. *Jurnal Diakom*, Vol. 1 No. 2, pp 83-9

