

Studi Karakteristik Suhu Permukaan Laut (SPL) Di Perairan Selat Lombok Menggunakan Citra Satelit EOS Aqua MODIS

Fitra Cahya Prima^a, I Wayan Gede Astawa Karang^{a*}, I Gede Hendrawan^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author email: gedekarang@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: September 21st 2020

Received in revised form: Desember 3rd 2020

Accepted: January 18th 2021

Available online: August 31st 2021

Keywords:

Lombok Strait

SST

ENSO

IOD

ABSTRACT

Sea Surface Temperature (SST) conditions of the Lombok Strait vary with atmospheric, oceanographic conditions in the Pacific and Indian Oceans. However, studies related to the response of SST in the northern and southern Lombok Straits to the variation in water mass in the Pacific and Indian Oceans have not been widely done, especially SST information from the long period data. Observation of SST for an extended period can be done using remote sensing technology. The purpose of this study is to determine the temporal and spatial distribution of SST in the northern and southern Lombok Straits and their relation to atmospheric-oceanographic conditions in the Pacific and Indian Oceans. The data used in this study is Aqua MODIS Satellite data level 2 obtained from Oceancolor, ENSO (El-Nino Southern Oscillation) Index obtained from the NOAA portal (National Oceanic and Atmospheric Administration) and IOD (Indian Oscillation Dipole) Index obtained from the JAMSTEC portal (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology). The methods used are correlation and statistics methods. The results found that for the monthly SST variation, the highest occurred in April and the lowest of August. During transition I (March-May), the highest occurred for seasonal SST variation, and the lowest occurred in the southeast monsoon (June – August). The annual variation of SST shows that the highest SST occurred in 2010 and the lowest in 2018. The results also show that variability of the SST in the northern part of the Lombok Strait is more influenced by ENSO, which represents fluctuations in water mass in the Pacific Ocean, while the southern part of Lombok strait influences IOD more strongly compared to ENSO. The correlation of northern SST with ENSO is 0.90 (very strong), while southern SST with IOD is -0.73 (strong). The data shows that the SST in the northern Lombok Strait has different responses to ENSO and IOD with the SST in the southern Lombok Strait.

2021 JMRT. All rights reserved

1. Pendahuluan

Selat Lombok adalah selat yang berada diantara Pulau Lombok dan Bali yang menjadi penghubung antara perairan Laut Bali dengan Samudera Hindia (Purba dan Utami, 2016). Menurut Purba dan Utami (2016) Selat Lombok mempunyai lebar sekitar 30 km dan mempunyai kedalaman 800m – 1000m pada wilayah utara hingga tengah. Di wilayah selatan lebar selat berkurang dikarenakan adanya Pulau Nusa Penida menjadi 18 km dan kedalaman sekitar 250 m yang merupakan penghubung antara lapisan dalam dari utara ke bagian selatan yang disebut ambang (*sill*). Menurut Wiyadi (2012) Selat Lombok memiliki sistem perairan dinamika yang kompleks karena adanya pengaruh lokal dan pengaruh regional yang berasal dari Samudera Pasifik dibagian utara dan Samudera Hindia dibagian selatan. Karakteristik massa air pada Selat Lombok juga terpengaruh adanya *upwelling* dan *downwelling*, *transport Ekman* dan sirkulasi massa air dipermukaan laut. Selat Lombok memiliki sistem arus kuat dengan arah menuju Samudera Hindia (Arief, 1992). Hal ini menurut Hendiarti *et al.*, (2004) transport ekman dapat menyebabkan *upwelling* di perairan selatan Jawa hingga Selat

Lombok yang menyebabkan massa air dari dalam yang suhu nya rendah naik ke permukaan laut, ini biasanya terdapat di bulan April-Oktober. Selat Lombok juga menjadi alur pergerakan massa air yang dibawa dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia yang disebut juga Arus Lintas Indonesia (Arlindo) (Field and Gordon, 1997). Menurut Tomascik *et al.*, (1997) Massa air Arlindo ketika melewati Indonesia akan tercampur, sehingga akan terjadi pencampuran massa air antara massa air Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Salah satu parameter oseanografi Selat Lombok yang dipengaruhi oleh sirkulasi Arlindo dan fenomena atmosfer di sekitarnya adalah suhu permukaan laut (SPL).

SPL Selat Lombok dipengaruhi secara langsung ataupun tidak langsung oleh fenomena oseanografi-atmosfer, seperti pengaruh *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO), *Indian Oscillation Dipole* (IOD) dan pergerakan angin muson (Putra *et al.*, 2017; Wiyadi, 2012). ENSO merupakan fenomena yang terjadi di daerah tropis Indo-Pasifik yang dicirikan dengan adanya anomali SPL di Pasifik (Glantz 2001; Tippett and Barnston 2008). Pengaruh *El-Nino* terhadap perairan Selat Lombok dicirikan dengan kondisi SPL nya yang lebih rendah dibandingkan pada kondisi normal (Ahmad *et al.*, 2017). Sedangkan IOD yaitu penyimpangan iklim

dikarenakan adanya interaksi di Samudera Hindia antara atmosfer dan laut. Hal ini menghasilkan tekanan rendah di bagian barat Samudera Hindia yang mengakibatkan hembusan aliran massa udara ke arah barat (Kailaku, 2009). Massa air yang ada didepannya akan di dorong oleh hembusan sehingga massa air dari bawah akan naik ke permukaan laut (*upwelling*). Akibat dari itu SPL pada bagian selatan Indonesia mengalami penurunan, sedangkan di dekat pantai timur Afrika SPL mengalami kenaikan. (Kailaku, 2009). Selat Lombok juga di pengaruhi oleh faktor musiman, dimana pada Musim Timur terjadi tekanan udara rendah di wilayah Asia dan tekanan udara tinggi di wilayah Australia. Hal ini berpengaruh terhadap sirkulasi air laut dan klimatologi yang menyebabkan pada musim timur curah hujan rendah dikarenakan SPL nya rendah (Arinardi *et al.*, 1994).

Pengukuran SPL dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu pengambilan data langsung (*in situ*) atau penginderaan jauh (*remote sensing*). Pada penelitian ini menggunakan *remote sensing* yaitu memanfaatkan satelit untuk mengamati SPL baik secara temporal maupun spasial. Keunggulan dari *remote sensing* yaitu memiliki kemampuan untuk menganalisis wilayah yang sangat luas dan wilayah yang sulit dijangkau dalam waktu yang singkat (Dicky *et al.*, 2013). Salah satu satelit yang dilengkapi sensor infrared untuk mendeteksi SPL adalah satelit EOS Aqua yang terdapat sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). Keunggulan dari MODIS yaitu memiliki data time-series harian sehingga dapat digunakan untuk pengamatan SPL dengan perubahannya cepat (Dicky *et al.*, 2013). Satelit EOS Aqua MODIS juga telah di uji akurasi nya yang dilakukan oleh Wahyudi *et al.*, (2018) Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah 0,55. Menurut penelitian yang dilakukan Wahyudi (2017) didapat nilai RMSE terkecil yaitu 0,45. Nilai RMSE menunjukkan keakuratan data. Sedangkan nilai RMSE lebih rendah berarti nilai data SPL yang diukur dengan satelit memiliki tingkat keakuratan data yang tinggi (Kolen and Brennan 1995).

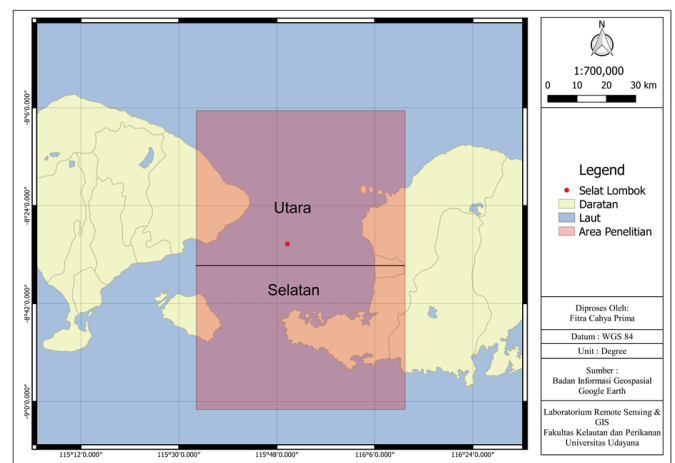
Penelitian SPL di Selat Lombok telah dilakukan seperti yang dilakukan oleh Yuhendrasniko *et al.*, (2016) ditemukan bahwa SPL pada musim peralihan II lebih rendah dibandingkan musim peralihan I. Dan yang telah dilakukan oleh Kunarso *et al.*, (2011) nilai SPL pada wilayah selatan Jawa sampai perairan Timor semakin menurun dari bulan Juni hingga bulan Oktober. Dan Penelitian yang dilakukan oleh Kinasih *et al.*, (2016) dengan hasil menurunnya SPL di wilayah Indonesia pada saat IOD (+) dan meningkatnya SPL pada saat IOD (-). Studi mengenai variabilitas SPL di Selat Lombok telah dilakukan tetapi belum meninjau tentang faktor pengaruh ENSO dan IOD dalam jangka waktu lebih dari sepuluh tahun. Selain itu, variasi SPL di bagian utara dan selatan Selat Lombok belum banyak dikaji, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh fenomena dari ENSO dan IOD terhadap perairan utara dan selatan Selat Lombok untuk jangka waktu yang panjang diatas sepuluh tahun.

2. Metode Penelitian

2.1. Data dan Lokasi Penelitian

Adapun data yang digunakan berupa data SPL yang didapatkan pada website <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov> dan menggunakan data Aqua MODIS level 2 selama 15 tahun dari 2004 hingga 2018 dengan resolusi spasial 1 km ini telah terdapat proses algoritmanya dan menghasilkan data geofisik berupa *brightness temperature*, *cloud mask*, *radiance* dan *NDVI* (NASA, 2013). Data anomali SPL Niño 3.4 didapatkan diwebsite <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/>. Data indeks anomali SPL Niño 3.4 (*Oceanic Niño Indeks*) digunakan untuk melihat periode *El Niño* dan *La Niña*. Indeks positif menyatakan fenomena *El Niño*

sedangkan indeks negatif menyatakan fenomena *La Niña*. Data *Dipole Mode Indeks* digunakan untuk melihat kondisi IOD (+) atau pun IOD (-) diperoleh dari website <http://www.jamstec.go.jp/>. Penelitian ini dilakukan disekitar perairan Selat Lombok dengan domain -8°00' LS - 9°15' LS, 115°15' BT - 116°25' BT (Gambar 1). Pengolahan data dilakukan di Laboratorium *Remote Sensing* dan GIS Universitas Udayana. Lokasi Selat Lombok dibagi menjadi dua wilayah menggunakan modifikasi metode yang digunakan oleh (Emiyati *et al.*, 2014) yaitu membagi lokasi menjadi dua area yaitu wilayah utara dan selatan. Selat Lombok dibagi menjadi dua area dikarenakan Selat Lombok memiliki sistem perairan dinamika yang kompleks karena adanya pengaruh lokal dan pengaruh regional yang berasal dari Samudera Pasifik dibagian utara dan Samudera Hindia dibagian selatan (Wiyadi, 2012). Bagian utara Selat Lombok meliputi jalur masuk ke Selat Lombok. Bagian selatan meliputi sebelum dan sesudah ada nya *sill* yang menjadi jalur ke Samudera Hindia.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengolahan Data

Secara garis besar pengolahan data dilakukan secara beberapa tahap. Tahapan pertama yaitu pra pengolahan data SPL meliputi *georeference* yaitu proses pemberian *reference* geografi pada data raster atau *image* yang belum memiliki acuan pada sistem koordinat. Kemudian tahapan kedua yaitu pengolahan data SPL meliputi *mosaic* merupakan penggabungan citra atau *scene*. Data yang telah di *mosaic* selanjutnya di interpolasi guna memperoleh sebaran SPL secara spasial. Selanjutnya data di *cropping* guna untuk pemotongan citra yang bertujuan untuk mencakup daerah penelitian, pada penelitian ini area studi terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian utara dan selatan Selat Lombok untuk mengetahui perbedaan SPL bagian utara dan selatan. Data SPL selanjutnya di layout dari data rata-rata bulanan, musiman dan tahunan.

Data SPL juga di cari Anomalinnya guna untuk mencari hubungan antara ENSO dan IOD. Anomali SPL (AnoSPL) dihitung berdasarkan hasil pengurangan antara nilai SPL aktual dengan nilai SPL rata-rata tempat yang bersangkutan. AnoSPL dihitung berdasarkan (Wilby *et al.*, 2004) :

$$\text{AnoSPL} = \text{SPLa} - \text{SPLm} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

AnoSPL : nilai anomali SPL pada tempat yang bersangkutan

SPLa : nilai SPL aktual (°C)

SPLm : nilai SPL rata-rata (dari series data pada penelitian ini digunakan periode 2004-2018).

Jika nilai SPL aktual lebih tinggi dibanding nilai rata-ratanya, maka nilai AnoSPL akan positif. Demikian sebaliknya, jika nilai SPL aktual lebih rendah dibanding nilai rata-ratanya, maka nilai AnoSPL akan negatif.

Pengolahan data Indeks ENSO dan Indeks IOD yaitu dengan membuat grafik nilai indeks. Kemudian data ini di cari hubungannya menggunakan metode korelasi terhadap SPL di bagian utara dan selatan Selat Lombok.

2.3 Analisis Temporal dan Spasial

Analisis temporal dan spasial bertujuan untuk melihat fluktuasi SPL baik secara temporal maupun spasial. Analisis temporal bertujuan untuk melihat SPL pada bagian utara dan selatan dari data harian yang dijadikan data rata-rata bulanan, musiman dan tahunan. Pada penelitian kali ini data bulanan merupakan rata-rata SPL bulanan selama 15 tahun. Data periode musim di bagi menjadi 4 yaitu: Musim Barat (Desember – Januari - Februari), Peralihan I (Maret – April - Mei), Musim Timur (Juni – Juli - Agustus) dan Peralihan II (September – Oktober - November). Dan tahunan merupakan rata-rata bulanan dari januari hingga desember. Sedangkan analisis spasial bertujuan untuk mengetahui sebaran SPL pada area Selat Lombok. Data SPL akan disajikan secara bulanan, musiman dan tahunan dalam kurun waktu 2004 hingga 2018..

2.4 Analisis Hubungan Anomali SPL dengan ENSO dan IOD

Hubungan antara SPL dan ENSO dan IOD dianalisis secara statistik menggunakan korelasi sederhana dengan persamaan *Pearson Correlation*. Adapun formula perhitungan menurut (Nugroho *et al.*, 2008) seperti pada persamaan 2.

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- r : Koefisien korelasi
- x : Nilai Anomali SPL
- y : Nilai variabel Indeks ENSO atau IOD
- n : Jumlah data

Tabel 1. Nilai kekuatan hubungan koefisien korelasi

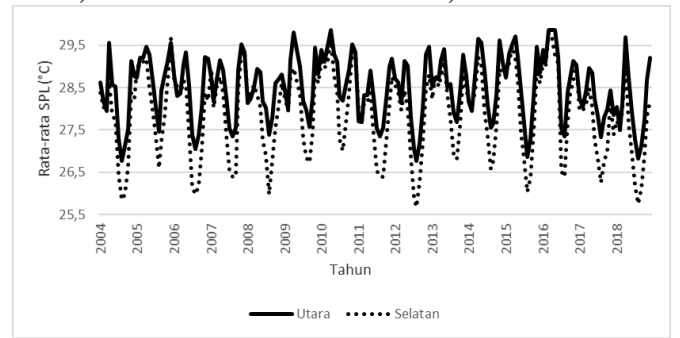
Koefisien Korelasi	Interpretasi Hubungan
0 – 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Kuat
0,81 – 1	Sangat Kuat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik SPL

3.1.1 Karakteristik Temporal SPL

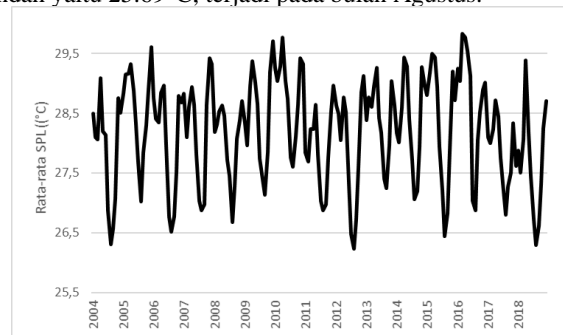
SPL di perairan Selat Lombok yang dianalisis dari data rata-rata bulanan bagian utara dan selatan selama 15 tahun mulai tahun 2004-2018. Berdasarkan hasil pengolahan data SPL yang didapatkan hasil pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-Rata SPL Bulanan Utara dan Selatan Tahun 2004-2018

Karakteristik SPL bulanan pada setiap tahunnya hampir memiliki fluktuasi yang sama dimana terdapat kemiripan periode penurunan dan peningkatan SPL di bagian utara dan bagian selatan Selat Lombok. SPL rata-rata bagian utara lebih tinggi dibandingkan selatan. Meskipun ada beberapa bulan dibagian selatan SPL lebih tinggi dibandingkan di bagian utara, seperti pada bulan Maret 2004, Januari 2005, Februari 2006, Januari 2007, Januari-Maret 2008, Januari-Februari 2011, Februari 2013&2014, Januari 2015. Pada bulan Agustus dari tahun 2004-2018 merupakan rata-rata SPL yang paling rendah dibandingkan bulan yang lain.

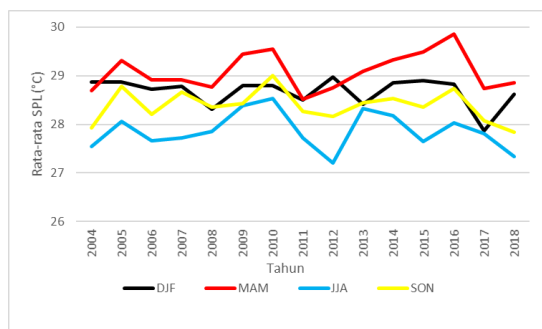
SPL rata-rata bulanan pada daerah utara Selat Lombok berkisar antara 26,77–29,86°C. Dengan nilai SPL tertinggi nya yaitu 29.86°C, SPL rata-rata tertinggi nya terjadi di bulan April. Nilai SPL terendah yaitu 26.77°C, terjadi pada bulan Agustus. SPL rata-rata bulanan pada daerah selatan Selat Lombok berkisar antara 25,69–29,80°C. Dengan nilai SPL tertinggi nya yaitu 29.80°C, rata-rata SPL tertinggi terjadi di bulan April. Nilai SPL terendah yaitu 25.69°C, terjadi pada bulan Agustus.



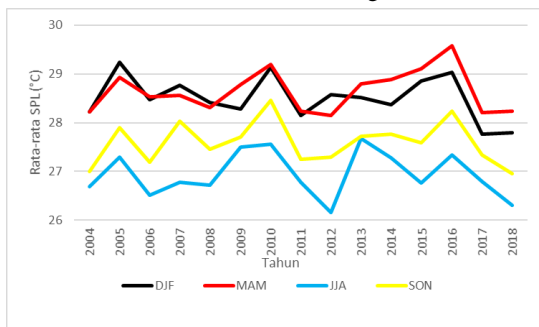
Gambar 3. Rata-Rata SPL Bulanan Selat Lombok Tahun 2004-2018

Karakteristik SPL bulanan pada setiap tahunnya hampir memiliki fluktuasi yang sama. Dimana rata-rata SPL bulan April dari tahun 2004 – 2018 merupakan yang paling tinggi dengan nilai 29.11°C , dan rata-rata SPL bulan Agustus dari tahun 2004 – 2018 merupakan yang paling rendah dengan nilai 26.82°C. SPL rata-rata bulanan pada daerah Selat Lombok berkisar antara 26,23–29,83°C. SPL pada Bulan Maret 2016 merupakan yang tertinggi dan Bulan Agustus 2012 merupakan terendahnya. Karakteristik SPL yang tinggi terjadi pada Bulan Maret tahun 2015 & 2016, April tahun 2004, 2010, 2014, 2017 & 2018, Mei tahun 2006 & 2013, November 2007, Desember tahun 2005, 2008, 2009, 2011 & 2012. Karakteristik SPL yang terendah terjadi pada Bulan Agustus selama 13 tahun dari 15 tahun kecuali tahun 2009 & 2013. Karakteristik SPL yang rendah juga terjadi di Bulan September tahun 2009 & 2013.

SPL di perairan Selat Lombok juga dianalisis secara musiman. Musim merupakan salah satu bagian yang dapat mempengaruhi SPL perairan (Kasim, 2010). Berdasarkan pengolahan data SPL musiman didapatkan hasil pada Gambar 4 dan Gambar 5.



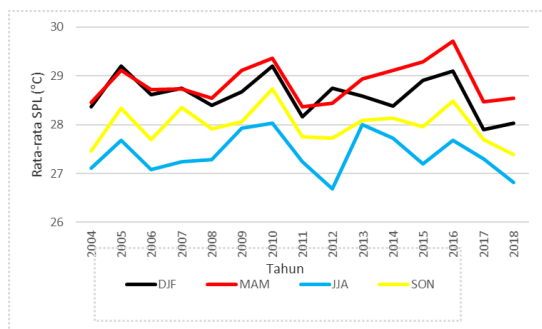
Gambar 4. SPL Musiman Selat Lombok Bagian Utara



Gambar 5. SPL Musiman Selat Lombok Bagian Selatan

Pada Gambar 4 SPL bagian utara tertinggi pada peralihan I tahun 2016 yaitu 29,85°C, pada musim timur tahun 2012 merupakan SPL terendah dengan nilai 27,20°C. SPL pada musim barat tertinggi nya pada tahun 2012 yaitu 28,96°C, sedangkan terendah nya pada tahun 2017 yaitu 27,87°C. Pada peralihan I SPL tertinggi nya pada tahun 2016 yaitu 29,85°C, sedangkan terendah nya pada tahun 2011 yaitu 28,51°C. SPL pada musim timur tertinggi nya pada tahun 2010 yaitu 28,52°C, dan terendah nya pada tahun 2012 yaitu 27,20°C. SPL pada Peralihan II tertinggi nya pada tahun 2010 yaitu 29°C, sedangkan terendah nya pada tahun 2018 yaitu 27,84°C. Menurut Yuhendrasmiko *et al.*, (2016) Variabilitas SPL di Selat Lombok pada peralihan I dan musim barat nilai SPL nya lebih tinggi dari peralihan II dan musim timur.

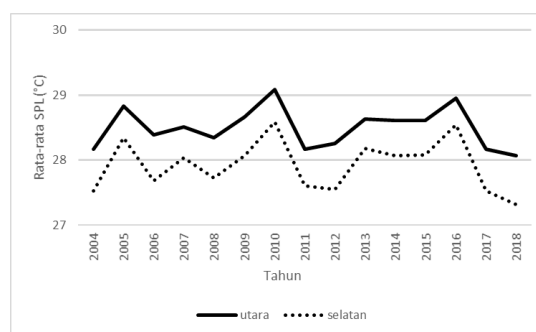
Pada Gambar 5 SPL bagian selatan tertinggi terjadi pada peralihan I tahun 2016 yaitu 29,58°C, sedangkan terendah nya pada musim timur tahun 2012 yaitu 26,15°C. SPL pada musim barat tertinggi nya pada tahun 2005 yaitu 29,24°C, dan terendah nya pada tahun 2017 yaitu 27,76°C. Pada peralihan I SPL tertinggi nya pada tahun 2016 yaitu 29,58°C, dan terendah nya pada tahun 2012 yaitu 28,14°C. SPL pada musim timur tertinggi nya pada tahun 2013 dengan nilai yaitu 27,68°C, dan terendah nya pada tahun 2012 yaitu 26,15°C. SPL pada Peralihan II tertinggi nya pada tahun 2010 yaitu 28,45°C, dan terendah nya pada tahun 2018 yaitu 26,94°C. Menurut Jochum and Murtugudde (2005), menyatakan siklus musiman di Samudera Hindia termasuk di perairan Indonesia SPL nya relatif tetap setiap tahun dan didominasi oleh pola musim.



Gambar 6. SPL Musiman Selat Lombok

Karakteristik pada musim barat dengan rata-rata nilai SPL yaitu 28,60°C. Dengan nilai SPL tertinggi nya yaitu 29,20°C terjadi di tahun 2010 dan SPL terendah nya yaitu 27,90°C terjadi di tahun 2017. Karakteristik pada Peralihan I dengan rata-rata nilai SPL yaitu 28,86°C. Dengan nilai SPL tertinggi yaitu 29,71°C terjadi di tahun 2016 dan SPL terendah yaitu 28,37°C terjadi di tahun 2011. Karakteristik musim timur rata-rata nilai SPL nya yaitu 27,39°C. Dengan nilai SPL tertinggi yaitu 28,03°C terjadi di tahun 2010 dan SPL terendah yaitu 26,68°C terjadi di tahun 2012. Karakteristik pada Peralihan II dengan rata-rata nilai SPL yaitu 27,98°C dan SPL tertinggi yaitu 28,72°C terjadi di tahun 2010 dan nilai SPL terendah yaitu 27,39°C terjadi di tahun 2018. Pada musim Peralihan I dengan nilai SPL tertinggi yaitu 28,86°C dan terendah nya pada musim musim timur dengan nilai SPL yaitu 27,39°C.

SPL di perairan Selat Lombok juga dianalisis dari data rata-rata tahunan. Berdasarkan pengolahan data SPL didapatkan hasil pada Gambar 7.

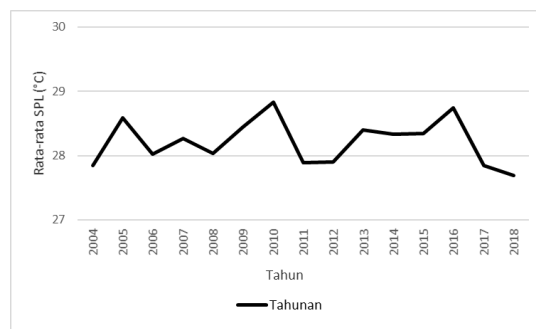


Gambar 7. SPL Tahunan Utara dan Selatan

Karakteristik SPL tahunan hampir memiliki fluktuasi yang sama yaitu SPL bagian utara lebih tinggi dibandingkan selatan. SPL tahun 2012 berbeda antara bagian utara dan selatan, pada bagian utara SPL meningkat dan pada bagian selatan SPL nya menurun. Pada tahun 2010 dibagian utara dan selatan merupakan rata-rata SPL tertinggi. Pada tahun 2018 dibagian utara dan selatan merupakan rata-rata SPL terendah.

Karakteristik SPL dibagian utara lebih tinggi di bandingkan di bagian selatan. SPL rata-rata tahunan berkisar antara 28,07–29,08°C. Dengan nilai SPL tertinggi yaitu 29,08°C terjadi di tahun 2010 dan SPL terendah yaitu 28,07°C terjadi di tahun 2018.

Karakteristik SPL dibagian selatan lebih rendah di bandingkan di bagian utara. SPL rata-rata tahunan berkisar antara 27,32–28,58°C. Dengan nilai SPL tertinggi yaitu 28,58°C terjadi di tahun 2010 dan SPL terendah yaitu 27,32°C terjadi di tahun 2018.



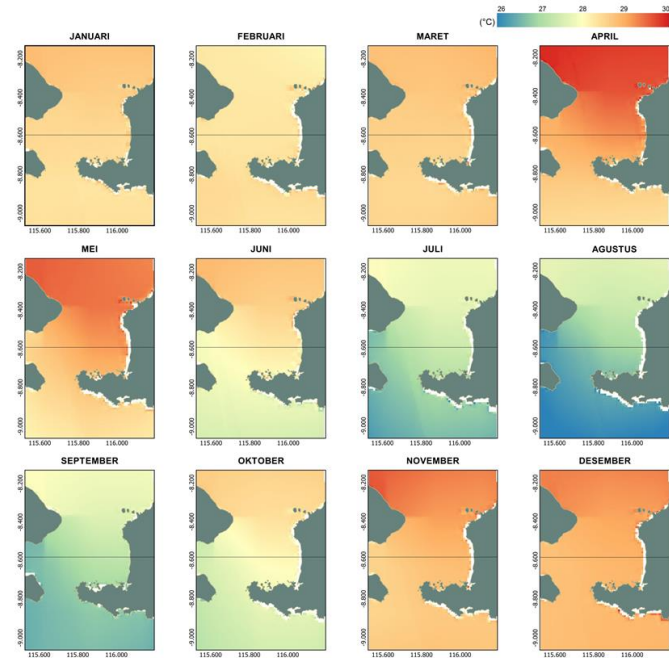
Gambar 8. SPL Tahunan Selat Lombok

Karakteristik rata-rata SPL tahunan tertinggi nya pada tahun 2010 yaitu 28,83°C dan terendah nya pada tahun 2018 yaitu 27,69°C. Menurut data yang di keluarkan oleh NOAA terjadi *La Nina* di bulan Juni – Desember tahun 2010. Dan tahun 2018 menurut NOAA dan JAMSTEC terjadi *El Nino* pada 3 bulan

terakhir dan juga terjadi IOD + yang menyebabkan SPL nya rendah.

3.1.2 Karakteristik Spasial SPL

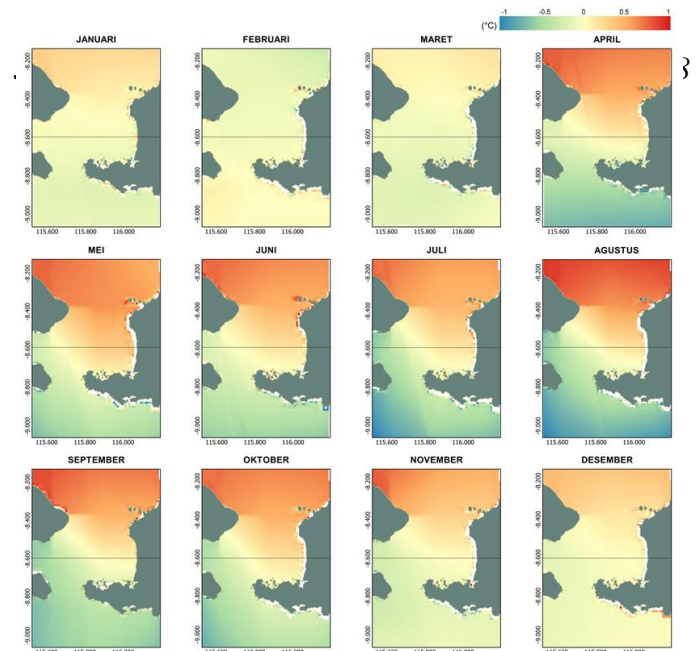
Data SPL di perairan Selat Lombok yang dianalisis adalah data rata-rata bulanan selama 15 tahun. SPL tertinggi nya pada bulan Maret 2016 sedangkan terendah nya pada bulan Agustus 2012. Berdasarkan hasil pengolahan data SPL didapatkan hasil pada Gambar 9.



Gambar 9. Rata-rata Spasial SPL Bulanan

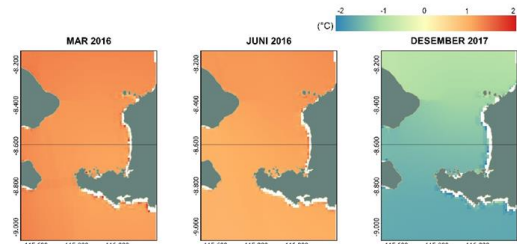
Karakteristik SPL bulanan ditunjukkan oleh Gambar 9 dengan rata-rata SPL tertinggi pada bulan April yaitu 29.11°C sedangkan terendah nya bulan Agustus yaitu 26.82°C. SPL dibagian pintu masuk utara Selat Lombok selalu lebih tinggi pada setiap bulannya dibandingkan setelah memasuki selat atau setelah ada nya *sill* dibagian selatan. Menurut Purba dan Utami (2016) Di daerah selatan merupakan jalur keluar ke Samudera Hindia, lebar selat ini menjadi 18 km karena adanya Pulau Nusa Penida dengan kedalaman menjadi sekitar 250 m. Menurut Emiyati *et al.*, (2014) Rendahnya nilai SPL pada perairan selatan Lombok di karenakan berhubungan langsung dengan Samudera Hindia yang menjadi daerah insentif terjadinya *upwelling*. *Upwelling* ini dikarenakan oleh aliran air menuju utara yang dapat menyebabkan muka air pada pantai Pulau Nusa Penida menjadi turun (Pedlosky, 1987). Menurut Wiyadi (2012) masih kuatnya tiupan angin muson tenggara yang mengakibatkan dilepaskan nya hawa panas (bahang) yang banyak ke udara.

Data SPL di perairan Selat Lombok juga dianalisis secara anomali. Berdasarkan pengolahan data anomali SPL didapatkan hasil pada Gambar 10.



Gambar 10. Spasial Anomali SPL Bulanan

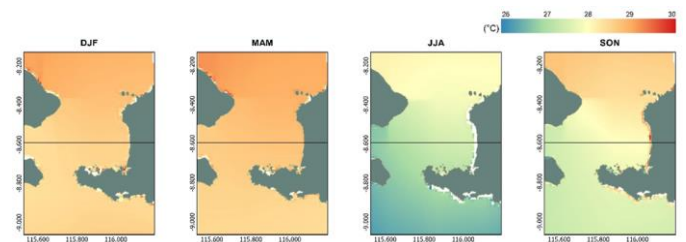
Selisih anomali SPL tertinggi yaitu pada bulan Agustus dengan nilai -0.91 – 0.87 dan terendah yaitu bulan Maret dengan nilai -0.21 – 0.08. Pada Gambar 10 ada variasi spasial dari nilai positif dan negatif. Wilayah perairan sebelah utara dari bulan April - Agustus mengalami peningkatan SPL. Pada bagian Selatan cenderung mengalami penurunan SPL.



Gambar 11. Spasial Anomali SPL Bulanan Extream

Pada Gambar 11 merupakan terjadinya anomali yang kuat, pada bulan Maret 2016 dengan nilai 1.03 – 1.30. Pada bulan Juni 2016 dengan nilai 0.91 – 1.19 dan bulan Desember 2017 dengan nilai -0.78 – -1.58.

Data SPL di perairan Selat Lombok juga dianalisis secara musiman. Pada peralihan I merupakan SPL tertinggi dan terendah nya pada musim timur. Berdasarkan pengolahan data SPL didapatkan hasil pada Gambar 12.

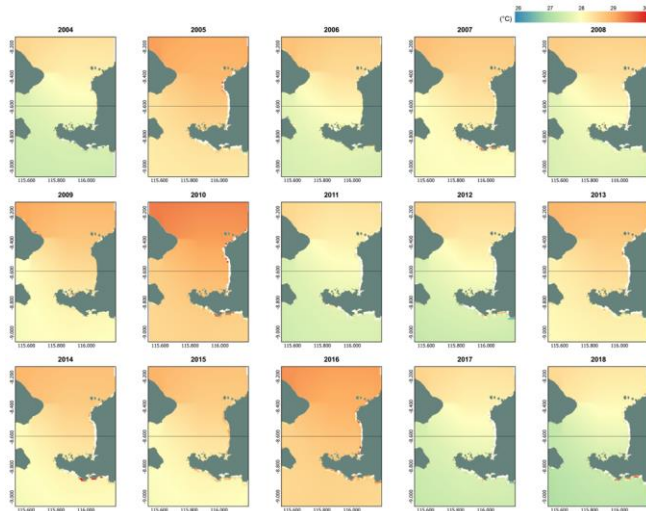


Gambar 12. Rata-rata Spasial SPL Musiman

Pada musim barat rata-rata SPL yaitu 28.60°C, dan SPL mengalami kenaikan di peralihan I dengan rata-rata SPL yaitu 28.86°C. Sedangkan musim timur yang menjadi rata-rata SPL yang sangat rendah diantara musim lainnya yaitu 27.39°C, dan pada peralihan II rata-rata SPL meningkat menjadi 27.98°C. Menurut Yuhendasmiko *et al.*, (2016) Variabilitas SPL di Selat Lombok pada peralihan I dan musim barat nilai SPL nya lebih tinggi dari peralihan II dan musim timur. Menurut Jochum and Murtugudde (2005), menyatakan siklus musiman di Samudera Hindia termasuk di perairan Indonesia SPL nya relatif tetap setiap tahun. Menurut Arinardi *et al.*, (1994) pada musim timur terjadi

tekanan udara rendah di wilayah Asia dan tekanan udara tinggi di wilayah Australia. Hal ini berpengaruh terhadap sirkulasi air laut dan klimatologi yang menyebabkan pada musim timur curah hujan rendah dikarenakan SPL nya rendah.

SPL di perairan Selat Lombok dianalisis dari data rata-rata tahunan. Berdasarkan pengolahan data SPL didapatkan hasil pada Gambar 13.

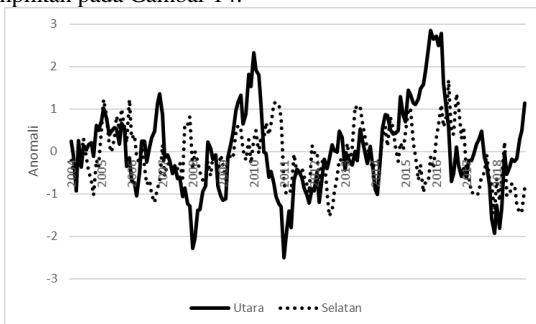


Gambar 13. Rata-Rata SPL Tahunan

Karakteristik rata-rata SPL tahunan tertinggi pada tahun 2010 yaitu 28,83°C, sedangkan terendah nya terjadi tahun 2018 yaitu 27,69°C. Karakteristik rata-rata SPL dari tahun 2004-2010 mengalami kenaikan, lalu di tahun 2011 dan 2012 SPL mengalami penurunan. Tahun 2013-2016 rata-rata SPL kembali meningkat dan tahun 2017-2018 mengalami penurunan kembali. Pada Tahun 2010 menurut data yang di keluarkan oleh NOAA terjadi *La Nina* di bulan Juni – Desember. Sedangkan tahun 2018 menurut NOAA dan JAMSTEC terjadi *El Nino* pada 3 bulan terakhir dan juga terjadi IOD + yang menyebabkan SPL nya rendah.

3.2 Hubungan Anomali SPL dengan Indeks ENSO dan IOD

Anomali SPL dianalisis dari data bulanan selama 15 tahun ditampilkan pada Gambar 14.

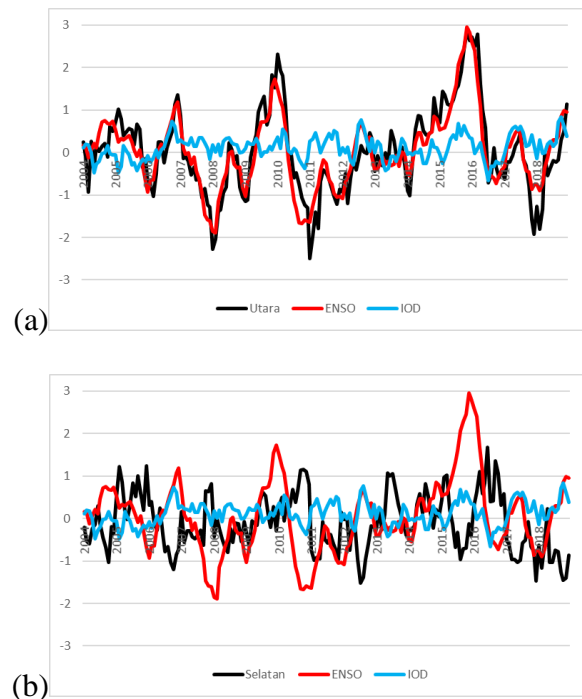


Gambar 14. Anomali SPL

Anomali SPL di bagian utara berkisar dari -1,60 – 1,67. Anomali terendah terjadi pada Maret 2004 dengan nilai -1,60 dan tertinggi terjadi pada Juni 2016 dengan nilai 1,67. Anomali bagian Utara dari 2004 hingga 2018 mengalami kenaikan yang signifikan. Pada bagian selatan anomali berkisar dari -1,98 – 2,52. Anomali terendah terjadi pada September 2007 dengan nilai -1,98 dan tertinggi terjadi pada Juni 2016 dengan nilai 2,52.

Hubungan ENSO dan IOD dengan SPL di perairan Indonesia didapatkan dengan mencari nilai korelasi *Ocean Nino Index*

(ONI) dan *Dipole Mode Index* (DMI) dengan nilai anomali SPL bulanan. Nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai positif menunjukkan hubungan searah antara ENSO atau IOD dengan anomali SPL sedangkan nilai negatif menunjukkan adanya hubungan berlawanan arah.



Gambar 15. Hubungan Anomali SPL a. utara; b. selatan

Dilihat pada Gambar 15 a dimana anomali SPL utara pada grafik memiliki fluktuasi yang sama dengan ENSO dan dengan IOD berbanding terbalik. Pada Gambar 15 b anomali SPL selatan pada grafik memiliki fluktuasi yang berbanding terbalik dengan ENSO dan IOD.

Tabel 2. Korelasi Anomali SPL Indeks ENSO dan IOD

Wilayah	ENSO		IOD	
	Korelasi	Kategori	Korelasi	Kategori
Utara	0.90	sangat kuat	0.12	sangat rendah
Selatan	-0.11	sangat rendah	-0.73	kuat

Hubungan Anomali SPL di bagian utara dengan ENSO memiliki korelasi sebesar 0.90 (sangat kuat), sedangkan dengan IOD memiliki korelasi sebesar 0.12 (sangat rendah). Hubungan Anomali SPL di bagian selatan dengan ENSO memiliki korelasi sebesar -0.11 (sangat rendah), sedangkan dengan IOD memiliki korelasi sebesar -0.73 (kuat).

4. Kesimpulan

Dari penelitian kali ini didapatkan perbedaan nilai SPL secara spasial dan temporal di Selat Lombok bagian utara dan selatan. Distribusi spasial dan temporal SPL bulanan menunjukkan SPL tertinggi pada bulan April dan terendah pada bulan Agustus. Sedangkan untuk pola musiman SPL tertinggi terjadi pada peralihan I dan terendah terjadi pada musim timur. Untuk SPL tahunan tertinggi terjadi di tahun 2010 dan terendah tahun 2018. Variabilitas SPL di bagian utara Selat Lombok lebih dipengaruhi oleh ENSO yang mewakili fluktuasi massa air di Samudra Pasifik sedangkan bagian selatan Selat Lombok pengaruh IOD lebih kuat

dibandingkan dengan ENSO. Nilai korelasi SPL bagian utara dengan ENSO 0.90 (sangat kuat), sedangkan SPL bagian selatan dengan IOD -0.73 (kuat).

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis ingin ucapkan terima kasih kepada Mita Anjaswara, Agung Parahita, Mastya Nagendra, Samantha Julia dan Fernanda Nadia yang sudah membantu dalam proses pengolahan data.

Daftar Pustaka

Ahmad, A. L., Syamsudin, M. L., & Purba, N. P. (2017). Kondisi Thermal Front Ditinjau Dari El Niño, Dan Arlindo Di Perairan Selatan Jawa Timur Dan Bali Pada Muson Timur. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 8(1).

Arief, D. (1997). Perubahan musiman karakteristik massa air Selat Lombok. *J. Oseano dan Limno. Res*, 30, 13-31.

Arinardi, O. H., Trimaningsih, & Sudirdjo. (1994). Pengantar tentang plankton serta kisaran kelimpahan dan plankton dominan di sekitar Pulau Jawa dan Bali. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Dicky M, Sasmito B, Haniah. 2013. Analisis Distribusi Total Suspended Matter Dan Klorofil-A Menggunakan Citra Terra MODIS Level 1B Resolusi 250 Meter Dan 500 Meter. *Jurnal Geodesi UNDIP (Vol 2 Nomor 1)*.

Emiyati, Kuncoro TS, Anneke KS, M, Syarif .B , Bidawi .H. 2014. Analisis Multitemporal Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Perairan Lombok Menggunakan Data Penginderaan Jauh Modis. *Prosiding Seminar Penginderaan Jauh 2014*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (LAPAN).

Ffield A and Gordon AL. 1992. Vertical mixing in the Indonesian thermocline. *Journal of Physical Oceanography*, 22(2): 184-195.

Glantz MH, and Glantz MH. 2001. *Currents of change: impacts of El Niño and La Niña on climate and society*. Cambridge University Press.

Hendiarti, N., Siegel, H., & Ohde, T. (2004). Investigation of different coastal processes in Indonesian waters using SeaWiFS data. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(1-3), 85-97.

JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology). 2020. *Databases General*. www.jamstec.go.jp (Diakses pada tanggal 12 Oktober 2020).

Jochum M, & Murtugudde R. 2005. Internal variability of Indian ocean SST. *Journal of climate*, 18(18): 3726-3738.

Kailaku TE. 2009. Pengaruh ENSO (El Nino-Southern Oscillation) DAN IOD (Indian Ocean Dipole) Terhadap Dinamika Waktu Tanam Padi di Wilayah Tipe Hujan Equatorial dan Monsunal (Studi Kasus Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat dan Kabupaten Karawang, Jawa Barat). [Skripsi]. Jurusan Meteorologi FMIPA IPB. Bogor.

Kasim F. 2010. "Analisis Distribusi Suhu Permukaan Menggunakan Data Citra Satelit Aqua - Modis dan Perangkat Lunak Seadas di Perairan Teluk Tomini." *Jurnal Ilmiah Agropolitan* 3(1): 7.

Kinasih AS, Sartimbul A, Isdianto A. 2016. Variasi Arus Dan Suhu Di Jalur Outflow Arus Lintas Indonesia (Arlindo) Dalam Kaitannya Dengan El-Nino Southern Oscillation (Enso). [Skripsi]. Universitas Brawijaya.

Kolen, M. J. and Brennan, R. L. (1995). *Tes equating: methods and practices*. New York: Verlag.

Kunarso K, Hadi S, Ningsih NS, & Baskoro MS. 2011. Variabilitas suhu dan klorofil-a di daerah upwelling pada variasi kejadian ENSO dan IOD di perairan selatan Jawa sampai Timor. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(3): 171-180.

NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration) 2020. El-Nino Southern Oscillation (ENSO). www.cpc.ncep.noaa.gov (Diakses pada tanggal 12 Oktober 2020)

Nugroho, S., Akbar, S., & Vusvitasari, R. (2008). Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (r), Spearman-rho (ρ), Kendall-Tau (τ), Gamma (G), dan Somers (d yx). *GRADIEN: Jurnal Ilmiah MIPA*, 4(2), 372-381.

Pedlosky J. 1979. *Geophysical Fluids Dynamics*. Springer-Verlag, New York.

Purba M & Utami IN. 2016. Karakter dan Pergerakan Massa Air di Selat Lombok Bulan Januari 2004 dan Juni 2005. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 13(2): 143-153.

Putra DP, Amin T & Asri DP. 2017. Analisis Pengaruh Iod Dan Enso Terhadap Distribusi Klorofil-A Pada Periode Upwelling Di Perairan Sumbawa Selatan. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 4(2): 7-15..

Tippett MK, & Barnston AG. 2008. Skill of multimodel ENSO probability forecasts. *Monthly Weather Review*, 136(10): 3933-3946.

Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, M.K. Moosa. 1997. *The ecology of Indonesian seas. Part I*, Periplus Editions Ltd., Singapore

Wilby RL, Charles SP, Zorita E, Timbal B, Whetton P, Mearns LO. (2004). *Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods*, 1(2): 19

Wiyadi S.H. 2012. Variabilitas Kesuburan Perairan Dan Hubungannya Dengan Kondisi Oseanografi Di Selat Lombok. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor

Yuhendrasniko R, Kunarso K, & Wirasatriya A. 2016. Identifikasi variabilitas upwelling berdasarkan indikator suhu dan klorofil-a di Selat Lombok. *Journal of Oceanography*, 5(4): 530-537.