

Hubungan ENSO dan IOD terhadap Suhu Permukaan laut dan Curah Hujan Di Selatan Jawa Tengah

Andi Muhammad Dzakwan Asyam*, Baskoro Rochaddi, Rikha Widiaratih

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: dzakwan@students.undip.ac.id

Abstrak

Fenomena *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) berhubungan erat dengan suhu permukaan laut dan curah hujan. Monsun timur menyebabkan hujan di selatan Jawa Tengah sedangkan monsun barat menyebabkan kemarau. Perairan Indonesia di kelilingin oleh Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Hal tersebut menyebabkan kondisi iklim di selatan Jawa Tengah dapat dipengaruhi oleh Nino 3.4, dipole mode, suhu permukaan laut dan angin. Tujuan dari penelitian ini mengetahui berapa besar pengaruh dari ENSO, IOD dan Angin berpengaruh pada iklim di selatan Jawa Tengah. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data suhu permukaan laut, data curah hujan dan data angin yang diolah menggunakan metode komposit. Hubungan ENSO dan IOD terhadap curah hujan dan suhu permukaan laut adalah negatif. Saat El Niño dan IOD Positif suhu permukaan laut mengalami pendinginan dari suhu normal dan curah hujan rendah, sedangkan saat La Nina dan IOD positif suhu permukaan laut mengalami penghangatan dari suhu normal dan curah hujan tinggi. Kecepatan angin mempengaruhi hangat dan dinginnya suhu permukaan laut. Dampak dari fenomena ENSO dan IOD bisa menyebabkan banjir, kebakaran hutan dan kekeringan yang berkepanjangan.

Kata kunci: ENSO, IOD, Suhu Permukaan Laut, Curah Hujan, Selatan Jawa

Abstract

The Relationship Between Enso And Iod On Sea Surface Temperature And Precipitation In Southern Central Java

The El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and Indian Ocean Dipole (IOD) phenomena are closely related to sea surface temperature and rainfall. The east monsoon causes rain in the south of Central Java, while the west monsoon causes dryness. Indonesian waters are surrounded by the Indian Ocean and the Pacific Ocean. This causes climatic conditions in the south of Central Java to be influenced by Nino 3.4, dipole mode, sea surface temperature, and wind. The aim of this research is to find out how much influence ENSO, IOD and wind have on the climate in southern Central Java. The data used in this research are sea surface temperature data, rainfall data and wind data which are processed using the composite method. The relationship between ENSO and IOD on rainfall and sea surface temperature is negative. During El Niño and positive IOD, sea surface temperatures experience cooling from normal temperatures and low rainfall, while during La Niña and positive IOD, sea surface temperatures experience warming from normal temperatures and high rainfall. Wind speed affects the warmth and coldness of sea surface temperatures. The impact of the ENSO and IOD phenomena can cause floods, forest fires and prolonged drought.

Keywords: ENSO, IOD, Sea Surface Temperature, Rainfall, South Java

PENDAHULUAN

Perairan Indonesia memiliki keistimewanya tersendiri, hal yang sudah terlihat jelas Indonesia di kelilingi oleh Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Kedua samudra ini berperan aktif dalam mempengaruhi sifat maupun kondisi perairan di Indonesia, baik dalam sebaran temperatur, arus dan kesuburan perairan (Munandar *et al.*, 2021). Selain itu keadaan musim dan iklim juga mempengaruhi sifat dan kondisi perairan di Indonesia salah satunya curah hujan. Variabilitas curah hujan bulanan, dan musiman di Indonesia terutama dipengaruhi oleh dua sistem Monsun yaitu monsun basah atau monsun barat dan monsun kering atau monsun timur. Meskipun dua sistem monsun terjadi secara periodik tetapi variabilitas curah hujan musiman dan antar musiman tidak selalu sama di setiap tahun. Ini disebabkan karena adanya fenomena iklim global ENSO dan IOD yang mempengaruhi variabilitas hujan di Indonesia (Narulita, 2017).

Curah hujan merupakan salah satu elemen iklim terpenting, namun kejadian spasial dan temporalnya masih sulit untuk diprediksi (Wijaya *et al.*, 2023). Selain dinamis, proses fisik yang terlibat juga sangat kompleks. Ketidakpastian hujan ini meningkat ketika terjadi anomali iklim berupa *El Niño* dan *La Nina*. Berbagai bencana di Indonesia menunjukkan bahwa sebagian besar bencana berkaitan dengan fenomena ENSO (Nabilah *et al.*, 2017). ENSO merupakan salah satu bentuk penyimpangan iklim di Samudera Pasifik yang ditandai dengan kenaikan suhu permukaan laut (SPL) di daerah khatulistiwa bagian tengah dan timur. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan dampak ENSO terhadap perairan Indonesia. Menurut Fadholi (2013), curah hujan lebih kecil dalam kondisi El Niño dibandingkan dengan pra dan pasca El Niño sangat terasa di beberapa wilayah, sehingga dapat menyebabkan musim kemarau lebih panjang.

Faktor lain yang menyebabkan terjadinya pergeseran musim di wilayah Indonesia adalah fenomena IOD. Fenomena IOD merupakan fenomena yang terjadi karena adanya perbedaan anomali suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian barat dengan bagian timur dimana menyebabkan penurunan maupun peningkatan suhu permukaan laut yang disertai dengan penurunan maupun peningkatan curah hujan (Rahayu *et al.*, 2018). Anomali SST tidak hanya terjadi di Samudera Pasifik, tetapi juga di Samudera Hindia. IOD merupakan anomali SPL dan atmosfer yang terjadi di Samudera Hindia barat dan timur, sehingga mempengaruhi perairan Indonesia (Nur'utami & Hidayat, 2016). Kondisi IOD positif membuat curah hujan di Indonesia menjadi lebih rendah. Sebaliknya saat kondisi IOD negatif curah hujan di Indonesia menjadi lebih tinggi.

Adanya Pengaruh ENSO dan IOD mempengaruhi variabilitas curah hujan di Perairan Selatan Jawa. Osilasi merupakan variasi periodik terhadap waktu dari suatu pengukuran. Osilasi atmosfer berpengaruh pada anomali SPL di Samudera Pasifik sehingga wilayah sekitar Samudera Pasifik terutama bagian yang dekat dengan ekuator akan terpengaruh juga. Hal yang sama juga terjadi IOD, osilasi yang terjadi di Samudera Hindia akan mempengaruhi anomali SPL di Samudera Hindia yang dampaknya juga sampai ke Perairan Indonesia termasuk perairan selatan Jawa. Variabilitas iklim ENSO dan IOD selain mempengaruhi suhu permukaan laut, juga mempengaruhi Kondisi curah hujan di Indonesia. Berpengaruhnya keadaan curah hujan, maka akan mempengaruhi *rain fields* dan iklim tahunan di Indonesia (Wirasatriya *et al.*, 2017).

MATERI DAN METODE

Metode yang di gunakan dalam penelitian dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode penelitian secara kuantitatif digunakan mulai dari mencari data, mengumpulkan data, mengolah dan menganalisis hasil data. Data yang digunakan merupakan data orisinal, yakni data SPL menggunakan GHRSSST dapat didownload di *website* <https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/MUR-JPL-L4-GLOB-v4.1> dan memiliki resolusi data 0,01°. Data curah hujan menggunakan data GSMAP dapat didownload di *website* <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/> dan memiliki resolusi data 0,01°. Data pendukung pada penelitian ini menggunakan data angin yang diambil dari data ASCAT dapat diunduh di *website* <https://resources.marine.copernicus.eu> dan dan memiliki resolusi data 12,5 km. Data selanjutnya adalah indeks variabilitas iklim ENSO diambil dari nilai anomali iklim yang ada di *Oceanic Niño Index* (ONI) dapat diunduh di *website* <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov>, sedangkan data indeks variabilitas iklim IOD diambil dari nilai anomali iklim di *Dipole Mode Index* (DMI) yang dapat diunduh di *website* https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/Data/dmi.had.long.data. Data yang digunakan merupakan data *time series* selama 10 tahun mulai dari 1 Januari 2011 sampai 31 Desember 2020.

Pengolahan data SPL, curah hujan dan angin terdiri dari pengumpulan citra, pengolahan data, dan visualisasi data. Pemotongan area data harus memiliki potongan citra yang sama dengan data citra lainnya. Data harian diekstrak menggunakan *software* pemrograman. Data harian yang terbagi dalam beberapa data kemudian dikomposit menjadi klimatologi dengan rumus (Trisianto *et al.*, 2021):

$$\bar{x}b(x, y) = \frac{1}{mh} \sum_{i=1}^{mh} xi(x, y, t)$$

Keterangan : $\bar{x}b(x, y)$ = Rata – rata harian; $xi(x, y, t)$ = Data jam ke-i pada posisi bujur x, lintang y dan jam ke-t; mh = Jumlah jam dalam 1 hari; $i = 1 =$ Jam ke-1; *Jika xi = Data tidak memiliki nilai dan tidak diasumsikan dalam perhitungan rata – rata.

Data yang sudah dikomposit menjadi klimatologi, data kemudian di cari nilai korelasinya. Perhitungan korelasi ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini sebagai berikut:

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X \sum Y)}{\sqrt{(N(\sum X^2) - (\sum X)^2) - (N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2)}}$$

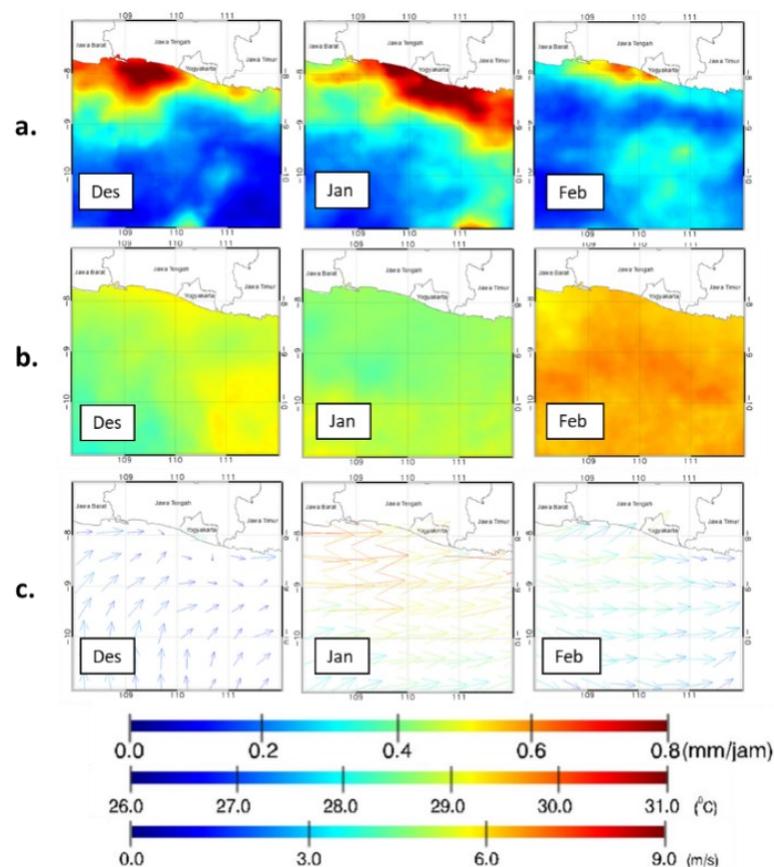
Keterangan : r = nilai koefisien korelasi; x = nilai variabel pertama; y = nilai variabel kedua; N = jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

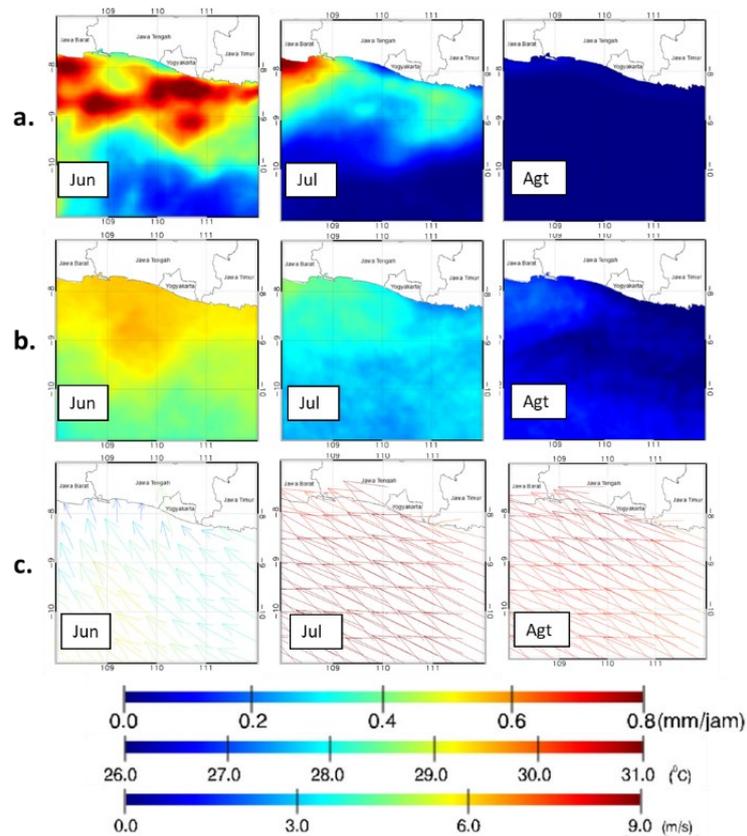
Variabilitas Curah Hujan, Suhu Permukaan Laut dan Angin saat Kondisi Normal

Variasi suhu permukaan laut di selatan Jawa Tengah tahun 2013 memiliki suhu yang lebih hangat saat musim barat (Desember – Februari) (Gambar 2) sedangkan pada saat musim timur (Juni – Agustus) mengalami pendinginan (Gambar 2). Suhu permukaan laut pada musim barat lebih hangat diakibatkan oleh angin monsun barat yang berasal dari Benua Asia menuju Benua Australia yang membawa banyak uap air. Kecepatan angin meningkat pada musim timur yang signifikan pada bulan Juli. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sudarto (2011) yang menyatakan bahwa kecepatan angin mempunyai korelasi negatif terhadap suhu permukaan laut.

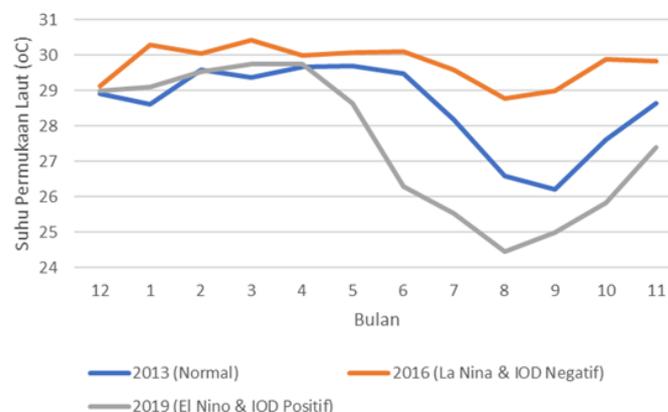
Curah hujan di perairan selatan Jawa Tengah tahun 2013 memiliki curah hujan yang lebih besar pada musim barat dibandingkan dengan musim timur. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rahayu *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa curah hujan di Selatan Jawa Tengah mencapai puncak tertinggi saat musim barat dimana angin bertiup dari Asia menuju Australia yang membawa banyak uap air. Curah hujan mulai menurun saat musim peralihan I dan mencapai nilai minimum saat musim timur. Hal ini disebabkan angin yang bertiup dari Australia menuju Asia hanya membawa sedikit uap air.



Gambar 1. Variasi (a) curah hujan, (b) suhu permukaan laut dan (c) angin saat ENSO dan IOD normal Musim Barat Tahun 2013



Gambar 2. Variasi (a) curah hujan, (b) suhu permukaan laut dan (c) angin saat ENSO dan IOD normal Musim Timur Tahun 2013

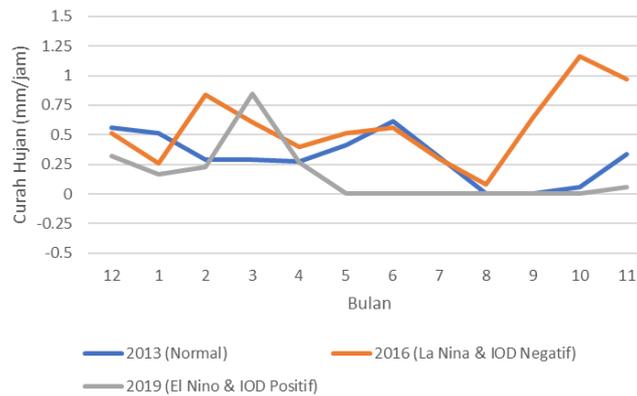


Gambar 3. Grafik Bulanan Suhu Permukaan Laut tahun 2013, 2016 dan 2019

Wilayah pesisir pantai mempunyai nilai perubahan yang lebih signifikan dibandingkan dengan daerah lepas pantai, Menurut Oktaviani *et al* (2021) hal tersebut terjadi karena adanya *upwelling/downwelling*, saat musim barat angin bertiup dari barat ke menuju timur yang menyebabkan terjadinya *downwelling* di sepanjang selatan Jawa Tengah karena adanya transport ekman. Transport Ekman ini membuat arus permukaan bergerak 45° ke arah angin (menuju pesisir), karena menuju pulau terjadilah *downwelling* serta suhu permukaan laut dan awan lebih banyak di sekitar pesisir. Sebaliknya, pada saat musim timur angin bergerak dari arah timur menuju barat dan oleh Ekman arus dibelokkan sejauh 45° ke arah berlawanan arah jarum jam karena di belahan bumi selatan dan terjadilah *upwelling*. Proses ini menyebabkan arus yang bergerak menuju laut lepas dan massa air di pesisir kosong, sehingga massa air dari laut lebih dalam terangkat ke permukaan dan membawa suhu lebih dingin ke permukaan laut. Penurunan SPL dapat mempengaruhi variabilitas laju penguapan (pembentukan awan) di laut.

Tabel 1. Korelasi dan Signifikansi Curah Hujan dengan ENSO dan IOD per musim tahun 2013, 2016 dan 2019 (Sumber : psl.noaa.gov; jaxa.jp)

Musim	ENSO		IOD	
	Korelasi	Signifikansi	Korelasi	Signifikansi
Musim Barat	0.195	0.615	-0.779	0.013
Peralihan I	0.357	0.346	-0.216	0.578
Musim Timur	-0.473	0.198	-0.671	0.048
Peralihan II	-0.816	0.007	-0.638	0.064



Gambar 4. Grafik Bulanan Curah Hujan tahun 2013, 2016 dan 2019

Hubungan ENSO, IOD dan Monsun terhadap Suhu Permukaan Laut dan Curah Hujan

Grafik perbandingan SPL saat kondisi normal dengan saat terjadinya ENSO dan IOD di Selatan Jawa Tengah disajikan pada Gambar 3 dan 4. Grafik tersebut menunjukkan fluktuasi suhu permukaan laut pada fenomena ENSO dan IOD. Pada tahun 2013 tidak mengalami ENSO dan IOD yang dijadikan acuan sebagai kondisi normal. Sedangkan untuk tahun 2016 terjadinya fenomena La Nina dan IOD negatif menyebabkan anomali suhu permukaan laut memuncak hingga menjadi 30,41°C. Tahun 2019 terjadi fenomena El Nino dan IOD positif menyebabkan suhu permukaan laut turun menjadi 24,46°C. Curah hujan mengikuti spl, saat tahun 2016 curah hujan meningkat hingga 1,16 mm/jam dan saat tahun 2019 turun hingga 0,0006 mm/jam.

Fenomena El Nino dan IOD positif musim barat tahun 2019 yang dibandingkan dengan kondisi normal musim timur tahun 2013 dapat dilihat digrafik pada Gambar 3 dan Gambar 4. Kedua grafik tersebut menunjukkan pada tahun 2019 memiliki anomali suhu permukaan laut negatif yang berarti terjadi pendinginan yang lebih cepat dari normalnya. Berdasarkan grafik suhu permukaan laut mengalami pendinginan yang signifikan di mulai dari pergantian bulan April menuju Mei yang mencapai titik terendahnya pada bulan Agustus. Pendinginan ini juga mengakibatkan turunnya anomali curah hujan. Pada musim barat penurunan SPL belum mencapai maksimal disebabkan posisi matahari berada di bagian selatan, oleh karena itu di beberapa daerah selatan Jawa Tengah masih terdapat hujan. Suhu permukaan laut dan curah hujan mempunyai hubungan positif, curah hujan mengalami penurunan yang cukup signifikan dimulai dari bulan April dan titik terendahnya berada di bulan Mei hingga Oktober yang nilainya mendekati 0 mm/jam.

ENSO dan IOD dengan suhu permukaan laut dan curah hujan di selatan Jawa Tengah tahun 2013, 2016 dan 2019 memiliki hubungan dominan negatif yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Tabel tersebut merupakan korelasi antara indeks ONI dan DMI dengan suhu permukaan laut yang mempunyai korelasi negatif pada bulan Juni hingga November. Kedua indeks menunjukkan korelasi negatif positif tertinggi pada musim timur dan musim peralihan II. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Habibie & Nuraini (2014), yang menyatakan bahwa perairan sekitar Selatan Jawa lebih besar di pengaruhi oleh IOD dibandingkan dengan ENSO karena berbatasan langsung dengan Samudra Hindia.

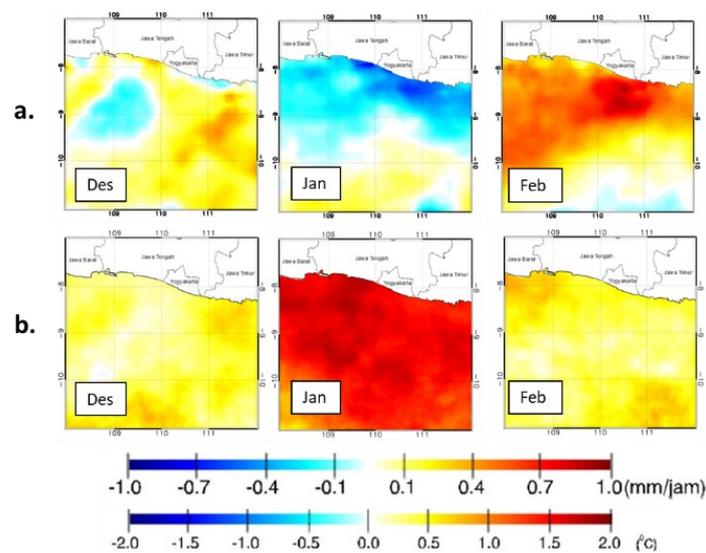
Mekanisme Curah Hujan dan Suhu Permukaan Laut saat ENSO dan IOD

Berdasarkan hasil yang didapat dari anomali kondisi La Nina dan IOD negatif dengan kondisi normal pada musim barat dan musim timur mempunyai nilai anomali yang positif. Hal ini sesuai dengan Abdullah

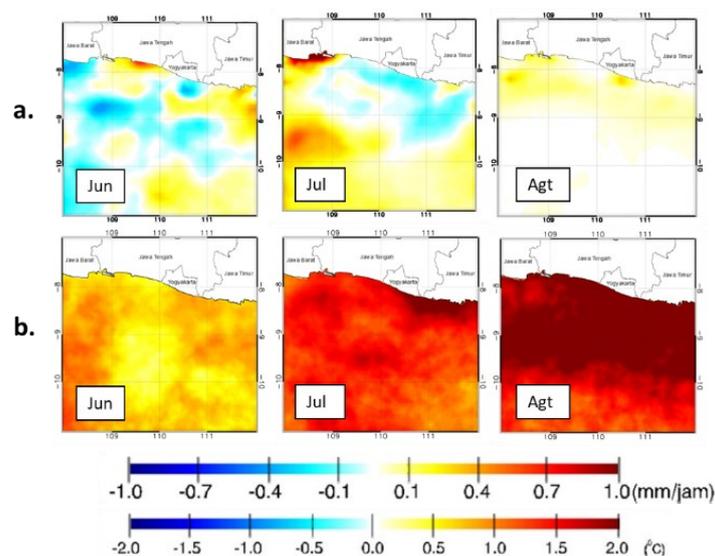
(2021) mengatakan bahwa saat terjadi fenomena La Nina SPL di Samudra Pasifik bagian barat akan lebih hangat dibandingkan di bagian Samudra Pasifik bagian timur, hal tersebut disebabkan angin pasat timur yang

Tabel 2. Korelasi dan Signifikansi Suhu Permukaan Laut dengan ENSO dan IOD per musim tahun 2013, 2016 dan 2019 (Sumber : psl.noaa.gov; thredds.jpl.nasa.gov)

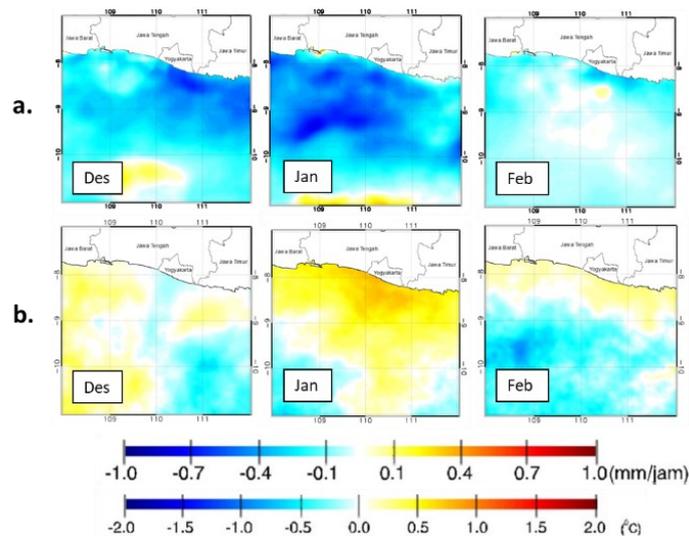
Musim	ENSO		IOD	
	Korelasi	Signifikansi	Korelasi	Signifikansi
Musim Barat	0.586	0.097	-0.057	0.884
Peralihan I	0.448	0.226	-0.451	0.223
Musim Timur	-0.665	0.051	-0.885	0.002
Peralihan II	-0.76	0.018	-0.698	0.036



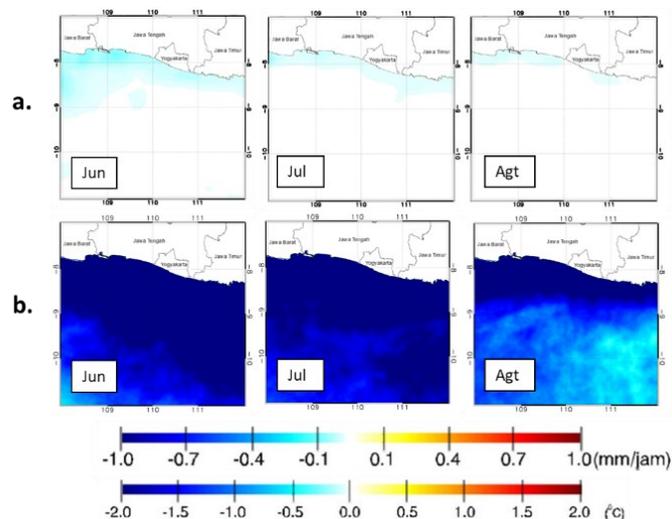
Gambar 5. Anomali (a) Curah Hujan dan (b) Suhu Permukaan Laut pada Fenomena La Nina dan IOD Negatif saat Musim Barat Tahun 2016



Gambar 6. Anomali (a) Curah Hujan dan (b) Suhu Permukaan Laut pada Fenomena La Nina dan IOD Negatif saat Musim Timur Tahun 2016



Gambar 7. Anomali (a) Curah Hujan dan (b) Suhu Permukaan Laut pada Fenomena El Nino dan IOD Positif saat Musim Barat Tahun 2019



Gambar 8. Anomali (a) Curah Hujan dan (b) Suhu Permukaan Laut pada Fenomena El Nino dan IOD Positif saat Musim Timur Tahun 2019

menguat sehingga mendorong massa air laut menuju pasifik barat. Didukung juga oleh Narulita (2017) yang menyatakan saat IOD negatif suhu permukaan laut di Samudra Hindia bagian timur akan lebih hangat dibandingkan Samudra Hindia bagian barat, hal ini disebabkan oleh sirkulasi walker barat menguat yang membawa massa air menuju Samudra Hindia bagian timur. Hal tersebut menyebabkan udara di daerah tersebut memuai ke atas atau mengalami konveksi sehingga Indonesia menjadi pusat tekanan rendah, Kemudian angin dari Pasifik selatan dan Samudra Hindia akan menuju Indonesia. Angin tersebut membawa banyak uap air. Uap air akan terkonsentrasi di wilayah Indonesia yang menyebabkan curah hujan di selatan Jawa Tengah meningkat.

Berdasarkan hasil yang didapat dari anomali kondisi El Nino dan IOD positif dengan kondisi normal pada musim barat dan musim timur mempunyai nilai negatif pada suhu permukaan laut dan curah hujan (Gambar 5,6,7,&8). EL Nino dan IOD positif ini menyebabkan kemarau yang lebih cepat dari kondisi normal dan berakhir lebih lama dari kondisi normal. Hal ini sesuai dengan penelitian Safitri (2015) menyatakan bahwa pada saat El Nino dan IOD positif, massa air hangat berpindah menuju Samudra Pasifik Timur dan Samudra Hindia Barat menyebabkan Indonesia menjadi wilayah bertekanan tinggi. Kondisi ini menyebabkan angin pasat melemah dan terhambatnya pertumbuhan awan di Indonesia. Sehingga curah hujan di selatan Jawa Tengah menurun dari biasanya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa fenomena IOD lebih berpengaruh dibandingkan ENSO di perairan selatan Jawa Tengah. Hasil analisis yang didapat korelasi antara ENSO, IOD dan angin pada suhu permukaan laut dan curah hujan menunjukkan hubungan negatif. ENSO dengan suhu permukaan laut mempunyai korelasi -0,76 pada musim peralihan II, ENSO dengan curah hujan mempunyai korelasi -0,816. IOD dengan suhu permukaan laut mempunyai korelasi tertinggi -0,885 pada musim timur dan -0,698 pada musim peralihan II, IOD dengan curah hujan -0,779 pada musim barat. Fenomena La Nina dan IOD Positif suhu permukaan laut lebih hangat dari biasanya diikuti dengan curah hujan yang meningkat. Sedangkan saat El Nino dan IOD positif suhu permukaan laut lebih dingin dari biasanya diikuti dengan curah hujan yang menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. E. A. N. 2021. Analisis Hubungan Indeks Nino 3.4 Dengan Curah Hujan di Jawa Tengah. *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 1(1): 24-30.
- Fadholi, A. 2013. Studi Dampak El Nino dan Indian Ocean Dipole (IOD) terhadap Curah Hujan di Pangkalpinang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(1): 43-50. <https://doi.org/10.14710/jil.11.1.43-50>.
- Habibie, M. N & Nuraini, T.A. 2014. Karakteristik Dan Tren Perubahan Suhu Permukaan Laut di Indonesia Periode 1982-2009. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(1): 37-49. <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i1.171>.
- Munandar, B., Wirasatriya, A., Sugianto, D. N., Ambariyanto & Sunaryo. 2021. Respon Kecepatan Angin Terhadap Variabilitas Klorofil-a di Laut Filipina dan Maluku bagian utara. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3): 269-276. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.38273>.
- Nabilah, F., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. 2017. Analisis Pengaruh Fenomena El Nino dan La Nina Terhadap Curah Hujan Tahun 1998 – 2016 Menggunakan Indikator ONI (Oceanic Nino Index) (Studi Kasus : Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4): 402-412. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.18170>.
- Narulita, I. 2017. Pengaruh ENSO dan IOD pada Variabilitas Curah Hujan di DAS Cerucuk, Pulau Belitung. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41(1): 45-60.
- Nur'utami, M. N., & Hidayat, R. 2016. Influences of IOD and ENSO to Indonesian Rainfall Variability: Role of Atmosphere-Ocean Interaction in the Indo-Pacific Sector. *Procedia Environmental Sciences*, 33: 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.070>.
- Oktaviani, D., Handoyo, G., Helmi, M., Kunarso, dan Wirasatriya, A. 2021. Karakteristik Upwelling pada Periode Indian Ocean Dipole (IOD) Positif di Perairan Selatan Jawa Barat. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4):23-30. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.12081>.
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. 2018. Analisis Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*. 7(1): 57-67. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.19299>.
- Safitri, S. 2015. El Nino, La Nina dan Dampaknya Terhadap Kehidupan di Indonesia. *Jurnal Criksetra*, 4(2): 153-156.
- Sudarto. 2011. Pemanfaatan Dan Pengembangan Energi Angin Untuk Proses Produksi Garam Di Kawasan Timur Indonesia. *Jurnal Triton*, 7(2): 61-70.
- 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>.
- Wijaya, Y. J., Munandar, B., Wisna, U. J., Hidayat, E. F., Rejeki, H. A., & Ismunarti, D. H. 2023. The Temporal Trends in Chlorophyll-A Concentration along the Southern Coast of Papua over a 25-Year Period, from 1998 to 2022. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(6): 82-93. <https://doi.org/10.12912/27197050/166582>.
- Wirasatriya, A., Setiawan, R. Y., & Subardjo, P. 2017. The Effect of ENSO on the Variability of Chlorophyll-a and Sea Surface Temperature in the Maluku Sea. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(12): 5513 - 5518. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2745207>.