

Klorofil-a dan kaitannya terhadap Produktifitas Primer Perairan Laut Banda pada Fenomena La Nina

Chlorophyll-a and their related to Primary Productivity in Banda Sea Waters in The La Nina Phenomenon

Brian Abraham Salmon Uneputty^{1*}, Simon Tubalawony², Yunita Anganetjie Noya²

¹Program Magister Ilmu Kelautan, Pascasarjana, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia

²Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia

Info Artikel:

Diterima: 22/02/2022

Disetujui: 11/03/2022

Dipublikasi: 15/03/2022

Kata Kunci:

Laut Banda, klorofil-a, produktivitas primer.

Keywords:

Banda sea waters, chlorophyll-a, primary productivity.

*Korespondensi:

brianuneputty5@gmail.com



Copyright © 2022 The Author(s)

<https://ojs.poltesa.ac.id/index.php/nekton>

Abstrak. Perairan Laut Banda merupakan perairan terbuka yang memiliki dinamika dan karakteristik perairan yang sangat kompleks. Perairan tersebut memiliki topografi bawah laut yang beragam dan dikelilingi oleh banyak pulau baik pulau besar maupun kecil. Selain itu, perairan ini juga sangat dipengaruhi oleh fenomena ENSO. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola sebaran klorofil-a di perairan laut selama periode La Nina dan tingkat produktivitas primer. Penelitian ini menggunakan data bulanan klorofil-a tahun 2010, dari satelit MODIS AQUA yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Surfer-12. Hasil penelitian menunjukkan adanya pola variasi sebaran klorofil-a di Perairan Laut banda selama fenomena La Nina dengan nilai tertinggi 2.54 mg/C, nilai terendah 0.05 mg/C dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a pada fenomena La Nina adalah 0.18 mg/C.

Abstract. The waters of the Banda Sea are open waters that have very complex dynamics and water characteristics. These waters have diverse underwater topography and are surrounded by many islands, both large and small. In addition, these waters are also strongly influenced by the ENSO phenomenon. The purpose of this study was to analyze the distribution pattern of chlorophyll A in marine waters during the La Nina period and the level of primary productivity. This study uses monthly chlorophyll-a data in 2010, from the MODIS AQUA satellite which is then processed using Surfer-12 software. The results showed that there was a pattern of variation in the distribution of chlorophyll-a in Banda Sea waters during the La Nina phenomenon with the highest value of 2.54 mg/C, the lowest value of 0.05 mg/C with the average concentration of chlorophyll-a in the La Nina phenomenon being 0.18 mg/C.

PENDAHULUAN

Laut Banda merupakan perairan terbuka yang memiliki dinamika dan karakteristik perairan yang berbeda-beda setiap musimnya. Dinamika dan karakteristik perairan Laut Banda sangat dipengaruhi oleh pola tiupan angin. Pola tiupan angin yang dominan terjadi di Laut Banda adalah pola tiupan angin monsun baik pada musim barat (monsun barat laut) maupun pada musim timur (monsun tenggara). Selama monsun tenggara (Juni-Agustus), air permukaan terdorong dari Laut Banda ke dalam perairan Laut Flores, Laut Jawa dan Laut Cina Selatan. Sedangkan pada monsun barat laut (Desember-Februari), air permukaan dari Laut Jawa dan Selat Makassar terdorong dari Laut Flores ke Laut Banda (Trisianto et al., 2021). Pergerakan air ini menjadi salah satu faktor proses upwelling terjadi sehingga terjadi pola sebaran klorofil-a yang bervariasi. Proses upwelling di perairan dapat dipetakan menjadi tahap awal untuk mengetahui daerah potensial penangkapan (Mustikasari et al., 2015).

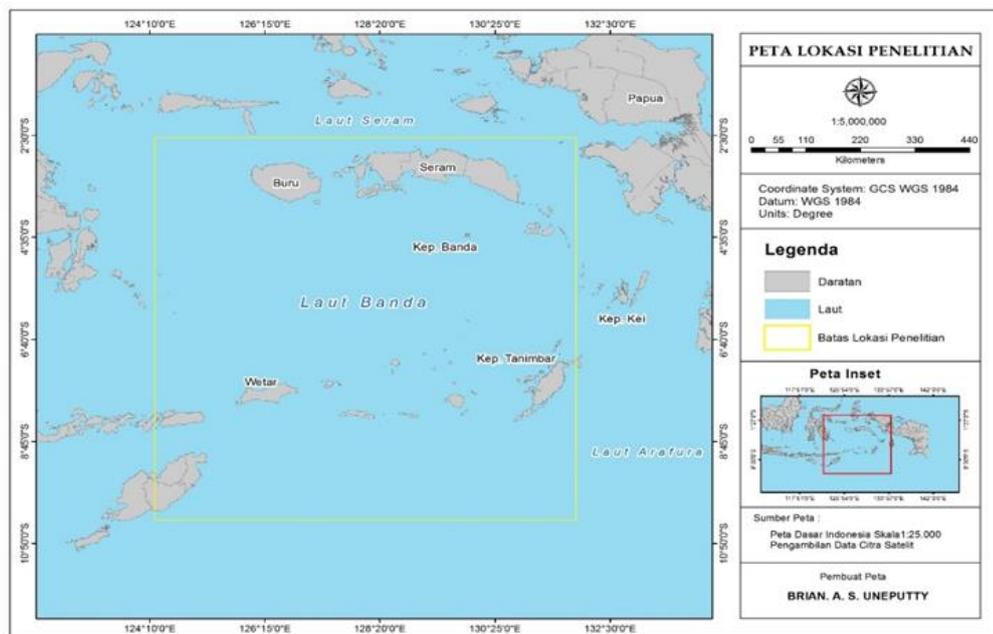
Klorofil-a merupakan komponen penting yang didukung fitoplankton dan tumbuhan air dimana keduanya merupakan sumber makanan alami bagi ikan. Konsentrasi klorofil-a sejalan dengan biomassa fitoplankton (Herawati, 2008). Oleh karena itu konsentrasi klorofil-a dapat dijadikan sebagai salah satu parameter tingkat produktifitas primer di suatu perairan. Jika konsentrasi klorofil-a di atas 0.2 mg/L mengindikasikan kehadiran fitoplankton di suatu perairan (Susanto et al., 2001).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola sebaran klorofil-a di perairan Laut Banda serta tingkat produktivitas primer berdasarkan tahun fenomena La Nina.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Laut Banda. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data klorofil-a dengan periode waktu selama tahun 2010 yang menggambarkan tahun La Nina.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Data suhu permukaan laut dan klorofil-a yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh data satelit AQUA MODIS. Digunakan data dari satelit Aqua Modis karena pada satelit ini data yang ada bisa langsung digunakan. Data yang dipakai adalah data bulanan tahun 2010 yang menggambarkan tahun kejadian La Nina, yang diperoleh melalui situs <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>. Data klorofil-a yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dengan Level 3 pada waktu siang (*day-time*) dengan resolusi 4 km dengan format HDF (SMI).

Data yang digunakan sebagai input model untuk menghitung produktivitas primer bersih (NPP) adalah *sea surface chlorophyll* (SSC), *photosynthetically active*

radiation (PAR), particulate backscattering coefficients (bbp), attenuation coefficients (K_{490}) yang diperoleh dari citra satelit SeaWiFS, dan mixed layer depth (MLD) yang didapatkan dari fleet numerical meteorology and oceanography center (FNMOCC) untuk periode Januari - desember tahun 2010 dan tahun 2015 yang didapatkan dari situs <http://www.science.oregonstate.edu/ocean.productivity/> dengan resolusi 0.18° lintang x 0.18° bujur, kecuali K_{490} dengan resolusi $0,09^\circ$ lintang x 0.09° bujur yang didapat dari situs <http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/>

Selain itu menurut NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) salah satu indeks yang dapat dipakai untuk menentukan fenomena ENSO adalah dengan menggunakan indeks ONI (*Oceanic Nino Index*). ONI ditentukan berdasarkan nilai rata-rata anomali suhu muka laut tiga bulanan di wilayah 3.4 (120-170 BB) dengan kriteria sebagai berikut:

- Anomali $+ 0.5^\circ\text{C}$ secara tiga bulan berturut-turut mengidentifikasi fenomena El Nino.
- Anomali $- 0.5^\circ\text{C}$ secara tiga bulan berturut-turut mengidentifikasi fenomena La Nina.

Metode Analisa Data

Analisa Pola Sebaran Klorofil-a

Pola sebaran klorofil-a dapat dianalisa dengan menggunakan perangkat lunak SURFER-12. Pola sebaran klorofil-a dianalisa pada tahun 2010 yang menggambarkan tahun fenomena La Nina, diamati baik secara spasial maupun temporal. *Upwelling* dapat diidentifikasi menggunakan data konsentrasi klorofil-a yang diperoleh, dimana sebaran klorofil-a di perairan tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan perairan di sekitarnya dan dapat diidentifikasi sebagai akibat dari adanya proses *upwelling*.

Analisa Net Primary Productivity (NPP)

Menurut Behrenfeld et. al. (2005), untuk mendapatkan nilai Net primary productivity (NPP) dapat diestimasi dengan persamaan CbPM sebagai berikut:

$$NPP = C_{sat} \times 2 \text{ cell divisions } d^{-1} \times \frac{Chl: C_{sat}}{0.022 + (0.045 - 0.022)e^{-31g}} \times (1 - e^{-31g}) \times Z_{eu} \times \frac{0.66125 I_g}{I_0 = 4.1}$$

Dimana :

NPP : Produktivitas primer bersih harian ($\text{mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)

C_{sat} : Biomassa karbon fitoplankton permukaan (mg C m^{-3})

Chl : Konsentrasi klorofil - a di permukaan (mg Chl m^{-3})

μ_{max} : laju pertumbuhan potensial maksimum (d^{-1})

I_g : Tingkat cahaya pada *mix layer depth* (W m^{-2})

Z_{eu} : Kedalaman fotosintesis aktif (m)

I_0 : Radiasi matahari untuk fotosintesis (PAR) (W m^{-2})

C_{sat} diperoleh dari bbp (443) (m^{-1}) yang dikoreksi kemudian didistribusi 'background' stabil dari partikel non alga ($0,00035 m^{-1}$), dan dikalikan suatu faktor skala ($13.000 mgCm^{-2}$) sehingga dari total *particulate organic carbon* (POC) didapatkan C_{sat} antara 25-40% (Behrenfeld et al., 2005). Karbon fitoplankton diperkirakan menggunakan data bbp sebagai pengukuran biomassa fitoplankton.

$$C_{sat} = [bbp(443) - 0,00035] \times 13.000$$

Tingkat cahaya *mix layer* bulanan (I_g) didapatkan dengan persamaan berikut :

$$(I_g) = \frac{I_0}{H_{irr}} e^{-k_{490} \times (MLD/2)}$$

Dimana H_{irr} adalah durasi cahaya perhari, karena tergantung pada posisi lintang geografis perairan maka untuk perairan tropis digunakan $H_{irr} = 12$ jam. Z_{eu} adalah kedalaman fotosintesis terjadi secara aktif, dan dihitung sesuai persamaan Morel dan Berthon (1989); (Suciaty et al., 2008):

$$\begin{aligned} Z_{eu} &= 68,89 \times Chl^{-0,125}, \text{ jika } Chl < 0,0435 \\ Z_{eu} &= 37,67 \times Chl^{-0,317}, \text{ jika } 0,0435 \leq Chl \leq 1 \\ Z_{eu} &= 36,12 \times Chl^{-0,378}, \text{ jika } Chl > 1 \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Perairan Laut Banda merupakan bagian dari perairan Indonesia Timur. Secara geografis perairan Laut Banda yang menjadi lokasi penelitian berada pada koordinat $2,5^\circ - 9,0^\circ$ LS dan $124^\circ - 132^\circ$ LS. Perairan ini memiliki topografi bawah laut yang beragam dan dikelilingi oleh banyak pulau baik besar maupun kecil, misalnya di bagian utara terdapat Pulau Seram, Pulau Buru, Kepulauan Lease, sedangkan di bagian Selatan terdapat Pulau Wetar, Kisar, Romang, Kepulauan Kei dan lain-lain.

Sistem sirkulasi massa air di perairan Laut Banda dipengaruhi oleh Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Arlindo merupakan suatu sistem sirkulasi laut di perairan Indonesia dimana terjadi lintasan arus yang membawa massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Arlindo terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Selain Arlindo, sirkulasi massa air di perairan Laut Banda juga dipengaruhi oleh arus monsun Indonesia (Armundo). Armundo merupakan arus laut yang arah dan kecepatannya berkaitan dengan monsun. Sirkulasi massa air oleh Arlindo dan Armundo di perairan Laut Banda mengakibatkan perairan tersebut menjadi lebih subur. Konfigurasi pulau-pulau ini serta adanya karakteristik topografi perairan berupa sill, gunung api bawah laut dan Arlindo serta Armundo mempengaruhi pola sirkulasi massa air di perairan khususnya di perairan Laut Banda.

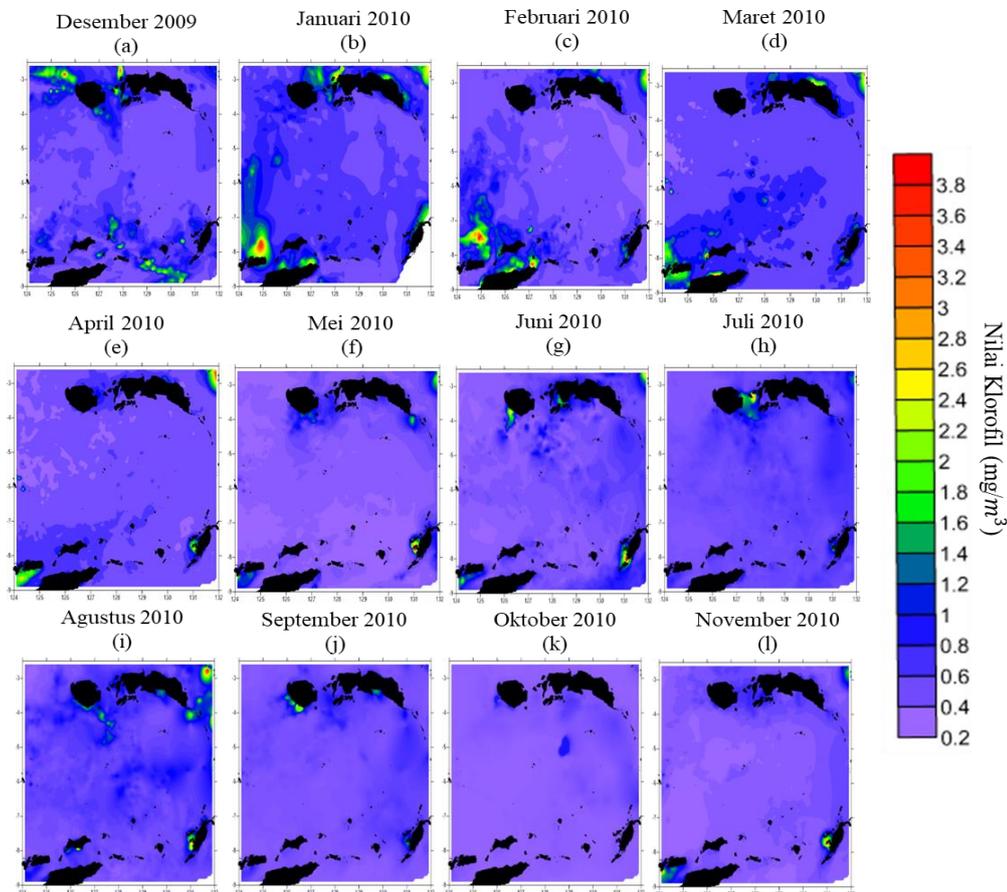
Klorofil-a

Musim barat adanya variasi pola konsentrasi klorofil di Perairan Laut Banda mulai dari bulan Desember hingga Februari, pada bulan Desember (Gambar 2.a) Konsentrasi nilai klorofil-a menunjukkan adanya variasi, nilai tertinggi yaitu 1.1873 mg/m^3 , dengan nilai terendah adalah 0.0518 mg/m^3 , sedangkan nilai rata-rata klorofil-a pada musim barat tahun 2010 adalah 0.1505 mg/m^3 . Pola konsentrasi klorofil tertinggi berada di sekitar Perairan Maluku Barat daya hingga Perairan Kabupaten Kepulauan Tanimbar, pada bulan Desember konsentrasi klorofil rendah mendominasi Perairan Laut Banda. Hal ini diakibatkan oleh suhu permukaan laut yang tinggi dan lemahnya tiupan angin. Menurut Tubalawony et. al. (2015), pada musim Barat (Desember–Februari) di perairan Laut Banda bertiup angin munson barat laut yang berakibat pada lemahnya pengangkatan massa air dari lapisan termoklin yang berdampak pada rendahnya konsentrasi klorofil. Pola konsentrasi pada bulan Januari (Gambar 2.b) dan Februari (Gambar 2.c) tinggi pada daerah sekitar Perairan Pulau Wetar, konsentrasi klorofil rendah masih mendominasi Perairan Laut Banda pada bulan tersebut karena suhu permukaan masih tinggi, suhu permukaan laut berkisar antara 26.5°C – 33.935°C dengan rata-rata SPL pada musim barat saat fenomena La Nina adalah 29.760°C .

Musim Peralihan I yaitu pada bulan Maret, April dan Mei terjadi variasi konsentrasi klorofil. Konsentrasi nilai klorofil-a pada musim peralihan I saat terjadi La Nina menunjukkan adanya variasi. Nilai tertinggi yaitu 2.1360 mg/m^3 , dengan nilai terendah 0.0605 mg/m^3 , sedangkan nilai rata-rata klorofil-a pada musim peralihan I tahun 2010 adalah 0.2747 mg/m^3 . Klorofil dengan konsentrasi tinggi terdapat di bulan Maret (Gambar 2.d) dan April (Gambar 2.e) di Perairan Pulau Wetar tetapi secara keseluruhan perairan Laut Banda masih terdapat pola konsentrasi klorofil rendah. Hal ini dikarenakan suhu perairan yang tinggi yang diakibatkan pada bulan tersebut posisi matahari masih berada pada equator. Pola konsentrasi klorofil pada bulan Mei (Gambar 2.f) mengalami perubahan, jika pada bulan Maret dan April konsentrasi tinggi terlihat di perairan Pulau Wetar, maka pada bulan Mei konsentrasi pola klorofil tinggi terlihat pada daerah sekitar Pulau Tanimbar, hal ini dikarenakan pada bulan Mei mulai bertiup angin munson tenggara.

Pola konsentrasi klorofil pada Musim Timur menunjukkan adanya variasi setiap bulan, Nilai konsentrasi klorofil-a tertinggi adalah 2.5465 mg/m^3 , dengan nilai terendah adalah 0.0813 mg/m^3 , sedangkan nilai rata-rata klorofil-a pada musim timur saat terjadi La Nina adalah 0.2747 mg/m^3 . Hal ini diakibatkan menurunnya suhu permukaan laut yang disebabkan oleh bertiupnya angin munson tenggara di Perairan Laut Banda. Konsentrasi klorofil tertinggi terdapat pada bulan Juni (Gambar 2.g) di daerah perairan sekitar Pulau Tanimbar, bagian barat laut Pulau Buru dan bagian utara Pulau Ambon. Pola konsentrasi klorofil tinggi pada bulan Juli (Gambar 2.h) terlihat di sekitar perairan Pulau Tanimbar, perairan bagian Timur Pulau Buru, dan bagian Barat Pulau Ambon. Bulan

agustus (Gambar 2.i) konsentrasi klorofil tinggi terlihat pada Perairan sekitar Pulau Tanimbar, bagian selatan Pulau Wetar, bagian barat dan tenggara Pulau Buru dan bagian tenggara dari Pulau Seram. Pola-pola konsentrasi klorofil ini menunjukkan adanya indikasi *upwelling* yang terjadi di perairan tersebut. Berkaitan hal itu, dampak *upwelling* mengakibatkan konsentrasi klorofil-a tinggi (Trisianto et al., 2021).



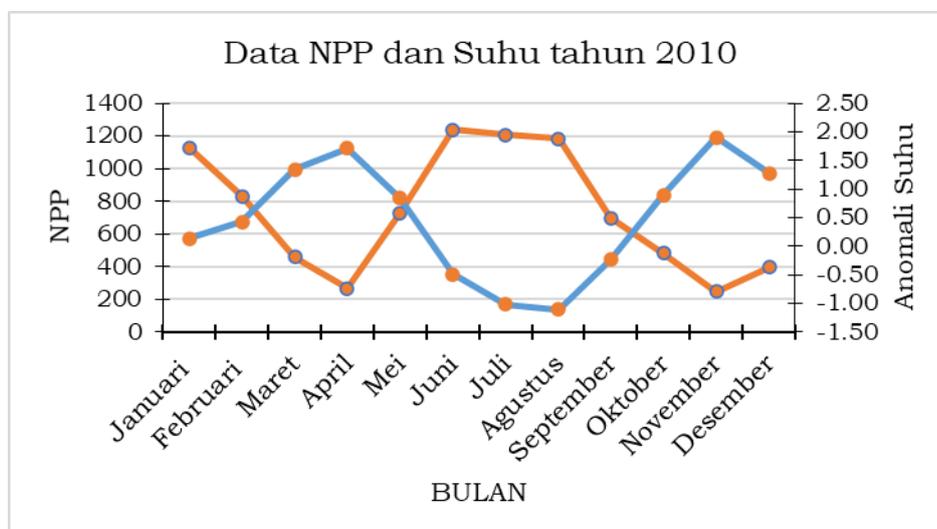
Gambar 2. Pola Sebaran Klorofil-a di Perairan Laut Banda

Pola konsentrasi klorofil musim peralihan II, variasi nilai tertinggi adalah 1.8305 mg/m^3 , dengan nilai terendah adalah 0.0542 mg/m^3 , sedangkan nilai rata-rata klorofil-a pada musim timur tahun 2010 adalah 0.1575 mg/m^3 . Pada bulan September (Gambar 2.j) pola konsentrasi klorofil tinggi terlihat di perairan sekitar Pulau Tanimbar, bagian barat laut Pulau Buru dan perairan sekitar Teluk Tehoru. Adanya konsentrasi klorofil tinggi ini diakibatkan karena pada bulan September masih bertiup angin muson tenggara di perairan Laut Banda dengan intensitas yang rendah, konsentrasi pola klorofil-a rendah masih terlihat di bulan Oktober (Gambar 2.k), hal ini dikarenakan terjadinya peningkatan suhu permukaan dibandingkan dengan bulan September. Bulan November (Gambar 2.l) konsentrasi klorofil tinggi di sekitar perairan Pulau Tanimbar, tetapi suhu permukaan laut tinggi, hal ini diakibatkan masih bertiupnya angin muson tenggara dengan intensitas yang rendah di perairan Laut Banda. Hal tersebut berbanding terbalik pada musim timur ditandai dengan relatif rendahnya suhu

permukaan laut dan tingginya konsentrasi klorofil-a (Simanjuntak et al., 2017). Pola sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan Laut Banda bervariasi berdasarkan musim yang terdapat, umumnya variasi ini diakibatkan oleh adanya perbedaan suhu permukaan pada setiap musimnya (Tubalawony et al., 2015). Hal senada dikatakan oleh Sukoraharjo (2012) bahwa sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografi suatu perairan.

Produktivitas primer Laut Banda saat fenomena La Nina

Produktivitas primer perairan Laut Banda saat terjadi La Nina (Gambar 3) menunjukkan bahwa produktivitas primer tertinggi terdapat pada bulan Juni dengan nilai 1238 mgCm^{-2} sedangkan produktivitas primer terendah terdapat pada bulan November dengan nilai 248.77 mgCm^{-2} . Rata-rata nilai produktivitas primer saat terjadi La Nina adalah 738.95 mgCm^{-2} . Tingginya produktivitas primer pada bulan Juni menunjukkan bahwa tingginya klorofil-a di perairan Laut Banda pada musim timur (Juni-Agustus) mempengaruhi tingginya produktivitas primer di perairan tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya nilai suhu perairan Laut Banda pada periode waktu tersebut.



Gambar 3. Produktivitas primer Laut Banda saat terjadi La Nina

Kemili (2012) menyatakan bahwa pengaruh ENSO sangat terlihat pada produktivitas primer Laut Banda. Peningkatan *Net Primary Productivity* (NPP) bulan Juni - September pada musim timur dipicu karena adanya proses *upwelling* (Wyrtki, 1961). Pada saat musim timur, bertiup angin muson timur yang mengakibatkan masa air di lapisan permukaan laut Banda bergerak ke arah barat dan mengakibatkan terjadinya kekosongan massa air permukaan. Untuk mengisi kekosongan ini terjadi pengangkatan masa air dari lapisan dalam yang membawa nutrisi dan unsur hara lainnya ke lapisan permukaan. Hal senada oleh Gordon dan Susanto (2001) bahwa arus air yang bergerak ke Samudra Hindia pada musim timur akan membawa massa air yang menggantikan massa air yang terbawa karena proses *upwelling*, pada bulan Mei

dan Juni *upwelling* mencapai maksimum dan pada bulan Agustus terjadi peningkatan produktifitas primer karena tiupan angin muson timur mencapai maksimum pada bulan Agustus di perairan laut Banda.

KESIMPULAN

Sebaran klorofil-a di perairan Laut Banda menunjukkan adanya variasi pola sebaran berdasarkan musim pada tahun terjadinya fenomena La Nina. Tingkat produktivitas primer Laut Banda pada saat kejadian La Nina bervariasi antara 248.77 mgCm^{-2} sampai dengan 1238 mgCm^{-2} .

DAFTAR PUSTAKA

- Behrenfeld, M. J., Boss, E., Siegel, D. A., and Shea, D. M. (2005), Carbon-based ocean productivity and phytoplankton physiology from space, *Global Biogeochem Cycles*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.1029/2004GB002299>
- Gordon, A. L., & Susanto, R. D. (2001). Banda Sea surface-layer divergence. *Ocean Dynamics* 52(1), 2–10. <https://doi.org/10.1007/s10236-001-8172-6>
- Herawati, V. E. (2008). *Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (Polymesoda erosa) Ditinjau Dari Aspek Produktifitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh*. [Tesis]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hernawan, E., dan K. Komalaningsih. 2008. Karakteristik indian ocean dipole mode di Samudera Hindia hubungannya dengan perilaku curah hujan di kawasan Sumatera Barat berbasis analisis mother wavelet. *J.Sains Dirgantara*, 5(2), 109-129.
- 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. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v4i1.7807>
- McPhaden, M. J., Zebiak, S. E., & Glantz, M. H. (2006). ENSO as an integrating concept in earth science. *Science (New York, N.Y.)*, 314(5806), 1740–1745. <https://doi.org/10.1126/science.1132588>
- Morel, A., & Berthon, J.F. (1989) Surface Pigments, Algal Biomass Profiles, and Potential Production of the Euphotic Layer: Relationships Reinvestigated in View of Remote-Sensing Applications. *Limnology and Oceanography*, 34(8), 1545-1562. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1989.34.8.1545>
- Mustikasari, E., Dewi, L., Heriati, A., & Pranowo, W. (2015). Pemodelan Pola Arus Barotropik Musiman 3 Dimensi (3D) Untuk Mensimulasikan Fenomena *Upwelling* di Perairan Indonesia. *Jurnal Segara*, 11(1), 25-35. <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v11i1.9081>

- Simanjuntak, J. T. Nuri, Y.J.I. Zainudin, I. Setiawan, A.M. (2017, 17 Juli). *Variabilitas Musiman Distribusi Suhu Permukaan Laut, Angin Permukaan dan Klorofil-a di Laut Banda Periode Tahun 2006-2015*. Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4. http://sinasinderaja.lapan.go.id/files/sinasja2017/prosiding/41_VARIABILITAS%20MUSIMAN%20DISTRIBUSI%20SUHU%20PERMUKAAN%20LAUT,%20ANGIN%20PERMUKAAN%20DAN%20KLOROFIL-A%20DI%20LAUT%20BANDA%20PERIODE%20TAHUN%202006-2015.pdf
- Suciaty, F., Putri, M. R., & Radjawanne, I. M. (2008, 26 Juli). *Identifikasi upwelling menggunakan produktivitas primer di perairan Indonesia bagian timur*. Prosiding SEMNASKAN UGM. Yogyakarta.
- Sukoraharjo. (2012). Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Selat Makasar: Pendekatan Wavelet. *Jurnal Segera*, 8(2), 77-87.
- 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. <https://doi.org/10.1029/2000GL011844>
- Tapilatu, Y. H. (2015, 25-26 Mei). *Keragaan Oseanografi Biologi di Laut Banda*. Seminar Nasional-Pembangunan Kelautan dan Perikanan Berbasis Laut Banda. <https://www.scribd.com/document/356312962/03-Semnas-Laut-Banda-Yosmina-Tapilatu-2015>
- Trisianto, G., Wulandari, S. Y., Suryoputro, A. A. D., Handoyo, G., & Zainuri, M. (2021). Studi Variabilitas *Upwelling* di Laut Banda. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 25-35. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.9764>
- Tubalawony, S., Purnama, R., & Ferdinandus, J. (2015, 25-26 Mei). *Penentuan Daerah Potensial Upwelling dan kaitannya Dengan Pengelolaan Laut Banda*. Seminar Nasional-Pembangunan Kelautan dan Perikanan Berbasis Laut Banda. Ambon.
- Wyrtki, K. (1961). *The Physical Oceanography of South East Asian Waters*. Naga Report Vol. 2. University California Press, La Jolla, California.