

## Pengaruh ENSO dan IOD Terhadap Curah Hujan di Indonesia

Husnul Fadila<sup>1</sup>, Nofi Yendri Sudiar<sup>2</sup>, Pakhrur Razi<sup>3</sup>, Zulhendra<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Program Studi Fisika, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [husnulfadila84@gmail.com](mailto:husnulfadila84@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji pengaruh fenomena ENSO (El Niño Southern Oscillation) dan IOD (Indian Ocean Dipole) terhadap pola curah hujan di Indonesia. Fenomena ENSO dan IOD dipengaruhi oleh perubahan suhu permukaan laut, dengan IOD terjadi di wilayah tropis Samudra Hindia dan El Niño-La Niña di Samudra Pasifik. Data yang digunakan dalam studi ini mencakup Indeks Niño 3.4, Indeks Dipole Mode, serta data curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di stasiun dengan tipe curah hujan monsun, seperti Bali dan Jawa Timur, terdapat korelasi signifikan dengan kategori rendah dan sangat rendah. Di stasiun dengan tipe curah hujan ekuatorial, seperti Sumatra Barat dan Kalimantan Barat, korelasi yang ditemukan ada yang signifikan dan ada yang tidak, dengan kategori rendah dan sangat rendah. Hal serupa juga ditemukan pada stasiun dengan tipe curah hujan lokal, seperti Maluku dan Papua.

**Kata kunci:** *ENSO, IOD, Curah Hujan*

### Abstract

This study aims to examine the influence of the ENSO (El Niño Southern Oscillation) and IOD (Indian Ocean Dipole) phenomena on rainfall patterns in Indonesia. ENSO and IOD phenomena are influenced by changes in sea surface temperature, with IOD occurring in the tropical Indian Ocean and El Niño-La Niña in the Pacific Ocean. The data used in this study includes the Niño 3.4 Index, Index Dipole Mode, and rainfall. The results show that in stations with monsoon rainfall types, such as Bali and East Java, there is a significant correlation with low and very low categories. In stations with equatorial rainfall types, such as West Sumatra and West Kalimantan, the correlations found are significant and some are not, with low and very low categories. Similar correlations were also found in stations with local rainfall types, such as Maluku and Papua.

**Keywords :** *ENSO, IOD, Rainfall*

### PENDAHULUAN

Indonesia diapit oleh benua Asia dan Australia yang menyebabkan cuaca di Indonesia dipengaruhi oleh monsun Asia dan Australia. Sedangkan di bagian barat dan

timur, Indonesia berbatasan langsung dengan Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Fenomena seperti Indian Ocean Dipole dan El Niño-Southern Oscillation turut mempengaruhi pola cuaca dan iklim di Indonesia (M. Ariska et al., 2023). Meskipun sistem monsun berlangsung secara teratur, variasi iklim yang terjadi akibat fenomena ENSO dan IOD. Kondisi ini menyebabkan ketidakkonsistenan curah hujan yang terjadi setiap musim dan tahun (Narulita, 2017).

Fenomena IOD mempengaruhi distribusi curah hujan di Indonesia, terutama di wilayah barat dan tengah (Bramawanto & Abida, 2017). Selain itu, fenomena El Niño menyebabkan pergeseran musim, yang berdampak pada perubahan pola iklim setiap tahun, seperti penundaan musim hujan atau musim kemarau. Kombinasi fenomena ini dapat menyebabkan kekeringan dan banjir, yang dapat meningkatkan frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem. Akibatnya, dampak dari kombinasi kedua fenomena ini dapat menjadi lebih buruk karena perubahan iklim (Millenia et al., 2023).

Indonesia memiliki tiga jenis curah hujan utama: lokal, ekuatorial, dan monsun (Aldrian, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa monsun tidak hanya sebagai penyebab curah hujan di Indonesia; ada juga curah hujan ekuatorial dan lokal. Pada curah hujan ekuatorial terdapat dua puncak curah hujan tahunan yang terjadi di wilayah Sumatra dan Kalimantan; pola curah hujan jenis monsun yang dipengaruhi oleh angin laut mencapai satu puncak curah hujan tahunan di Bali, Jawa, dan Nusa Tenggara; dan tipe curah hujan jenis lokal mencapai satu puncak curah hujan tahunan di wilayah Papua, Maluku, dan Sulawesi (Tukidi, 2010). Berdasarkan tipe curah hujan yang ada dipilih wilayah penelitian yang dapat mewakili untuk masing-masing pulau di Indonesia, yaitu curah hujan tipe monsun dari Bali dan Jawa Timur, tipe ekuatorial dari Sumatera Barat dan Kalimantan Barat, dan tipe lokal dari Maluku dan Papua Barat.

Dampak dari perubahan curah hujan dalam beberapa tahun terakhir telah dirasakan secara signifikan oleh masyarakat (Sudarma & As-syakur, 2018). Fenomena La Nina yang terjadi pada tahun 2016 di Provinsi Jawa Barat berdampak di beberapa wilayah. Dampak ini memperpanjang musim kemarau serta mempengaruhi pola musim hujan (Nabilah et al., 2017). Di wilayah Maluku sebagian besar yang bertanggung jawab atas curah hujan di Maluku selain sistem angin monsun (Elake et al., 2018). Sementara itu, fenomena ENSO dan IOD juga dapat berdampak pada bidang pertanian, seperti di wilayah Sumatera Barat dan Jawa Barat. Pola hujan musonal, sebagian besar wilayah Utara Jawa Barat dipengaruhi oleh ENSO, sementara IOD lebih dominan di wilayah Selatan Jawa Barat. Di wilayah dengan ekuatorial, sebagian wilayah Barat dan Selatan Sumatera Barat dipengaruhi ENSO maupun IOD (Apriyana, 2015).

Meskipun aktivitas dan sistem fenomena ENSO dan IOD berlangsung sepanjang tahun, pengaruhnya bervariasi di setiap wilayah dan tidak konsisten dari tahun ke tahun. Sehingga penting untuk melakukan kajian lebih lanjut mengenai dampaknya terhadap variasi curah hujan di Indonesia dari wilayah-wilayah yang tipe curah hujan monsun (Bali dan Jawa Timur), tipe ekuatorial (Sumatera Barat dan Kalimantan Barat), dan tipe lokal (Maluku dan Papua Barat).

## METODE

Metode penelitian ini adalah penelitian pendekatan kuantitatif yaitu analisis statistik menggunakan korelasi berganda untuk mempelajari hubungan antara ENSO, IOD, dan curah hujan secara bersama-sama (simultan). Menggunakan data anomali SST (Sea Surface Temperature) Indeks Niño 3.4 periode 1991-2020 dari NOAA, Dipole Mode Index (DMI) periode 1991-2020 dari NOAA dan data curah hujan periode 1991-2020 dari data online BMKG). Wilayah penelitian diantara yaitu Stasiun Meteorologi I Gusti Ngurah Rai (Bali), Stasiun Klimatologi Jawa Timur (Jawa Timur), Stasiun Meteorologi Minangkabau(Sumatra Barat), Stasiun Meteorologi Supadio (Kalimantan Barat), Stasiun Meteorologi Amahai (Maluku) dan Stasiun Meteorologi Domine Eduard Osok Maluku (Papua Barat)

Setelah data yang diperlukan diunduh, intensitas curah hujan rata-rata per bulan selama 30 tahun (1991–2020) kemudian diplot. Variabel independen dalam penelitian ini adalah ENSO dan IOD, sementara variabel dependen adalah curah hujan. Untuk mengetahui pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan di Indonesia, dilakukan uji statistik menggunakan analisis korelasi berganda, yaitu metode untuk mengidentifikasi sejauh mana hubungan antara variabel menggunakan bantuan software SPSS. Rumus yang dipergunakan untuk menghitung Koefisien Korelasi berganda adalah sebagai berikut:

$$R_{y.x_1.x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} r_{yx_2} r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}} \quad (1)$$

Dimana:

- r = koefisien korelasi
- X<sub>1</sub> = variabel bebas (ENSO)
- X<sub>2</sub> = variabel bebas (IOD)
- Y = variabel terikat (curah hujan)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

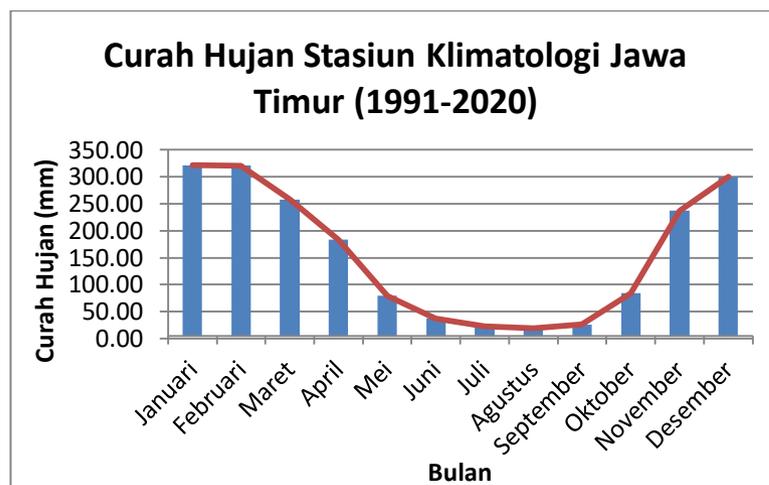
### 1. Curah Hujan

#### a. Tipe Monsun

Tipe monsun biasanya Berbentuk U, pada penelitian ini yaitu wilayah Bali dan Jawa Timur. Tipe ini dipengaruhi oleh monsun Asia dan Australia, yang menyebabkan perbedaan jelas untuk musim hujan dan musim kemarau sepanjang tahun. Musim hujan biasanya terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari (DJF), sementara musim kemarau berlangsung pada bulan Juni, Juli, dan Agustus (JJA) (Hermawan, 2015).



**Gambar 1. Curah Hujan Rata-Rata tahunan Stasiun Meteorologi I Gusti Ngurah Rai (1991-2020)**

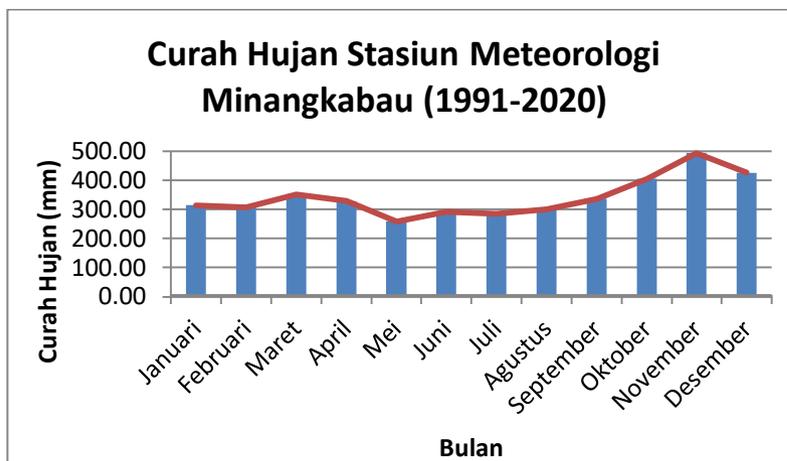


**Gambar 2. Curah Hujan Rata-Rata tahunan Stasiun Klimatologi Jawa Timur (1991-2020)**

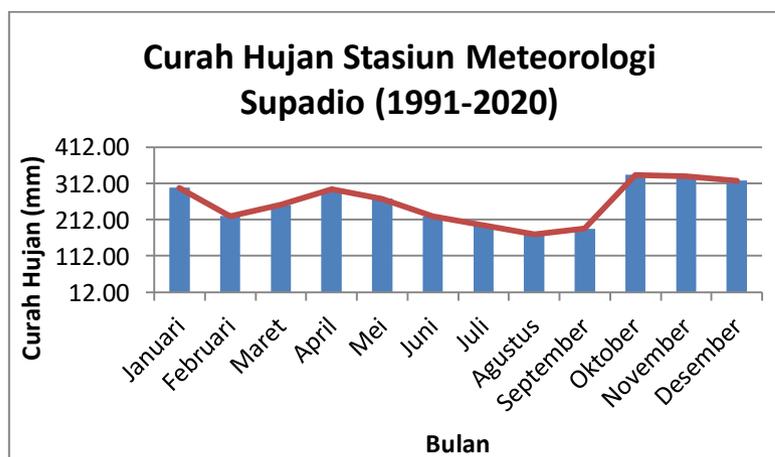
Pada Stasiun Meteorologi I Gusti Ngurah Rai periode bulan DJF, intensitas curah hujan rata-rata tahunan sekitar 305 mm - 396 mm, dengan puncak maksimum hujan terjadi pada bulan Januari, yaitu 396,22 mm. Sementara itu, pada bulan JJA, intensitas curah hujan berada 17 mm - 48 mm, dengan curah hujan minimum yaitu pada bulan Agustus, yaitu 17,31 mm. Di Stasiun Klimatologi Jawa Timur, pada periode bulan DJF, intensitas curah hujan rata-rata tahunan 299 mm - 321 mm, dengan puncak curah hujan maksimum tercatat pada bulan Januari, yaitu 321,13 mm. Pada bulan JJA, intensitas curah hujan berkisar antara 18 mm - 37 mm, dengan curah hujan minimum juga terjadi pada bulan Agustus, yaitu 18,70 mm.

b. Tipe Ekuatorial

Tipe Ekuatorial umumnya memiliki pola seperti huruf M, yang ditandai dengan curah hujan bimodal, yaitu dua periode dengan jumlah curah hujan bulanan tertinggi dalam setahun. Puncak curah hujan bulanan umumnya pada bulan Maret dan Oktober atau pada saat ekinoks (Tukidi, 2010).



Gambar 3. Curah Hujan Rata-Rata tahunan Stasiun Meteorologi Minangkabau (1991-2020)

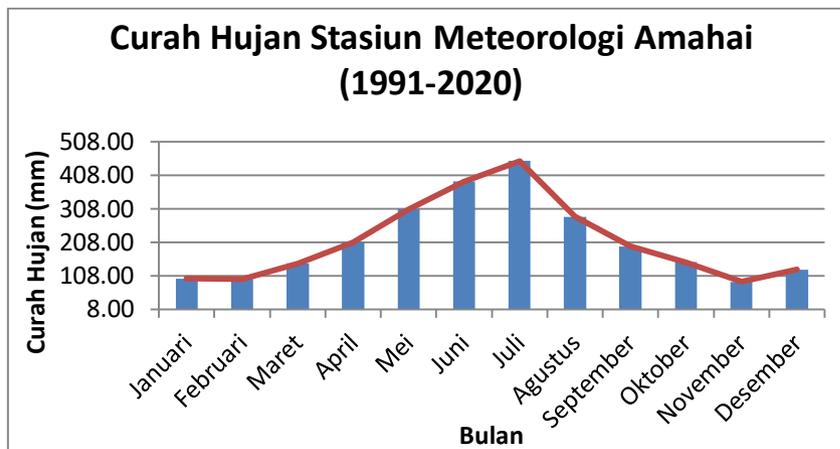


Gambar 4. Curah Hujan Rata-Rata Tahunan Stasiun Meteorologi Supadio (1994-2020)

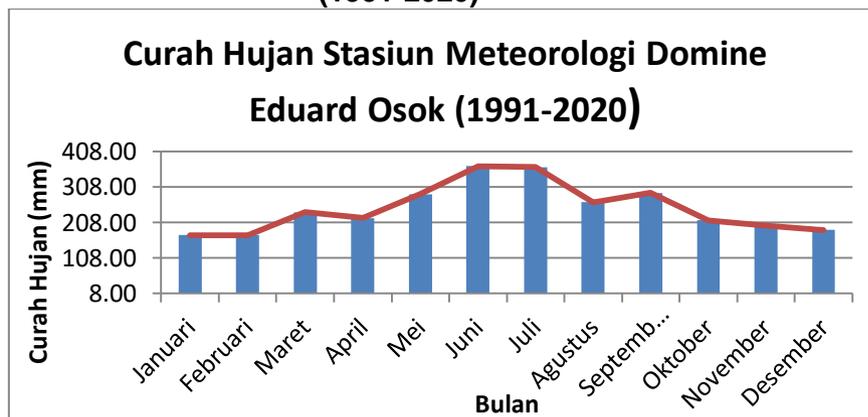
Berdasarkan hasil yang didapatkan, Stasiun Meteorologi Minangkabau Intensitas curah hujan rata-rata tahunan dengan puncak hujan pada bulan Maret yaitu 351.69 mm dan bulan November yaitu 494.42 mm. Stasiun Meteorologi Supadio, Intensitas curah hujan rata-rata tahunan dengan puncak maksimum hujan pada bulan April yaitu 295.30 mm dan bulan Oktober 335.01 mm.

c. Tipe Lokal

Tipe Lokal biasanya berbentuk huruf U terbalik yang berkebalikan dengan tipe monsun. Tipe ini dipengaruhi oleh kondisi geografis setempat seperti pegunungan, laut, serta pemanasan lokal intensif. Wilayah sebaran untuk tipe curah hujan lokal tersebar di Maluku, Papua, dan sebagian Sulawesi (Tukidi, 2010). Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tipe curah hujan lokal yaitu wilayah Maluku dan Papua Barat dengan Stasiun Meteorologi Amahai dan Stasiun Meteorologi Domine Eduard Osok.



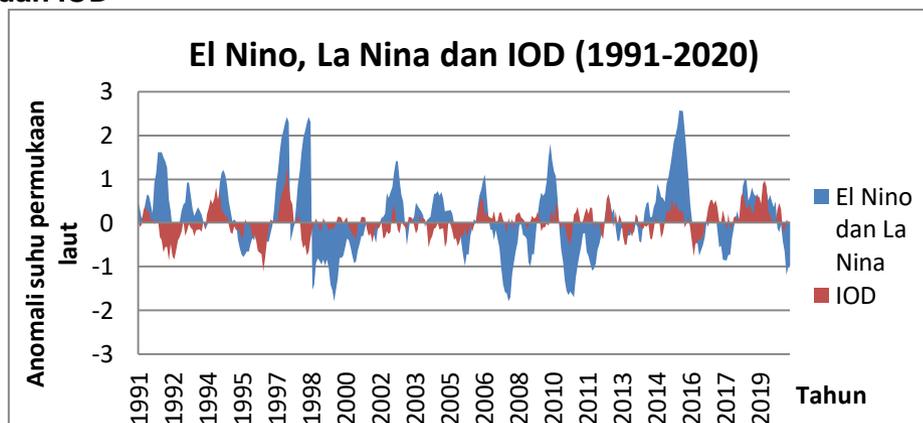
Gambar 5. Curah Hujan Rata-Rata Tahunan Stasiun Meteorologi Amahai (1991-2020)



Gambar 6. Curah Hujan Rata-Rata Tahunan Stasiun Domine Eduard Osok (1997-2020)

Stasiun Meteorologi Amahai Puncak hujan maksimum pada bulan Juli yaitu 451.07 mm dan puncak hujan minimum pada bulan November 90.13 mm. Stasiun Domine Eduard Osok Intensitas curah hujan rata-rata tahunan terjadi puncak maksimum hujan pada bulan Juni yaitu 366.14 mm dan puncak hujan minimum pada bulan Januari yaitu 171.76 mm.

## 2. ENSO dan IOD



**Gambar 7. Anomali SST Nino 3.4 dan DMI (1991-2020)**

**Tabel 2. Kombinasi El Nino, La nina, dan IOD (1991-2020)**

	IOD Negatif	Normal	IOD Positif
El Nino Sangat Kuat			1997, 2015
El Nino Kuat			
El Nino Sedang		2002, 2009	1991
El Nino Lemah		2004	1994, 2006, 2018, 2019
Normal	1992, 1996, 2013, 2014	1993, 2001, 2003, 2005, 2008	2012
La Nina Lemah	2016	1995, 2000, 2011, 2017	
La Nina Sedang	2010, 2020	1999, 2007	
La Nina Kuat	1998		

Kejadian El Niño dan IOD fase positif secara simultan, pada tahun 1991, 1994, 1997, 2006, 2012, 2015, 2018, dan 2019. Kemudian fenomena La Niña dan IOD fase negatif, pada tahun 1992, 1996, 1998, 2014, 2016, 2020 selama periode 30 tahun dari 1991 sampai 2020. Analisis data bulanan dapat memberikan gambaran mengenai intensitas curah hujan di masing-masing daerah saat terjadi fase El Niño dan IOD fase positif bersamaan dengan La Niña dan IOD fase negatif.

### 3. Korelasi antara ENSO dan IOD dengan Curah Hujan di Indonesia

Normalnya, selama fase El Niño Indonesia cenderung mengalami kondisi kekeringan, terutama selama musim kemarau, yaitu pada periode JJA dan SON. Sebaliknya, fase La Niña cenderung membawa kondisi hujan, khususnya di bagian barat dan utara Indonesia (Kurniadi et al., 2021). Sedangkan untuk IOD juga terdiri dari

dua fase utama, dimana fase positif yang cenderung mengurangi curah hujan bagian barat di Indonesia, dan fase negatif, yang meningkatkan curah hujan (Rahayu et al., 2018).

**Tabel 4. Hasil Korelasi ENSO dan IOD dengan Curah Hujan di Indonesia**

No.	Sig. F. Change	R	Kategori
1	0,000	0,294	Rendah
2	0,030	0,139	Sangat rendah
3	0,000	0,248	Rendah
4	0,635	0,050	Sangat rendah
5	0,062	0,125	Sangat rendah
6	0,000	0,255	Rendah

Berdasarkan hasil dari korelasi menunjukkan bahwa pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan di Indonesia dari wilayah-wilayah yang memiliki tipe curah hujan, yaitu tipe monsun (Bali dan Jawa Timur), tipe ekuatorial (Sumatera Barat dan Kalimantan Barat), dan tipe lokal (Maluku dan Papua Barat) dimana berkorelasi signifikan namun dengan tingkat korelasinya termasuk kategori rendah dan sangat rendah bahkan terdapat wilayah yang tidak berkorelasi secara signifikan.

Jika El Niño yang sangat kuat terjadi saat IOD positif, ada kemungkinan besar bahwa La Niña akan mengalami perubahan besar, terutama jika itu terjadi bersamaan dengan fase IOD negatif pada tahun berikutnya. Proses El Niño dapat menyebabkan La Niña, dan fenomena ENSO muncul setiap 2 hingga 7 tahun sekali. Tanpa periode yang tetap, ENSO rata-rata berlangsung 12–18 bulan. Oleh karena itu, sulit untuk memprediksi fenomena dalam waktu 6–9 bulan sebelumnya (Apriyana, 2015).

Faktor yang paling mempengaruhi curah hujan di daerah monsun adalah perbedaan tekanan atmosfer antara benua Asia dan Australia. Sementara itu, pengaruh dinamika Samudra Pasifik terhadap fenomena ENSO relatif kecil terhadap perubahan musim di wilayah monsun. Dalam kondisi normal, wilayah dengan iklim monsun mengalami curah hujan yang lebih tinggi selama musim monsun barat (Desember-Januari-Februari) dibandingkan dengan wilayah dengan monsun timur (Juni-Juli-Agustus). Perbedaan tekanan atmosfer antara Asia dan Australia adalah faktor yang paling mempengaruhi perubahan iklim di wilayah monsun. Di daerah dengan pola curah hujan ekuatorial, pengaruh monsun tidak terlalu signifikan karena adanya pengaruh langsung dari sinar matahari pada saat ekuinoks. Begitu pula di daerah dengan pola hujan lokal, curah hujan lebih dipengaruhi oleh efek orografis yang terkait dengan kondisi topografi setempat (Hermawan, 2015).

Pengaruh IOD dapat dikaitkan dengan meningkatnya curah hujan yang bisa terjadi secara simultan dengan El Niño yang kuat dan IOD fase positif. Secara umum, wilayah yang terdampak El Niño biasanya mengalami musim kemarau. Perubahan curah hujan bulanan, musiman, dan tahunan akibat terjadinya penyimpangan suhu

permukaan laut di Samudra Pasifik (ENSO). Berdasarkan hasil, bahwa korelasi yang didapatkan antara keduanya cenderung rendah atau sangat rendah. Fenomena La Niña dan IOD fase negatif tampaknya hanya sedikit mempengaruhi peningkatan curah hujan, meskipun tetap berada di atas nilai normal.

## SIMPULAN

Hasil penelitian bahwa pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan di Indonesia untuk masing-masing stasiun dengan tipe curah hujan, dimana untuk tipe monsun yaitu Bali dan Jawa Timur menunjukkan korelasi yang signifikan, namun kategori rendah dan sangat rendah sedangkan untuk tipe ekuatorial wilayah Sumatera Barat dan Kalimantan Barat korelasi ada yang signifikan dan tidak dengan kategori rendah dan sangat rendah dan begitupun juga tipe curah hujan lokal dengan wilayah Maluku dan Papua Barat. Oleh karena itu disarankan untuk penelitian selanjutnya dengan analisis terpisah masing-masing variabel yaitu antara ENSO, IOD dengan curah hujan, kemudian menambah lokasi penelitian untuk masing-masing tipe curah hujan sehingga nanti bisa dilihat dianalisis lebih mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. (2014). *Pemahaman Dinamika Iklim di Negara Kepulauan Indonesia Sebagai Modalitas Ketahanan Bangsa*; Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Meteorologi Dan Klimatologi, November, 1–73.
- Apriyana, Y. (2015). *Strategi adaptasi kalender tanam terhadap variabilitas iklim pada sentra produksi padi di wilayah monsun dan equatorial*. 1, 1725–1734. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010736>
- Ariska, A., Baeda, A. Y., & Umar, H. (2022). Telaah Hubungan El Nino-Southern Oscillation (Enso) Dengan Madden-Julian Oscillation (MJO) Di Provinsi Aceh. *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 1–6.
- Ariska, M., Nuzula, K., Sari, Y. M., Ritonga, A. F., Suhanda, A., Darmawan, A., Marlina, V., Supari, S., Irfan, M., & Iskandar, I. (2023). Pemodelan Trend Pola Curah Hujan Wilayah Monsun Dan Wilayah Equatorial Berbasis Expert Team On Climate Change Detection And Indices (ETCCDI) Menggunakan Teknologi Komputasi. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 10(2), 170–178.
- Bramawanto, R., & Abida, R. F. (2017). Tinjauan Aspek Klimatologi (Enso Dan Iod) Terhadap Produksi Garam Indonesia. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(2), 91–99.
- Elake, A. Y., Talahatu, M., & Nanlohy, P. (2018). *Korelasi Multivariabel Enso , Monsun Dan Dipole Mode Terhadap Variabilitas Curah Hujan Di Maluku Multivariabel Corelation Enso, Monsun And Dipole Mode Of Rainfall Variability In Mollucas*. 12, 7–16. <https://doi.org/10.30598/vol12iss1pp7-16ar359>
- Hermawan, E. (2015). *Indeks Monsun Asia-Australia dan Aplikasinya*. Jakarta: LIPI Press.
- Kurniadi, A., Weller, E., Min, S.-K., & Seong, M.-G. (2021). Independent ENSO and IOD impacts on rainfall extremes over Indonesia. *International Journal of Climatology*, 41(6), 3640–3656.

- Millenia, Y. W., Helmi, M., & Maslukah, L. (2023). Analisis Mekanisme Pengaruh IOD, ENSO dan Monsun terhadap Suhu Permukaan Laut dan Curah Hujan di Perairan Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(4), 87–98. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i4.14414>
- Muhammad, A., Asyam, D., Rochaddi, B., & Widiaratih, R. (2024). Hubungan ENSO dan IOD terhadap Suhu Permukaan laut dan Curah Hujan Di Selatan Jawa Tengah. *06(02)*, 165–172. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i2.17274>
- 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.
- Narulita, I. (2017). Pengaruh ENSO dan IOD pada Variabilitas Curah Hujan di DAS Cerucuk , Pulau Belitung ENSO and IOD Impact to Rainfall Variability on Cerucuk Watershed , Belitung Island. *41(1)*, 45–60.
- 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.
- Sudarma, I. M., & As-syakur, A. R. (2018). Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian di Provinsi Bali. *SOCA J. Sos. Ekon. Pertan*, 12(1), 87.
- Tukidi. (2010). Karakter Curah Hujan Di Indonesia. *7(2)*, 136–145.