

**STUDI PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION* (ENSO) DAN
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP VARIABILITAS SUHU
PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-A DI PERAIRAN KARIMUNJAWA**

Abdal Seprianto, Kunarso, Anindya Wirasatriya

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275

Email : kunarjojr@yahoo.com, aninosi@yahoo.co.id

Abstrak

Variabilitas iklim *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Oscillation Dipole* (IOD) adalah variabilitas iklim global yang dapat mempengaruhi kondisi oseanografi diantaranya SPL dan klorofil-a. Studi tentang pengaruh ENSO dan IOD telah banyak dilakukan sebelumnya di Perairan Indonesia, namun belum ada kajian di Perairan Karimunjawa yang dapat mempengaruhi produktivitas perikanan. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari variabilitas iklim antar tahunan ENSO dan IOD terhadap variabilitas SPL dan klorofil-a di Perairan Kepulauan Karimunjawa serta mengetahui faktor fisis yang mendasari pengaruh tersebut. Penelitian ini menggunakan data *near real-time* SPL dan klorofil-a serta indeks ENSO dan IOD dari satelit penginderaan jauh. Data tersebut selanjutnya dianalisis dengan data pendukung angin dan arus laut sehingga menghasilkan kesimpulan yang akan memperjelas mengenai objek yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh variabilitas iklim ENSO terhadap SPL dan klorofil-a tampak rendah, dengan masing-masing memiliki indeks korelasi -0,045 dan -0,035, hal serupa juga terlihat pada pengaruh IOD terhadap klorofil-a yang memiliki indeks korelasi sebesar 0,025. Pengaruh variabilitas iklim antar tahunan yang tampak cukup tinggi terjadi antara iklim IOD dengan SPL yang memiliki indeks korelasi sebesar -0,433. Pengaruh ENSO dan IOD terhadap variabilitas SPL dan klorofil-a terjadi pada periode-periode khusus, yaitu ketika fenomena El Nino kuat berlangsung bersamaan dengan IOD(+) kuat memicu terjadinya SPL dingin dan klorofil-a tinggi, selanjutnya ketika fenomena La Nina kuat berlangsung bersamaan dengan IOD(-) kuat memicu terjadinya SPL hangat dan klorofil-a rendah. Pola angin permukaan diduga menjadi faktor fisis yang mendasari keterkaitan antara IOD dengan variabilitas SPL.

Kata Kunci: *SPL, Klorofil-a, ENSO, IOD, Perairan Karimunjawa*

Abstrack

El Nino Southern Oscillation (ENSO) and Indian Oscillation Dipole (IOD) is the global climate variability that can affect oceanographic conditions including SST and chlorophyll-a. Study of ENSO and IOD influence for the Indonesian Seas has been conducted before, however there's no related studies in Karimunjawa are can be impact to fisheries productivity. The purpose of this study was to determine the influence of ENSO and IOD to SST and chlorophyll-a variability in Karimunjawa Islands, and investigating physical factor underlying the relation. This study used near real-time SST and chlorophyll-a data with ENSO and IOD index from remote sensing satellites. The data was analyzed with the supporting data of wind and ocean currents to produce conclusions in order to clarify the study object. The results showed the influence ENSO to SST and chlorophyll-a were directly low, with the correlation index of -0.045 and -0.035 respectively, similarly in the case of IOD influence on chlorophyll-a which has an index correlation of 0.025. Influence of inter-annual climate variability was high between IOD and SST with an index correlation of -0.433. The influence of ENSO and IOD to the variability of SST and chlorophyll-a occurred during period. When the strong El Nino phenomenon coincided with strong IOD (+) that triggered cold SST and high chlorophyll-a, and the strong La Nina

phenomenon coincided with strong IOD (-) which triggered warm SST and low chlorophyll-a. Surface wind may become the factor underlying the relation between IOD and SST..

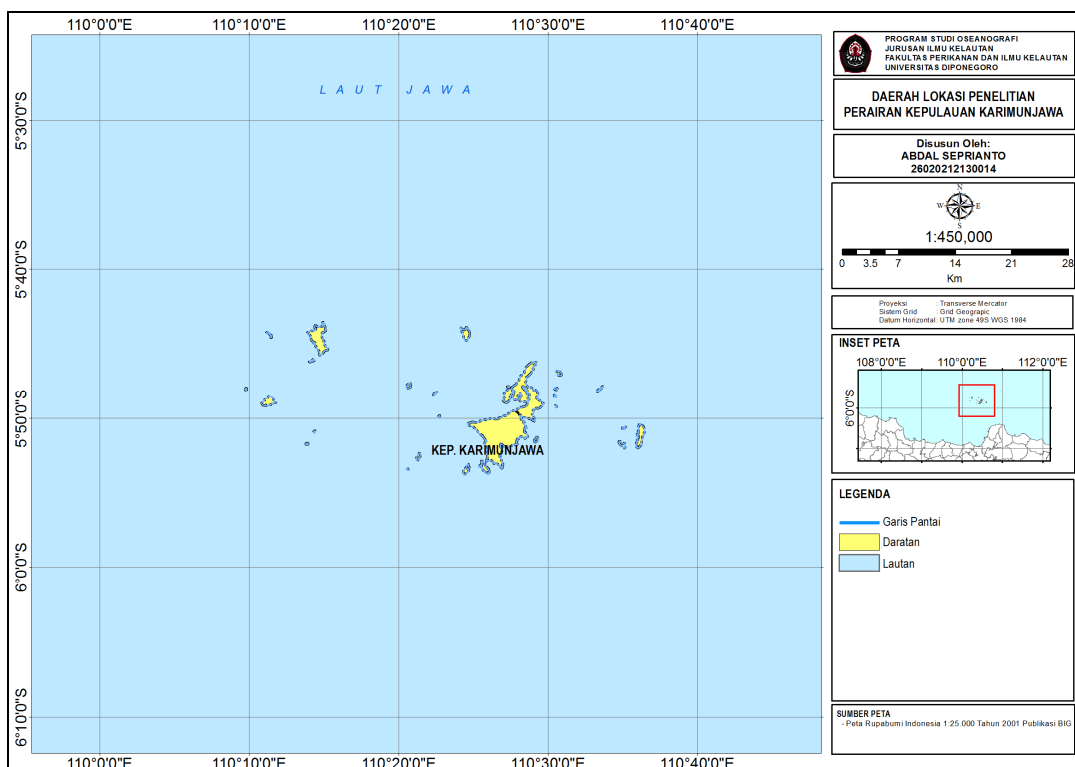
Keywords: SST, chlorophyll-a, ENSO, IOD, Karimunjawa Islands

1. Pendahuluan

ENSO dan IOD adalah variabilitas iklim global yang dapat mempengaruhi kondisi oseanografi. Variabilitas iklim ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu kejadian normal, El Nino dan La Nina. Fenomena El Nino merupakan peningkatan Suhu Permukaan Laut (SPL) dari suhu normalnya di Pasifik Ekuator Timur. Sedangkan La Nina adalah fenomena SPL di wilayah Ekuator Samudera Pasifik mengalami penurunan dari suhu normalnya. Selain fenomena ENSO, fenomena interkasi antara variabilitas iklim global yang lain yakni IOD yang merupakan suatu pola variabilitas di Samudera Hindia (Panjaitan, 2011).

Informasi mengenai kesuburan perairan merupakan hal yang penting diketahui untuk kepentingan masyarakat pesisir. Belum adanya studi mengenai kesuburan perairan diantaranya variabilitas SPL dan klorofil-a di perairan Kepulauan Karimunjawa membuat informasi mengenai kondisi dan karakteristik kesuburan perairan Kepulauan Karimunjawa belum tersedia. Pentingnya untuk mengetahui variabilitas SPL dan klorofil-a karena berdasarkan kedua parameter tersebut dapat memberikan informasi mengenai kesuburan perairan. Yang selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai informasi dasar dalam penentuan zona tangkapan ikan (*fishing ground*). Perubahan SPL dan klorofil-a di perairan secara umum dipengaruhi oleh ENSO dan IOD sebagaimana yang dijelaskan oleh Kunarso *et al.*, (2011)

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variabilitas iklim antar tahunan ENSO dan IOD terhadap variabilitas SPL dan klorofil-a di Perairan Kepulauan Karimunjawa. Selanjutnya mengetahui proses fisis yang berpengaruh terhadap variabilitas SPL dan klorofil-a.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *near real-time* selama 10 tahun dari tahun 2006 hingga 2015 yang terdiri dari data utama dan data pendukung. Data utama adalah data suhu permukaan laut (SPL), data klorofil-a, indeks variabilitas iklim ENSO dan IOD. Data pendukung yang digunakan adalah data arus permukaan laut serta data angin. Data SPL dan klorofil-a didapat dari pendekatan citra satelit Aqua MODIS. Indeks variabilitas iklim ENSO menggunakan nilai anomali suhu permukaan laut (SPL) di NINO3,4. Indeks variabilitas iklim IOD menggunakan nilai Dipole Mode Index

(DMI). Sedangkan data pendukung yang digunakan adalah data arus laut yang didapat dari *MyOcean*, dan data angin didapat dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF).

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2009). Pengumpulan data secara kuantitatif meliputi data SPL, data klorofil-a, indeks variabilitas iklim ENSO dan IOD, data arus, dan data angin. Data yang dihasilkan berupa angka-angka yang kemudian diolah sehingga diperoleh gambaran variabilitas klorofil-a dan SPL secara spasial dan temporal yang akan dikaitkan dengan pengaruh dari variabilitas iklim ENSO dan IOD yang selanjutnya dikembangkan dalam pembahasan.

Metode Pengumpulan Data

Data SPL dan klorofil-a yang digunakan dalam penelitian berupa citra satelit dengan format data *Net Common Data File* (NetCdf). Data citra satelit SPL dan klorofil-a tersebut berupa data bulanan (*monthly*) level 3 dengan resolusi spasial 4 km selama 10 tahun dari bulan Januari 2006 hingga Desember 2015 dengan total 120 citra SPL dan 120 citra klorofil-a. Data citra SPL dan klorofil-a near real-time tersebut diunduh dari website <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/>.

Data variabilitas iklim ENSO dan IOD merupakan nilai indeks anomali SPL di NINO3,4 dan *Dipole Mode Index* (DMI) selama 10 tahun. Anomali SPL di NINO3,4 merupakan perbedaan anomali SPL di Samudra Pasifik Timur yang berupa data bulanan, data tersebut dapat diunduh pada website <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices>. Data DMI merupakan anomali SPL di Samudera Hindia Barat dan Samudera Hindia Timur. Nilai DMI tersebut diunduh pada website <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/dmi.monthly.txt>.

Data angin dan arus laut yang digunakan merupakan hasil pemodelan masing-masing dari instansi *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) dan *MyOcean*. Data angin dapat diunduh pada website <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/> dengan resolusi spasial 13,8 km. Data arus diperoleh dari situs <http://marine.copernicus.eu/> dengan resolusi spasial 8,8 km.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Citra SPL dan klorofil-a bulanan diekstrak terlebih dahulu dengan menggunakan *software* SaDAS yang selanjutnya dilakukan penyaringan data untuk menghilangkan data *Not a Number* (NaN) yang merupakan data kosong. Data SPL dan klorofil-a tersebut selanjutnya ditampilkan pada *software* ArcMap 10.2 dan dilakukan proses interpolasi untuk mengetahui sebaran spasial SPL dan konsentrasi klorofil-a. Untuk mengetahui variabilitas temporal dari SPL dan klorofil-a dilakukan dengan mengambil tampilan melintang (*cross profile*) pada koordinat lintang tertentu disetiap bulan yang mewakili Perairan Kepulauan Karimunjawa. Data tampilan melintang SPL dan klorofil-a tersebut selanjutnya ditampilkan dalam bentuk Diagram Hovmoller dengan menggunakan *software* Surfer 9.

Untuk mengidentifikasi kejadian/fenomena dari variabilitas iklim dianalisis berdasarkan indeks dari masing-masing variabilitas iklim ENSO dan IOD. Indeks ENSO yakni anomali SPL NINO3,4 memiliki dua jenis nilai yakni indeks positif yang menyatakan fenomena El Nino dan indeks negatif yang menyatakan fenomena La Nina. Indeks IOD yakni nilai DMI memiliki dua jenis fase yakni fase positif untuk menyatakan *Dipole Mode Positif* dan dan fase negatif untuk menyatakan fenomena *Dipole Mode Negatif*. Data angin dan arus diekstrak menggunakan *software* ODV yang selanjutnya dihasilkan komponen kecepatan angin dan arus dalam sumbu x dan sumbu y atau komponen u dan komponen v yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kecepatan dan arah total.

Analisa Korelasi

Untuk menganalisis asosiasi/hubungan antara dua variabel maka dilakukan teknik korelasi. Metode yang digunakan untuk menentukan koefisien korelasi menggunakan persamaan *Pearson correlation* (Sudjana, 1992).

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X^2)\}\{n \sum Y^2 - (\sum Y^2)\}}}$$

Keterangan:

- r : *Pearson correlation coefficient*
- x : Variabel x
- y : Variabel y
- n : Jumlah sampel

Untuk menginterpretasi kekuatan hubungan antara dua variabel terbagi kedalam beberapa kriteria berdasarkan nilai koefisien korelasinya.

Tabel 1. Nilai kekuatan hubungan hasil koefisien rtkorelasi (*Pearson correlation*)

Koefisien Korelasi	Interpretasi Hubungan
0 – 0,2	Sangat Rendah
0,2 – 0,4	Rendah
0,4 – 0,7	Cukup Tinggi
0,7 – 1,0	Tinggi

3. Hasil dan Pembahasan

Hubungan Keterkaitan Antar Variabel

keterkaitan antar variabel yang dikaji yaitu angin, arus, Indeks ENSO (Anomali SPL NINO3,4), Indeks IOD (DMI), SPL, dan klorofil-a digunakan korelasi bivariante dengan persamaan Pearson correlation. Besarnya indeks korelasi antar variabel ditampilkan pada Table 2.

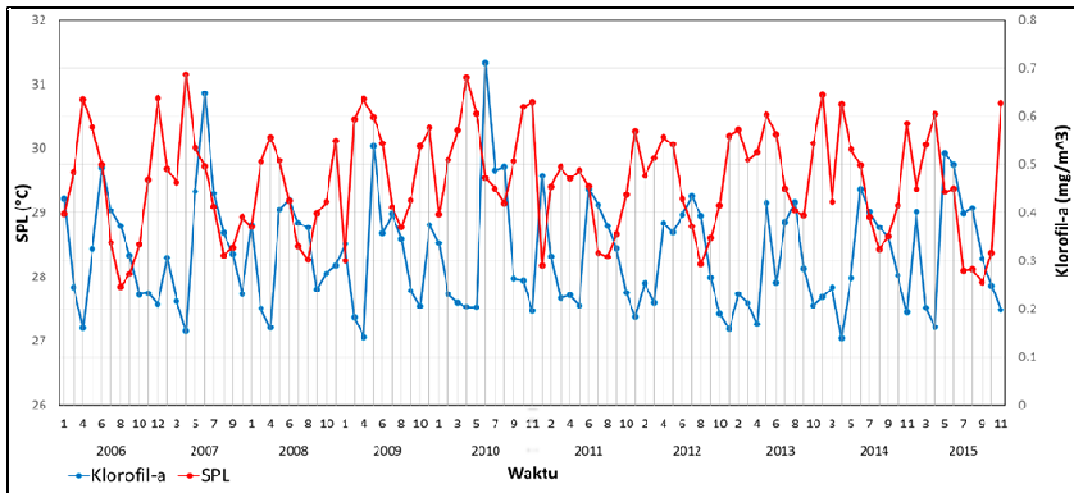
Tabel 2. Tabel korelasi Bivariate antar variabel

		NINO3,4	DMI	Arus	Angin	SPL	Klorofil-a
NINO3,4	Pearson Correlation	1					
	Sig. (2-tailed)						
	N	102					
DMI	Pearson Correlation	.345**	1				
	Sig. (2-tailed)	.000					
	N	102	102				
Arus	Pearson Correlation	-.025	-.099	1			
	Sig. (2-tailed)	.806	.324				
	N	102	102	102			
Angin	Pearson Correlation	.034	.268**	.326**	1		
	Sig. (2-tailed)	.737	.006	.001			
	N	102	102	102	102		
SPL	Pearson Correlation	-.045	-.433**	-.054	-.758**	1	
	Sig. (2-tailed)	.656	.000	.589	.000		
	N	102	102	102	102	102	
Klorofil-a	Pearson Correlation	-.035	.025	.202*	.610**	-.408**	1
	Sig. (2-tailed)	.729	.804	.041	.000	.000	
	N	102	102	102	102	102	102

Hasil analisis korelasi tersebut diketahui variabel-variabel yang memiliki keterkaitan cukup tinggi antara IOD dengan SPL sebesar -0,433, korelasi angin terhadap SPL sebesar -0,758, dan korelasi angin dengan klorofil-a sebesar 0,610. Nilai korelasi antar parameter yang lain menunjukkan nilai yang rendah.

Variasi Antar Tahunan SPL dan Klorofil-a

Variasi antar tahunan SPL dan klorofil-a selama 10 tahun dari tahun 2006 hingga 2015 di Perairan Karimunjawa ditampilkan dalam bentuk grafik dalam Gambar 2.



Gambar 2. Variasi antar tahunan SPL dan klorofil-a tahun 2006 hingga 2015

Tabel 3. Nilai variabilitas antar tahunan SPL (maksimum, minimum, dan rerata)

Tahun	SPL Minimum (°C)	SPL Maksimum (°C)	SPL Rerata (°C)
2006	27,84654	30,78244	29,33
2007	28,33416	31,15215	29,42
2008	28,26484	30,16737	29,27
2009	28,25014	30,76739	29,74
2010	28,96909	31,0992	29,99
2011	28,1737	30,25986	29,16
2012	28,19169	30,19114	29,37
2013	28,94991	30,82961	29,91
2014	28,42403	30,69352	29,44
2015	27,90851	30,53214	28,97

Merah : Suhu rerata maksimum Biru : Suhu rerata minimum

Tabel 4. Nilai variabilitas antar tahunan klorofil-a (maksimum, minimum, dan rerata)

Tahun	Klorofil-a Minimum (mg/m³)	Klorofil-a Maksimum (mg/m³)	Klorofil-a Rerata (mg/m³)
2006	0,1602775	0,49254	0,31
2007	0,1535495	0,646606	0,34
2008	0,1606527	0,425569	0,31
2009	0,1416456	0,538187	0,31
2010	0,1957053	0,710806	0,33
2011	0,1830927	0,476154	0,31
2012	0,1578562	0,433552	0,30
2013	0,1681264	0,420903	0,28
2014	0,1396837	0,449261	0,31
2015	0,1617208	0,523509	0,34

Merah : Klorofil-a rerata maksimum Biru : Klorofil-a rerata minimum

Berdasarkan Gambar 2 tampak nilai SPL maksimum adalah 31,15 °C terjadi pada bulan April 2007 dengan konsentrasi klorofil-a sebesar 0,15 mg/m³. Sedangkan nilai SPL minimum adalah 27,85 °C yang terjadi pada bulan Agustus 2006 dengan konsentrasi klorofil-a sebesar 0,49 mg/m³. Klorofil-a maksimum pada pengolahan data adalah sebesar 0,71 mg/m³ yang terjadi pada bulan Juni 2010 dengan nilai SPL sebesar 29,54 °C. Sedangkan nilai klorofil-a minimum adalah sebesar 0,14 mg/m³ yang terjadi pada bulan April 2014 dengan nilai SPL sebesar 30,69 °C.

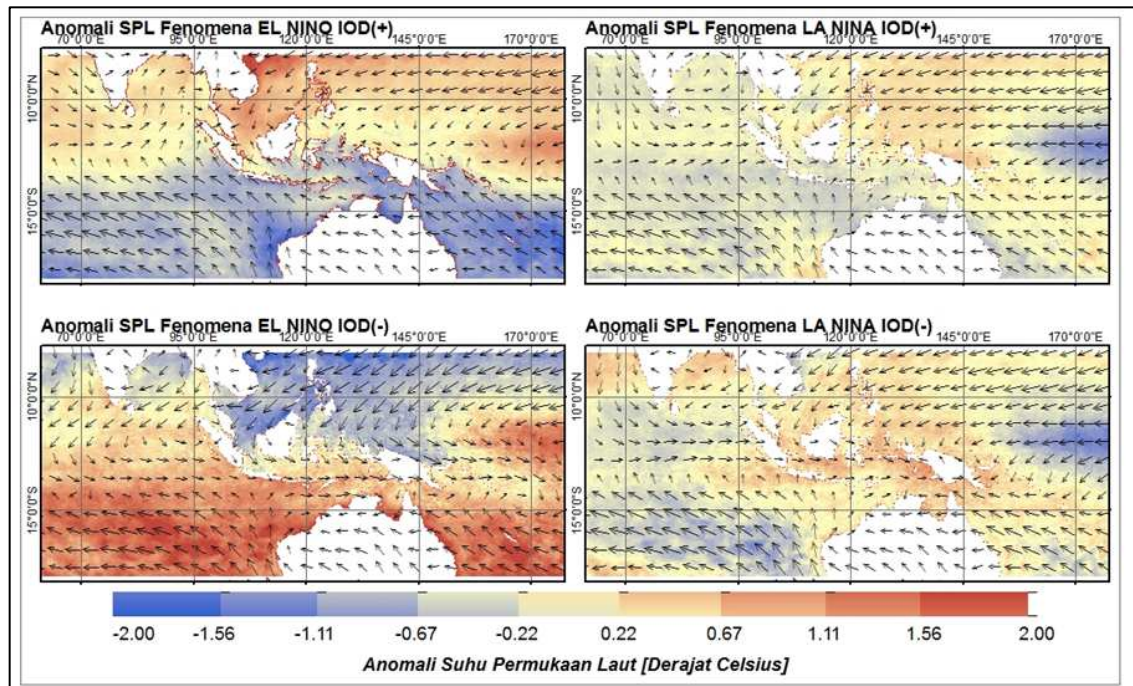
Variabilitas SPL antar tahunan di Perairan Karimunjawa yang ditampilkan dalam Tabel 3 tampak mencapai nilai SPL rerata maksimum pada tahun 2010 yaitu sebesar 29,99 °C, pada kondisi tersebut memiliki nilai klorofil-a sebesar 0,33 mg/m³. Sedangkan variabilitas SPL antar tahunan di Perairan Karimunjawa mencapai nilai SPL rerata minimum pada tahun 2015 yaitu sebesar 28,97 °C, pada kondisi tersebut memiliki nilai klorofil-a sebesar 0,34 mg/m³.

Hasil pengolahan data variabilitas klorofil-a antar tahunan di Perairan Karimunjawa yang ditampilkan dalam Tabel 4 tampak mencapai nilai rerata klorofil-a maksimum pada tahun 2007 yaitu sebesar 0,34 mg/m³, pada kondisi tersebut memiliki nilai SPL sebesar 29,43 °C. Sedangkan variabilitas klorofil-a antar tahunan di Perairan Karimunjawa mencapai nilai rerata klorofil-a minimum pada tahun 2013 yaitu sebesar 0,28 mg/m³, pada kondisi tersebut memiliki nilai SPL sebesar 29,91 °C.

Berdasarkan analisis korelasi pada Tabel 1, hubungan antara nilai SPL dan klorofil-a memiliki nilai korelasi sebesar -0,41, nilai ini dalam klasifikasi Sudjana (1992), termasuk kedalam klasifikasi hubungan cukup tinggi. Keterkaitan tersebut tampak pada kondisi SPL maksimum yang terjadi pada bulan April 2007 dengan nilai 31,15 °C, dan saat bersamaan konsentrasi klorofil-a sebesar 0,15 mg/m³. Kondisi SPL minimum yang terjadi pada bulan Agustus 2006 adalah 27,85 °C, pada saat bersamaan konsentrasi klorofil-a sebesar 0,49 mg/m³. Keterkaitan SPL dengan klorofil-a diungkapkan Tomascik *et al* dalam Saraswata (2013) bahwa suhu mempengaruhi fotosintesis fitoplankton di perairan secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung suhu mempengaruhi reaksi enzimatik pada proses fotosintesis fitoplankton, dan secara tidak langsung suhu merubah struktur hidrologi kolom perairan yang mempengaruhi distribusi fitoplankton.

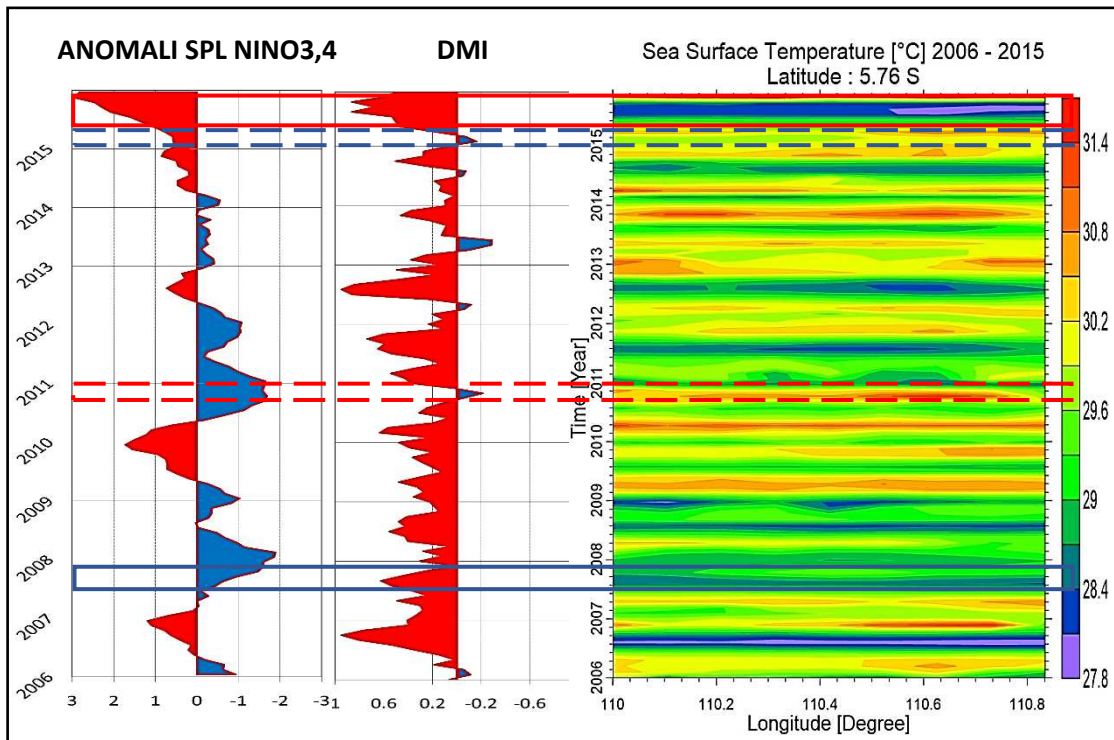
Variabilitas SPL dan Klorofil-a Pada Variasi ENSO dan IOD

Secara umum pola variabilitas SPL pada saat kondisi ENSO dan IOD terlebih dahulu diamati melalui skala global yang meliputi Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang ditampilkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Pola angin dan variabilitas anomali SPL pada fenomena ENSO (El Nino, La Nina) dan IOD (IOD(+)) dan IOD(-))

Variabilitas SPL di Perairan Karimunjawa pada variasi ENSO dan IOD menunjukkan hasil korelasi antara ENSO dan SPL sebesar -0,045 dan korelasi antara DMI dengan SPL sebesar -0,433. Berdasarkan korelasi tersebut tampak bahwa variabilitas iklim IOD memiliki keterkaitan cukup tinggi yang saling berbalikan dengan variabilitas SPL di Perairan Karimunjawa. Pola umum kondisi variabilitas ENSO dan IOD dengan SPL di Perairan Karimunjawa disajikan dalam bentuk diagram Hovmoller pada Gambar 5.



Gambar 4. Diagram Hovmoller variabilitas SPL pada variasi ENSO dan IOD

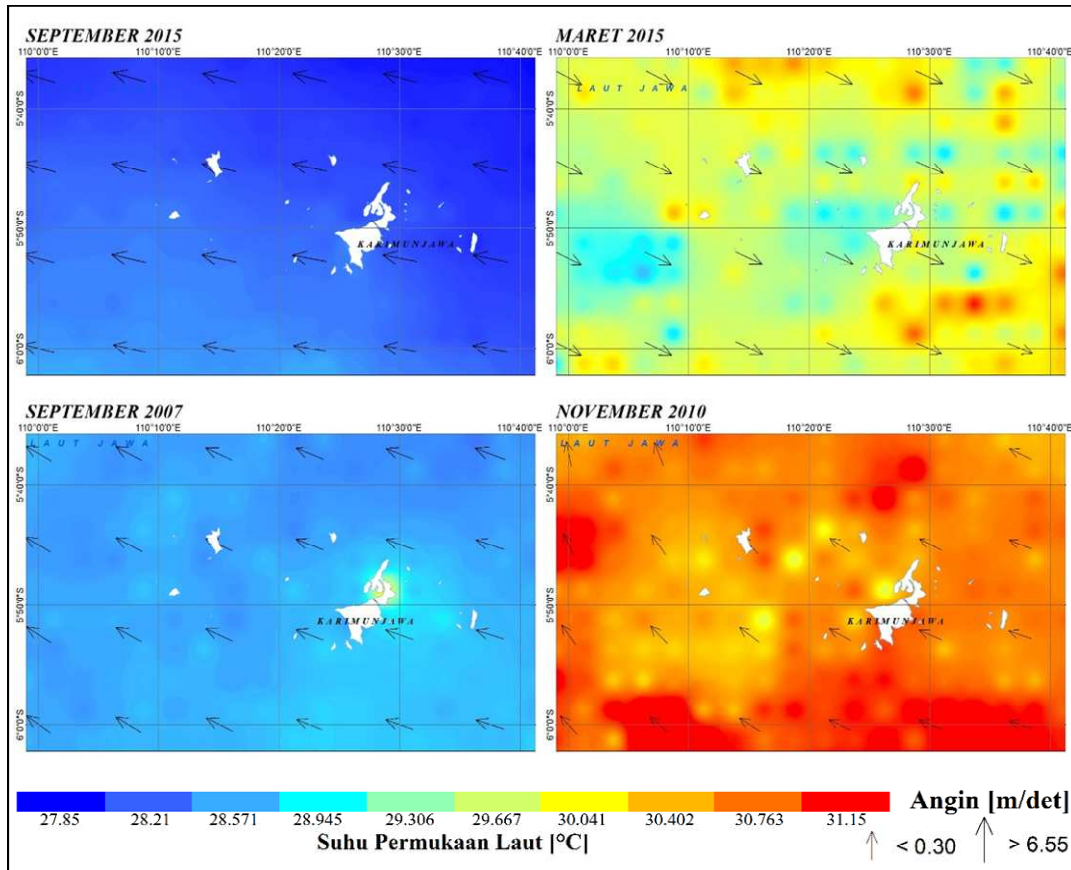
Fenomena El Nino dan IOD(+) pada September 2015 tampak bahwa pada saat fenomena tersebut berlangsung terjadi penurunan nilai SPL di perairan sekitar Pulau Jawa termasuk Perairan Karimunjawa dengan anomali SPL rendah hingga sedang. Anomali SPL yang rendah tersebut terjadi karena adanya penumpukan massa air hangat di Samudera Pasifik Bagian Timur dan Samudera Hindia Bagian Barat. Pergerakan angin yang kuat menyebabkan penurunan nilai SPL di Perairan Karimunjawa, pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Rasyid (2010), angin dengan intensitas kuat diiringi dengan besarnya gelombang yang terbentuk, perairan yang lebih bergelombang tersebut menyebabkan pengurangan penetrasi panas ke dalam air laut.

Fenomena La Nina dan IOD(+) berlangsung pada saat terjadinya penurunan nilai SPL di Samudera Pasifik Bagian Timur dan peningkatan SPL di Samudera Hindia Bagian Barat. Pernyataan tersebut serupa dengan pendapat Maulidiya et al. (2012) bahwa pada saat fenomena La Nina angin pasat timur di sepanjang Samudra Pasifik menguat sehingga menyebabkan terbawanya masa air hangat ke arah Pasifik Barat. Fenomena IOD(+) dengan SPL hangat di Samudera Hindia Bagian Barat menyebabkan angin dari Australia bertiup dengan intensitas kuat menuju Samudera Hindia Bagian Barat tersebut. Pada Equator angin tersebut di belokan ke kanan sehingga menimbulkan angin dengan intensitas kuat menuju timur yang selanjutnya disertai penurunan SPL di Perairan Karimunjawa yang diamati bulan September 2007 pada diagram Hovmoller.

Fenomena El Nino dan IOD(-) pada Gambar 3 tampak bahwa pada saat fenomena tersebut berlangsung terjadi peningkatan nilai SPL di perairan sekitar Pulau Jawa termasuk Perairan Karimunjawa dengan anomali SPL sedang hingga tinggi. Fenomena IOD(-) dengan SPL dingin di Samudera Hindia Bagian Barat menyebabkan angin dari Australia yang bertiup dengan intensitas kuat menuju Samudera Hindia Bagian Barat di belokan ke kanan menuju Samudera Hindia Bagian Timur sehingga terjadi pengumpulan massa air hangat di perairan sekitar Pulau Jawa termasuk Perairan Karimunjawa.

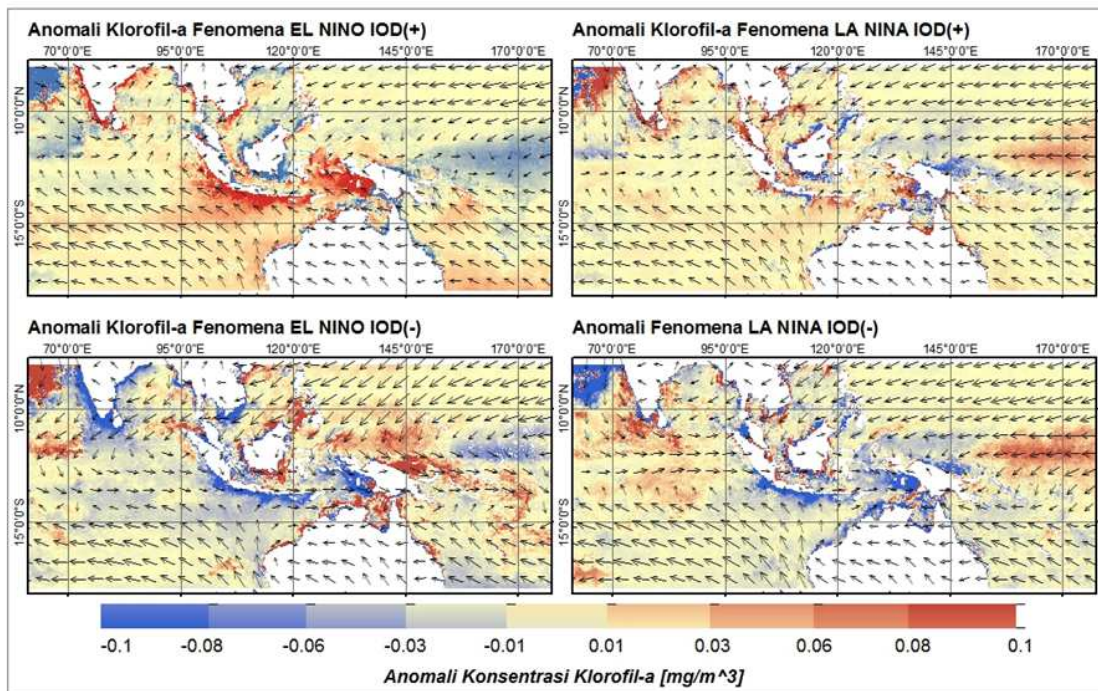
Fenomena La Nina dan IOD(-) berlangsung pada saat terjadinya penurunan nilai SPL di Samudera Pasifik Bagian Timur dan Samudera Hindia Bagian Barat. Fenomena tersebut menimbulkan tekanan udara yang tinggi diiringi dengan pergerakan angin dari Samudera Pasifik Bagian Timur menuju Samudera Pasifik Bagian Barat serta dari Samudera Hindia bagian Barat yang menyebabkan meningkatnya SPL di perairan sekitar Pulau Jawa termasuk Perairan Karimunjawa.

Distribusi spasial SPL pada variasi ENSO dan IOD ditampilkan pada Gambar 5. Berdasarkan pola tampak bahwa distribusi spasial SPL di Perairan Karimunjawa lebih dipengaruhi oleh pola pergerakan arus laut.



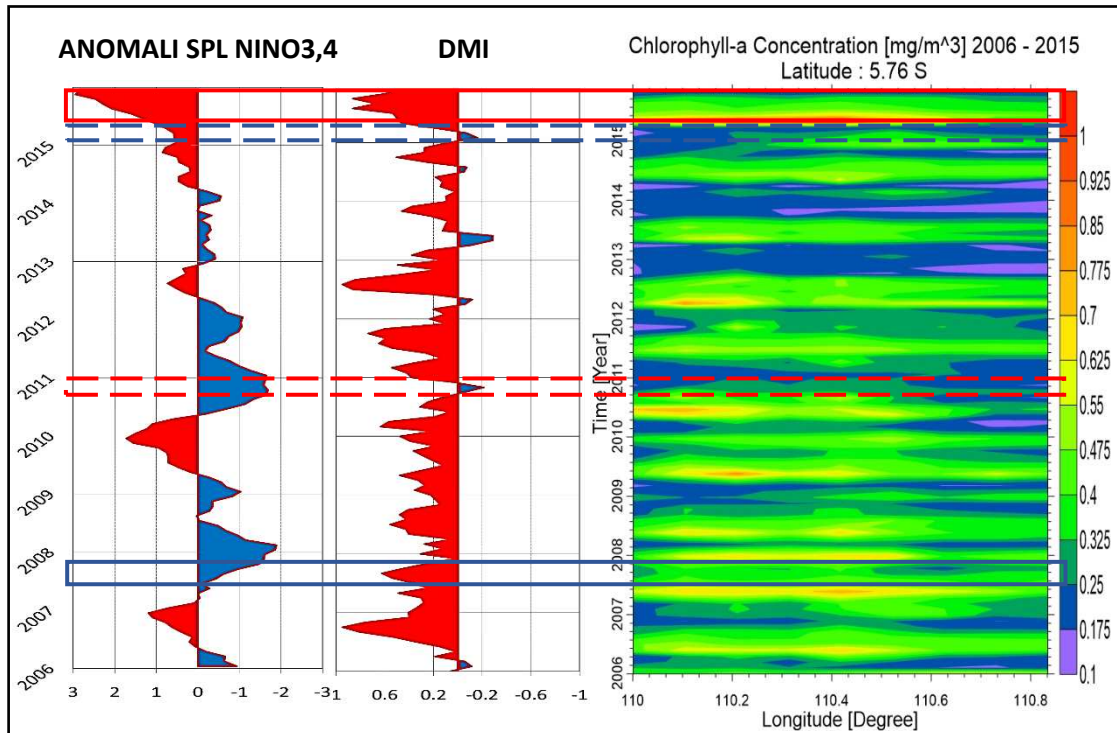
Gambar 5. Distribusi spasial SPL saat fenomena El Nino IOD(+) September 2015, El Nino IOD(-) Maret 2015, La Nina IOD(+) September 2007, La Nina IOD(-) November 2010.

Secara umum pola variabilitas SPL pada saat kondisi ENSO dan IOD terlebih dahulu diamati melalui skala global yang meliputi Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang ditampilkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Pola angin dan variabilitas anomali klorofil-a pada fenomena ENSO (El Nino, La Nina) dan IOD (IOD(+) dan IOD(-))

Variabilitas klorofil-a di Perairan Karimunjawa pada variasi ENSO dan IOD secara umum menunjukkan hasil korelasi antara ENSO dengan klorofil-a sebesar $-0,035$ dan korelasi antara DMI dengan klorofil-a sebesar $0,025$. Berdasarkan korelasi tersebut tampak bahwa variabilitas iklim ENSO dan IOD secara langsung tidak berpengaruh terhadap variabilitas klorofil-a di Kepulauan Karimunjawa. Pola umum kondisi variabilitas ENSO dan IOD dengan klorofil-a di Perairan Karimunjawa disajikan dalam bentuk diagram Hovmoller pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Hovmoller variabilitas klorofil-a pada variasi ENSO dan IOD

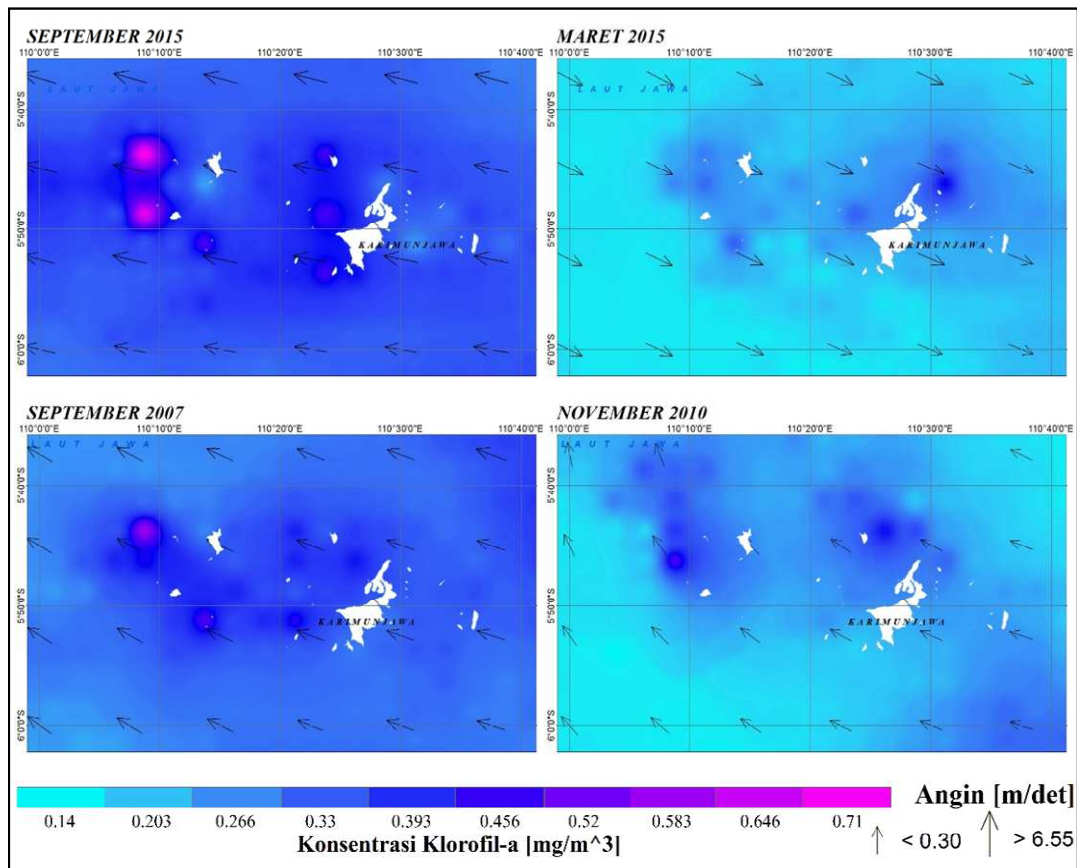
Pola distribusi klorofil-a pada saat fenomena El Nino dan IOD(+) pada Gambar 5 dan Gambar 7 menjelaskan bahwa pada saat fenomena tersebut terjadi peningkatan anomali klorofil-a di Perairan Karimunjawa. Anomali klorofil-a yang tinggi tersebut diduga karena nilai SPL yang rendah mempengaruhi proses fotosintesis fitoplankton.

Pada saat fenomena La Nina dan IOD(+) pada Gambar 5 dan Gambar 7 tampak bahwa pada saat fenomena tersebut terjadi anomali klorofil-a yang tinggi di Perairan Karimunjawa. Anomali klorofil-a yang tinggi tersebut diduga karena peningkatan run off sungai akibat intensitas curah hujan yang terjadi pada saat fenomena La Nina IOD(+).

Pola distribusi klorofil-a pada saat fenomena El Nino dan IOD(-) tampak bahwa pada saat fenomena tersebut terjadi anomali klorofil-a yang dominan rendah di Perairan Karimunjawa. Anomali klorofil-a yang rendah tersebut diduga karena peningkatan nilai SPL di Perairan Karimunjawa yang mempengaruhi reaksi fotosintesis dari fitoplankton.

Pola distribusi klorofil-a pada saat fenomena La Nina dan IOD(-) tampak bahwa pada saat fenomena tersebut terjadi anomali klorofil-a yang dominan rendah di perairan sekitar Pulau Jawa dan anomali sedang di Perairan Karimunjawa. Anomali klorofil-a di Perairan Karimunjawa yang sedang tersebut diduga karena peningkatan nilai SPL di Perairan Karimunjawa yang mempengaruhi reaksi fotosintesis dari fitoplankton dan run off dari sungai akibat intensitas hujan pada saat fenomena La Nina.

Distribusi spasial klorofil-a pada variasi ENSO dan IOD ditampilkan pada Gambar 5. Berdasarkan pola tampak bahwa distribusi spasial klorofil-a di Perairan Karimunjawa diduga lebih dipengaruhi oleh faktor lokal.



Gambar 8. Distribusi spasial klorofil-a saat fenomena El Nino IOD(+) September 2015, El Nino IOD(-) Maret 2015, La Nina IOD(+) September 2007, La Nina IOD(-) November 2010.

4. Kesimpulan

Pengaruh ENSO dan IOD terhadap variabilitas SPL dan klorofil-a di Perairan Karimunjawa terjadi pada periode-periode khusus yaitu ketika El Nino kuat bersamaan dengan IOD(+) yang menimbulkan SPL dingin serta klorofil-a tinggi, dan sebaliknya ketika fenomena La Nina kuat bersamaan dengan IOD(-) yang menimbulkan SPL hangat dan klorofil-a rendah. Pengaruh variabilitas iklim antar tahunan yang tampak cukup besar terjadi antara IOD dan SPL, dengan korelasi sebesar -0,433.

Faktor fisis terkait yang mempengaruhi SPL dan klorofil-a di Perairan Karimunjawa yaitu pola angin. Indeks korelasi angin dengan SPL dan klorofil-a masing-masing sebesar -0,758 dan 0,610. Berdasarkan indeks korelasi, tampak bahwa IOD lebih memiliki korelasi dengan angin dari pada ENSO, sehingga diduga angin merupakan faktor fisis yang mendasari variasi SPL di Perairan Karimunjawa.

Daftar Pustaka

- 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
- Maulidiya, H., Andi, I., Ishak, J. 2012. Penentuan Kejadian El-Nino Dan La-Nina Berdasarkan Nilai Southern Oscillation Indeks. Positron, 2(2):6-14
- Panjaitan, R.J.A. 2011. Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut Dari Citra Satelit Aqua Modis Serta Hubungannya Dengan Hasil Tangkapan Ikan Lemuru di Perairan Selat Bali. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Rasyid, A. J. 2010. Distribusi Suhu Permukaan Pada Musim Peralihan Barat-Timur Terkait Dengan Fishing Ground Ikan Pelagis Kecil Di Perairan Spermonde. Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan), 20(1): 1 – 7
- Saraswata, 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
- Sudjana, M.M. 1992. Metode Statistika. Tarsito, Bandung
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, M.K. Moosa. 1997. The Ecology of Indonesian Seas. Part Two. The Ecology of Indonesian Series. Vol. VII. Periplus Editions (HK) Ltd, London