

**IDENTIFIKASI VARIABILITAS UPWELLING BERDASARKAN INDIKATOR SUHU dan KLOROFIL-A DI SELAT LOMBOK**  
**Randy Yuhendasmiko, 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 : [kunarsojpr@yahoo.com](mailto:kunarsojpr@yahoo.com), [aninosi@yahoo.co.id](mailto:aninosi@yahoo.co.id)

**Abstrak**

*Upwelling* merupakan proses terangkatnya massa air dalam yang kaya nutrien ke lapisan permukaan. Fenomena *upwelling* sangat membantu dalam menyediakan nutrien dengan konsentrasi tinggi. Selat Lombok memiliki produktivitas perairan yang tinggi akibat adanya fenomena *upwelling* yang terjadi secara musiman di Selat Lombok, maka diperlukannya analisa suhu dan klorofil-a sebagai indikator pendugaan daerah *upwelling* yang dikaitkan dengan pola angin di perairan Selat Lombok.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variabilitas SPL secara musiman dan pengaruhnya terhadap klorofil-a, mengetahui waktu kejadian *upwelling* di Selat Lombok serta mengetahui pengaruh angin muson terhadap kejadian *upwelling* di Selat Lombok. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan SPL dan klorofil-a di perairan Selat Lombok yang digunakan untuk menentukan daerah *upwelling*, kemudian dihubungkan dengan angin dari ECMWF. Survei lapangan dilakukan dengan pengukuran Suhu secara vertikal dengan CTD.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai SPL pada musim timur (Juni-Agustus) dan peralihan II (September-November) lebih dingin ( $23,38^{\circ}\text{C}$ - $29,54^{\circ}\text{C}$ ) dibandingkan dengan musim barat (Desember-Februari) dan Musim peralihan I (Maret-Mei) ( $25,46^{\circ}\text{C}$ - $33,32^{\circ}\text{C}$ ). Hal ini tidak mempengaruhi kadar klorofil-a di Selat Lombok yang ditunjukkan dengan korelasi ( $r$ ) sebesar 0,19. *Upwelling* terjadi pada bulan Juni sampai dengan bulan November 2015 dengan puncak terluas terjadi pada bulan Juni. Angin muson tenggara tampak berpengaruh positif terhadap kejadian *upwelling* dengan indikator korelasi antara kecepatan angin dan SPL sebesar -0,88.

**Kata Kunci:** Moonson, SPL, Selat Lombok, Variabilitas *Upwelling*

**Abstrack**

*Upwelling* is lifting water masses process to the surface layer. *Upwelling* phenomenon is very helpful in transpoting nutrients to the surface layer. Lombok Strait have high marine productivity as result of *upwelling* phenomenon that occurs seasonally. Therefore temperature and chlorophyll-a as indicator prediction of *upwelling* regions associated with wind patterns in the Lombok Strait needs to be analyzed.

The purpose of this study is to investigate the seasonal variability of SST and its influence on chlorophyll-a, the time of occurrence of *upwelling* in the Lombok Strait and the effect of the monsoon on the incidence of *upwelling* in the Lombok Strait. This research used descriptive quantitative method to describe the state of the SST and chlorophyll-a in the Lombok Strait. both indicator's were used to determine the *upwelling* areas, then related to the winds from the ECMWF and vertikal temperature profile obtained from CTD data.

The result shows that the value of SST in the east monsoon (June to August) and intermediate II (September-November) is cooler ( $23,38^{\circ}\text{C}$ - $29,54^{\circ}\text{C}$ ) than western season (December to February) and intermediate I (March-May) ( $25,46^{\circ}\text{C}$ - $33,32^{\circ}\text{C}$ ). This SST variation is less related to the chlorophyll-a's consentration in the Lombok Strait shown by the correlation ( $r$ ) of 0,19. *Upwelling* occurs in June to the November 2015 which the largest occurred in June. Southeast monsoon winds may become generating factor on *upwelling* phenomenon show by the correlation between wind speed and SPL to -0,88.

**Keywords:** : Moonson , SST , Lombok Strait , *Upwelling* Variability

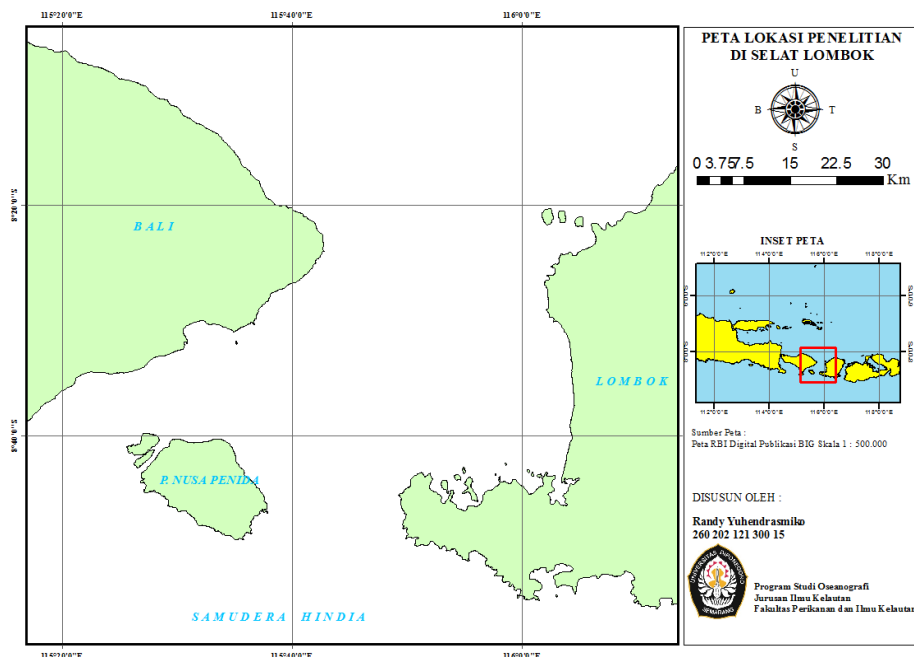
## 1. Pendahuluan

*Upwelling* merupakan fenomena naiknya massa air yang dingin serta kaya zat hara dari lapisan yang lebih dalam ke lapisan atas atau menuju permukaan. (Hutabarat dan Evans, 1985). Daerah *upwelling* kaya akan zat hara, maka daerah tersebut merupakan daerah yang subur dimana konsentrasi klorofil-a atau planktonnya tinggi, sehingga merupakan daerah perikanan yang baik (kaya) (Kudela *et al.*, 2005).

Salah satu daerah yang telah teridentifikasi adanya *upwelling* adalah Selatan Jawa hingga selatan pulau Sumbawa. Hal ini di buktikan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan, misalnya penelitian yang telah dilakukan oleh Nontji (1993), Susanto *et al.*(2001), dan Kunarso (2005), (2009) dan (2011). Hasil dari penelitian ini memperlihatkan adanya fenomena *upwelling* di daerah tersebut.

Penelitian-penelitian yang dilakukan dilakukan diatas mengkaji daerah yang sangat luas, oleh karena itu diperlukannya kajian untuk daerah yang lebih spesifik. Selat Lombok merupakan salah satu perairan yang memiliki produktivitas perairan yang tinggi akibat adanya fenomena *upwelling* yang terjadi secara musiman di Selat Lombok. Hal ini sangat menarik untuk dikaji karena masih sedikitnya kajian di daerah ini, oleh karena itu diperlukannya analisa suhu dan klorofil-a sebagai indikator pendugaan daerah *upwelling* yang dikaitkan dengan pola angin di perairan Selat Lombok.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variabilitas SPL secara musiman dan pengaruhnya terhadap klorofil-a, mengetahui waktu kejadian *upwelling* di Selat Lombok serta mengetahui pengaruh angin muson terhadap kejadian *upwelling* di Selat Lombok.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2. Materi dan Metode

### A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *time series* tahun 2015 yang terdiri dari data utama dan data pendukung. Data utama adalah data suhu permukaan laut (SPL), data klorofil-a. Data pendukung yang digunakan adalah data angin. Data SPL dan klorofil-a didapat dari pendekatan citra satelit Aqua MODIS. Sedangkan data pendukung yang digunakan adalah 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 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 Angin.

**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 tahun 2015. Data citra SPL dan klorofil-a near real-time tersebut diunduh dari website <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/>.

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 10.0 dan dilakukan proses interpolasi untuk mengetahui sebaran spasial SPL dan konsentrasi klorofil-a.

Lokasi *upwelling* ditentukan berdasarkan *overlay* data SPL dan klorofi-a. Menurut Kunarso (2011), daerah yang terjadi *upwelling* memiliki indikator suhu <27 °C dan konsentrasi klorofi-a >0,4 mg/m<sup>3</sup>. Daerah *upwelling* didapatkan dengan menggabungkan kedua parameter di atas.

Pengolahan data angin dari ECMWF dalam bentuk NetCDF (*Network Common Data Form*). Data ini ekstrak dengan *software* SeaDAS 7.1, hasilnya berupa dari komponen angin zonal (timur -barat (u)) dan meridional (utara selatan (v)) pada ketinggian referensi 10 meter. Data ini dioalah menggunakan Ms excel sehingga di dapatkan arah dan kecepatan angin. Hasil ini ditampilkan dalam bentuk grafik dan pola sebaran angin dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.0

Hubungan antara data SPL, klorofil-a dan Angin Didaptkan dengan 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                |

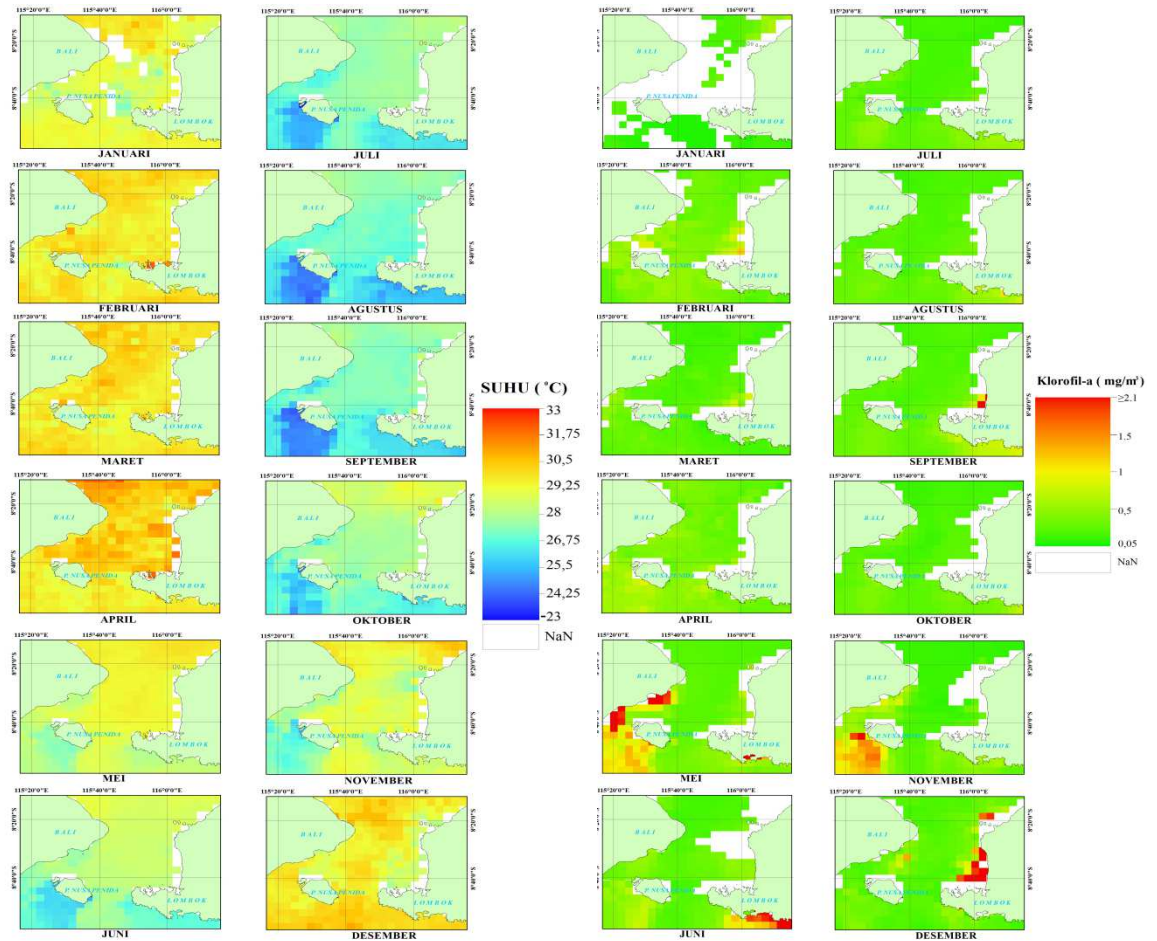
**3. Hasil dan Pembahasan**

**Variabilitas SPL dan Klorofil-a Tahun 2015 Di Selat Lombok**

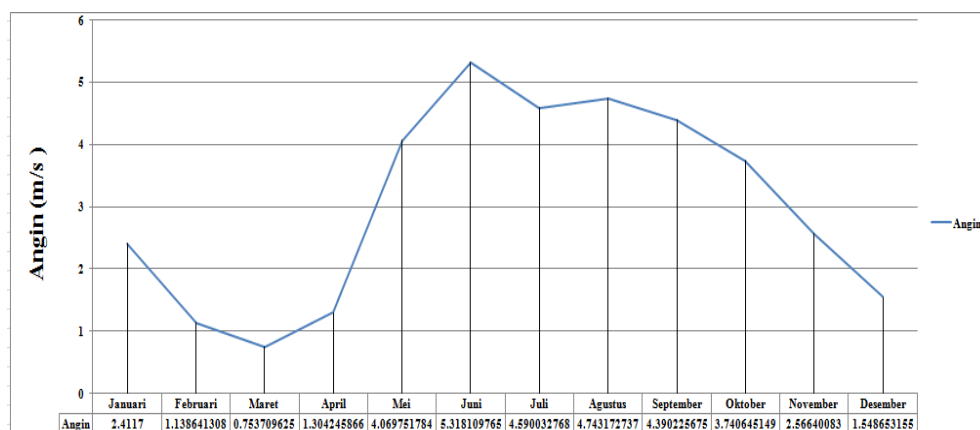
**a. SPL**

Secara temporal SPL memiliki pola waktu yang menunjukkan naiknya SPL dan turunnya SPL. Suhu yang hangat di perairan Selat Lombok cenderung terjadi pada bulan November-Mei 2015 dengan SPL yang berkisar antara 25,46°C-33,32°C. Suhu yang paling hangat terjadi pada bulan April 2015 dengan Suhu mencapai 33,32°C. SPL mengalami pendinginan pada bulan Juni-Oktober dengan nilai suhu yang berkisar antara 23,38°C-29,54°C. Menurut Nontji (1993), lemahnya angin menyebabkan laut yang tenang sehingga proses pemanasan terjadi lebih kuat. Hangatnya massa air permukaan laut disebabkan karena angin yang bertiup pada musim ini cenderung lemah sehingga bahang yang dilepaskan dari permukaan laut menjadi lebih kecil. Kecepatan angin pada bulan Desember-April berkisar antara 0,75-2,4 m/detik (Gambar 3). Lemahnya angin mengakibatkan pencampuran massa air kolom perairan tidak terjadi secara baik, sehingga stratifikasi suhu perairan semakin kuat, dampaknya suhu permukaan laut menjadi hangat.

Sebaran Temporal dan Spasial SPL dan klorofil-a tahun 2015 di Selat Lombok ditampilkan dalam Gambar 2 .



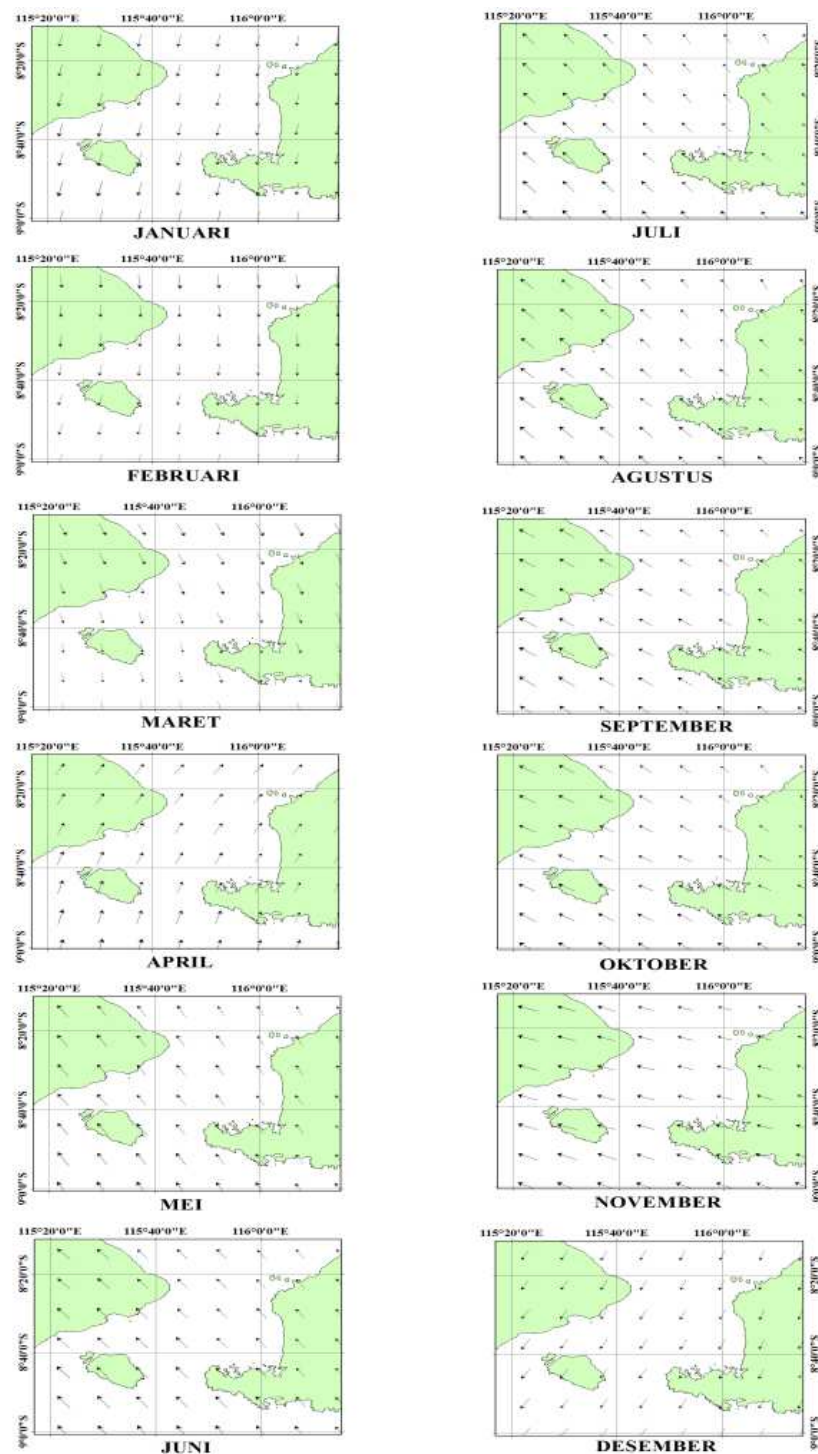
Gambar 2. Sebaran Spasial dan Temporal SPL dan klorofil-a tahun 2015



Gambar 3. Grafik Fluktuasi Kecepatan Angin di Selatan Selat Lombok Tahun 2015

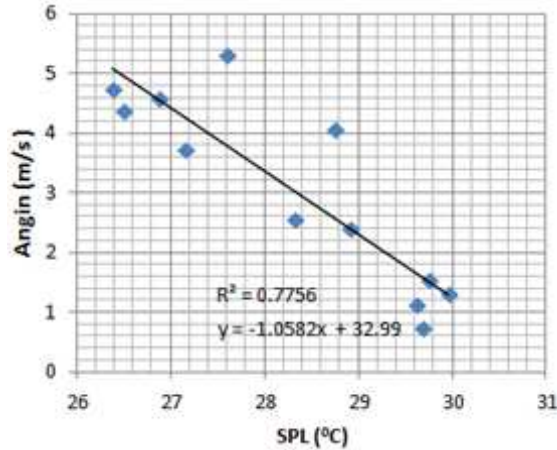
Suhu minimum terjadi pada bulan Juli dengan nilai suhu mencapai 23,38<sup>0</sup>C. Secara spasial, suhu permukaan laut menunjukkan suatu pola tertentu yaitu suhu yang hangat cenderung berasal dari bagian utara Selat Lombok yang kemudian menyebar ke selatan Selat Lombok. Suhu maksimum terjadi pada bulan April dengan lokasi yang paling hangat berada pada bagian utara Selat Lombok, sedangkan suhu dingin cenderung berasal dari bagian Selatan Selat Lombok dan menyebar sampai ke bagian utara Selat Lombok. Suhu terdingin selalu terjadi di selatan Pulau Nusapenida. Fenomena ini terjadi tampak terkait dengan terjadinya proses *upwelling* di wilayah itu. Menurut Susanto *et al.*,2001

dalam Ningsih (2013) bahwa terjadinya *upwelling* di sepanjang pantai Jawa-Sumbawa merupakan respons terhadap bertiupnya angin muson tenggara, hal ini juga didukung oleh Kunarso (2005) yang menjelaskan bahwa terjadinya *upwelling* di selatan Jawa hingga pulau Timor disebabkan oleh angin sejajar pantai yang berasal dari arah tenggara. Berdasarkan analisis data angin (**Gambar 4**), tampak pada bulan Juni hingga November angin musim bertiup dari arah tenggara menuju barat laut cenderung sejajar garis pantai pada bagian selatan Pulau Nusapenida dan Pulau Lombok. Angin yang bertiup ke arah barat laut ini akan menimbulkan transpor massa yang arahnya tegak lurus angin ke arah kiri (barat daya). Akibat adanya transpor massa yang bergerak menjauhi pantai, maka terjadi kekosongan massa di lapisan permukaan. Kekosongan massa air permukaan akan diisi oleh massa air dari lapisan dalam yang bergerak ke permukaan. Gerakan massa air lapisan dalam yang bergerak menuju permukaan ini dinamakan *upwelling*. Proses ini terjadi selama bulan Juni-November ditunjukkan dengan suhu permukaan yang lebih dingin dari pada daerah sekitarnya. Kecepatan angin tertinggi terjadi pada bulan Juni hal ini sangat berpengaruh terhadap dinginnya suhu permukaan laut. Hal ini dibuktikan dengan adanya korelasi antara suhu permukaan laut dan angin dengan nilai  $r = -0,88$  (Gambar 5)





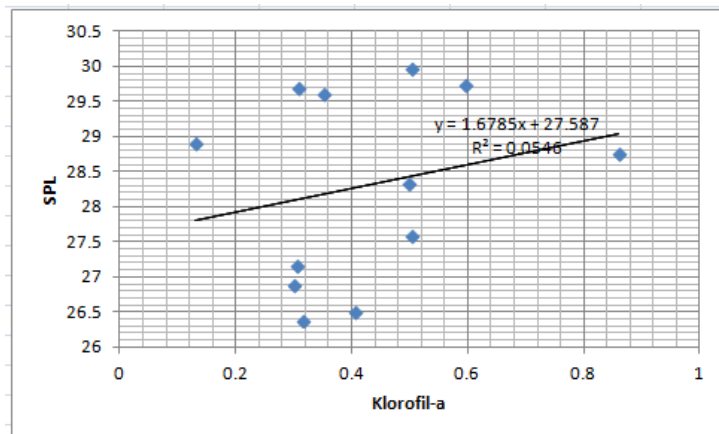
Gambar 4. Pola Angin Tahun 2015 Di Selat Lombok



Gambar 5. Regresi SPL dan Kecepatan Angin

**b. Klorofil-a**

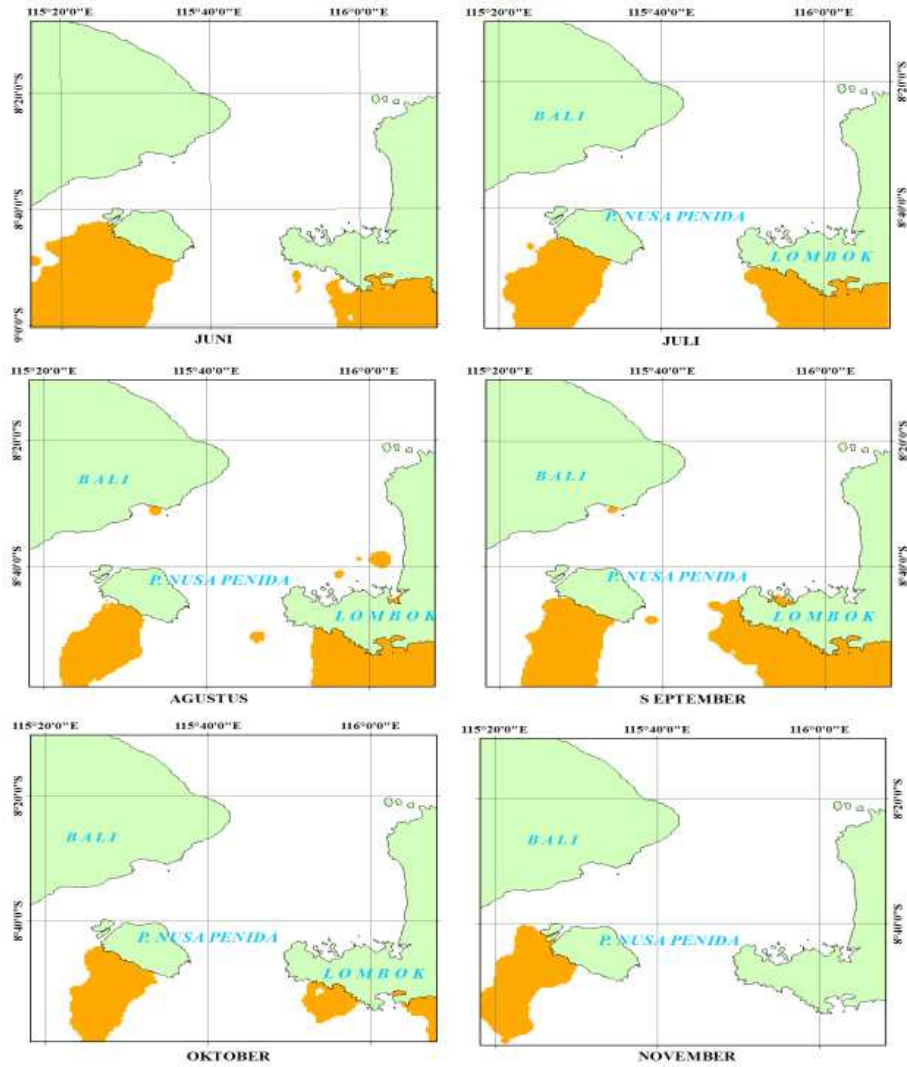
Fenomena yang terjadi terhadap sebaran klorofil a di Selat Lombok tidak menentu. Konsentrasi klorofil- a yang tinggi terjadi pada bulan Mei, Juni, November dan Desember 2015. Konsentrasi tertinggi berada pada bulan Juni di bagian selatan Pulau Lombok yang menandakan adanya *upwelling*. Menurut Nontji (1993) menyatakan bahwa konsentrasi klorofil-a tertinggi dijumpai pada muson tenggara, dimana pada saat tersebut terjadi *upwelling*. Hal ini berbeda pada bulan selanjutnya dimana pada bulan Juli, Agustus, mengalami penurunan konsentrasi klorofilnya. Fenomena ini bertolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh Kunarso (2005), yang memperlihatkan adanya hubungan antara SPL dan konsentrasi klorofil-a pada musim ini, sehingga perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai hal ini. Hubungan antara klorofil-a dan SPL ditampilkan pada Gambar 6 yang menunjukkan hubungan yang sangat lemah



Gambar 6. Korelasi antara Klorofil-a dan SPL Di selat Lombok Tahun 2015

**Daerah Upwelling**

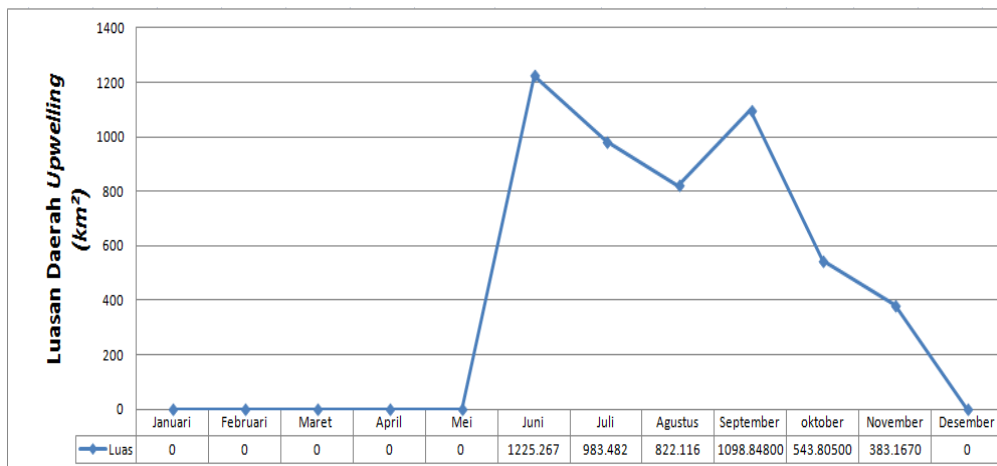
Berdasarkan hasil analisis *upwelling* secara horizontal menunjukkan fenomena *upwelling* terjadi pada musim timur (Juni-Agustus) dan musim peralihan II (September-November) (Gambar 7). Daerah *upwelling* berada di bagian selatan Selat Lombok. Kecepatan angin pada musim timur (Juni-Agustus) sangat tinggi sehingga menyebabkan suhu perairan Selat Lombok mulai mendingin dengan kisaran suhu di permukaan antara 23,38°C–29,40°C. *Upwelling* yang paling luas terjadi pada bulan Juni dengan luasan 1225,267 km<sup>2</sup> dan luasan yang terkecil terjadi pada bulan November dengan luasan 383,167 km<sup>2</sup>.



**KETERANGAN**

 Daerah Upwelling

Gambar 7. Daerah Upwelling di Selat Lombok Tahun 2015



Gambar 8. Perubahan Luasan Daerah *Upwelling* Di Selat Lombok Tahun 2015

Susanto *et al.*, 2001 dalam Ningsih (2013) yang menyatakan bahwa terjadinya *upwelling* di sepanjang pantai Jawa-Sumbawa merupakan respons terhadap bertiupnya angin muson tenggara. Masih kuatnya angin muson tenggara pada musim peralihan II (September – November), menyebabkan suhu perairan Selat Lombok masih tampak dingin sampai dengan bulan November dengan kisaran suhu permukaan antara 25,46 – 31,19 °C. Respon terhadap bertiupnya angin muson tenggara yang kencang sejajar garis pantai Pulau Nusapenida dan Pulau Lombok bagian selatan diduga mengakibatkan *transport Ekman* yang kuat ke arah barat daya. Arus ini mengakibatkan kekosongan massa air permukaan sehingga massa air bersuhu rendah dari lapisan bawah naik mengisi kekosongan tersebut.

#### 4. Kesimpulan

1. Variabilitas SPL di Selat Lombok secara umum adalah sebagai berikut, pada musim timur (Juni-Agustus) dan peralihan II (September-November) nilai SPL lebih dingin dibandingkan dengan musim barat (Desember – Februari) dan musim peralihan I (Maret-Mei). Variabilitas SPL ini tampak tidak mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di wilayah tersebut yang ditunjukkan nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,19.
2. *Upwelling* terjadi pada bulan Juni sampai dengan bulan November 2015 dengan puncak terluas terjadi pada bulan Juni di selatan Pulau Nusapenida dan selatan Pulau Lombok.
3. Angin Muson tenggara tampak berpengaruh positif terhadap kejadian *upwelling* di bagian selatan Selat Lombok. Hal ini tampak dari indikator korelasi ( $r$ ) antara kecepatan angin dan SPL yang tinggi dengan nilai sebesar -0,88.

#### Daftar Pustaka

- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1985. Pengantar Oseanography. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 159.hlm.
- Kudela, R. G., Pitcher, T.P. Byn, F. Figueras, T. Moita, dan V. Trainer. 2005. Harmful Alga Blooms in Coastal Upwelling System. *J Oseanography*.18(2): 185-1967
- Kunarso. 2005. Kajian Penentuan Lokasi-Lokasi *Upwelling* Di Perairan Indonesia dan Sekitarnya Serta Kaitannya dengan Fishing Ground tuna.[Thesis], PS.Oseanografi, Saints Atmosfir dan Seismologi,ITB, Bandung, 250 hlm.
- Ningsih, N.S., N.Rakhmaputeri dan A.B. Harto. 2013. *Upwelling* Variability along the Southern Coast of Bali and in Nusa Tenggara Waters. *Ocean Sci. J.*, 48(1):49-57.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta, 362 hlm.
- Susanto, R.D., A.L. Gordon, and Q. Zheng. 2001. *Upwelling* along the Coast of Java and Sumatra and Its relation to ENSO, *J. Geophysical Research Letters*. 28(8): 1599-1602.