

# KAJIAN KARAKTERISTIK OSEANOGRAFI DI PERAIRAN UTARA PAPUA PADA TAHUN 2010-2012 MENGGUNAKAN CITRA MODIS

Amalia Hadiyanti  
amalia.hadiyanti@gmail.com

Retnadi Heru Jatmiko  
retnadi\_geougma@yahoo.com

## Abstract

*The warm pool in North of Papua Waters made Maluku and North of Papua region have Anti-monsunal climate pattern. This fact had encourage us to make an observation on ocean characteristics i.e sea surface temperature (SST), Chlorophyll-a, and wind along 2010-2012. This research aim to find out modis imagery ability in extracting SST and chlorophyll data and also to know its relationship. Level 1B Modis was used to extract SST data, level 2 to extract chlorophyll-a data and ECMWF monthly data was used to represent wind data. The result shows during 2010-2012, SST was about 26°-31°C, chlorophyll-a concentration was around 0,1-0,21 mg/m, and wind speed was around 3-5,2 m/s. Modis imagery gave lower SST values than the reference data with accuracy between 55,8% and 95,82% and modis imagery chlorophyll-a data gave higher values than in situ data. Based on its correlation, it was showing negative correlation between SST-wind speed and SST-chlorophyll-a concentration. In the contrary, positive correlation between wind speed-chlorophyll-a concentration.*

**Keywords:** SST, chlorophyll-a, wind, Modis, North Papua Waters, Observation.

## Abstrak

*Kolam hangat di Perairan Utara Papua membuat wilayah Maluku dan Papua bagian utara memiliki pola iklim anti monsun. Pengamatan terhadap karakteristik oseanografi meliputi suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a, dan angin pada tahun 2010-2012. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan citra Modis dalam menyajikan data SPL dan klorofil-a serta mengetahui korelasinya. Citra Modis level 1B untuk mengekstraksi data SPL, Citra Modis level 2 untuk mengekstraksi data klorofil-a, dan data ECMWF bulanan untuk mengetahui nilai kecepatan angin. Hasilnya, selama tahun 2010-2012, nilai SPL antara 26°-31°C, klorofil-a antara 0,1-0,21 mg/m<sup>3</sup>, dan kecepatan angin antara 3 - 5,2 m/s. Citra Modis memberikan nilai SPL lebih kecil dibandingkan data di lapangan dengan akurasi 55,8%-95,82% sedangkan data klorofil-a hasil pengolahan citra Modis memberikan nilai lebih tinggi daripada nilai di lapangan. Dari korelasinya menunjukkan adanya korelasi negatif antara SPL-angin dan SPL-klorofil-a, sedangkan antara angin-klorofil-a menunjukkan korelasi positif.*

**Kata kunci:** SPL, Klorofil-a, Angin, Perairan Utara Papua, Observasi.

## PENDAHULUAN

Menurut Aldrian (2008), wilayah Indonesia bagian timur khususnya Maluku dan Papua bagian utara memiliki pola iklim yang sama sekali berbeda dengan wilayah Indonesia. Wilayah Indonesia bagian timur ini memiliki pola anti monsun yang dicirikan dengan puncak musim hujan yang terjadi di tengah tahun dan bukan di akhir tahun seperti pola monsun umumnya. Perbedaan pola ini disebabkan oleh pengaruh arus laut hangat yang terjadi di utara Pulau Papua yang berhubungan dengan laut di sebelah barat Chile/Peru sehingga mempengaruhi proses konveksi. Adanya pengaruh arus laut terhadap proses konveksi menunjukkan bahwa proses di laut dan di atmosfer saling mempengaruhi.

Interaksi laut dan atmosfer ini menjadi penting karena mempengaruhi iklim dalam skala regional. Pola iklim yang terjadi di perairan utara Papua yang sangat berbeda dibandingkan wilayah Indonesia lainnya menjadi satu hal yang menarik untuk dikaji. Sehingga dalam penelitian ini dilakukanlah kajian terhadap karakteristik oseanografi pada wilayah perairan ini. Karakteristik oseanografi yang diamati yaitu suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a, dan kecepatan angin.

Keterbatasan data oseanografi di Indonesia terbantu dengan tersedianya citra penginderaan jauh yang bersifat gratis dan mudah diakses oleh pengguna salah satunya

adalah Citra Modis. Modis merupakan sensor yang dibawa oleh satelit Terra serta Aqua yang mengorbit dua kali dalam sehari. Penggunaannya dikhususkan pada pengamatan laut dan atmosfer, walaupun juga dapat dilakukan untuk pengamatan lahan. Jumlah salurannya yang mencapai 36 dengan rentang panjang gelombang 0.4-14.4  $\mu\text{m}$  memungkinkan luasnya pemanfaatan sensor ini, seperti identifikasi awan, *ocean color*, suhu permukaan laut, kebakaran hutan, dan lain-lain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik oseanografi yaitu SPL, konsentrasi klorofil-a, dan angin. Kemampuan citra Modis untuk mengekstraksi data SPL dan klorofil-a turut diuji melalui uji akurasi. Selain itu keterkaitan antara SPL, konsentrasi klorofil-a, dan angin juga dilakukan dengan melihat dari hasil korelasinya.

## METODE PENELITIAN

Lokasi pengamatan pada penelitian ini berada pada koordinat 6°LU - 2°LS dan 127°BT - 141°BT yaitu perairan utara Halmahera sampai Papua. Pengamatan dilakukan selama kurun waktu 3 tahun mulai tahun 2010 – 2012 serta berdasarkan perbedaan 4 musim yang terjadi di Indonesia, yaitu musim barat (bulan Desember, Januari, Februari), musim peralihan barat-timur (bulan Maret, April, Mei), musim timur (bulan Juni, Juli, Agustus), dan musim peralihan timur-barat (bulan September, Oktober, November). Pengamatan dilakukan pada tiga parameter yaitu

suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a, dan angin.

Data suhu permukaan laut didapatkan dari ekstraksi citra Modis level 1B, dimana penghitungan SPL menggunakan formula Brown dan Minnet. Sedangkan data konsentrasi klorofil-a didapatkan dari Citra Modis level 2.

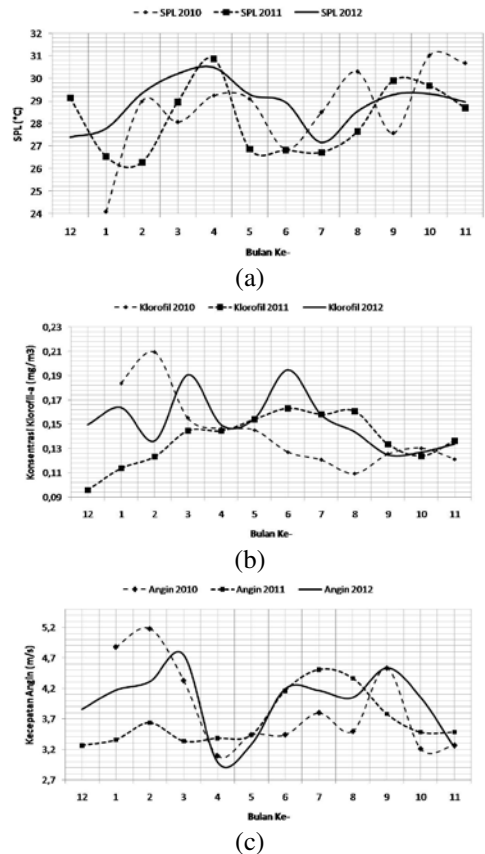
Sebagai data pembanding, digunakan data SPL hasil observasi *moored buoy* tahun 2010-2012 (dan dioperasikan dalam proyek TAO NOAA) yang dirilis dalam WOD13 (*World Ocean Database 2013*) selama tahun 2010-2012. Dari data WOD13 pula, data pembanding konsentrasi klorofil-a didapatkan yaitu dari observasi *Ocean Station Data* (OSD). Namun karena tidak tersedianya data klorofil pada tahun 2010-2012, maka data klorofil tahun 1995-2008 diambil untuk mengetahui kecenderungan nilai klorofilnya.

Data angin didapatkan dari data ECMWF berupa data angin komponen  $u$  dan  $v$  pada ketinggian 10 meter diatas permukaan laut. Untuk mendapatkan nilai kecepatan anginnya, dilakukan penghitungan menggunakan rumus kecepatan.

Keterkaitan antara SPL, klorofil-a, dan angin dilihat dari nilai korelasinya. Sedangkan sebaran spasialnya dilihat dari peta hasil penggabungan data SPL-angin serta angin-klorofil-a. Metode *standar error of estimation* digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi pengolahan citra Modis dalam mengekstraksi data SPL dan klorofil-a.

## HASIL PENELITIAN

Gambar 1a menunjukkan grafik nilai SPL pada tahun 2010-2012. Selama tahun 2010 penurunan nilai SPL terjadi di bulan pertama pada masing-masing musim, seperti bulan Maret, Juni, dan September dimana menunjukkan nilai SPL antara  $27^{\circ}$ - $28^{\circ}$ C. Nilai SPL tertinggi pada bulan Oktober yaitu  $31^{\circ}$ C.



Gambar 1. Grafik Rerata (a) SPL citra Modis, (b) Konsentrasi Klorofil, (c) Kecepatan Angin pada Tahun 2010-2012.

Dari grafikanya, tahun 2011 dan 2012 menunjukkan pola nilai SPL yang sama. Nilai SPL tinggi terjadi selama musim peralihan barat-timur yaitu tertinggi pada bulan April 2011 sebesar  $30,87^{\circ}$ C dan bulan April 2012 sebesar  $30,48^{\circ}$ C. Sedangkan nilai

SPL rendah terjadi selama musim timur yaitu terendah pada bulan Juli 2011 sebesar  $26,67^{\circ}\text{C}$  dan Juli 2012 sebesar  $27,11^{\circ}\text{C}$ . Nilai SPL kemudian kembali naik selama musim peralihan timur-barat.

Grafik 1b menunjukkan perbandingan nilai klorofil-a pada tahun 2010-2012. Dari pola grafiknya, dapat dilihat bahwa tahun 2011 dan 2012 menunjukkan pola yang sama yaitu rendah di musim barat, meningkat di musim peralihan barat-timur, mencapai nilai maksimal pada musim timur, dan kembali turun nilainya pada musim peralihan timur-barat. Sedangkan tahun 2010 menunjukkan pola grafik yang berbeda, yaitu tinggi pada musim barat dan terus mengalami penurunan nilai sampai musim peralihan timur-barat.

Nilai maksimal klorofil-a terjadi pada bulan Juni 2011 sebesar  $0,16\text{ mg/m}^3$  dan pada bulan Juni 2012 sebesar  $0,195\text{ mg/m}^3$ . Sedangkan nilai terendah terjadi di bulan Oktober 2011 dan September 2012 sebesar  $0,12\text{ mg/m}^3$ . Tahun 2010 menunjukkan nilai klorofil-a sangat tinggi pada bulan Februari mencapai  $0,21\text{ mg/m}^3$ . Tingginya nilai ini disebabkan oleh masih adanya efek dari elnino yang terjadi di akhir tahun 2009.

Grafik 1c menunjukkan nilai kecepatan angin. Dari grafik ini dapat dilihat bahwa pola kecepatan anginnya sama, yaitu mencapai nilai maksimum pada peralihan antara musim barat ke musim peralihan barat-timur. Nilai kecepatan angin paling tinggi pada bulan Februari 2010 sebesar  $5,2\text{ m/s}$  dan Maret

2012 sebesar  $4,8\text{ m/s}$ . Sedangkan kecepatan angin terendah pada bulan April 2010 dan 2012 yaitu  $3$  dan  $2,9\text{ m/s}$ . Pada tahun 2011, selama musim barat sampai musim timur, kecepatan angin berada dikisaran nilai  $3,2$ - $3,7\text{ m/s}$ , kemudian naik pada bulan Agustus 2011 menjadi  $4,5\text{ m/s}$ .

#### a. Perbandingan Data dan Uji Akurasi

Hasil uji beda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara data SPL Modis dengan SPL observasi dimana data SPL observasi memberikan nilai suhu lebih tinggi daripada SPL pengolahan citra Modis. Perbedaan rata-rata SPL modis dan SPL observasi paling kecil yaitu pada bulan September 2012 sebesar ( $\Delta\text{SPL}$ )  $0,05^{\circ}\text{C}$  dan selisih paling besar pada bulan Januari 2010 sebesar  $4,56^{\circ}\text{C}$ .

Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan metode *standar error of estimation* untuk melihat seberapa besar persentase akurasi hasil pengolahan citra Modis. Dari hasil akurasi ini, diketahui bahwa bulan Februari 2011 menunjukkan nilai akurasi paling rendah yaitu  $55,80\%$ - $57,41\%$ . Sedangkan bulan Agustus 2012 menunjukkan akurasi yang paling tinggi yaitu antara  $95,77\%$ - $95,82\%$ . Hasil akurasi ini bervariasi pada bulan-bulan yang lainnya dimana persentasenya berada diantara  $60$ - $95\%$ .

Terdapat dua faktor yang mempengaruhi keakuratan pengolahan SPL pada citra Modis ini. Pertama, sedikitnya jumlah data harian yang digunakan untuk

menyusun data bulanan karena tingginya tutupan awan.

Faktor kedua adalah terbatasnya jumlah data observasi yang digunakan. Data observasi *moored buoy* yang digunakan pada penelitian ini, secara keseluruhan hanya memiliki 5 titik observasi pada area lingkup daerah penelitian.

Nilai konsentrasi klorofil hasil pengolahan citra Modis memberikan rentang nilai antara 0,10-0,21 mg/m<sup>3</sup>. Sementara dari data lapangan pada tahun 1995-2008 menunjukkan rentang nilai antara 0,05 – 0,25 mg/m<sup>3</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa citra Modis dapat menghasilkan nilai konsentrasi klorofil yang mendekati nilai sebenarnya di lapangan, dimana hasil pengolahan citra cenderung memberikan nilai yang lebih tinggi daripada nilai lapangan.

## PEMBAHASAN

### a. Hubungan SPL dan Angin

Pada tahun 2010, menunjukkan adanya hubungan terbalik antara SPL dan angin yaitu semakin tinggi SPL, kecepatan anginnya semakin rendah. Angin yang bertiup dari arah Samudera Pasifik cenderung memiliki kecepatan yang lebih tinggi. Angin ini akan menurun kecepatannya semakin dekat dengan daratan. Di sisi lain, area dengan nilai SPL yang lebih tinggi cenderung berada di dekat daratan.

Hasil korelasi antara SPL modis dan angin menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,372, sedangkan SPL lapangan dan angin

menunjukkan nilai korelasi (r) sebesar 0,76. Dengan kata lain, hubungan antara SPL dan angin sebenarnya signifikan. Namun karena kurang akuratnya nilai SPL hasil pengolahan citra Modis, sehingga dapat dikatakan bahwa keakuratan hasil pengolahan data SPL modis juga mempengaruhi hasil korelasi antara kedua parameter.

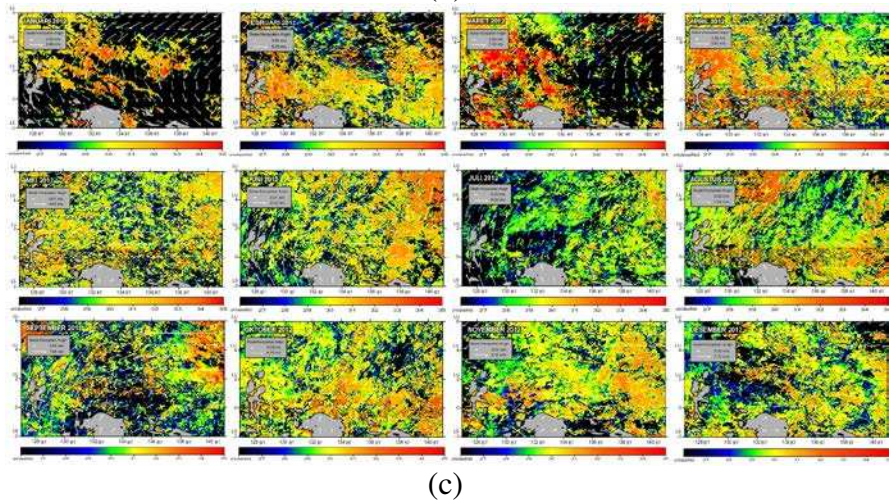
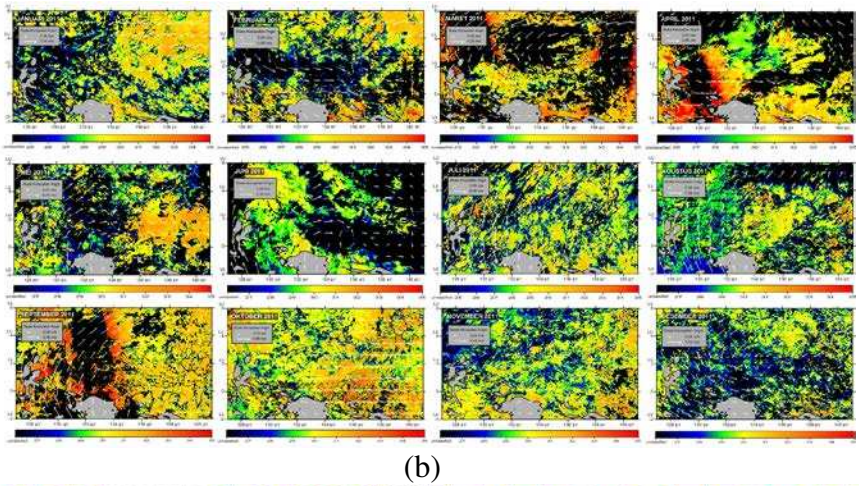
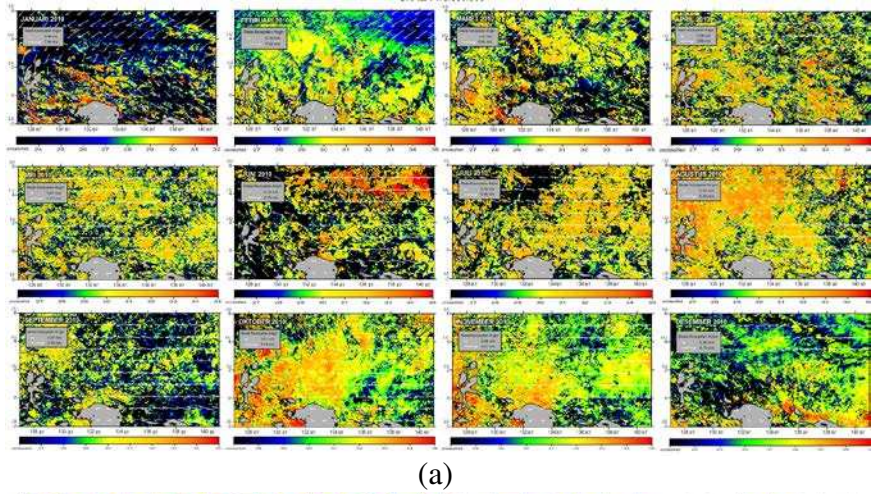
### b. Hubungan Klorofil-a dan angin

Hasil korelasi antara klorofil-a dan angin menunjukkan korelasi yang positif dengan nilai korelasi (r) sebesar 0,59. Korelasi yang signifikan ini menyatakan bahwa angin mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di permukaan laut. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kahru et al (2010) yang menyatakan bahwa pada skala besar, terdapat korelasi positif antara angin dan klorofil-a di kawasan tropis dan subtropis.

Dari warnanya di peta, terlihat bahwa persebaran klorofil-a mengikuti arah bertiupnya angin. Selama bulan Mei-Agustus 2010 terlihat klorofil-a yang cenderung berada di sebelah barat mendekati Pulau Maluku dan menyebar menuju arah barat laut. Kemudian di bulan Oktober-Desember 2010 terlihat pola sebaran klorofil yang serupa dengan bulan Januari dan Februari 2010, yaitu membentuk saluran yang berasal dari Samudera Pasifik masuk Perairan Utara Papua melalui Laut Halmahera.

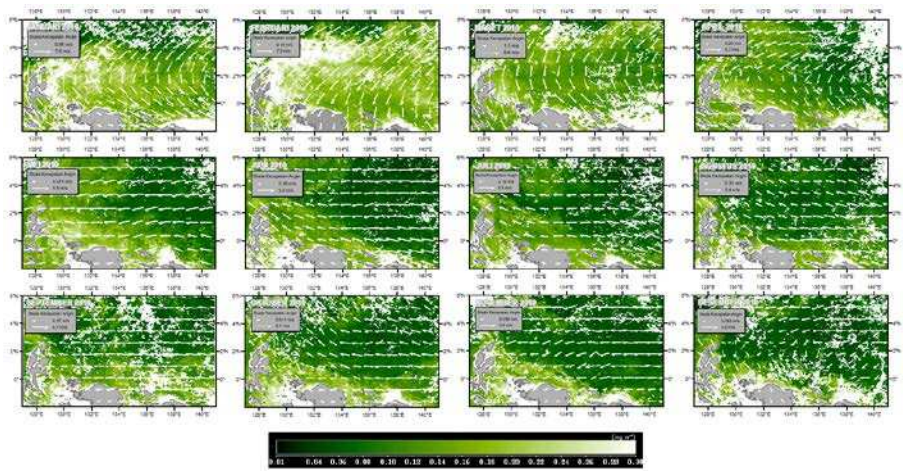
### a. SPL, Klorofil-a, dan Angin

Interaksi yang terjadi antara ketiga parameter adalah sebagai berikut. Sinar matahari yang mencapai

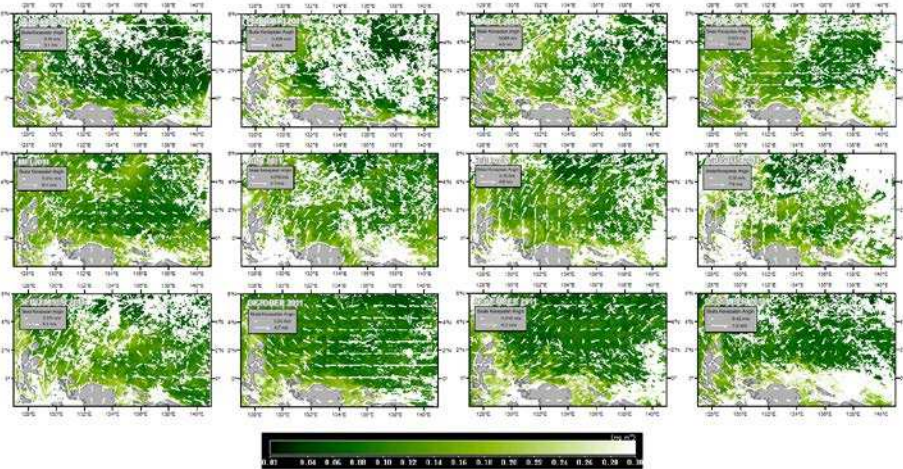


Gambar 2. Peta SPL Modis dan Angin (a) Tahun 2010, (b) Tahun 2011, (c) Tahun 2012

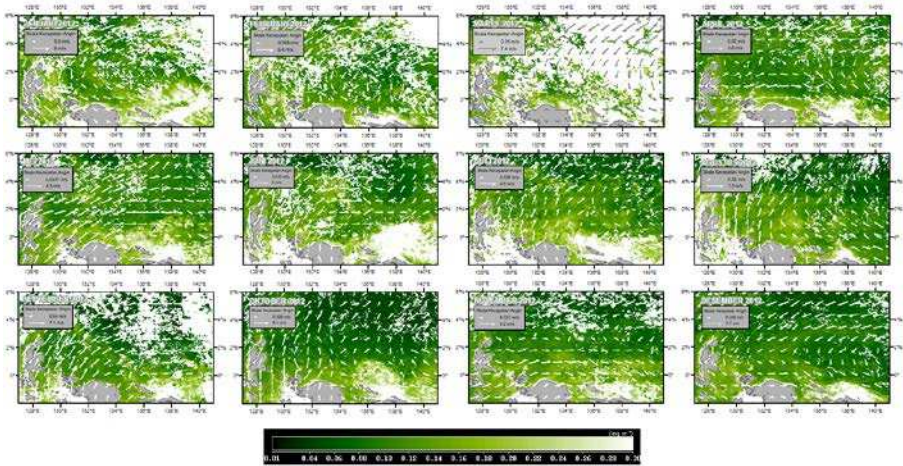




(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Peta Angin dan Klorofil (a) Tahun 2010, (b) Tahun 2011, (c) Tahun 2012

permukaan laut memanaskan air laut di permukaannya. Naiknya suhu permukaan laut semakin membuat atmosfer menjadi tidak stabil. Ketidakstabilan ini ditunjukkan dengan adanya angin yang bertiup dengan kecepatan yang tinggi pula. Pergerakan angin ini menggerakkan massa air laut pada lapisan teratas, sehingga menyebabkan kekosongan pada kolom dibawahnya. Air laut dari lapisan dalam akhirnya naik menuju permukaan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan membawa banyak nutrien yang kemudian memicu banyaknya klorofil-a. Proses inilah yang disebut dengan *upwelling* (Hutabarat,1985).

Selain oleh angin, keberadaan klorofil-a dilaut juga dipengaruhi oleh suhu permukaan laut. Konsentrasi klorofil-a yang banyak cenderung berada didaerah dengan suhu permukaan laut yang rendah atau dingin. Di daerah penelitian yang diambil, yaitu perairan utara Papua cenderung memiliki suhu permukaan laut yang lebih hangat, sehingga dapat diperkirakan bahwa konsentrasi klorofil-a-nya rendah.

Dari hasil korelasi menunjukkan bahwa SPL Modis dan klorofil-a menunjukkan korelasi negatif atau semakin tinggi nilai SPL diikuti dengan penurunan konsentrasi klorofil-a dengan nilai korelasi 0,76 (SPL lapangan-klorofil-a).

## KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Citra modis mampu

menyajikan data oseanografi khususnya suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a. Nilai suhu permukaan laut, menghasilkan akurasi antara 55,8%-95,82% dimana nilai SPL modis cenderung memberikan nilai yang lebih rendah dari nilai SPL di lapangan. Sedangkan nilai konsentrasi klorofil-a citra modis cenderung memberikan nilai yang lebih tinggi daripada nilai konsentrasi klorofil-a di lapangan.

Selama tahun 2010-2012, perairan utara Papua menunjukkan suhu permukaan laut antara 26°-31°C, konsentrasi klorofil-a antara 0,09-0,19 mg/m<sup>3</sup>, dan kecepatan angin antara 3 - 5,2 m/s.

Pada musim peralihan barat-timur dan peralihan timur-barat menunjukkan nilai SPL yang tinggi dibandingkan dua musim lainnya. Klorofil-a menunjukkan kenaikan mulai bulan Januari sampai Agustus dan mengalami penurunan pada bulan September sampai Desember. Angin menunjukkan kecepatan yang lebih rendah pada musim peralihan barat-timur dan peralihan timur-barat, sedangkan kecepatan angin yang lebih tinggi terjadi pada musim barat dan timur dengan kecepatan paling tinggi pada bulan Februari dan Juli.

Dari penghitungan korelasi terhadap SPL, klorofil-a, dan angin selama tahun 2010-2012, di Perairan Utara Papua antara SPL dan angin terdapat hubungan negatif atau terbalik dengan nilai korelasi sebesar 0,76. Semakin tinggi nilai SPL maka kecepatan anginnya semakin rendah. Antara angin dan konsentrasi klorofil-a terdapat korelasi positif dengan nilai korelasi sebesar 0,59



sehingga semakin besar kecepatan angin, maka semakin tinggi pula konsentrasi klorofil-a.

Antara SPL dan klorofil-a terdapat hubungan terbalik dengan nilai korelasi sebesar 0,67, dimana semakin tinggi nilai SPL maka konsentrasi klorofil-a semakin rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

Aldrian, Edwin. 2008. *Meteorologi Laut Indonesia*. Jakarta:Badan Meteorologi dan Geofisika.

Boyer, T.P., J.I. Antonov, O.K. Baranova, C. Coleman, H.E. Garcia, A. Grodsky, D.R. Johnson, C.R. Paver, R.A. Locarnini, A.V. Mishonov, T.D. O'Brien, J.R. Reagan, D. Seidov, I.V. Smolyar, M.M. Zweng, 2013, *World Ocean Database 2013*. S. Levitus, Ed., A. Mishonov Technical Editor, NOAA Atlas NESDIS 72.

Brown, O.B., P.J. Minnett.1999.Modis Infrared Sea Surface Temperature Algorithm: *Algorithm Theoretical Basis Document Ver 2.0*. Miami:University of Miami.

Chelton,D.B., and F.K. Wentz. 2005. Global Microwave Satellite Observation o Sea Surfae Temperature for Numerical Weather Prediction and Climate Research.*Bulletin of Amerian Meteorological Society* 86:1,097-1,115.

Chelton, D.B., and S.-P.Xie.2010.Coupled Ocean-Atmosphere Interaction at Oceanic Mesoscales.*Oceanography*

23(4):52-

69,doi:10.5670/oceanog.2010.05.

Conkright, M.E., Gregg, W.W.2002.Comparison of Global Chlorophyll Climatologies: In situ, CZCS, Blended in situ-CZCS and SeaWiFS.*International Journal of Remote Sensing*,2002.pp.1-23,doi:10.1080/01431160110115573

Fine, Rana A et al.1994.The Western Equatorial Pacific:A Water Mass Crossroads.*Journal Of Geophysical Research*, Vol.99, No.C12, pp 25,063-25,090.

Gemmell, Kathy.2004. *Pemahaman Geografi dari Usborne: Badai Dan Angin Topan*.Bandung: Pakar Raya.

Gross,M.G.1995.*Principles Of Oceanography*.New York:Prentice Hall.

Hasanudin,M.1998.Arus Lintas Indonesia (ARLINDO).*Oseana*,volume XXIII,Nomor 2,1998:1-9.

Jensen, John R.1986.*Introductory Digital Image Processing:A Remote Sensing Perspective*.New Jersey: Prentice Hall.

Johnson,D.R., T.P. Boyer, H.E. Garcia, R.A. Loarnini, O.K. Baranova, and M.M. Zeng. 2013. *World Oean Database 2013 User's Manual*. Sydney Levitus, Ed.: Alexey Mishonov, Technical ED. ; NOD Internal Report 22, NOAA Printing Office, Silver Spring, MD, 172 pp.

Kahru, M., S.T. Gille, R. Murtugudde, P.G. Strutton, M. Manzano-Sarabia, H.Wang, and B.G. Mitchell (2010), Global Correlations Between Winds and Ocean Chlorophyll, *J. Geophys.*

- Res.*, 115, C121040, doi:10.1029/2010JC0065000.
- Lillesand TM, Kiefer RW.2000.*Remote Sensing and Image Interpretation*.4th Edition.New York:John Wiley & Sons.
- Martin, Seelye.2006.*An Introduction To Ocean Remote Sensing*.United Kingdom:Cambridge University Press.
- Monger, Bruce.2008.*Satellite Remote Sensing in Biological Oceanography:SeaDAS Training Course Exercises*@Cornell University.Diakses 2 Desember 2013.
- Perdana, Aji Putra.2006.Kajian Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Analisis Data Penginderaan Jauh Dan Data Argo Float Di Selatan Pulau Jawa, Pulau Bali Dan Kepulauan Nusa Tenggara,*Skripsi*.Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Purwadhi, Sri.2009.*Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*.Semarang:LAPAN.
- Rahmawan, Fajar.2013. *Pengolahan Data Angin Bulanan Yang Bersumber Dari “The European Centre For Medium-Range Weather Forecast (ECMWF)”*. Marine Science Brawijaya University.
- Ramadhani,Adi.2010.Variasi Suhu Permukaan Laut Pada Empat Musim Periode 2006-2009 Di Laut Jawa Berdasarkan Pengolahan Citra Modis,*Skripsi*.Yogyakarta:Universitas Gadjah Mada.
- Sarangi,R.K.2012.Observation of Oceanic Eddy In The Northeastern Arabian Sea Using Multisensor Remote Sensing Data. *International Journal of Oceanography* Vol.2012.Diterima 26 April 2012, dari <http://www.hindawi.com/journals/ijog/2012/531982/>
- Sukresno,Bambang.Sugimori,Yasuhiro.Dynamical Analysis Of Banda Sea Concerning With El Nino, Indonesian Through Flow, And Monsoon by Using Satellite Data And Numerical Model.*Thesis*.
- Tomczak,M.,Godfrey,J.S. 2005. *Regional Oceanography: An Introduction*.London:Butler&Tanner Ltd.
- Wyrtki, Klaus.1961.*Scientific Results of Marine Investigation of the South China Sea an the Gulf of Thailand 1959-1961: Naga Report Vol.2*.California:The University of California.
- Xie, S.-P.2004. Satellite Observation of Cool Ocean-Atmosphere Interaction.*Bulletin of American Meteorological Society* 85:195-208.