

Estimasi Distribusi Klorofil-A di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran In Situ Pada Musim Timur

Bambang Semedi, Nur Maulida Safitri

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

E-mail : nurmaulidasafitri@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola konsentrasi klorofil-a dari citra satelit Aqua MODIS pada musim timur, menganalisis berbagai parameter yang memberikan dampak dominan terhadap nilai klorofil-a serta melakukan validasi nilai konsentrasi klorofil-a dari citra satelit Aqua MODIS terhadap nilai konsentrasi klorofil-a data in situ. Distribusi klorofil-a di perairan Selat Madura pada Musim Timur diselidiki berdasarkan data citra satelit Aqua MODIS bulan Juni-September 2013 serta pengukuran klorofil-a in situ pada bulan September 2013 menggunakan metode spektrofotometri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter oseanografi yang berkaitan dengan persebaran klorofil-a di perairan Selat Madura diantaranya adalah suhu permukaan laut, kecerahan, oksigen terlarut dan kecepatan arus. Sebaran klorofil-a pada musim timur berkisar antara 0,022317 – 1,561958 mg/L dengan puncak sebaran tertinggi di bulan Juli yaitu berkisar antara 0,102566 – 1,561958 mg/L. Setelah dilakukan uji validasi terhadap hasil analisa citra dan in situ menggunakan uji regresi, diperoleh nilai *R square* sebesar 80,14% sehingga dapat disimpulkan hasil analisa citra satelit berpengaruh besar terhadap hasil analisa in situ sebesar 80% dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a hasil analisa citra 1,127181 mg/L dan rata-rata konsentrasi klorofil-a in situ 1,195664 mg/L. Kedua data memiliki nilai rata-rata pada rentang 1-1,5

mg/L sehingga dapat disimpulkan perairan Selat Madura memiliki kandungan klorofil-a yang tinggi.

Kata kunci: Algoritma, Metode Spektrofotometri, Parameter Oseanografi, Validasi

PENDAHULUAN

Klorofil-a merupakan pigmen dari fitoplankton yang dapat digunakan sebagai parameter produktivitas perairan. Konsentrasi klorofil-a diatas 0.2 mg/L menunjukkan kehadiran kehidupan fitoplankton yang menandakan kemampuan mempertahankan kelangsungan perkembangan perikanan komersial (Susanto *et al*, 2001). Adanya pergantian musim, yaitu saat Muson Tenggara (Juli – Oktober) konsentrasi Klorofil-a tinggi di wilayah selatan Jawa hingga perairan Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Sumba dan Timor, dan Selat Madura. Sedangkan pada Muson Barat Laut konsentrasi klorofil-a tinggi di wilayah Selat Malaka, Kalimantan Bagian Timur, dan Selat Makassar (Hatta, 2002).

Informasi Parameter oseanografi sangat penting. Produktivitas air berhubungan lurus dengan keberadaan fitoplankton. Biomassa fitoplankton bisa dihitung dengan memperkirakan konsentrasi klorofil-a dan suhu perairan. Salah satu metode untuk estimasi dengan menggunakan teknologi satelit penginderaan jauh. Saat ini penginderaan jauh telah digunakan sebagai alat penting dalam memperoleh pengukuran perairan secara menyeluruh (Semedi & Hadiyanto, 2013).

Meskipun setiap pengolahan citra selalu melakukan adanya koreksi agar hasil citra yang didapatkan sesuai dengan nilai pada lokasi sebenarnya, namun pada kenyataannya penggunaan citra satelit masih menyisakan kesalahan geometrik di lapangan. Akurasi data lebih rendah dibandingkan dengan metode pendataan lapangan (in situ) yang disebabkan karena keterbatasan sifat gelombang elektromagnetik dan jarak yang jauh antara sensor dengan benda yang diamati (Syah, 2010). Proses-proses oseanografi, fenomena alam seperti El Nino dan La Nina, serta pergerakan angin muson (barat dan timur) akan mempengaruhi kelimpahan dan produktivitas perairan sehingga hasil analisa citra satelit bisa memberikan kisaran sebaran klorofil yang berbeda dengan lokasi sebenarnya karena tidak semua parameter kelautan dan wilayah pesisir dapat dideteksi dengan penginderaan jauh (Ramansyah, 2010). Hal ini akan berdampak besar dalam penentuan daerah penangkapan ikan (ZPPI). Saat nelayan menuju satu titik yang diperkirakan sangat sesuai sebagai area berkumpulnya ikan ternyata hanya ditemukan sedikit ikan, namun di titik lainnya yang diperkirakan kurang sesuai untuk penangkapan justru ditemukan banyak sekali ikan di perairan.

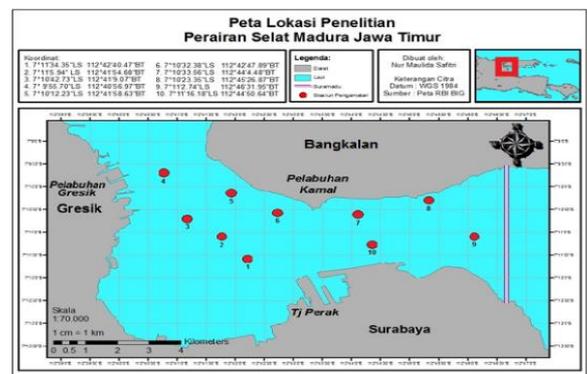
Berdasarkan hal tersebut diatas maka diperlukan suatu kajian melalui penelitian tentang estimasi distribusi klorofil-a di perairan Selat Madura dengan menggunakan data citra satelit Aqua MODIS dan pengukuran in situ yang dilakukan pada musim timur.

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – September 2013. Survei lapang dilaksanakan pada bulan September 2013.

Penelitian berada di Selat Madura, mengambil 10 titik penelitian pada wilayah Tanjung Perak, sebagian wilayah Gresik, perairan Bangkalan Barat serta perairan Suramadu pada koordinat S 7° 9'36.32" LU dan E 112°40'51.88" BT hingga S 7°12'19.43" LU dan E 112°46'59.53" BT dengan masing-masing titik berjarak ≥ 1 KM. Untuk analisa laboratorium dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan Universitas Brawijaya Malang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2. Pengolahan Citra.

Data yang digunakan untuk menganalisis klorofil-a Selat Madura adalah data citra Aqua MODIS yang diambil dari Pusat Penginderaan Jauh LAPAN. Data lain yang digunakan yaitu Peta Indonesia digital dari Badan Informasi Geospasial sebagai peta yang digunakan untuk acuannya. Hardware menggunakan Notebook Dell Intel® Core™ Duo CPU P6200 @2.13 GHz. Proses pengolahan citra diawali dengan pengumpulan data citra MODIS level 1B melalui bank data Deputi Penginderaan Jauh LAPAN. Selanjutnya dilakukan koreksi geometrik menggunakan menu ekspor GCP pada ENVI 4.5 serta koreksi atmosferik menggunakan algoritma: $[(float(B3) GE 0.2)*0]+[(float(B3) LT 0.2)*1]$ Xiangming Xiao et al (2004) dalam Ayu et al (2012). Dimana:

- B3** : band 3 dari data reflektan
- GE** : greater and equal

LT : Less than

Nilai klorofil-a didapatkan dengan menggunakan algoritma OC3M (OCW, 2010) : $10^{(a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X^3 + a_4 \cdot X^4)}$ dengan $a_0 = 0.2424$, $a_1 = -2.5828$, $a_2 = 1.7057$, $a_3 = -0.3415$, $a_4 = -0.8818$ dan $X = \log_{10}(\text{band9}/\text{band12})$. Kemudian nilai konsentrasi klorofil-a dicari nilai rata-ratanya sehingga didapat satu nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a yang mewakili lokasi penelitian tersebut tiap bulan kemudian dilayout menjadi peta sebaran klorofil-a menggunakan ArcView GIS.

Data rata-rata bulanan tersebut kemudian kita tampilkan dalam bentuk grafik time series menggunakan Microsoft Excel 2007 untuk mengetahui pola fluktuasi konsentrasi klorofil-a secara temporal yang terjadi di perairan Selat Madura. Data MODIS ini digunakan pada analisis konsentrasi klorofil-a secara spasial berdasarkan pada perubahan konsentrasi klorofil-a tiap bulannya dan berdasarkan pada perubahan secara musiman, yaitu Musim Muson Tenggara atau Musim Timur (Juni-September) selama periode penelitian (Juni – September 2013). Data berbentuk pola sebaran bulanan serta data komposit persebaran klorofil-a pada musim timur 2013.

3. Metode Pengambilan Data In Situ.

Pengambilan contoh air laut untuk uji kandungan klorofil-a menggunakan metode sampling komposit. Pada setiap pengamatan, dilakukan prosedur sterilisasi botol polietilen hitam menggunakan alkohol 70%. Kemudian diambil contoh air laut sebanyak 3 kali pengulangan menggunakan water sampler pada kedalaman 4 meter lalu diletakkan kedalam ember. Selanjutnya botol dimasukkan kedalam ember untuk memasukkan contoh air laut kemudian diletakkan botol kedalam cool box yang telah diisi es batu.

Pada setiap stasiun pengamatan diukur pula kondisi oseanografinya, meliputi pengukuran Dissolved Oxygen (DO), pH, salinitas, suhu, arus, dan kecerahan perairan.

4. Analisa Klorofil-a Data In Situ

Metode untuk pengukuran konsentrasi klorofil-a fitoplankton dilakukan secara spektrofotometri mengikuti cara yang dilakukan Richard & Thompson (1952). Metode ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu dengan kepekaan yang sama, sampel yang diperlukan lebih sedikit dan prosedurnya dikerjakan lebih cepat (Riyono, 2006). Contoh air laut yang telah diambil selanjutnya dihisap menggunakan pompa vakum untuk memisahkan kandungan klorofil-a dari air laut. Sebelumnya kertas saring yang digunakan dalam proses penghisapan menggunakan pompa vakum ditetesi 1 MgCO₃ untuk mengikat kandungan klorofil-a. Setelah contoh air disaring, kertas saring yang berisi filtrat klorofil ditetesi 10 ml aseton 90% untuk dihancurkan hingga halus. Selanjutnya sampel klorofil-a disentrifus pada kecepatan 5000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan supernatan dan residu. Supernatan diambil kemudian dianalisa pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 430 nm, 447 nm, 464 nm, dan 470 nm. Nilai klorofil-a diperoleh dengan persamaan dari Richards & Thompson (1952) dalam Riyono (2006) sebagai berikut:
$$\text{Chl (mg/L)} = \frac{[(11,85 \times (E_{665} - E_{750})) - (1,54 \times (E_{647} - E_{750})) - (0,08 \times (E_{630} - E_{750}))] \times V_{\text{aseton}}}{[V \text{ air sampel yang disaring} \times \text{diameter cuvet}]}$$

Dimana:

- E665 : Penyerapan pada panjang gelombang 665 nm
E647 : Penyerapan pada panjang gelombang 647 nm
E630 : Penyerapan pada panjang gelombang 630 nm

E750 : Penyerapan pada panjang gelombang 750 nm untuk koreksi terhadap kekeruhan.

5. Pengolahan Surfer.

Pada tahap ini data oseanografi in situ yang telah didapatkan akan diolah dalam aplikasi Surfer v.10 untuk mengetahui tampilan sebaran data. Sebelumnya, simpan data in situ dalam format Excel kemudian buka data tersebut menggunakan Surfer v.10. Kemudian pilih grid data Excel tadi untuk diubah tampilannya dari bentuk data menjadi peta sebaran data in situ. Terakhir, setiap parameter oseanografi tadi dianalisa dengan dihubungkan dengan data utama yaitu parameter klorofil-a.

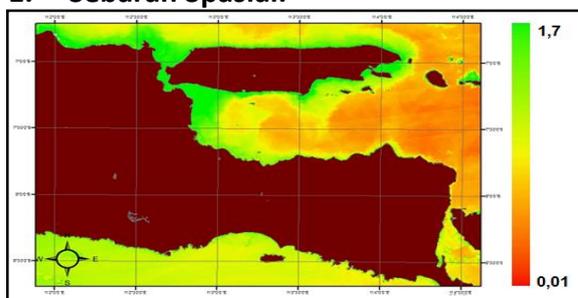
6. Validasi Data.

Setelah model diperoleh, dilakukan pengujian terhadap hasil analisis klorofil. Uji analisis menggunakan *RMS error*. *RMS Error* mencerminkan perbedaan antara nilai data in situ dengan nilai hasil ekstraksi citra satelit. Kemudian dilakukan uji-t untuk memberikan informasi apakah data dari kedua analisis ini mirip atau tidak dan apakah data citra satelit mampu memberikan gambaran yang akurat terhadap kondisi lapangan yang sebenarnya.

HASIL PENELITIAN

Sebaran Spasial-Temporal Klorofil-a Musim Timur Tahun 2013.

1. Sebaran Spasial.



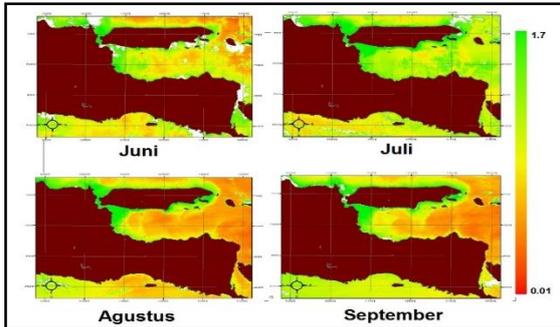
Timur 2013

Sebaran klorofil-a di perairan Selat Madura semakin merata ke arah timur setiap bulannya, hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari angin muson tenggara yang bertiup dari tenggara ke barat. Sebaran ini mencapai puncaknya pada bulan Juli, dimana persebarannya mencakup wilayah yang cukup luas di perairan Selat Madura. Sedang di bulan selanjutnya (Agustus – September) persebaran klorofil tidak begitu luas, akan tetapi semakin meningkat jumlahnya di wilayah Gresik, Surabaya, Sidoarjo, Bangkalan, dan beberapa titik lain di Kepulauan Madura. Wirasatriya (2011) mengatakan pola persebaran menunjukkan adanya gradasi nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi di daerah pantai, terutama muara sungai dan semakin rendah menuju ke arah laut lepas. Konsentrasi yang tinggi terlihat di area perhimpitan selat diduga disebabkan karena pada area tersebut menjadi tempat akumulasi nutrisi yang berasal dari sungai-sungai yang bermuara ke perairan tersebut.

Berdasarkan data statistik *ENVI v.4.5* diketahui bahwa sebaran data pada bulan Juni 2013 sebesar 0,293017. Pada bulan Juli 2013 sebesar 0,225893. Sebaran data maksimum terjadi pada bulan Agustus 2013 sebesar 0,424119 dan pada bulan September 2013 sebesar 0,424119. Rata-rata sebaran klorofil-a pada musim timur sebesar 0,33619 atau 33,6% yang artinya sebaran data klorofil-a cenderung homogen karena nilai klorofil-a merata dan tidak tersebar jauh pada tiap *pixel*-nya.

Selama Muson Tenggara (Agustus sampai Oktober) merupakan rentang waktu terjadinya *upwelling* di wilayah Selatan Jawa sehingga angin dari arah tenggara Australia membawa massa air yang tinggi konsentrasi nutrienya tersebut hingga disepanjang Pantai Selatan Jawa dan Sumatera (Ramansyah, 2006).

2. Sebaran Temporal.

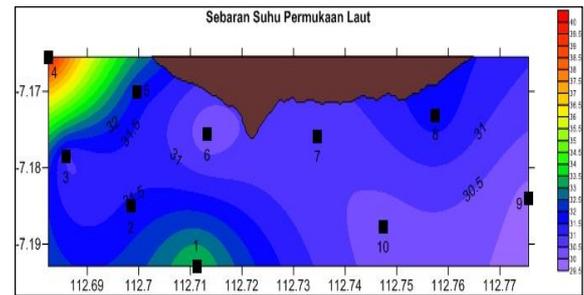


Gambar 3. Sebaran Temporal Klorofil-a Musim Timur 2013.

Analisa temporal dari Gambar 3 menggambarkan di Bulan Juli terjadi pemuncakan nilai klorofil-a di Selat Madura. Baik persebaran maupun nilai klorofilnya cukup tinggi di Jawa Timur, khususnya Selat Madura. Pada bulan Juni, diperoleh konsentrasi klorofil-a minimum dengan kisaran klorofil-a antara 0.022317 – 1.195571 mg/L dengan rata-rata sebesar 0.643252 mg/L. Puncak konsentrasi klorofil-a maksimum pada musim timur terjadi pada bulan Juli berkisar antara 0,102566 – 1,561958 mg/L dengan rata-rata konsentrasi sebesar 0,819147 mg/L. Memasuki Bulan Agustus nilai dan persebarannya kembali menurun yaitu dengan kisaran 0,279876 – 1,343187 mg/L dan rata-rata sebesar 0,689777 mg/L dan kembali meningkat di Bulan September dengan kisaran 0.238752 – 1,461493 mg/L dan rata-rata sebesar 0,72555 mg/L. Hal ini mengindikasikan di Bulan September mulai terjadi perubahan arah angin musim. Terjadinya peningkatan konsentrasi klorofil-a pada Musim Timur (Juni – September) diduga akibat masukan massa air kaya nutrien dari wilayah *upwelling* di Selat Madura (Wyrтки, 1961 dalam Karif, 2011).

Kondisi Oseanografi Perairan Selat Madura Terhadap Konsentrasi Klorofil-a.

1. Faktor Suhu Permukaan Laut Secara Horizontal.

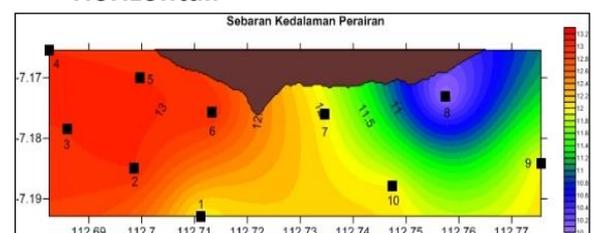


Gambar 4. Sebaran SPL 30 September 2013.

Sebaran mendatar suhu permukaan perairan Selat Madura pada musim timur menunjukkan bahwa secara umum sebaran suhu di permukaan perairan cenderung homogen. Sebagian suhu permukaan laut di wilayah penelitian sebesar 29 - 30°C. Hal ini menunjukkan adanya proses pencampuran secara horizontal yang efektif di permukaan. Salah satu penyebab efektifnya pencampuran massa air secara horizontal adalah karena pada musim timur, arus khatulistiwa selatan di permukaan mengalir sangat kuat di lokasi penelitian (Wyrтки, 1961 dalam Hatta, 2001). Pada lokasi penelitian, sebaran suhu permukaan cenderung homogen dan berkorelasi positif dengan sebaran klorofil-a.

Selat Madura termasuk dalam kategori perairan dangkal dan semi tertutup sehingga perbedaan suhu baik secara horizontal pada kawasan yang agak luas maupun vertical sampai kedalaman tertentu bahkan dasar perairan tidak terlalu besar. Hal ini dibuktikan dengan pengukuran langsung yang menunjukkan bahwa kisaran suhu di Selat Madura mendatar 26.5 - 30°C (Bintoro, 2005).

2. Faktor Kedalaman Perairan Secara Horizontal.

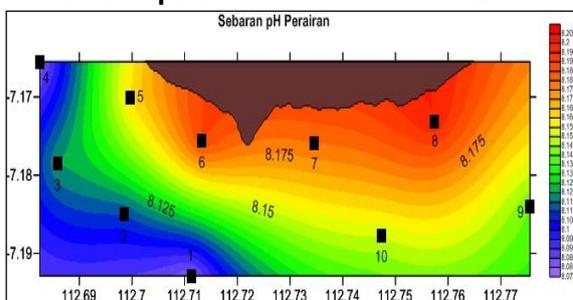


Gambar 5. Sebaran Kedalaman Perairan 30 September 2013

Pengukuran kedalaman perairan disesuaikan dengan jalur yang dilewati oleh kapal sehingga pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran dari kedalaman terendah hingga kedalaman tertinggi. Umumnya kedalaman perairan Surabaya, Gresik serta Bangkalan di Selat Madura cenderung dangkal, dengan kedalaman tertinggi pada penelitian sebesar 13 meter. Pengukuran kedalaman pada titik tengah dari Selat Madura yaitu perairan Suramadu sebesar 12 meter.

Sebaran klorofil-a pada wilayah ini cenderung tersebar merata meskipun pola umum sebaran klorofil-a menunjukkan nilai yang tinggi hampir selalu ditemui di perairan yang relatif dekat dengan muara sungai dan semakin rendah, terutama di teluk bagian luar, saat jauh dari muara sungai (Panjaitan, 2009).

3. Faktor pH Perairan Secara Horizontal.

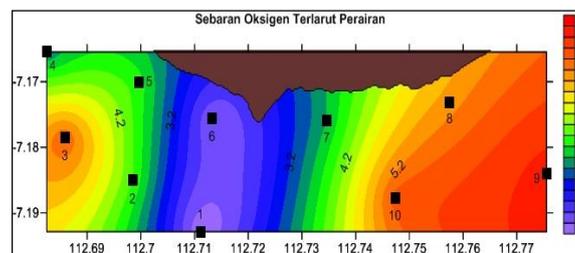


Gambar 6. Sebaran pH Perairan 30 September 2013.

Data parameter pH yang terukur berkisar cenderung homogen, berkisar antara 8,08 – 8,19. Berdasarkan Kepmen LH Tahun 2008, baku mutu pH air laut dengan peruntukkan biota adalah 7,00–8,50. Tetapi dengan toleransi 0,2 untuk masing masing batas, maka semua pH yang terukur berada pada rentang baku mutu yang ditetapkan. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH juga sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan

misalnya nitrifikasi. Namun demikian nilai pH ini masih dalam kisaran nilai yang sesuai dengan kebutuhan fitoplankton dan organisme perairan lainnya (Abida, 2008).

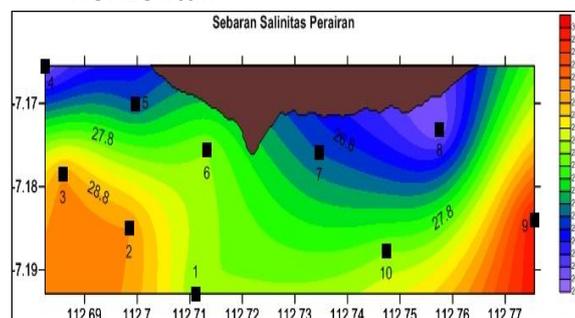
4. Faktor Oksigen Terlarut Secara Horizontal.



Gambar 4. Sebaran oksigen terlarut 30 September 2013.

Sebaran oksigen terlarut di perairan Selat Madura cenderung bervariasi, umumnya tinggi di laut lepas dan diduga semakin menurun ke arah pantai. Berdasarkan data penelitian, sebaran oksigen terlarut diduga tidak berhubungan langsung dengan klorofil-a karena sebaran oksigen terlarut yang tinggi tidak langsung mempengaruhi sebaran klorofil-a yang juga tinggi. Kualitas oksigen terlarut yang baik bagi biota laut adalah > 5 mg/L sementara kandungan oksigen terlarut pada titik 1,2,4,5, dan 6 dibawah standar. Abida (2008) menyatakan oksigen terlarut penting dalam pertumbuhan fitoplankton dalam berfotosintesis, sehingga mampu meningkatkan produktivitas primer.

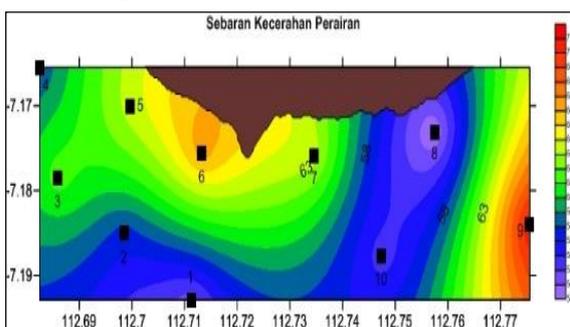
5. Faktor Salinitas Perairan Secara Horizontal.



Gambar 5. Sebaran salinitas perairan 30 September 2013.

Sebaran salinitas di perairan Selat Madura bervariasi, antara 26 – 30 ppm, dengan rata-rata 27,8 ppm. Salinitas cenderung rendah dibandingkan dengan rata-rata salinitas di laut lepas Indonesia, yaitu 33 – 35 ppm (Nontji, 2008). Massa air yang bersalinitas lebih rendah di stasiun tersebut diduga karena pengaruh massa air tawar dari darat melalui aliran sungai yang banyak bermuara di selat yang kemudian terbawa oleh arus permukaan hingga mencapai lokasi tersebut. Relatif homogenya salinitas permukaan ini mengindikasikan adanya pencampuran ke arah horizontal yang cukup kuat, yang juga disebabkan kuatnya arus khatulistiwa selatan (Hatta, 2001). Pada saat terjadi angin Muson Tenggara (musim timur), suhu permukaan pantai Jawa-Sumatera rata-rata lebih dari 29 °C, dengan konsentrasi klorofil-a lebih dari 0.5 mg/L dan salinitas rendah. Pada saat terjadi angin muson tenggara (*southeast monsoon*), di wilayah pantai Jawa-Sumatera terjadi *Upwelling*, namun kondisi ini belawan saat terjadinya Angin Muson Barat Laut (Hendiarti *et al.*, 2004).

6. Faktor Kecerahan Perairan Secara Horizontal.

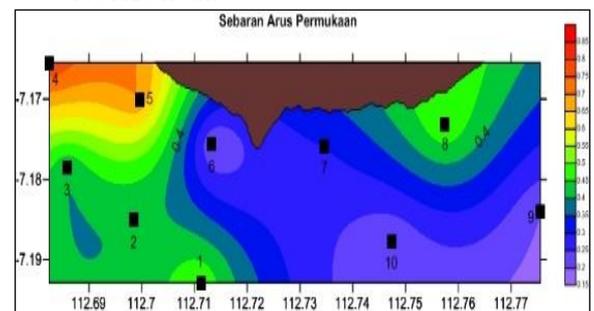


Gambar 9. Sebaran Kecerahan Perairan 30 September 2013.

Kecerahan perairan Selat Madura cenderung bervariasi, berkisar antara 53 – 71 cm. Kecerahan terendah ada pada titik 8 yaitu sebesar 53 cm dengan posisi titik penelitian paling dekat dengan wilayah

pantai. Diduga kecerahan titik ini cenderung lebih rendah akibat adanya suplai nutrisi dari daratan yang lebih besar daripada titik penelitian lainnya. Abida, 2008 menyatakan pola hubungan intensitas cahaya matahari dengan produktivitas primer bersih menunjukkan hubungan erat dengan nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi sebesar 0,916 (91,6%). Produktivitas primer bersih yang tinggi kemungkinan disebabkan oleh klorofil yang berada pada stasiun ini dapat memanfaatkan intensitas cahaya yang ada untuk berfotosintesis secara optimal (Abida, 2008).

7. Faktor Arus Permukaan Secara Horizontal.



Gambar 6. Sebaran arus permukaan 30 September 2013.

Sebaran arus permukaan pada musim timur berkisar antara 0,2 m/s hingga 0,9 m/s, titik terendah ada pada stasiun 6, 9, dan 10 yaitu sebesar 0,2 m/s dan titik tertinggi pada stasiun 4 yaitu sebesar 0,9 m/s. Berdasarkan sebaran data, umumnya arus bergerak dari arah timur dan tenggara ke barat. Pada musim timur bertiup angin muson timur-tenggara yang memiliki pengaruh besar terhadap Selat Madura yang datang dari arah timur, berlangsung pada periode mulai dari bulan Juni hingga September. Gelombang di Selat Madura pada musim timur lebih tinggi dari gelombang pada periode waktu lainnya. (Susanto & Marra, 2005). Tinggi gelombang di selat ini sangat tergantung pada perbedaan tekanan udara dan jarak tempuh

angin. Angin dari arah tenggara kecepatannya dapat mencapai diatas 17 knot (Abida, 2008). Pada saat terjadi angin muson tenggara di wilayah pantai Jawa – Sumatera terjadi *upwelling*. Meningkatnya intensitas *upwelling* pada musim ini menyebabkan peningkatan nutrisi terlarut. Peningkatan nutrisi terlarut dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan merupakan faktor penyebab naiknya klorofil-a (Kunarsa, 2003).

Hubungan Antara Klorofil-a Citra Aqua MODIS dengan Klorofil-a In Situ.

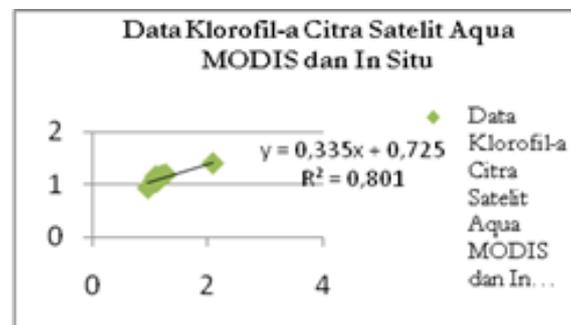
Setelah dilakukan pengamatan klorofil-a dari citra satelit Aqua MODIS dan klorofil-a in situ maka diambil 10 titik yang mewakili nilai klorofil-a dari masing-masing data pada koordinat yang sama dan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Nilai Klorofil-a Aqua MODIS dan Klorofil –a In Situ.

Koordinat		Klorofil In Situ	Klorofil Citra
Latitude	Longitude	(mg/L)	(mg/L)
S 07°11'374"	E 112°42'449"	1.11354	1.134934
S 07°11'1.19"	E 112°41'620"	2.07996	1.395735
S 07°11'1.19"	E 112°41'620"	1.25472	1.18768
S 07°10'978"	E 112°41'279"	1.10064	1.105256
S 07°10'764"	E 112°41'838"	1.1849	1.172036
S 07°10'578"	E 112°43'036"	1.063	1.051923
S 07°10'444"	E 112°44'103"	1.08014	1.154934
S 07°10'399"	E 112°45'418"	1.0945	1.1209356
S 07°11'257"	E 112°45'860"	0.94481	0.934049
S 07°11'257"	E 112°45'860"	1.04043	1.067667
Rata- rata		1.195664	1.127181

Selanjutnya dilakukan uji regresi dan diperoleh nilai $a=0.7256$; $b=0.3358$ sehingga hubungan dari hasil analisa klorofil-a citra satelit Aqua MODIS dan in situ dapat dinyatakan dengan persamaan $y=0,3358x+0,7256$ dengan koefisien $R^2=0,8014$ atau 80%. Dari persamaan hubungan diatas

menyatakan data citra satelit berpengaruh besar terhadap data In Situ yaitu sebesar 80%.



Gambar 7. Hubungan linear data klorofil-a citra satelit Aqua MODIS dengan data In Situ.

Wardani (2012) meneliti tentang perbandingan antara klorofil-a citra Aqua MODIS dan Terra MODIS dengan klorofil-a lapangan dan menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar 77,57% pada citra Aqua MODIS dan 72,34% pada citra Terra MODIS sehingga dapat disimpulkan bahwa citra Aqua MODIS memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi sehingga dapat digunakan untuk mengetahui nilai klorofil yang ada di lapangan dengan hasil yang lebih baik daripada citra Terra MODIS.

Baik klorofil-a in situ maupun citra satelit memiliki nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a berkisar antara 1,12-1,19 sehingga dapat disimpulkan perairan Selat Madura memiliki kandungan klorofil-a yang tinggi karena termasuk kedalam rentang 1-1,5 mg/L.

KESIMPULAN & SARAN

Perairan Selat Madura memiliki konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada musim timur. Beberapa parameter oseanografi yang berkaitan dengan persebaran klorofil-a diantaranya suhu permukaan laut, kecerahan, oksigen terlarut, dan kecepatan arus.

Perlu dilakukan kajian lanjutan dengan waktu penelitian yang lebih panjang dengan

penambahan parameter baru pada materi penelitian lanjutan seperti angin, arah arus, nutrien, kelimpahan fitoplankton dan produktivitas primer agar pola sebaran konsentrasi klorofil-a dapat diketahui dengan lebih tepat sehingga variabilitas konsentrasi klorofil-a dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Abida, I. W. (2008). Produktivitas Primer Fitoplankton dan Keterkaitannya dengan Intensitas Cahaya dan Ketersediaan Nutrien di Perairan Pantai Selat Madura Kabupaten Bangkalan. Unpublished Thesis. IPB Bogor, Fakultas Pasca Sarjana.
- Ayu, D. R. A., Sukojo, B. M. Jaelani, L. M. (2012). Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut Menggunakan Satelit Aqua MODIS. Unpublished paper. Diakses 5 Juli 2013, dari digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-17574-Paper.pdf.
- Bintoro. 2005. *Chapter 6: Pembahasan*. Diakses 26 November 2013, dari http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/41474/Pembahasan_2009bha1-7.pdf?sequence=7.
- Hatta, M. (2001). *Hubungan Antara Klorofil-a dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya*. Unpublished paper. IPB Bogor, Fakultas Pasca Sarjana.
- Hendiarti, N., Siegel, H., Ohde, T. (2004). Investigation of different coastal processes in Indonesian waters using SeaWiFS data. *Deep-Sea Research II*, 51:85-97.
- Karif, I. V. (2011). Variabilitas Suhu Permukaan Laut di Laut Jawa Dari Citra Satelit Aqua MODIS dan Terra MODIS. Diakses 29 Juni 2013, dari repository.ipb.ac.id/handle/123456789/47139.
- Kunarso., Hadi, S., Ningsih, N. S. Baskoro, M. S. (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.
- Ocean Color Web (OCW) (2010, Maret 18). *Ocean Color Chlorophyll (OC) v6*. Retrieved September 3, 2013 from <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/REPROCESSING/R2009/ocv6/>.
- Panjaitan, R. J. A. (2009). Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut Dari Citra Satelit Aqua MODIS serta Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Lemuru di Perairan Selat Bali. Diakses 28 Juni 2013, dari repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/59288/C09rja.pdf.
- Ramansyah, F. (2009). Penentuan Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Sunda dan Perairan Sekitarnya dengan Menggunakan Data Inderaan Aqua MODIS. *Skripsi*. IPB Bogor, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Richards, F. A. & T. G. Thompson. (1952). The Estimation and Characterization of Plankton Populations by Pigment Analysis II. A Spectrophotometric Method for Estimation of Plankton Pigments. *Journ. Mar. Res.* 11: 156-172
- Riyono, S. H. (2006). Beberapa Metode Pengukuran Klorofil Fitoplankton di Laut. *Oseana*, 31 (3): 33-34.
- Semedi, B., & Hadiyanto, A. L. (2013). Forecasting the Fishing Ground of Small Pelagic Fishes in Makassar Strait Using Moderate Resolution Image Spectroradiometer Satellite Images. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 3 (2): 29-34.
- Susanto, R. D., Gordon, A. L., & Zeng, Q. 2001. Upwelling Along the Coasts of

- Java and Sumatera and its Relation to ENSO. *Geophysical Research Letters*. 28 (8): 1599 – 1602.
- Susanto, R.D and J. Marra. 2005. Effect of the 1997/98 El Nino on Chlorophyll-a Variability Along the Southern Coasts of Java and Sumatera. *Oceanography*. 18 (4):124-127.
- Syah, A. F. 2010. Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan. *Jurnal Kelautan*. 3 (1): 18-28.
- Wardani, R. T. (2012). Analisis Perbandingan Konsentrasi Klorofil Antara Citra Satelit Terra dan Aqua MODIS Ditinjau Dari Suhu Permukaan Laut dan Muatan Padatan Tersuspensi (Studi Kasus Perairan Selat Madura dan Sekitarnya). *Unpublished presentation*. Diakses 7 Desember 2013, dari <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-27776-3508100008-presentation-wardani.pdf>.
- Wirasatriya, A. (2011). Pola Distribusi Klorofil-a dan Total Suspended Solid (TSS) di Teluk Toli-Toli, Sulawesi. *Buletin Oseanografi Marina*, 1:137-149.