

Studi Variabilitas Produktivitas Primer Bersih di Perairan Selatan Indonesia Berdasarkan Data Satelit Aqua Modis

Ni Nyoman Raka Wulandari^a, Ni Luh Novita Aryanti^a, dan I Gede Hendrawan^{a*}

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: gede.hendrawan@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received November 10th 2018

Received in revised form January 16th 2019

Accepted February 7th 2019

Available online August 5th 2019

Keywords:

Modis

Satellite Data

Indonesian water

primary productivity

ABSTRACT

The Indonesian waters have special characteristics which are influenced by its existence between the two continents and two oceans. The placement between two continents and oceans resulted in highly dynamic oceanographic conditions, one of them being primary productivity. Net primary productivity in a water body is strongly influenced by the presence of nutrient, light, chlorophyll-*a*, Photosynthetically Active Radiation (PAR) and sea surface temperature (SST). The purpose of this research is to find out the net primary productivity variability in the south Indonesian waters based on Aqua-MODIS. The data used in this research are obtained using satellite data and a VGMP model (a vertically Generalized Production Model) is used to analyse the net primary productivity. One of the satellite images can be used to estimate the net primary productivity in the waters is MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) sensor, with specifications of level 3 with a resolution of 4 km. The results obtained of net primary productivity value in the southern waters of Indonesia showed 150 mgC m² day⁻¹ - 200 mgC m² day⁻¹, with the highest peak being in November 2006 and the lowest in September 2010. The highest value of net primary productivity is caused due to upwelling waters events found

2019 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Perairan Indonesia memiliki karakteristik khusus yang dipengaruhi oleh keberadaannya diantara dua benua dan dua samudera (Santoso, 2015). Salah satu karakteristik tersebut adalah kandungan klorofil perairan. Klorofil-*a* merupakan salah satu parameter perairan yang sering diamati (Kunarjo *et al.*, 2011). Klorofil-*a* merupakan salah satu parameter perairan yang penting untuk menjadi indikator dalam mengetahui kandungan produktivitas primer perairan, dan perikanan (Trijayanto dan Sukojo, 2015). Perairan dengan produktivitas primer bersih yang tinggi akan menghasilkan sumber daya laut yang tinggi dan melimpah sehingga hasil tangkapan ikan yang tinggi sangat bergantung pada nilai produktivitas primer bersih perairan tersebut. (Kemili dan Putri, 2012).

Produktivitas primer bersih merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan dalam menentukan daerah penangkapan ikan di perairan karena produktivitas primer merupakan perwakilan biomassa yang dijadikan dasar dari rantai makanan oleh organisme *aquatic* seperti ikan di perairan (Amelia *et al.*, 2016). Tingkat produktivitas primer suatu perairan umumnya berhubungan dengan tingkat kelimpahan sumber daya suatu perairan, dimana produktivitas primer sebagai laju fotosintesis dapat dinyatakan sebagai jumlah gram karbon yang dihasilkan dalam suatu meter kuadrat kolom air per hari (gCm⁻² per hari) (Kemili dan Putri, 2012).

Produktivitas primer di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh adanya faktor nutrien, cahaya, klorofil-*a*, *Photosynthetically Active Radiation* (PAR) dan Suhu Permukaan Laut (SPL) (Fauzia, 2011). Nutrien dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton,

cahaya dibutuhkan untuk proses fotosintesis fitoplankton, suhu permukaan laut dibutuhkan untuk laju fotosintesis dan distribusi fitoplankton di kolom perairan, serta klorofil-*a* sebagai pigmen fitoplankton yang menentukan nilai produktivitas primer perairan (Fauzia, 2011).

Produktivitas primer dapat diestimasi dengan menggunakan data penginderaan jarak jauh (Ishizaka *et al.*, 2010; Joo *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2015; Yen and Lu, 2016; González-Rodríguez *et al.*, 2012; Shang *et al.*, 2010). Salah satu citra satelit yang dapat digunakan untuk mengestimasi produktivitas primer di perairan adalah satelit Aqua dengan sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) level 3 dengan resolusi 4 km. Data citra MODIS level 3 merupakan data yang telah terkoreksi secara radiometrik dan atmosferik. Data tersebut sudah memiliki informasi seperti lintang, bujur, daratan, awan dan nilai estimasi konsentrasi klorofil fitoplankton perairan (Aryanti, 2019).

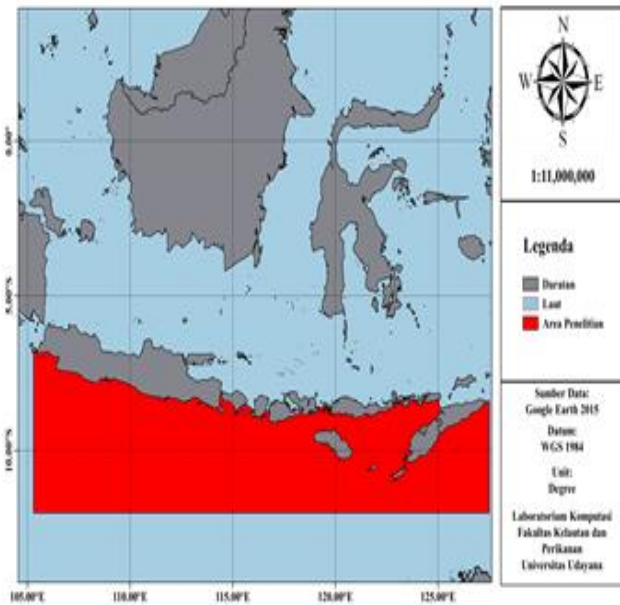
Beberapa penelitian telah dilakukan di beberapa perairan dengan menggunakan citra satelit Aqua MODIS adalah Silubun *et al.*, (2015); Trijayanto dan Sukojo, (2015); Sediadi (2010); Yulia, (2013); Waileruny *et al.*, (2014); Pusparini *et al.*, (2017). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Silubun *et al.*, (2015) di mana penelitian ini melakukan estimasi intensitas *upwelling* dari data SPL dan konsentrasi klorofil-*a* menggunakan satelit Aqua MODIS serta mengkaji variabilitas intensitas *upwelling* berdasarkan parameter SPL dan konsentrasi klorofil-*a* di perairan Selatan Jawa dan Barat Sumatera. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variabilitas Produktivitas Primer Bersih di Perairan Selatan Indonesia Berdasarkan Data Satelit Aqua Modis.

Gambaran mengenai variasi perubahan produktivitas primer yang terjadi di Perairan Selatan Indonesia dapat diamati secara spasial. Pemilihan daerah kajian selatan Indonesia karena wilayah tersebut memiliki distribusi kandungan (*Net Primary Productivity*) NPP yang terkait dengan fenomena *upwelling*. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui variabilitas produktivitas primer bersih di Perairan Selatan Indonesia.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Wilayah penelitian berada di Kawasan Perairan selatan Indonesia (Gambar 1). Data yang digunakan pada penelitian ini dari tahun 2003-2017.



Gambar 1. Peta Penelitian

2.2 Proses Pengambilan Data

Data SPL, PAR, klorofil-*a* diunduh dari Aqua MODIS melalui laman www.oceancolor.gsfc.nasa.gov yaitu, data level 3 *composite* bulanan dengan resolusi spasial 4 km (Tabel 1). *Data day lenght* didapatkan dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Data SPL, PAR, klorofil-*a* yang telah diunduh dilakukan pemotongan citra (*cropping*) sesuai dengan lokasi penelitian dengan menggunakan perangkat lunak SAGA GIS 2.1.2. Data tersebut kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan NPP.

Tabel 1. Data Penelitian

Data	Sumber data	Cakupan
SST	Satelit MODIS-aqua	Level 3 (bulanan), resolusi 4 km
klorofi l-a	Satelit MODIS-Aqua Oseancolor.gsfc .nasa.gov	Level 3 (Bulanan), resolusi 4 km

PAR	Satelit MODIS-Aqua Oseancolor.gsfc .nasa.gov	Level 3 (Bulanan), resolusi 4 km
Day Length	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (NOAA)	-
IOD	http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/dmi.monthly.txt	Data Bulanan

3. Analisis Data

3.1 Perhitungan Produktivitas Primer Bersih / *Net Primary Productivity* (NPP)

Metode yang digunakan untuk menghitung NPP adalah metode *Vertically Generalized Production Model* (VGPM). Metode VGPM adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung NPP di laut global, dimana pada umumnya produksi primer berlangsung dari permukaan menuju kedalaman dimana 1% cahaya permukaan masih tersedia (zona eufotik). Persamaan yang digunakan dalam metode VGPM (Behrenfeld and Falkowski, 1997) dijelaskan dalam persamaan 1.

$$\sum PP = 0.661 \times P_{opt}^B \times \frac{E_0}{E_0 + 4.1} \times D_{es} \times C_{SAT} \times DL \quad (1)$$

Dimana, $\sum PP$ merupakan *Daily carbon fixation integrated from the surface to Ze* (mgC/m²/day); DL merupakan lama siang hari (h/day); C_{SAT} merupakan nilai dari konsentrasi klorofil-*a* permukaan yang didapat dari data satelit (mgChl/m³); P_{opt} merupakan tingkat maksimum fiksasi karbon dalam kolom air dan oleh Behrenfeld and Falkowski (1997) menyatakan sebagai tujuh urutan fungsi polinom SST [(mgChl)·h⁻¹]. Nilai tersebut dapat dihitung dari hubungan keberagaman suhu dengan klorofil-*a* sehingga dapat dinyatakan melalui persamaan (2,3,4,5,6,7)

$$P_{opt}^B = \begin{cases} 1.13 & \text{if } T < -1.0 \\ 4.00 & \text{if } T > 28.5 \\ P_{opt}^B & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$P_{opt}^B = 1.2956 + 2.749 \times 10^{-1}T + 6.17 \times 10^{-2}T^2 - 1.2956 + 2.749 \times 10^1T + 6.17 \times 10^{-2}T^2 - 1.348 \times 10^2T^3 + 2.462 \times 10^{-3}T^4 - 3.27 \times 10^{-8}T^7 \quad (3)$$

T = suhu permukaan laut (°C)

D_{es} = kedalaman (m) zona euphotic (Z_e), dihitung dari C_{SAT}

$$Z_e = \begin{cases} 568.2(C_{SAT})^{-0.46} & \text{if } Z_e < 102 \\ 200.0(C_{TOT})^{-0.293} & \text{if } Z_e > 102 \end{cases} \quad (4)$$

Dimana C_{TOT} merupakan nilai klorofil total

$$C_{TOT} = \begin{cases} 38.0(C_{SAT})^{0.425} & \text{if } C_{SAT} < 1.0 \\ 40.2(C_{SAT})^{0.507} & \text{if } C_{SAT} > 1.0 \end{cases} \quad (5)$$

$$E_0 = \begin{cases} 0 & \text{if } PAR < 0 \\ E_0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

$$E_0 = 0.66125 \times \frac{PAR}{PAR + 4.1} \quad (7)$$

Hasil dari perhitungan NPP adalah rata-rata NPP bulanan dan musiman. Pembagian nilai NPP secara musiman ini menurut Wyrтки (1961) yaitu musim timur (Juni-Agustus), musim peralihan II (September-November), musim peralihan I (Maret-Mei) dan musim barat (Desember-Februari).

Untuk mengetahui penyimpanan NPP terhadap kondisi normal maka dilakukan perhitungan anomali NPP. Perhitungan anomaly NPP didapatkan dari nilai NPP pada kondisi sekarang (NPP_S) dikurangi NPP pada kondisi normal (NPP_N). NPP_N merupakan rata-rata bulanan NPP selama 14 tahun. Anomali NPP dihitung berdasarkan persamaan 8.

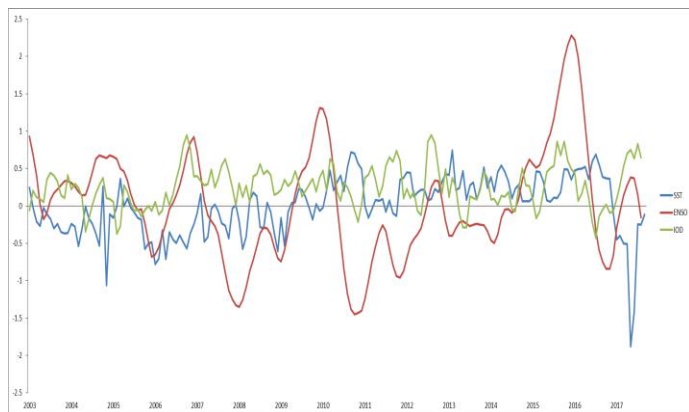
$$\text{Anomali NPP} = NPP_S - NPP_N \quad (8)$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Variabilitas Produktivitas Primer (NPP) di Perairan Selatan Indonesia

a. Rata-rata produktivitas primer bersih di perairan selatan Indonesia

Berdasarkan pola variabilitas produktivitas primer bersih yang didapatkan dalam rentang waktu 14 tahun didapatkan pada tahun 2015 dan 2016 terjadi anomali tertinggi dengan nilai $142.46 \text{ mgCm}^{-2}\text{day}^{-1}$. Variabilitas anomali produktivitas primer bersih di Perairan Selatan Indonesia selama 14 tahun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Anomali produktivitas primer bersih di perairan selatan Indonesia

Anomali produktivitas primer bersih di Laut Selatan Indonesia yaitu sebesar $-150 \text{ mgC m}^{-2}\text{day}^{-1}$ - $200 \text{ mgC m}^{-2}\text{day}^{-1}$. Anomali produktivitas primer bersih tertinggi terdapat pada bulan November 2006 yaitu $142.46 \text{ mgCm}^{-2}\text{day}^{-1}$ hal tersebut diduga

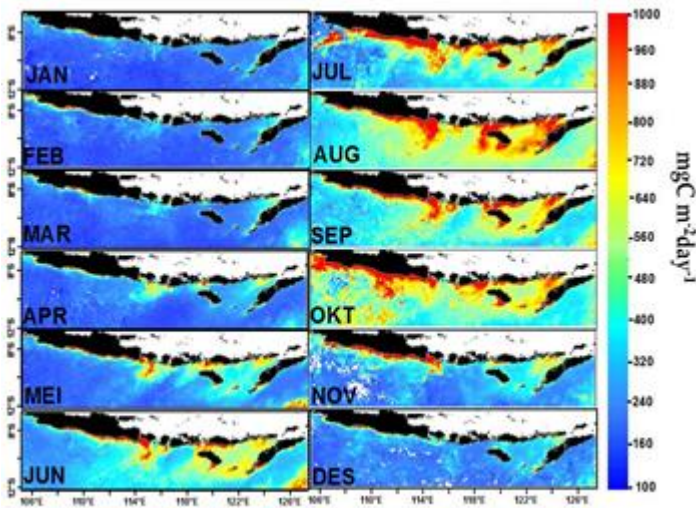
karena adanya pengaruh IODM (*Indian Ocean Dipole Mode*) positif yang kuat dimana terjadinya anomali tiupan angin Muson Tenggara yang intensitasnya jauh lebih tinggi dan berlangsung dalam periode yang jauh lebih panjang dari kondisi normalnya (Amri, 2012). Pada saat IODM positif, terjadi kecenderungan anomali angin selatan disepanjang perairan Pantai Jawa hingga Sumatera dan angin timur di sepanjang ekuator (Gaol, 2003). Pada musim timur adanya indikasi terjadinya *upwelling* ditandai dengan sebaran SPL rendah dari bagian timur perairan Selatan Jawa kemudian meluas sampai perairan Barat Sumatera. Bagian timur perairan Selatan Jawa memiliki massa air yang lebih dingin dibandingkan bagian barat perairan Selatan Jawa. Dinginnya massa air pada perairan pantai dari pada perairan lepas pantai menunjukkan indikasi terbentuknya *upwelling* pantai (Silubun et al., 2015). Pada saat terjadinya *upwelling* akan mengakibatkan terjadinya pengkayaan nutrient (Silubun, 2015). Hendiarti et al (2004) juga menyatakan bahwa dengan adanya mekanisme *upwelling* yang intensif dapat meningkatkan kadar nutrient. Meningkatnya kadar nutrient akan meningkatkan produktivitas primer (Rintaka, 2015).

Anomali NPP tertinggi terdapat pada bulan November 2006 yaitu $142.46 \text{ mgCm}^{-2}\text{day}^{-1}$ dan terendah pada bulan September 2010 yaitu $-123.04 \text{ mgCm}^{-2}\text{day}^{-1}$. Hal tersebut diduga karena adanya pengaruh IODM negative yang terjadi pada samudera hindia (Silubun et al., 2015). Secara umum anomali positif produktivitas primer bersih di Perairan Selatan Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan dari bulan Juni sampai dengan November. Namun demikian, terjadi penurunan anomali negatif produktivitas primer bersih dari bulan Desember sampai bulan Mei.

Penelitian sebelumnya dilaporkan, bahwa produktivitas perairan tertinggi di Selatan Jawa dan Selat Bali yang disebabkan oleh fenomena *upwelling* di perairan Samudera Hindia, Selatan Jawa dan Bali (Wyrтки, 1962). *Upwelling* merupakan kenaikan massa air dari lapisan yang lebih dalam ke permukaan laut (Nontji, 1987). Pengangkatan massa air ini akibat dari kekosongan massa air permukaan dan secara fisis daerah *upwelling* ditandai dengan massa air dengan suhu yang lebih dingin, dan salinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya (Rintaka et al., 2015).

b. Rata-rata produktivitas primer bersih bulanan secara spasial di Perairan Selatan Indonesia.

Secara spasial rata-rata produktivitas primer bersih dari bulan Januari hingga Desember dapat dilihat pada gambar 3. Rata-rata produktivitas primer bersih bulanan secara spasial ditemukan tertinggi berada pada bulan Agustus dan terendah berada pada bulan Januari. Tingginya produktivitas primer bersih pada bulan Agustus disebabkan oleh adanya peristiwa *upwelling* yang disebabkan oleh *ekman transport*.



Gambar 3. Rata-rata spasial bulanan produktivitas primer bersih di Perairan Selatan Indonesia.

Menurut Gordon and Susanto (2001) *upwelling* maksimum terjadi pada bulan Agustus di daerah perairan Selatan Jawa, perairan Lombok, Bali. Rendahnya produktivitas primer bersih pada bulan Januari diakibatkan oleh adanya peristiwa *downwelling*. Ratnawati *et al* (2016) menyatakan fenomena *downwelling* terjadi pada Musim Barat (bulan Desember – Maret). Dimana hal tersebut dapat dilihat dari tingginya produktivitas primer bersih di sekitar pesisir Selatan Jawa sampai dengan Selatan Nusa Tenggara. Tingginya NPP pada wilayah pesisir Selatan Jawa sampai Selatan Nusa Tenggara di bulan Agustus disebabkan oleh adanya *upwelling* yang diakibatkan oleh *ekman transport*.

Pada bulan April nilai NPP mengalami penurunan. Selama Muson Tenggara (Agustus-Oktober) merupakan rentangan waktu terjadinya *upwelling* di wilayah Selatan Jawa sehingga angin membawa massa air yang tinggi konsentrasi nutriennya tersebut hingga sepanjang pantai Selatan Jawa dan Sumatera (Ramansyah, 2006). Nontji (1987) menyatakan bahwa *upwelling* di Selatan Jawa disebabkan oleh adanya arus khatulistiwa selatan dan juga adanya angin Tenggara dan terjadi disekitar Bulan Mei hingga September. Dapat dikatakan bahwa *upwelling* di sekitar perairan Selatan Jawa selain terjadi *ekman pumping* pada saat bertiupnya angin muson Tenggara, juga disebabkan oleh mekanisme divergensi (Purba *et al.*,1992).

5. Simpulan

Perairan Selatan Indonesia memiliki rata-rata nilai produktivitas primer bersih yang tinggi pada musim timur. Dengan puncak tertinggi produktivitas primer bersih berada pada bulan November 2016 dan terendah pada bulan September 2010. Tingginya nilai produktivitas pimer di perairan Selatan Indonesia diakibatkan oleh adanya peristiwa *upwelling* dimana nilai produktivitas primer bersih yang lebih banyak berada di kawasan perairan Selatan Jawa hingga Nusa Tenggara.

Daftar Pustaka

Amelia, Nina Miranda, T.Ersti Yulika Sari and Usman. 2016. Variability Net Primery Productivity In Indian Ocean The Western Part Of Sumatra. Fakultas Kelautan dan Perikanan Riau.

- Amri K. 2012. Kajian kesuburan perairan pada tiga kondisi moda dwikutub Samudera Hindia (*Indian Ocean Dipole Mode*) hubungannya dengan hasil tangkapan ikan pelagis di Perairan Barat Sumatera [Disertasi] Bogor:Institut Pertanian Bogor.
- Aryanti N. L. N., I. Gede., H., dan Yulianto, S. 2019. Studi Variabilitas Produktivitas Primer Bersih Serta Hubungannya dengan El-Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) di Laut Banda Berdasarkan Data Satelit Aqua MODIS. Departemen Ilmu Kelautan. Udayana. 5 (1), 64-76.
- Behrenfeld, M. J., & Falkowski, P. G. 1997. Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration. *Limnology and oceanography*, 42(1), 1-20.
- Fauzia, H. K. 2011. Pengaruh Fenomena IODM Terhadap Pola Penyebaran Klorofil di Perairan Barat Sumatra. Skripsi. Bogor, Indonesia: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Gaol JL. 2003. Kajian karakteristik Oseanografi Samudera Hindia bagian timur dengan menggunakan multi sensor citra satelit dan hubungannya dengan hasil tangkapan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) [Disertasi] Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- González-Rodríguez, E., Trasviña-Castro, A., Gaxiola-Castro, G., Zamudio, L., & Cervantes-Duarte, R. 2012. Net primary productivity, upwelling and coastal currents in the Gulf of Ulloa, Baja California, México. *Ocean Science*, 8 (4), 703-711.
- Gordon, A.L. and Susanto, R.D. 2001. Banda Sea surface-layer divergence. *Ocean Dynamics*. Vol 52, 2–10.
- Hendiarti N, Siegel H, Ohde T. 2004. Investigation Of Different Coastal Processes In Indonesian waters using Seawifs data. *Deep-Sea Res. II*, 51: 85 – 97
- Ishizaka, J., Siswanto, E., Itoh, T., Murakami, H., Yamaguchi, Y., Horimoto, N., & Saino, T. 2010. Verification of vertically generalized production model and estimation of primary production in Sagami Bay, Japan. *Journal of oceanography*, 63(3), 517-524.
- Joo, H., Son, S., Park, J. W., Kang, J. J., Jeong, J. Y., Lee, C. I., & Lee, S. H. 2015. Long-Term pattern of primary productivity in the east/japan sea based on ocean color data derived from MODIS-aqua. *Remote Sensing*, 8(1), 1-13.
- Kemili, P., & Putri, M. R. 2012. Pengaruh Durasi dan Intensitas *Upwelling* Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut terhadap Variabilitas Produktivitas primer bersih di Perairan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 66-79.
- Lee, Z., Marra, J., Perry, M. J., Kahru, M. 2015. Estimating oceanic primary productivity from ocean color remote sensing: A strategic assessment. *Journal of Marine Systems*, 149, 50-59.
- NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. n.d. Ocean Nino Index. [Online] Tersedia di: <http://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/sst.php>, [diakses: 30 Oktober 2016].
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara, Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Purba, M. 1992. Dinamika Perairan Selatan P. Jawa – P. Sumbawa Saat Muson Tenggara. *Torani*, 17(2):140-150
- Pusparini, N., Prasetyo, B., & Widowati, I. 2017. The Thermocline Layer and Chlorophyll-a Concentration Variability during Southeast Monsoon in the Banda Sea. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 55 (1), 1-12.
- Ramansyah, F. 2006. 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.
- Ratnawati, H.I., Hidayat, R., Bey, A., June, T. 2016. *Upwelling* di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-akuatika*, 12 (3), 119-130.
- Rintaka, W.E., Eko, S., dan Amandangi, W.H. 2015. Pengaruh In-Direct *Upwelling* Terhadap Jumlah Tangkapan Lemuru Di Perairan Selat Bali. Balai Penelitian dan Observasi Laut. Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://www.researchgate.net/publication/280495190>
- Trijayanto, Dhanu Prihantoro dan sukojo, Bangun Muljo. 2015. ANALISA NILAI KLOROFIL DENGAN MENGGUNAKAN DATA MODIS, VIIRS, DAN IN SITU (Studi Kasus: Selat Madura). *Teknik Geomatika*. ITS Sukolilo. Surabaya. *Geoid* Vol. 11 No. 1 Agustus 2015 (34-39)
- Santoso, M. I. 2015. Applying Interactive Planning on Public Service Leadership in The Directorate General of Immigration Indonesia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 169, 400-410
- Sediadi, A. 2010. Efek *Upwelling* Terhadap Kelimpahan dan distribusi fitoplankton di perairan laut banda dan sekitarnya. *Makara Journal of Science*, 8(2), 43-51.
- Shang, S. L., Behrenfeld, M. J., Lee, Z. P., O'Malley, R. T., Wei, G. M., Li, Y. H. 2010. Comparison of primary productivity models in the Southern Ocean-preliminary results. In *Proceedings of the SPIE* Vol. 7678, Ocean Sensing and Monitoring II, 767808 (20 April 2010; p. 767808). doi: <https://doi.org/10.1117/12.853631>.
- Silubun DT, Jonson LG, Yulian N. 2015. Estimasi Intensitas *Upwelling* Pantai Dari Satelit Aquamodis Di Perairan Selatan Jawa Dan Barat Sumatera. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol. 6 No. 1 Mei 2015: 21-29.
- Susanto D, Gordon AL, zheng Q. 2001. *upwelling* along the coast of Java and Sumatra and its relation to ENSO. *Geophysical Research Letter*. Vol.28, no 8.
- Waileruny, W., Wiyono, E. S., Wisodo, S. H., Purbayanto, A., & Nurani, T. W. 2014. Monsoon and Skipjack Fishing Ground in The Banda Sea and Its Surrounding Moluccas Province. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5 (1), 41-54.
- Wyrcki, K.A. 1961. Naga Report. Volume 2: Physical Oceanography of the Southeast Asean Waters. The University of California, California. 195 p.
- Yen, K. W., & Lu, H. J. 2016. Spatial-temporal variations in primary productivity and population dynamics of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis*. *Fisheries science*, 82(4), 563-571.
- Yulia, K. E. M. 2013. Variabilitas Klorofil-a dan Beberapa Parameter Oseanografi Hubungannya Dengan Monsoon, ENSO dan IOD di Laut Banda. Tesis. Bogor, Indonesia: Program Studi Magister Sains, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Saudagaran, S. M., & Diga, J. G. (2000). The institutional environment of financial reporting regulation in ASEAN. *The International Journal of Accounting*, 35 (1), 1-26.