

**PEMETAAN SEBRAN SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-*a*  
UNTUK MENENTUKAN *FISHING GROUND* POTENSIAL MENGGUNAKAN  
DATA CITRA SATELIT AQUA MODIS PADA MUSIM TIMUR DI SELAT  
BALI**

**Ari Soebekti, Agus Anugroho Dwi S dan Alfi Satriadi \*)**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Email : [Satriad\\_as@yahoo.co.id](mailto:Satriad_as@yahoo.co.id) ; [arisoebekti@gmail.com](mailto:arisoebekti@gmail.com)

*Abstrak*

Perairan Selat Bali merupakan perairan yang mendapatkan pengaruh cukup besar dari Samudera Hindia. Fenomena yang terjadi di Samudera Hindia sangat dinamis, salah satunya adalah peristiwa *upwelling* yang sangat mempengaruhi tingkat produktivitas primer perairan Selat Bali pada musim timur, sehingga perairan ini menarik dikaji dalam penentuan *fishing ground* yang berkaitan erat dengan tingkat kesuburan perairan. Data utama yang digunakan adalah data citra Aqua MODIS level 3 bulanan dari tahun 2011-2012. Lokasi potensi *Fishing Ground* yang diasumsikan sebagai daerah *upwelling* didapatkan dengan melakukan *overlay* antara sebaran SPL dan klorofil-*a* yang sesuai dengan kriteria *upwelling*. Daerah penelitian mengalami penurunan SPL dan kenaikan konsentrasi klorofil-*a* setiap bulannya. SPL rata-rata terendah terjadi pada bulan Agustus tahun 2011 yaitu sebesar 26.13°C dan bulan Juli tahun 2012 sebesar 26.14°C. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-*a* tertinggi terjadi pada bulan Juni tahun 2011 sebesar 1.31mg/m<sup>3</sup> dan bulan Agustus tahun 2012 sebesar 1.45mg/m<sup>3</sup>. Kondisi ini dipengaruhi oleh fenomena *upwelling* yang terjadi di Samudera Hindia yang mengakibatkan massa air yang bersuhu rendah dan mengandung unsur hara tinggi masuk ke perairan Selat Bali. Luasan lokasi potensi *fishing ground* pada bulan juni mencapai 1191.762 km<sup>2</sup>, pada bulan Juli mencapai 649.63 km<sup>2</sup>, dan pada bulan Agustus mencapai 1862.63 km<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** Suhu Permukaan Laut, Klorofil-*a*, *Fishing Ground*, Musim Timur, Perairan Selat Bali

*Abstract*

*Bali strait waters is one of water area that receive high impact from Indian Ocean. The phenomenon which occurs at Indian Ocean is very dynamic, one of the phenomenon is the upwelling that affect the level of primary productivity at Bali Strait in the eastern monsoon, so the waters is an interesting area to be studied to determine fishing ground area which related to the level of fertility waters. The main data that was used were the images of Aqua MODIS at level 3 which taken at monthly basis from 2011-2012. The location of the Fishing Ground potential area which was assumed as an upwelling area by doing an overlay between the distribution of SST and chlorophyll-a which was consistent with upwelling criteria. The area where the research was conducted has temperature decrease and the increase of chlorophyll-a concentration level every month. The lowest average temperature was occurred in August 2011 which fall down to 26.13° C and in July 2012 when the temperature falls down to 26.14° C. The highest average level of chlorophyll-a was occurred in June 2011 in the amount of 1.31 mg/m and in August 2012 in the amount of 1.45 mg/m. This condition was affected by an upwelling phenomenon which was occurred at Indian Ocean causing the mass of the low temperature water that contain high amount of nutrient flow into Bali Strait. The extent of the fishing ground potential area location is 1191,762 km<sup>2</sup>, on July it extends approximately to 649,63 km<sup>2</sup>, and August it extends to 1862,63 km<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Sea surface temperature, Klorofil-*a*, *Fishing Ground*, Eastern monsoon, Bali Strait waters

## 1. Pendahuluan

Perairan Selat Bali Perairan secara geografis terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Bali. Luas perairan Selat Bali diperkirakan mencapai 900 mil persegi (Burhanuddin dan Praseno, 1982). Menurut data statistik kelautan perikanan tahun 2011, perairan ini adalah salah satu perairan di Indonesia yang memiliki potensi perikanan tangkap yang tinggi yaitu menghasilkan ikan rata-rata 100 ton/tahun yang sebagian besar merupakan ikan pelagis.

Perairan Selat Bali lokasinya berhubungan langsung dengan Samudera Hindia. Hal ini menyebabkan perairan Selat Bali sangat terpengaruh oleh fenomena oseanografi yang ada di Samudera Hindia salah satunya adalah *upwelling*. *Upwelling* terjadi akibat pergerakan angin muson timur yang memicu terjadinya *Ekman Transport* disepanjang pesisir selatan Jawa-Bali (Hendiarti *et al.*, 2004).

Berdasarkan penelitian Hendriarti *et al.*, (2004) menyatakan bahwa terjadinya *upwelling* dapat diindikasikan dengan rendahnya suhu permukaan laut (SPL) dan tingginya nilai konsentrasi klorofil-*a* dibandingkan daerah sekitarnya. Daerah yang memiliki nilai klorofil-*a* tinggi kaya akan nutrisi sehingga biota laut khususnya ikan pelagis banyak berkumpul. Hal tersebut menjadikan parameter SPL dan klorofil-*a* dapat dijadikan dasar untuk menentukan lokasi penangkapan ikan (*fishing ground*). Penentuan *fishing ground* pada penelitian ini di asumsikan sebagai dampak dari *upwelling* kuat, yang menurut penelitian Kunarso (2005) terjadinya *upwelling* kuat dimana SPL berada dibawah 26°C dengan konsentrasi klorofil-*a* diatas 2 mg/m<sup>3</sup>.

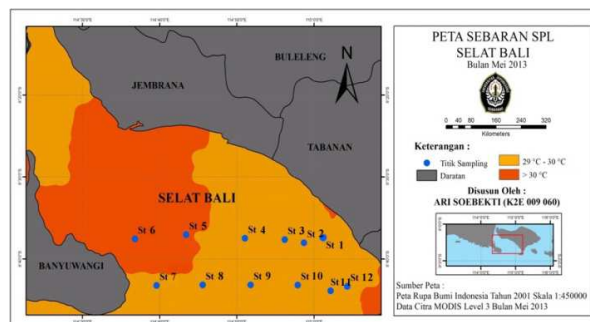
Melalui citra satelit maka dapat diperoleh informasi tentang SPL dan klorofil-*a* secara lebih luas dan efisien dibandingkan pengamatan langsung dilapangan. Dengan menganalisis SPL dan klorofil-*a* yang optimum untuk ikan pelagis dapat memudahkan dalam mengidentifikasi daerah penangkapan ikan (*fishing ground*).

## 2. Metode Penelitian

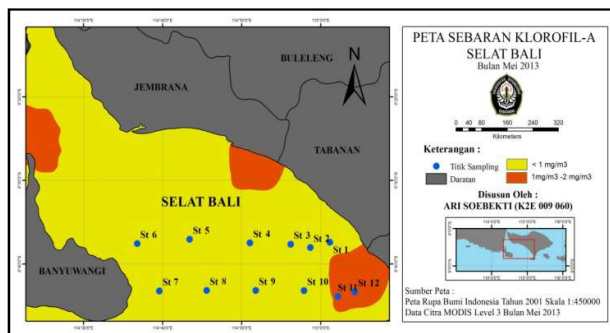
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode deskriptif yaitu bertujuan untuk menggambarkan keadaan SPL dan klorofil-*a* di perairan Selat Bali dihubungkan dengan fenomena *upwelling* yang diasumsikan sebagai lokasi *fishing ground* dan survei lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel air untuk mendapatkan nilai klorofil-*a* dan pengukuran SPL di lapangan.

Sebelum melakukan pengukuran lapangan, dilakukan interpretasi citra terlebih dahulu sebagai klasifikasi awal menggunakan metode *supervised classification*, yaitu pengklasifikasian citra berdasarkan pengetahuan peneliti sendiri.. Analisa dilakukan dengan mengolah data SPL dan klorofil-*a* dari citra MODIS level 3 Mei-September Tahun 2011-2012 untuk mengetahui sebarannya dan data citra bulan Mei 2013 untuk verifikasi terhadap data lapangan.. Data citra SPL dan klorofil-*a* bulanan diolah menggunakan *software* ENVI 4.0 dan ArcGIS 10.

Penentuan titik *sampling* menggunakan metode *purposive sampling*, titik *sampling* diambil di lokasi bagian selatan Selat Bali, karena mendapatkan pengaruh yang besar dari Samudera Hindia tempat terjadinya *Upwelling* yang mempengaruhi daerah *fishing ground* selain itu juga mempertimbangkan berdasarkan interpretasi citra SPL dan klorofil-*a* yang telah diolah sebelumnya.



Gambar 1. Peta Titik Sampling dan Sebaran SPL Hasil Interpretasi Awal



Gambar 2. Peta Titik Sampling dan Sebaran Klorofil-a Hasil Interpretasi Awal

Pada tahap pengukuran lapangan yang bertujuan untuk verifikasi hasil interpretasi awal dari nilai SPL dan klorofil-*a* dari citra satelit dengan keadaan yang sebenarnya dilakukan *sampling* air pada 12 titik di lokasi penelitian untuk mendapatkan nilai klorofil-*a* dan mengukur nilai SPL. Pengambilan sampel klorofil-*a* menggunakan ember untuk mengambil sampel air di permukaan. Sampel air diambil sebanyak 1 lt kemudian sampel disaring menggunakan *cellulose nitrate membrane filters* 0.4  $\mu\text{m}$  dibantu dengan *vacum pump* untuk mempercepat proses penyaringan. Hasil saringan kemudian dianalisa di laboratorium (Nontji, 2008).

Pengukuran nilai konsentrasi klorofil-*a* di laboratorium dengan metode spektrofotometri yaitu menentukan nilai absorbansi ekstrak klorofil-*a* pada panjang gelombang 630 nm, 647 nm, 644 nm, dan 750 nm. Parson *et al.* (1984) dalam Riyono (1997) memformulasikan nilai konsentrasi klorofil-*a* sebagai berikut :

$$\text{Chlo (mg/m}^3) = \frac{CaxVe}{Vsxd}$$

Dimana,

$$Ca = 11.8(\lambda_{664} - \lambda_{750}) - 1.54(\lambda_{647} - \lambda_{750}) - 0.08(\lambda_{630} - \lambda_{750})$$

Keterangan :

$\lambda$  = panjang gelombang (nm)

$Ve$  = Volume Aceton

$Vs$  = Volume air yang disaring (Liter)

$d$  = Lebar (diameter) cuvette (cm)

Pengukuran SPL menggunakan *water quality checker* merek TOA-DKK pada kedalaman permukaan di 12 titik sampling yang berjarak kurang lebih 10 km antar titik satu ke titik lainnya.

Citra Aqua MODIS di verifikasi dengan data lapangan untuk mengetahui seberapa besar akurasi dan kelayakan dari data citra Aqua MODIS.

Menurut Diposaptono dan Budiman (2006), koreksi kesalahan relatif dapat dihitung dengan cara :

$$RE = \left[ \frac{X_{insitu} - X_{citra} \times 100\%}{n} \right]$$

$$MRE = M = \sum_0^n \left| \frac{RE}{n} \right|$$

Keterangan :

$RE$  : kesalahan relatif (*Relative Error*)

$MRE$  : rata-rata kesalahan relatif (*Mean Relative Error*)

$X_{insitu}$  : data SPL/Klorofil hasil pengukuran di lapangan

$X_{citra}$  : data SPL/Klorofil citra

$n$  : jumlah data

jika nilai error dibawah 10% maka citra layak digunakan.

Untuk mengetahui *fishing ground* potensial, dianalisa melalui pengolahan data citra berdasarkan SPL dan sebaran klorofil-*a* yang diklasifikasi kemudian dilakukan proses *overlay* antara kedua parameter tersebut untuk menentukan lokasi *fishing ground*. Lokasi *fishing ground* diasumsikan sebagai lokasi akibat terjadinya *upwelling* kuat yang menurut penelitian Kunarso (2005) saat terjadinya *upwelling* kuat SPL berada dibawah 26°C dan klorofil-*a* diatas 2 mg/m<sup>3</sup>.

Kelayakan dari peta *fishing ground* ditentukan melalui uji statistik t yaitu membandingkan hasil tangkapan di daerah potensi dengan hasil tangkapan didaerah tidak potensi. Pengambilan keputusannya apabila nilai probabilitas signifikansi < 0.05, maka suatu variabel bebas merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

H0 = Tangkapan di daerah potensi sama dengan tangkapan didaerah tidak potensi (A = B)

H1 = Tangkapan di daerah potensi lebih besar dibandingkan tangkapan didaerah tidak potensi (A > B)

Keterangan :

A : Daerah potensi ikan

B : Daerah tidak potensi

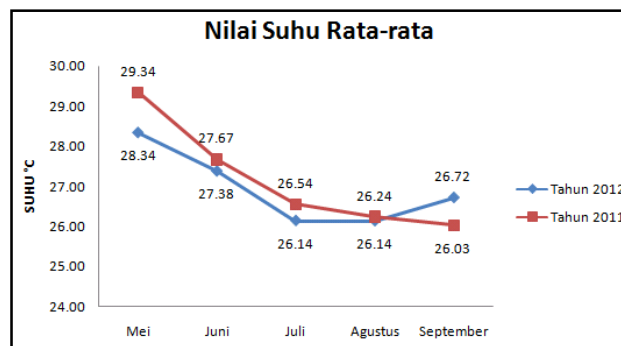
Jika dalam uji statistik t nilai probabilitas signifikansi < 0,05 maka terima H1 yang artinya nilai hasil tangkapan didaerah potensi lebih besar dibandingkan tangkapan didaerah tidak potensi maka pendugaan daerah potensi *fishing ground* yang telah dipetakan tepat dan akurat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Sebaran Temporal dan Spasial SPL pada Musim Timur Tahun 2011-2012.

Hasil interpolasi citra Aqua MODIS didapatkan hasil bahwa di perairan Selat Bali mengalami penurunan suhu setiap bulannya pada musim timur. Penurunan suhu ini dapat dilihat secara temporal melalui grafik suhu rata-rata bulanan pada musim timur dari Tahun 2011-2012 (Gambar 3) dan digambarkan secara spasial melalui peta sebaran suhu pada Gambar 4-13.

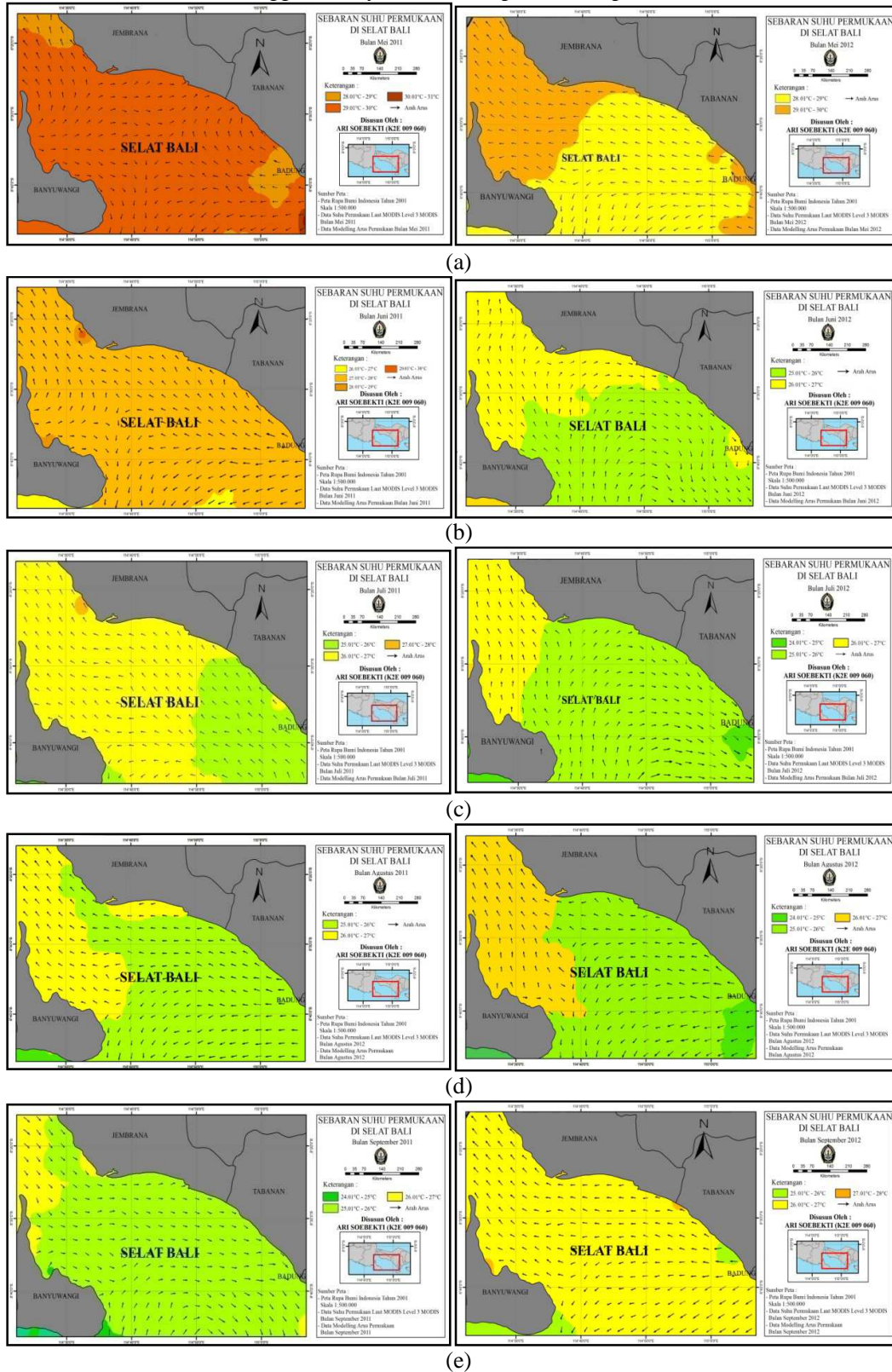
Pada tahun 2011 nilai suhu rata-rata pada bulan Mei sebesar 29,34°C, kemudian mengalami penurunan pada bulan Juni, Juli, Agustus hingga September. Nilai suhu rata-rata terendah terjadi pada bulan September sebesar 26,03°C. Pada tahun 2012, pola penurunan suhu hampir sama dengan tahun 2011 tetapi terjadi kenaikan nilai suhu rata-rata dari bulan Agustus sebesar 26,13°C ke bulan September sebesar 26,72°C.



Gambar 3. Nilai Suhu Rata-Rata 2011-2012

Berdasarkan peta sebaran SPL pada Gambar 4-13 dapat dilihat bahwa penurunan suhu dimulai dari bulan Mei hingga bulan Agustus, dan terjadi kenaikan suhu lagi pada bulan September. Pada musim timur, massa air yang bersuhu rendah dari perairan Samudera Hindia mulai memasuki perairan Selat Bali bagian selatan kemudian menuju ke utara, akibatnya terjadi penurunan suhu. Hal tersebut diduga karena daerah perairan Selat Bali bagian Selatan mendapatkan masukan air yang bersuhu rendah dari Samudera Hindia akibat terjadinya fenomena *upwelling*, yang diperkuat oleh pendapat Nontji (2002) bahwa penurunan SPL pada

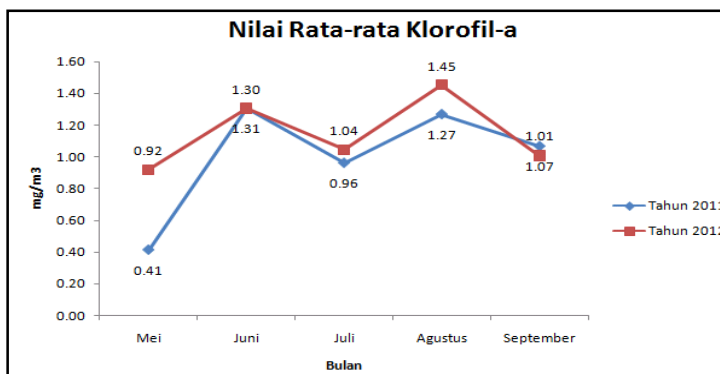
puncak musim timur ini dipengaruhi fenomena *upwelling*, yaitu naiknya massa air laut dari suatu lapisan dalam ke lapisan permukaan, gerakan naiknya massa air ini membawa air yang bersuhu rendah, salinitas tinggi dan kaya zat hara ke permukaan perairan.



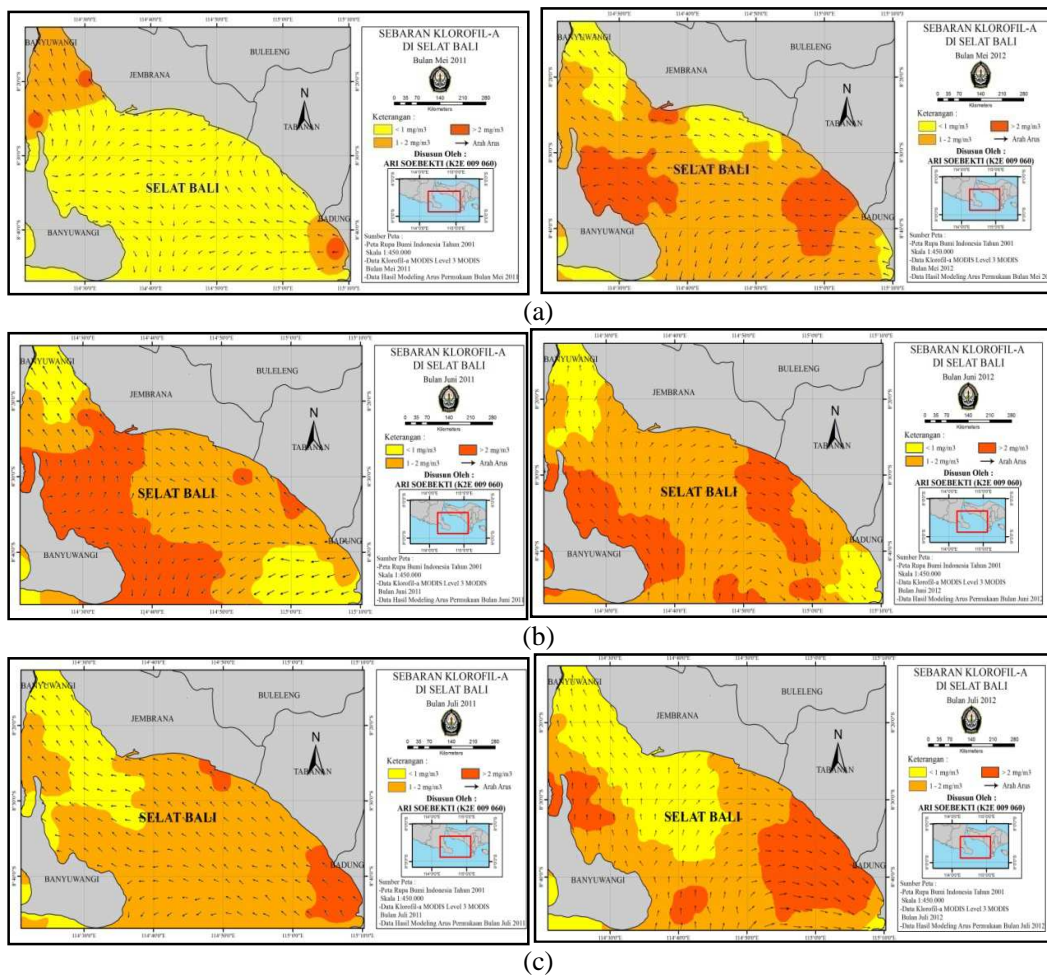
Gambar 4. Peta Sebaran SPL Tahun 2011 (a) Mei (b) Juni (c) Juli (d) Agustus (e) September.

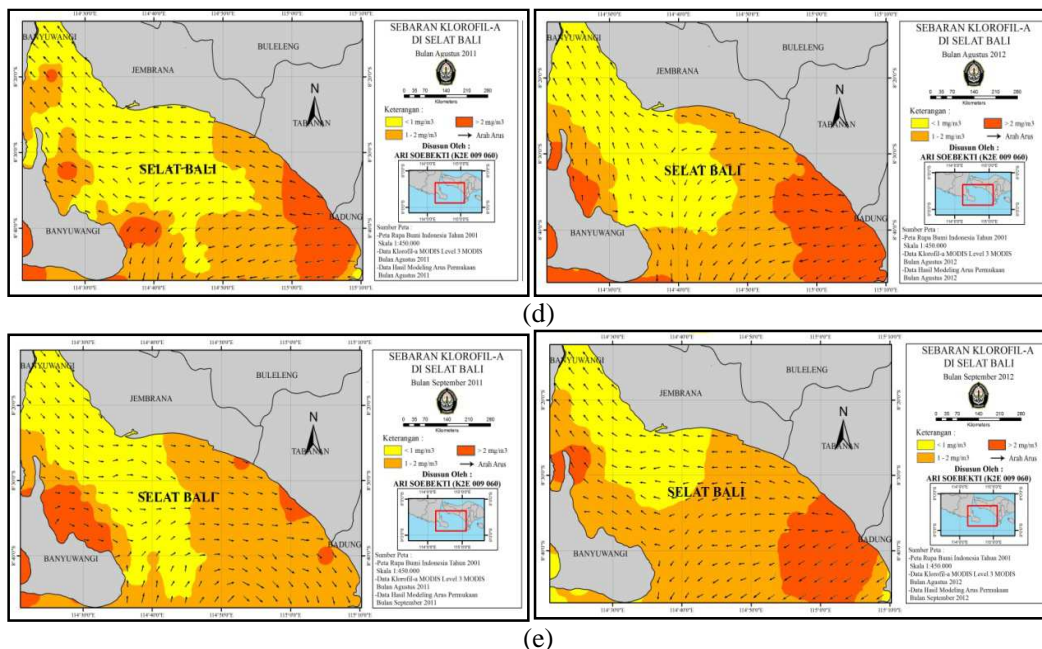
**Sebaran Temporal dan Spasial Klorofil-*a* pada Musim Timur Tahun 2011-2012.**

Pada tahun 2011 nilai rata-rata konsentrasi klorofil-*a* terendah terjadi pada bulan Mei yaitu sebesar 0.41 mg/m<sup>3</sup>, kemudian mengalami kenaikan pada bulan Juni menjadi 1.31 mg/m<sup>3</sup> yang merupakan nilai rata-rata konsentrasi klorofil-*a* tertinggi pada tahun 2011. Pada tahun 2012 pola fluktuasi nilai rata-rata konsentrasi klorofil-*a* hampir sama dengan tahun 2011. Pada bulan Mei nilai rata-rata konsentrasi klorofil-*a* sebesar 0.98 mg/m<sup>3</sup> yang merupakan nilai konsentrasi terendah dibanding bulan lainnya. Kenaikan mulai terjadi pada bulan Juni lalu menurun pada bulan Juli, mengalami kenaikan lagi pada bulan Agustus menjadi 1.45 mg/m<sup>3</sup>, yang merupakan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi dibanding bulan lainnya.



**Gambar 5.** Nilai Rata-rata Konsentrasi Klorofil-*a* Tahun 2011-2012





**Gambar 6.** Peta Sebaran Klorofil-*a* Tahun 2011 (kiri) – 2012 (kanan)  
 (a) Mei (b) Juni (c) Juli (d) Agustus (e) September.

Berdasarkan peta sebaran konsentrasi klorofil-*a* pada Gambar 6-7 kisaran nilai klorofil-*a* yang mendominasi perairan nilainya antara 1-2 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-*a* yang tinggi berada di perairan yang dekat dengan daratan namun ada juga yang berada di lepas pantai tepatnya berada pada perairan bagian selatan yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Hal ini dikarenakan terjadinya transpor nutrisi dari daratan melalui sungai, selain itu perairan bagian selatan Selat Bali mendapatkan masukan air yang memiliki kadar nutrisi tinggi akibat terjadinya fenomena *upwelling*, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Susanto *et al.*, (2001) yang menyatakan bahwa proses *upwelling* ini mengakibatkan kadar nutrisi di permukaan perairan tinggi yang memicu pesatnya perkembangan fitoplankton sehingga konsentrasi klorofil-*a* menjadi lebih tinggi dan nilai SPL menjadi lebih rendah dibanding daerah sekitarnya.

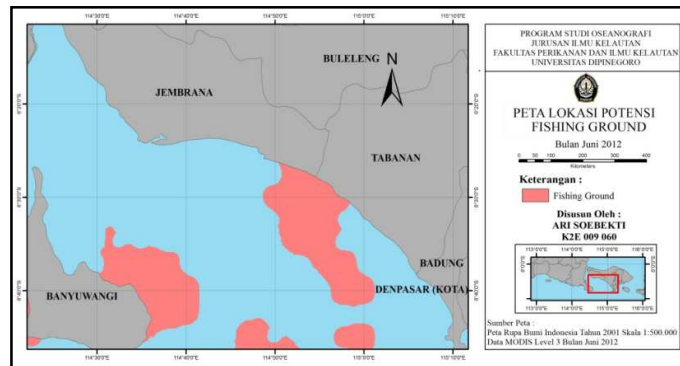
**Verifikasi Citra Aqua MODIS**

Hasil verifikasi citra Aqua MODIS dengan data lapangan ditunjukkan oleh Tabel 6. Dari Tabel tersebut dapat dilihat perbedaan nilai antara SPL dan klorofil-*a* hasil interpolasi citra dengan hasil survei lapangan. Setelah dilakukan perhitungan didapat nilai error untuk SPL sebesar 9,3% dan untuk klorofil-*a* sebesar 3,04%.

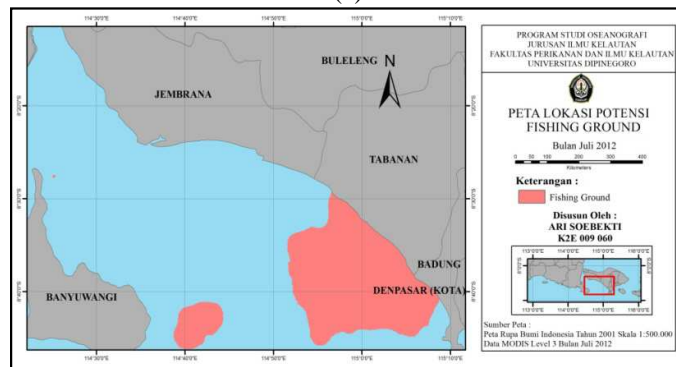
**Identifikasi Daerah Potensi Fishing Ground Melalui Hasil Overlay Data Citra SPL dan Klorofil-*a***

Daerah potensi *fishing ground* diidentifikasi melalui hasil *overlay* sebaran SPL dan klorofil-*a* yang hasilnya dapat dilihat pada peta lokasi potensi *fishing ground* (Gambar 28-30). Lokasi potensi *fishing ground* pada bulan Juni 2012 mencapai 1191,762 km<sup>2</sup>. Pada bulan Juli 2012 luasannya menjadi 649,63 km<sup>2</sup> dan pada bulan Agustus 2012 luasan daerah potensi *fishing ground* mencapai 1862,63 km<sup>2</sup>. Kondisi ini dipengaruhi oleh konsentrasi klorofil-*a* tinggi yang nilainya lebih dari 2 mg/m<sup>3</sup> dan SPL yang menurun dibawah 26°C, sebarannya berada di daerah selatan Selat Bali hingga ke Samudera Hindia. Nilai konsentrasi klorofil-*a* tinggi dan SPL yang rendah ini diakibatkan terjadinya proses *upwelling* yang intensitasnya tinggi di Samudera Hindia. Hal ini diperkuat oleh pendapat Hendiarti *et al.* (2004), yang menjelaskan bahwa peningkatan klorofil-*a* di perairan selatan Jawa terjadi karena adanya mekanisme *upwelling*

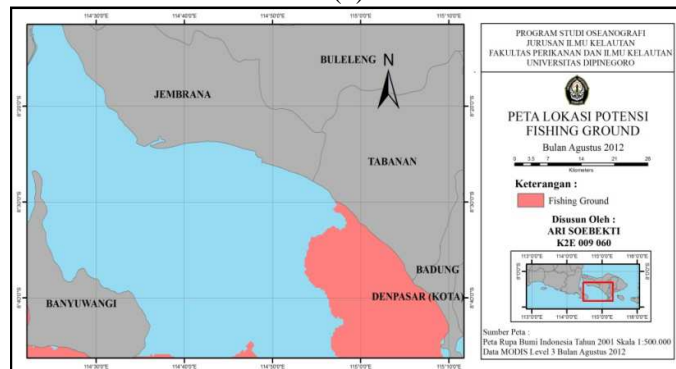
yang makin intensif sehingga meningkatnya kadar nutrisi yang menghasilkan kadar klorofil-*a* tinggi.



(a)



(b)



(c)

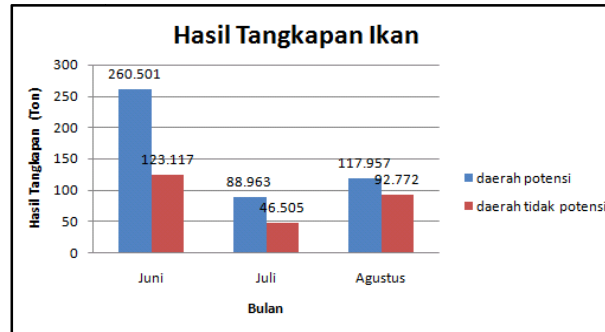
**Gambar 7.** Peta Lokasi Daerah Potensi *Fishing Ground* 2012  
(a) Juni (b) Juli (c) Agustus.

### **Korelasi Lokasi Potensi *Fishing Ground* Dengan Data Hasil Tangkapan Ikan**

Hasil tangkapan ikan pada bulan Juni di daerah potensi sebesar 260,502 ton, pada bulan Juli hasil tangkapan di daerah potensi sebesar 88,963 ton, sedangkan bulan Agustus hasil tangkapan ikan di daerah potensi sebesar 135,874 ton. Hasil tangkapan sebagian besar merupakan ikan pelagis, diantaranya yang sering tertangkap yaitu Lemuru, Layang, dan Tongkol. Tangkapan di daerah potensi tangkapannya tinggi dikarenakan peristiwa *upwelling* yang mengakibatkan perairan kaya akan nutrisi yang menjadi tempat berkumpulnya biota laut. Peningkatan nutrisi mempengaruhi kelimpahan fitoplankton karena nutrisi dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan fitoplankton sehingga dengan melimpahnya nutrisi maka akan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton pula (Nybaken, 1992). Melimpahnya populasi fitoplankton tersebut akan mempengaruhi ikan-ikan kecil pemakan fitoplankton kemudian

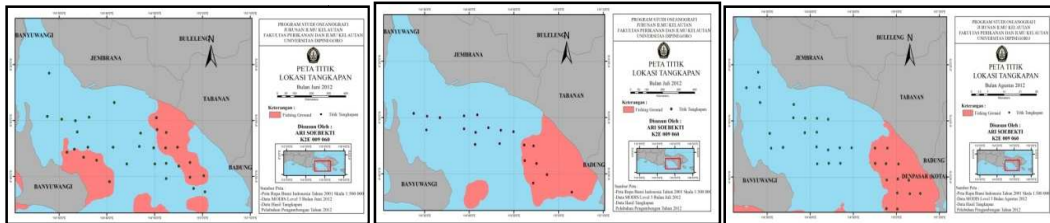


berkumpulnya ikan-ikan kecil ini akan mengundang ikan-ikan besar lainnya khususnya ikan pelagis.



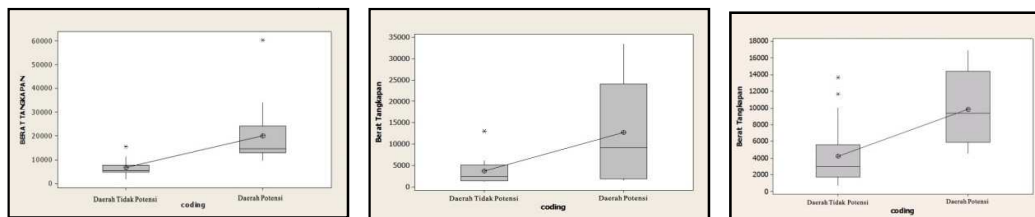
Gambar 8. Perbandingan Hasil Tangkapan di Daerah Potensi dan Daerah tidak potensi.

Sebaran titik lokasi penangkapan ikan nelayan terhadap lokasi potensi *fishing ground* ditunjukkan oleh peta pada Gambar 9. berdasarkan peta tersebut dapat dilihat beberapa titik lokasi tangkapan nelayan berada diluar daerah potensi dan terdapat daerah potensi yang belum pernah tersentuh oleh nelayan yang seharusnya bisa dimanfaatkan.



Gambar 9. Peta Titik Tangkapan Nelayan (kiri) bulan Juni (tengah) bulan Juli (juni) bulan Agustus

Korelasi antara lokasi *fishing ground* potensial dengan hasil tangkapan ikan nelayan menggunakan uji hipotesis yaitu uji statistik t, hasil perhitungannya dapat dilihat melalui grafik *boxplot* (Gambar 29,30,31). Dari grafik tersebut dapat dikatakan bahwa hasil tangkapan ikan didaerah potensi nilainya lebih besar dibandingkan hasil tangkapan didaerah tidak potensi.



Gambar 34. Grafik *Boxplot* Daerah Potensi Fishing Ground Dengan Hasil Tangkapan Nelayan (kiri) bulan Juni (tengah) bulan Juli (kanan) bulan Agustus

Hasil dari grafik *boxplot* diperkuat dengan nilai probabilitas hasil uji statistik t hubungan antara daerah potensi *fishing ground* dengan hasil tangkapan nelayan, nilainya pada bulan Juni 2012 sebesar 0,03, bulan Juli 2012 sebesar 0,049, dan bulan Agustus 2012 sebesar 0,001. Semua nilai dibawah 0,05 yang artinya ada perbedaan secara signifikan hasil tangkapan ikan antara daerah potensi dengan daerah yang tidak potensi sehingga terdapat keamatan hubungan antara daerah potensi *fishing ground* dengan besarnya hasil tangkapan, dengan kata lain peta potensi *fishing ground* yang didapat dari hasil *overlay* nilai SPL dan klorofil-*a* dapat digunakan dan akurat.

#### 4. Kesimpulan

Sebaran SPL dan klorofil-*a* di perairan Selat Bali mengalami perubahan setiap bulannya selama 2 tahun pada musim timur dari tahun 2011 hingga tahun 2012, yaitu selalu terjadi penurunan SPL dan meningkatnya konsentrasi klorofil-*a*.

*Fishing ground* potensial di Selat Bali sebarannya terletak di perairan bagian selatan, Pada bulan Juni 2012 mencapai 1191,762 km<sup>2</sup>, pada bulan Juli 2012 mencapai 649,63 km<sup>2</sup> dan pada Bulan Agustus 2012 mencapai 1862,63 km<sup>2</sup>. Hasil rata-rata tangkapan ikan di *fishing ground* potensial sebesar 155,807 ton dan hasil rata-rata tangkapan ikan di daerah tidak potensi *fishing ground* sebesar 87,464 ton yang sebagian besar tangkapan merupakan ikan pelagis.

#### Daftar Pustaka

- Burhanuddin & D.P. Praseno. 1982. Lingkungan Perairan Selat Bali. Pros. Sem. Perik. Lemuru. Banyuwangi, 18-21 Jan. 1982. Buku II.
- Disaptono, S. Dan Budiman. 2006. Hidup Akrab Dengan Gempa dan Tsunami. Buku Ilmiah Populer. 383 Halaman.
- Hendriati, N., H. Diegel and T. Ohde, 2004. Investigation of different coastal processes in Indonesian waters using SeaWIFS data. Deep-Sea Res. II, 51:85-97.
- Kunarso, S. Hadi, & N.S. Ningsih. 2005. Kajian Lokasi *Upwelling* Untuk Penentuan Fishing Ground Potensial Ikan Tuna. *Ilmu Kelautan*, 10(2): 61-67
- Nontji, A. 2008. Plankton Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Pusat Penelitian Oseanografi). LIPI press. Jakarta.
- Nontji, Anugerah, 2002, *Laut Nusantara*, Djambatan, Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Alih bahasa oleh M. Eidman., Koesoebiono., D.G. Bengen., M. Hutomo., S. Sukardjo. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, Indonesia. Nybakken. 1992. *Biologi Laut*. PT. Gramedia. Jakarta. 459 hal.
- Parsons, T.R., M. Takahashi dan B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Pergamon Press. Oxford
- Riyono, S.H. 1997, Penentuan Kadar Klorofil Fitoplankton. Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota, Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI, Jakarta, pp. 136-142
- Suryabrata, S. 1987. Metodologi Penelitian. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Susanto, R.D., A.L. Gordon, and Q. Zheng. 2004. *Upwelling* within the Indonesian Seas and its relation to ENSO and Monsoon. Columbia University.