

Pengaruh El Niño Terhadap Pola Distribusi Klorofil-a dan Pola Arus di Wilayah Perairan Selatan Maluku

Yosafat Donni Haryanto^{1*}, Hadiman², Rezfiko Agdialta³, Nelly Florida Riama⁴

¹Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jl. Perhubungan 1 No.5 Pondok Betung, Tangerang

²Stasiun Klimatologi Seram Bagian Barat
Jl. Hunitetu km No.1, Kairatu, Seram Bagian Barat, Maluku

³Stasiun Klimatologi Palembang
Jl. Residen H. Amaluddin Palembang, Sumatera Selatan

⁴Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jl. Angkasa I, No.2 Kemayoran, Jakarta Pusat
Email: yosafatdonni@gmail.com

Abstract

The Effect of El Nio on the Distribution Pattern of Chlorophyll-a and Current Patterns in the Southern Waters of Maluku

El Niño is a phenomenon that can affect changes in weather and climate elements in Indonesia, especially rainfall. During the El Niño events, the rainfall in Maluku region tended to decrease. This condition can indeed cause prolonged drought. However, El Niño events also have a positive impact, especially in water areas. During the El Niño events, the chlorophyll-a concentration in the water will increase. This is due to the upwelling process that removes nutrients from the sea. High chlorophyll-a concentrations will bring pelagic fish species in the waters. The correlation test between sea surface temperature (SST) during El Niño and chlorophyll-a has a value of -0.91. This correlation value indicates that when SST increases, the chlorophyll-a concentration in the waters will decrease, on the other hand, if SST has decreased, the chlorophyll-a concentration in the water will increase. The value of chlorophyll-a concentration in the water during the El Niño event (July - February) showed a significant increase compared to during normal conditions. Of all the El Niño events, 2015 to 2016 was the year with the strongest El Niño events. The chlorophyll-a concentration during El Niño 2015 to 2016 was very high, ranging from 0.2 to 1.0 mg / m³. The results obtained indicate that the El Niño event has a positive correlation with the increase in chlorophyll-a concentration in the water.

Keywords: El Niño , Chlorophyll - a, Sea surface temperature (SST), Upwelling

Abstrak

El Niño merupakan fenomena yang tidak bisa dihindari, kejadian El Niño dapat mengurangi curah hujan seperti di wilayah Maluku. Namun, kejadian El Niño juga mempunyai dampak positif khususnya di wilayah perairan. Pada saat terjadi El Niño maka konsentrasi klorofil-a di perairan akan meningkat. Hal ini disebabkan karena adanya proses upwelling yang mengangkat nutrisi dari dalam laut. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi akan mendatangkan jenis ikan pelagis di perairan. Uji korelasi antara suhu permukaan laut (SST) pada saat El Niño dengan klorofil-a memiliki nilai - 0.91. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa pada saat SST mengalami kenaikan maka konsentrasi klorofil di perairan akan menurun, sebaliknya jika SST mengalami penurunan maka konsentrasi klorofil di perairan akan meningkat. Nilai konsentrasi klorofil-a di perairan pada saat kejadian El Niño (Juli - Februari) menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan pada saat tidak terjadi El Niño . Dari semua kejadian El Niño , tahun 2015 - 2016 merupakan kejadian dengan El Niño yang sangat kuat. Konsentrasi klorofil-a pada saat El Niño 2015 - 2016 sangat tinggi berkisar 0.2 - 1.0

mg/m³. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa kejadian El Niño dapat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a diperairan.

Kata kunci : El Niño , klorofil - a, suhu permukaan laut (SST), upwelling

PENDAHULUAN

Provinsi Maluku merupakan wilayah kepulauan yang memiliki ± 999 pulau, 90% dari wilayah tersebut merupakan laut dengan 77.990 km² daratan, dan 776.500 km² lautan. Hal ini menunjukkan bahwa Provinsi Maluku merupakan wilayah yang mempunyai potensi penangkapan ikan yang cukup besar tiap tahunnya. Daerah tangkapan, pemijahan, dan asuhan berbagai jenis ikan secara ekologis terjadi di wilayah perairan Laut Maluku, Laut Seram, dan juga Teluk Tomini (Wagiyo *et al*, 2019). Mempelajari interaksi antara berbagai unsur terutama suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a dapat berperan sebagai bahan kajian dalam meningkatkan hasil tangkapan ikan.

El Niño–Southern Oscillation (ENSO) disebabkan oleh adanya interaksi timbal balik dalam skala yang besar antara lautan dan atmosfer di kawasan tropis Samudera Pasifik (Wang dan Liu, 2021). ENSO adalah peristiwa paling dominan yang dapat mempengaruhi variabilitas iklim di wilayah Pasifik (Smith & Barnard, 2021). ENSO sendiri terbagi ke dalam kedua fase yaitu fase pemanasan (El Niño) dan fase pendinginan (La Nina) (Reis Santos *et al.*, 2021). ENSO adalah salah satu fenomena iklim yang ditandai dengan perpaduan anomali atmosfer samudera dengan wilayah tropis disekitar Samudera Pasifik yang dicirikan dengan adanya penyimpangan suhu permukaan laut di wilayah Niño 3.4 atau dengan menggunakan Index ENSO yang berada pada nilai tertentu selama tiga bulan berturut-turut (Petrova *et al.*, 2019).

El Niño dan La Niña adalah fenomena yang muncul akibat adanya interaksi antar atmosfer dengan samudera yang juga dipengaruhi oleh matahari (Ryadi dan Sasmito, 2019). Kondisi interaksi inilah yang pada akhirnya mengakibatkan penyimpangan (anomali) suhu permukaan laut jika

dibandingkan dengan kondisi normalnya. Suhu permukaan laut di sebagian wilayah perairan wilayah Indonesia cenderung lebih dingin dibandingkan kondisi normalnya pada saat terjadinya peristiwa El Niño sebaliknya suhu permukaan laut di sebagian wilayah perairan Indonesia cenderung mendingin saat terjadi peristiwa La Niña.

Menurut Irwandi *et al*, (2017) Pada saat terjadi peristiwa El Niño suhu permukaan laut di sekitar wilayah perairan Ekuator Timur wilayah Pasifik menjadi lebih hangat daripada kondisi normalnya. Sementara itu, pada saat terjadi peristiwa La Niña suhu permukaan laut di wilayah Ekuator Timur wilayah Pasifik mengalami pendinginan jika dibandingkan dengan kondisi normalnya. Kondisi ini berkaitan dengan terjadinya sirkulasi angin, pergerakan atmosfer diatas lautan, dan juga tekanan udara di atmosfer di sepanjang lautan di wilayah garis Ekuator. Peristiwa El Niño biasanya menyebabkan musim kemarau bertahan lebih lama dibandingkan biasanya di sebagian besar wilayah Indonesia. Sebaliknya peristiwa La Niña mengakibatkan musim hujan bertahan lebih lama dibandingkan kondisi normalnya hal in berkaitan dengan perpindahan massa udara yang dipengaruhi oleh anomali suhu permukaan laut.

Berdasarkan hasil penelitian dari Martono (2016), peristiwa El Niño yang terjadi pada tahun 1997 dan 2015 menyebabkan kenaikan konsentrasi klorofil-a hingga 678% di wilayah perairan selatan Jawa pada tahun 1997 dan meningkat 78% pada tahun 2015 jika dibandingkan dengan kondisi normalnya. Menurut Martono (2016), menyebutkan konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Bali-Sumba mengalami peningkatan serupa yaitu meningkat 165% pada tahun 1997 dan 69% pada tahun 2015 jika dibandingkan dengan kondisi normalnya.

Sementara itu, di wilayah perairan Karimunjawa pengaruh variabilitas iklim ENSO

terhadap suhu permukaan laut dan klorofil-a cenderung rendah dengan nilai korelasi masing-masing bernilai -0,045 dan -0,035 yang berarti ENSO hanya mempengaruhi 4,5% perubahan konsentrasi klorofil-a di wilayah tersebut (Seprianto *et al.*, 2016).

Pada saat terjadinya fenomena El Niño dan La Niña atau yang lebih dikenal dengan peristiwa ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) kondisi Suhu Permukaan Laut di wilayah Pasifik mengalami peningkatan pada saat terjadi peristiwa El Niño sementara itu suhu permukaan laut di wilayah Pasifik mengalami penurunan pada saat terjadinya La Niña (Nabilah, *et al.*, 2017). Hal ini mengakibatkan pada saat terjadinya fase *El Niño* suhu permukaan laut di wilayah Pasifik mengalami peningkatan yang secara langsung mengakibatkan suhu permukaan laut di wilayah Selatan Perairan Maluku mengalami penurunan. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya interaksi antara atmosfer dan lautan yang ada di wilayah Perairan Selatan Maluku dan di wilayah Pasifik.

Menurut (Akhlak *et al.*, 2015) kondisi ekosistem lingkungan di wilayah Perairan Laut sudah tentu dapat mempengaruhi kemampuan biota Laut untuk bertahan hidup di habitatnya. Ekosistem lingkungan perairan agar biota Laut dapat berkembang biak dengan baik diantaranya dipengaruhi oleh faktor fisik dan juga faktor biologis. Faktor Fisik yang sangat berpengaruh terhadap lingkungan Perairan Laut adalah Suhu Permukaan Laut. Sementara itu faktor biologis yang berpengaruh dalam pembentukan lingkungan perairan adalah klorofil-a.

Konsentrasi Klorofil-a adalah salah satu parameter yang paling penting dalam mengukur sifat optik, biologi, dan biokimia air dan pengaruhnya terhadap aspek lingkungan dan pengaruh terhadap perubahan iklim global (Wang *et al.*, 2021). Pengamatan Klorofil-a dapat dilakukan dengan menganalisis hasil dari citra satelit. Prakiraan satelit yang memantau konsentrasi klorofil-a ini sangat berguna untuk pengamat eutrofikasi (Lavigne *et al.*, 2021). Menurut (Simanjuntak *et al.*, 2017) konsentrasi klorofil-a adalah salah satu indikator dalam menentukan tinggi dan rendahnya tingkat

kesuburan di suatu wilayah perairan. Kondisi konsentrasi klorofil-a yang banyak jumlahnya di suatu wilayah perairan menandakan wilayah tersebut memiliki ikan yang berlimpah. Hal ini berkaitan karena klorofil-a merupakan rantai makanan terbawah dari ekosistem di Lautan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Ji *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa suhu permukaan laut memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap konsentrasi klorofil-a di wilayah pesisir Provinsi Jiangsu dan Zheijang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu permukaan laut memiliki dampak yang sangat penting dalam distribusi spasial konsentrasi klorofil-a di wilayah perairan. Penelitian ini bertujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh mana pengaruh peristiwa El Niño yang cenderung menyebabkan suhu permukaan laut di wilayah Perairan Selatan Maluku menjadi lebih dingin dari kondisi normalnya sedangkan suhu permukaan laut di wilayah pasifik menjadi lebih hangat daripada kondisi normalnya. Kondisi anomali suhu permukaan laut inilah yang kemudian akan dianalisis apakah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi klorofil-a yang merupakan indikator tingkat kesuburan di wilayah perairan yang berhubungan dengan keberlanjutan rantai makanan di wilayah perairan terutama wilayah laut.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dibatasi di wilayah perairan Maluku yang terletak diantara 2,5° Lintang Selatan sampai dengan 8,5° LS dan 126,5° Bujur Timur sampai dengan 134,5° Bujur Barat. Dari Gambar 1. tersebut dapat dilihat bahwa warna kontur batimetri laut yang cenderung lebih berwarna gelap menunjukkan wilayah laut dalam. Selain itu warna kontur batimetri lautan yang lebih terang menunjukkan wilayah laut dangkal. Dari wilayah penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa wilayah laut dalam terletak di sekitar wilayah ekuatorial. Sementara itu, sebelah Selatan wilayah penelitian memiliki kedalaman yang cenderung lebih dangkal.

Data yang digunakan yaitu data SST yang didapat dari <http://www.esrl.noaa.gov/psd> dan data klorofil-a yang didapat dari <http://iridl.ldeo.columbia.edu/> dan dari <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/> dengan resolusi 4 km. Data sea surface temperature didapatkan merupakan data reanalysis. Data tersebut kemudian diunduh dalam format (.nc) hasil download data tersebut kemudian diolah menjadi peta. Sementara data klorofil-a adalah data satelit modis yang diunduh dalam format (.nc) yang kemudian diolah menjadi peta. Menurut Prianto *et al.* (2013) Satelit Aqua Modis dikembangkan oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang berfungsi untuk mengukur *ocean color* dan *seasurface temperature*. Resolusi yang dihasilkan dari data tersebut adalah 4 km x 4 km.

Setelah data terkumpul, data kemudian dirata-rata secara bulanan. Tahun kejadian El Niño yang diamati yaitu 2002 - 2003, 2004 - 2005, 2009 - 2010 dan 2015 - 2016 (periode waktu yang sama yaitu dari Juli sampai Februari). Lokasi penelitian berada pada 2.5° LS s.d 8.5° LS dan 126.5° BT s.d 134.5° BT. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis korelasi yaitu untuk mengetahui hubungan antara variabel satu dengan yang lainnya, dengan rumus umum.

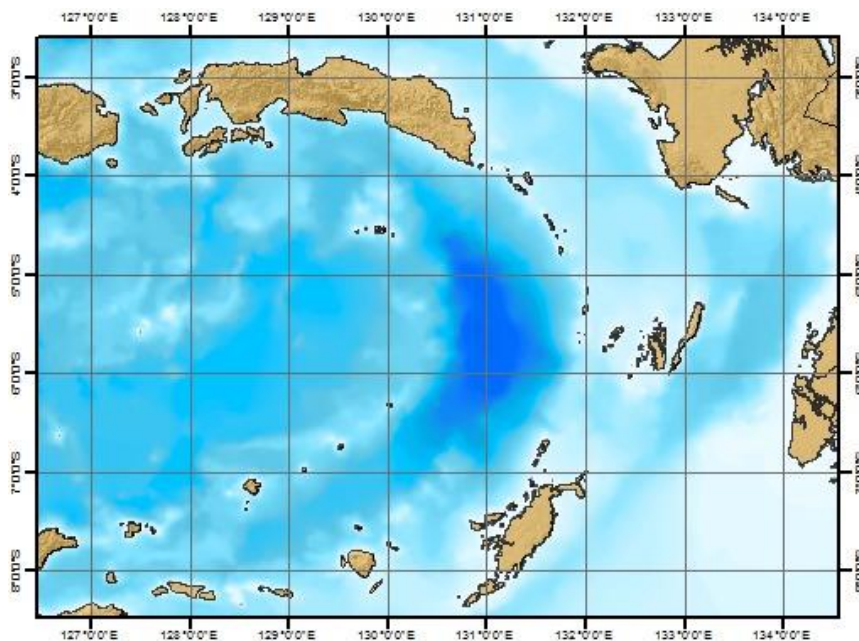
$$r = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

Keterangan : r= Nilai korelasi; n= Banyaknya pasangan data X dan Y; ΣX= Total jumlah dari variabel X; ΣY= Total jumlah dari variabel Y; ΣX²=Kuadrat dari total jumlah variabel X; ΣY²=Kuadrat dari total jumlah variabel Y; ΣXY=Hasil perkalian dari total jumlah variabel X dan variabel Y

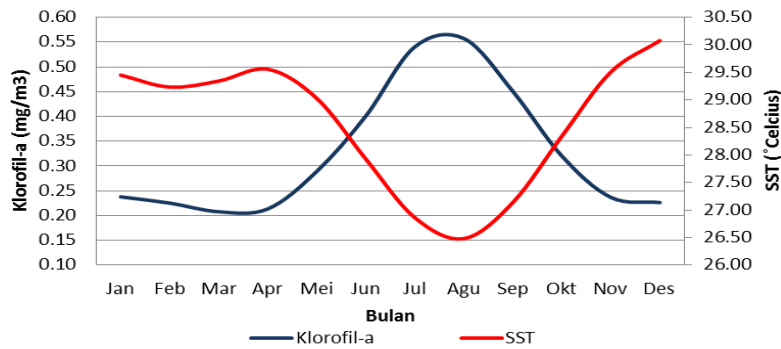
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa korelasi bernilai negatif artinya kedua variabel mempunyai keterkaitan yang berbanding terbalik. Korelasi rata - rata (Juli 2002 – Februari 2003, Juli 2004 - April 2005, September 2006 - Januari 2007, Juli 2009 - April 2010, dan Maret 2015 - April 2016) antara SST dan klorofil-a bernilai - 0.91. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat SST mengalami kenaikan maka klorofil-a akan turun dan sebaliknya pada saat SST menurun maka klorofil-a akan mengalami kenaikan. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa kejadian El Niño mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di perairan Maluku.

Pada Gambar 2. tersebut terlihat saat terjadi kenaikan suhu permukaan laut (SST) maka akan berbanding terbalik dengan



Gambar 1. Lokasi Penelitian



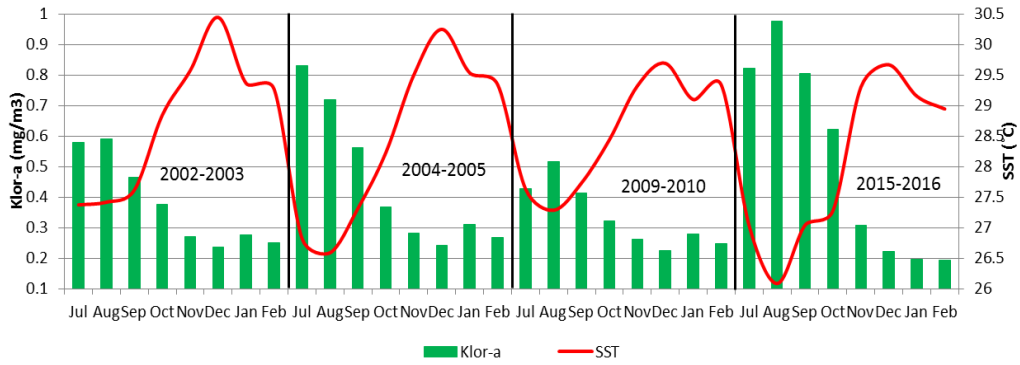
Gambar 2. Grafik rata - rata (2002 - 2015) SST dan klorofil-a

konsentrasi klorofil-a di perairan yaitu mengalami penurunan sebaliknya pada saat terjadi penurunan suhu permukaan laut maka konsentrasi klorofil-a akan meningkat. Hal ini menunjukkan pada saat terjadi El Niño jumlah konsentrasi klorofil-a di perairan meningkat dan pada saat terjadi La - Nina jumlah konsentrasi klorofil-a menurun. Peristiwa ENSO (El Niño Southern Oscillation) mengalami dua fase. Fase tersebut adalah fase El Niño dan juga fase La Niña. Pada saat terjadi fase El Niño, suhu permukaan laut di wilayah Pasifik lebih hangat dibandingkan wilayah penelitian hal tersebut diakibatkan oleh interaksi timbal balik dalam skala yang besar. Menghangatnya suhu permukaan laut dapat mempengaruhi kondisi biologis perairan yang salah satu indikatornya adalah klorofil-a. Oleh karena itu, peristiwa ENSO memiliki kaitan terhadap perubahan suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a.

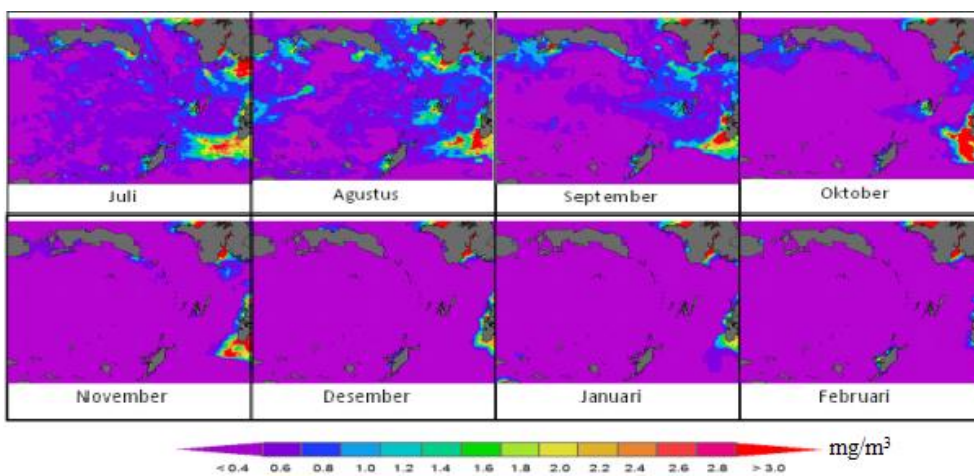
Pada periode kejadian El Niño 2002 - 2016 pola suhu permukaan laut di perairan Maluku mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai rata - rata, hal ini menunjukkan bahwa kejadian El Niño dapat mempengaruhi suhu permukaan laut di wilayah Maluku. Kondisi El Niño kuat yang terjadi antara 2015 - 2016 menunjukan hubungan yang signifikan bahwa perubahan suhu permukaan laut yang lebih dingin dari kondisi normalnya dapat meningkatkan jumlah konsentrasi klorofil-a. Pada saat suhu permukaan laut mendingin konsentrasi klorofil-a cenderung meningkat hal ini dapat disebabkan karena suhu yang lebih dingin menciptakan ekosistem lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan konsentrasi klorofil-a di Lautan.

Pada saat terjadi El Niño suhu permukaan laut di wilayah Maluku mengalami penurunan yang mengakibatkan berkurangnya curah hujan di wilayah Maluku. Berbanding terbalik dengan konsentrasi klorofil-a di perairan, dimana konsentrasi klorofil-a di perairan Maluku mengalami kenaikan pada saat suhu permukaan laut menurun. Dari grafik di atas dapat menunjukkan bahwa dari kejadian El Niño pada saat SST (Suhu Permukaan Laut) mengalami kenaikan maka konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan, sebaliknya pada saat SST mengalami penurunan suhu maka konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan. Kejadian El Niño pada tahun 2015-2016 merupakan kejadian El Niño kuat, pada kejadian ini konsentrasi klorofil-a di perairan Maluku sangat tinggi dibandingkan dengan kejadian El Niño di tahun sebelumnya.

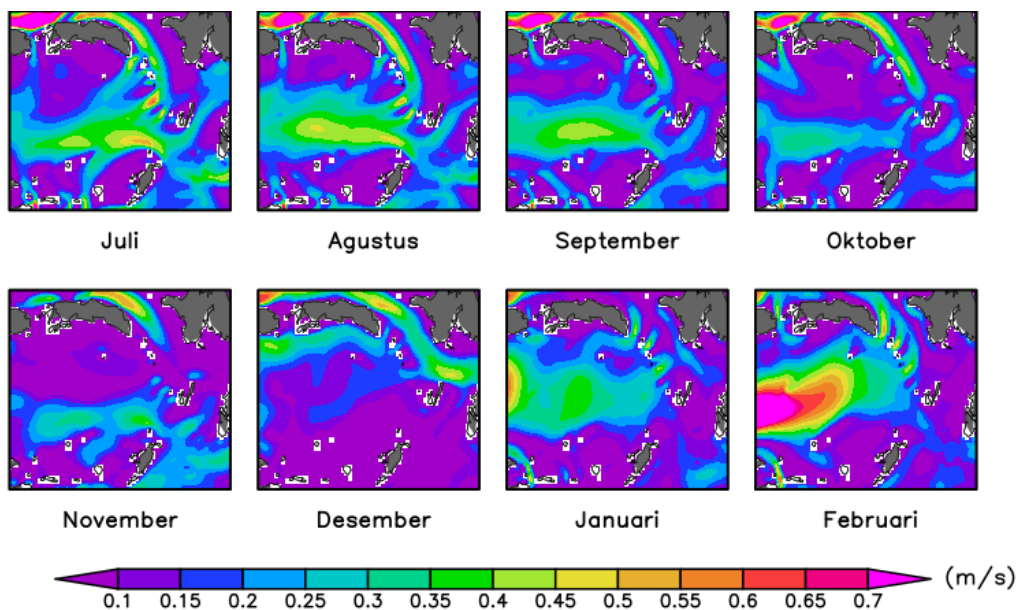
Pada kejadian El Niño 2002 - 2003 konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan dari bulan Juli 2002-September 2002 dan mulai mengalami penurunan dari bulan Oktober 2002-Februari 2003. Suhu permukaan laut berkisar pada 27.4-30.4 °C, sedangkan konsentrasi klorofil-a secara umum di perairan berkisar antara 0.2-0.6 mg/m³. Sementara itu kecepatan arus permukaan pada saat terjadinya El Niño 2002-2003 justru mengalami penurunan dari bulan Agustus hingga Desember. Kecepatan arus permukaan bertambah pada bulan Januari hingga Februari. Kondisi ini tentu mempengaruhi sebaran konsentrasi klorofil-a yang meningkat dari bulan Juli - September 2002 yang cenderung berbanding terbalik terhadap kecepatan arusnya.



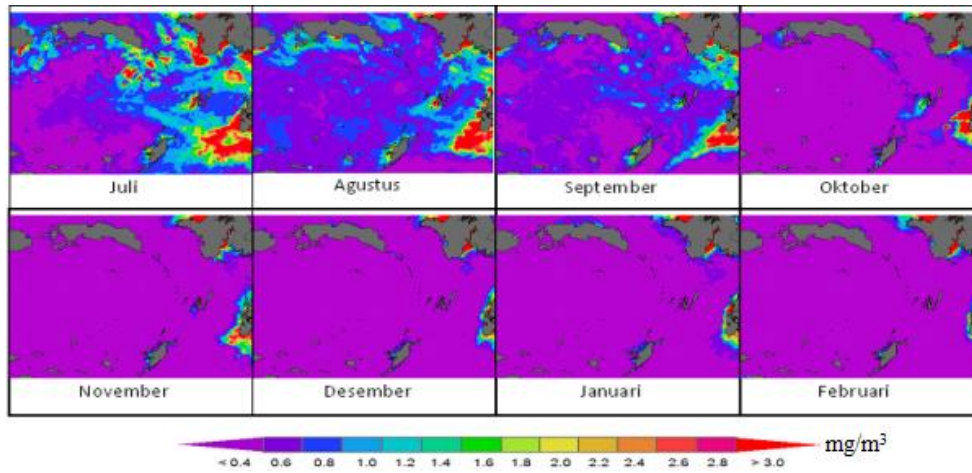
Gambar 3. Grafik kejadian El Niño dan SST



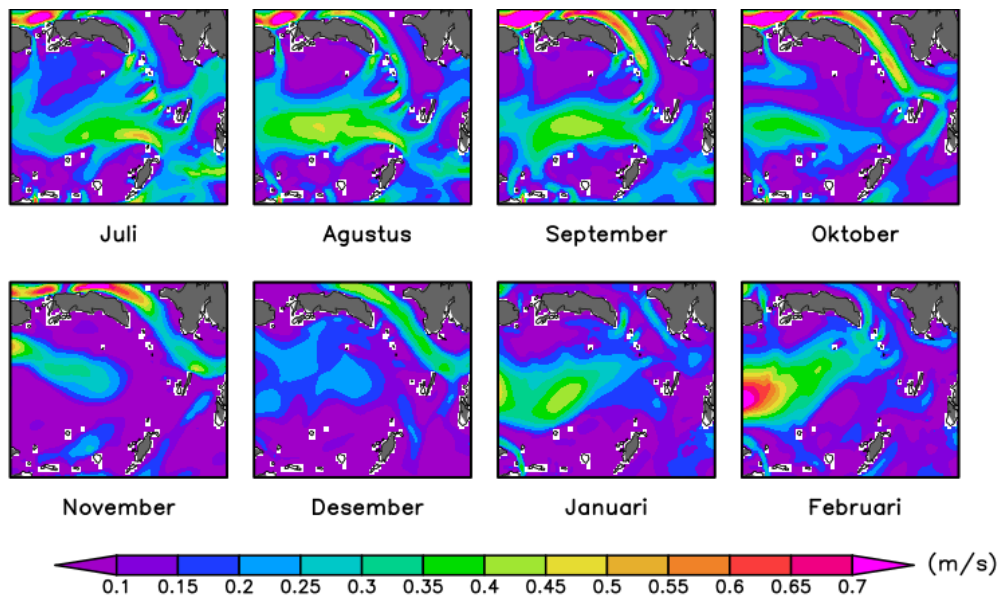
Gambar 4. Sebaran klorofil-a pada saat El Niño 2002 - 2003



Gambar 5. Kecepatan arus permukaan pada saat El Niño 2002-2003



Gambar 6. Sebaran klorofil-a pada saat El Niño 2004 – 2005



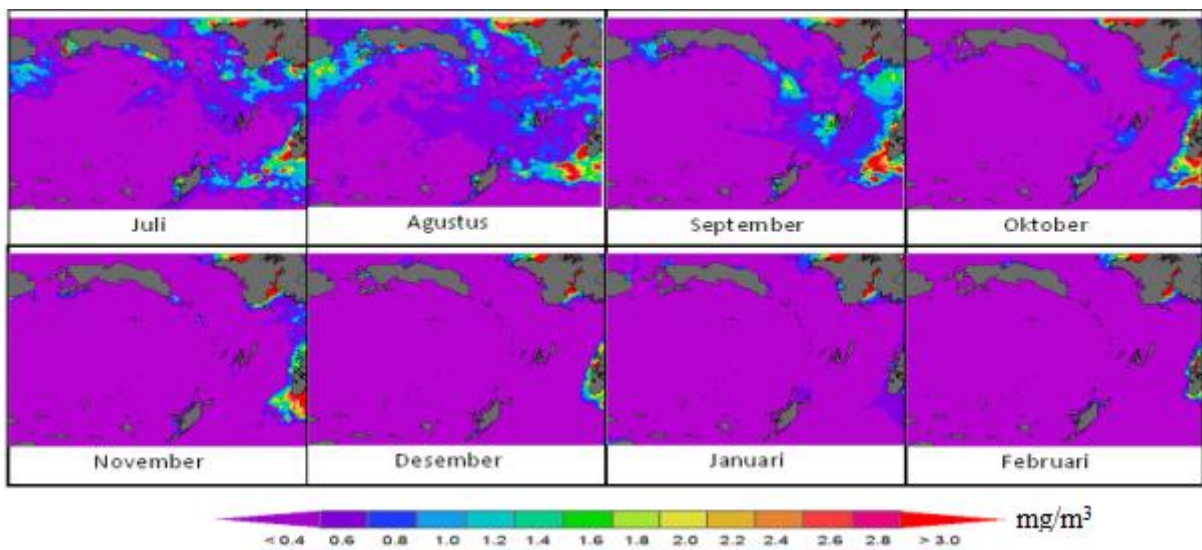
Gambar 7. Kecepatan arus permukaan pada saat El Niño 2004 - 2005

El Niño pada tahun 2004-2005 pada kategori lemah, namun demikian hal tersebut tidak terlalu berpengaruh pada konsentrasi klorofil-a di perairan. Hal ini dapat dilihat dari nilai konsentrasi klorofil-a secara umum berkisar antara 0.2-0.8 mg/m^3 , suhu permukaan laut berkisar pada 26.6 - 30.2 °C sedikit lebih dingin dibandingkan dengan kejadian El Niño pada periode sebelumnya yaitu 2002 - 2003. Konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi dari bulan Juli-September 2004 dan mulai mengalami penurunan dari bulan Oktober 2004 sampai Februari 2005.

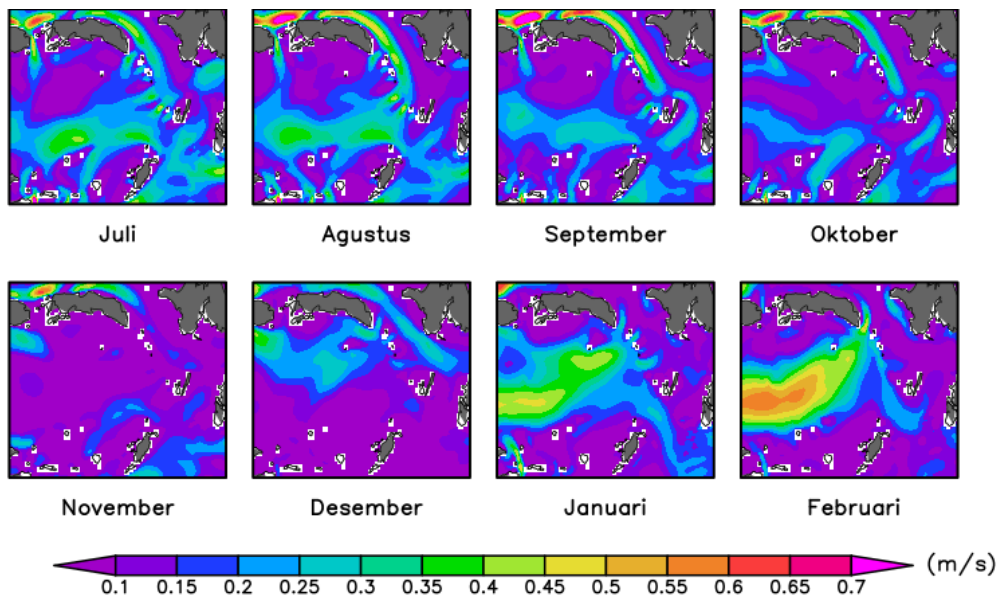
Sementara itu kecepatan arus pada saat kejadian El Niño 2004 - 2005 mengalami penurunan dari bulan Agustus hingga bulan Desember. Arus kuat di bulan Juli memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan konsentrasi klorofil-a pada bulan Juli, akan tetapi arus kuat pada bulan Februari justru berbanding terbalik terhadap konsentrasi klorofil-a yang cenderung sedikit dan banyak berada pada bagian Timur Laut wilayah penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi El Niño 2004-2005 tidak terlalu mempengaruhi konsentrasi klorofil-a dan pola arus.

El Niño yang terjadi pada tahun 2009–2010 tidak terlalu memberikan dampak yang besar pada konsentrasi klorofil-a di perairan Maluku., hal ini dapat dilihat pada peta sebaran klorofil-a di atas yang menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a agak tinggi dari bulan Juli – September 2009. Namun tidak lebih tinggi dari dua kejadian sebelumnya yaitu pada tahun 2002–2003 dan 2004–2005. Konsentrasi klorofil-a secara umum di perairan berkisar antara 0.2–0.5 mg/m³, sedangkan

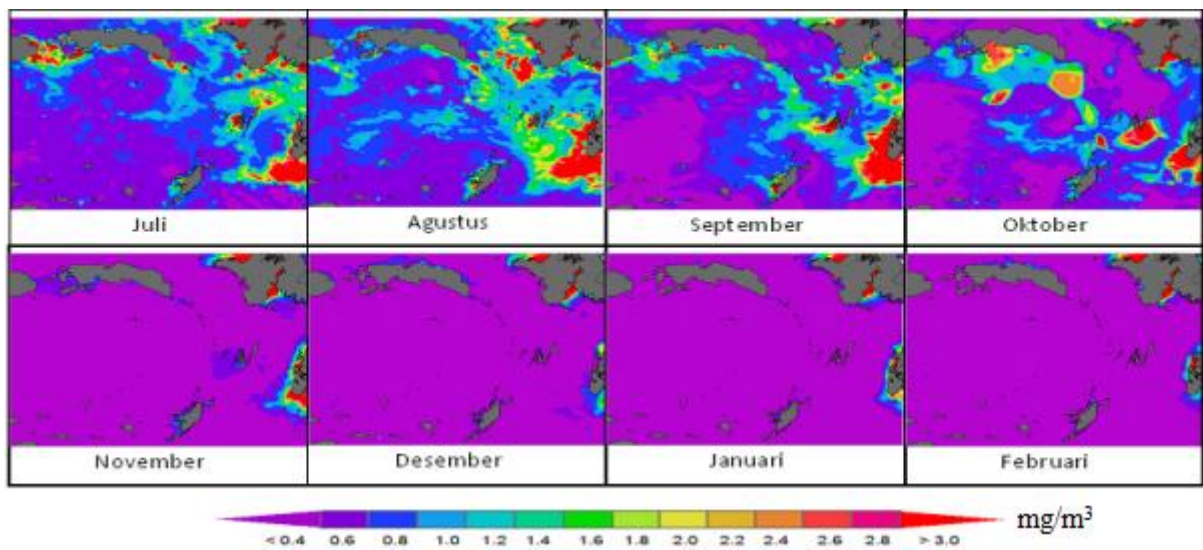
suhu permukaan laut berkisar antar 27.3–29.7 °C. Pola arus pada saat kejadian El Niño 2009–2010 memiliki hubungan yang berbanding lurus pada bulan Juli hingga November, sementara itu pada bulan Desember hingga Februari pola arus dengan kecepatan arus yang bertambah justru memiliki nilai konsentrasi klorofil-a yang menurun. Hal ini menunjukkan bahwa fenomena El Niño tidak terlalu berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil-a dan pola arus di wilayah penelitian.



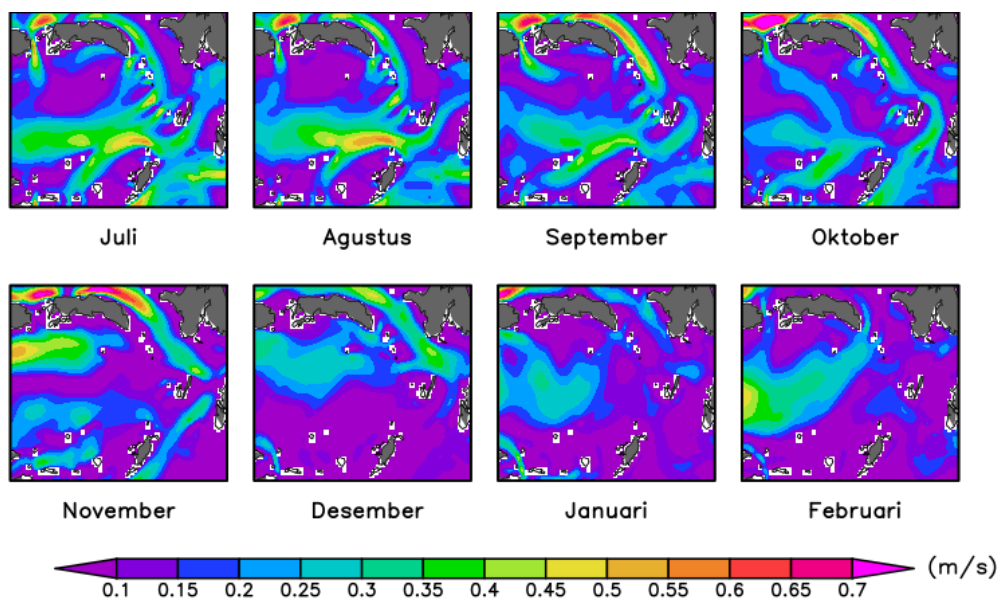
Gambar 8. Sebaran klorofil-a pada saat El Niño 2009 – 2010



Gambar 9. Kecepatan arus permukaan pada saat El Niño 2009-2010



Gambar 10. Sebaran klorofil-a pada saat El Niño 2015 – 2016



Gambar 11. Kecepatan arus permukaan pada saat El Niño 2015-2016

Dari semua kejadian El Niño dari tahun 2002-2003, 2004-2005 dan 2009-2010, El Niño yang terjadi pada tahun 2015-2016 merupakan kejadian yang cukup berpengaruh pada konsentrasi klorofil-a di perairan Maluku. Nilai konsentrasi klorofil-a secara umum di perairan berkisar antara 0.2-1.0 mg/m³, sedangkan suhu permukaan laut berkisar antara 26.1 – 29.7 °C. Konsentrasi klorofil-a cukup tinggi terjadi dari bulan Juli 2009 sampai Oktober 2009 dan mulai

mengalami penurunan dari bulan November 2009 sampai dengan Februari 2010. Wilayah perairan pada bulan Juli-Oktobre konsentrasi klorofil-a lebih dari 3.0 mg/m³ seperti di perairan Kep. Aru dan sekitarnya. Suhu permukaan laut pada saat terjadi El Niño 2002-2003, 2004-2005, 2009-2010 dan 2015-2015 berkisar antara 26.0- 30.4 °C, sedangkan rata-rata konsentrasi klorofil-a di perairan berkisar antara 0.2-1.0 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi pada Juli hingga

Oktober berbanding lurus dengan kecepatan arus permukaan pada saat El Niño 2015-2016. Sementara itu pada bulan November hingga Februari pola arus laut berbanding terbalik terhadap konsentrasi klorofil-a, hal ini dapat menyebabkan pola arus yang cenderung lebih kuat pada bulan November hingga Februari membawa klorofil-a ke Timur Laut Wilayah Penelitian

KESIMPULAN

Pada saat kejadian El Niño tahun 2002-2003, 2004-2005, 2009-2010 dan 2015-2016 suhu permukaan laut di wilayah Maluku mengalami penurunan di bawah rata-rata (mendingin). Konsentrasi klorofil-a memiliki hubungan terbalik terhadap suhu permukaan laut yang artinya apabila suhu mendingin konsentrasi klorofil-a di wilayah penelitian meningkat. Penurunan suhu permukaan laut di perairan Maluku pada kejadian El Niño berkisar antara 26.0- 30.4 °C. Pada saat kejadian El Niño konsentrasi klorofil-a mengalami kenaikan. Rata-rata nilai konsentrasi klorofil-a pada saat El Niño 2015 - 2016 sangat tinggi berkisar antara 0.2-1.0 mg/m³. Kecepatan arus juga mempengaruhi sebaran konsentrasi klorofil-a di wilayah penelitian. Pada bulan November hingga Februari klorofil-a cenderung terbawah ke arah Timur Laut wilayah penelitian, akibatnya di sekitar wilayah penelitian klorofil-a cenderung lebih sedikit dibandingkan di wilayah bagian Timur Lautnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG, Kepala STMGK, Kepala Stasiun Klimatologi Seram Barat, Kepala Stasiun Klimatologi Palembang dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu serta memberi dukungan dalam terciptanya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akhilak, M.A., Supriharyono. & Hartoko, A. 2015. Hubungan variable suhu permukaan laut, klorofil-a, dan hasil

tangkapan ikan kapal purse seine yang didaratkan di TPI Bajomulyo Juwana, Pati, *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(4):128-135.

Irwandi, H., Nasution, M.I., Kurniawan, E. & Megalina, Y. 2017. Pengaruh el niño terhadap variabilitas curah hujan di Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, 1(2):7-15.

Ji, C., Zhang Y., Cheng, Q., Tsou, J., Jiang, T. & Liang, X.S. 2018. Evaluating the impact of sea surface temperature (SST) on spatial distribution of chlorophyll-a concentration in the East China Sea. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 68(1): 252-261. doi : 10.1016/j.jag.2018.01.020.

Lavigne H., Zande D.V., Ruddick K., Santos J.F.C.D., Gohin F., Brotas V. & Kratzer S. 2021. Quality-control tests for OC4, OC5 and NIR-red satellite chlorophyll-a algorithms applied to coastal waters. *Remote Sensing of Environment*, 255(1):1-19. doi : 10.1016/j.rse.2020.112237.

Martono. 2016. Dampak el niño 1997 dan el niño 2015 terhadap konsentrasi klorofil-a di perairan Selatan Jawa dan Bali-Sumbawa, *Majalah Ilmiah Globe*, 18(1):1-8.

Nabilah, F., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. 2017. Analisis pengaruh fenomena El Nino dan La Nina terhadap curah hujan tahun 1986-2016 menggunakan indikator ONI (Oceanic Nino Index) (Studi Kasus : Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4):402-412.

Petrova D., Lowe R., Stewart-Ibarra A., Ballester J., Koopman S.J. & Rodo, X. 2019. Sensitivity of large dengue epidemics in Ecuador to long-lead predictions of El Niño. *Climate Services*, 15(1):1-9. doi : 10.1016/j.cliser.2019.02.003.

Prianto, T., Ulqodry, Z. & Aryawati, R. 2013. Pola sebaran konsentarsi klorofil-a di Selat Bangka dengan menggunakan citra aqua-modis. *Maspri Journal*, 5(1):22-33.

Reis-Santos, P., Conдини, M.V., Albuquerque, C.Q., Saint'Pierre, T.D., Garcia, A.M., Gillanders, B.M. & Tanner, S.E. 2021. El Niño - Southern Oscillation drives variations in growth and otolith chemistry in a top predatory fish, *Ecological Indicators*, 121(1):1-11. doi : 10.1016/j.ecoind.2020.106989.

- Ryadi, G.Y.I., Sukmono, A., & Sasmito, B. 2019. Pengaruh fenomena el Nino dan la Nina pada persebaran curah hujan dan tingkat kekeringan lahan di Pulau Bali. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(4):41-19.
- Seprtianto, A., Kunarso. & Wirasatrya, A. 2016. Studi pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole Mode (IOD) terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Karimun Jawa. *Jurnal Oseanografi*, 5(4):452-461.
- Simanjuntak, J.T., Nuri, Y.T., Zainuddin, I., & Setiawan, A.M. 2017. Variabilitas musiman distribusi suhu permukaan laut, angin permukaan, dan klorofil-a di Laut Banda periode tahun 2006-2015, *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4*
- Smith S.A. & Barnard P.L. 2021. The impacts of the 2015/2016 El Niño on California's sandy beaches. *Geomorphology*, 377(1):1-18. doi : 10.1016/j.geomorph.2020.107583.
- Wagiyo, K., Priatna, A., & Herlisman. 2019. Kelimpahan, komposisi, dan sebaran larva ikan di Laut Seram, Laut Maluku, dan Teluk Tomini, Bawal : Widya Riset Perikanan Tangkap, 11(1):1-17. doi: 10.15578/bawal.11.1.2019.1-17.
- Wang S., Mu, L., & Liu, D. 2014. A hybrid approach for El Niño prediction based on Empirical Mode Decomposition and convolutional LSTM Encoder-Decoder. *Computer and Geosciences*, 149(1):1-16. doi : 10.1016/j.cageo.2021.104695
- Wang, M., Jiang L., Mikelsons K., & Liu X. 2021. Satellite-derived global chlorophyll-a anomaly products. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 97(1):1-11. doi : 10.1016/j.jag.2020.102288.