

## **ANALISIS PENGARUH KEJADIAN *EL NINO SOUTHREN OSCILLATION* (ENSO) DI WILAYAH MANOKWARI SELATAN PERIODE TAHUN 2015 - 2021**

### ***THE INFLUENCE OF EL NINO SOUTHREN OSCILLATION (ENSO) IN MANOKWARI SELATAN***

**Ghazian Hirzi Hanafi<sup>\*</sup>, Adriansyah<sup>2</sup>, Kharir Frestia Deastari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Stasiun Klimatologi Merauke, Jl. Poros SP2, Yasa Mulya, Tanah Miring, Kab. Merauke

<sup>2</sup>Stasiun Klimatologi Manokwari Selatan, Jl. Manokwari - Bintuni, Ransiki Kota, Ransiki, Kab. Manokwari Selatan, Papua Barat

<sup>3</sup>Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang,

*\*E-mail: ghazian.hanafi@bmet.go.id*

Naskah masuk: 21 Nopember 2022 Naskah diperbaiki:13 Januari 2023Naskah diterima:10 Maret 2023

#### **ABSTRAK**

Fenomena yang mempengaruhi curah hujan salah satunya adalah ENSO. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ENSO terhadap curah hujan di Manokwari Selatan. Analisis *boxplot* dan total curah hujan digunakan untuk mengetahui dampak dari ENSO. Secara umum, pengaruh ENSO pada periode musiman di Manokwari Selatan terjadi pada periode tertentu. Seperti pengaruh La Nina yang memiliki dampak signifikan pada periode JJA dan SON. Dampak yang terjadi yaitu adanya kenaikan intensitas curah hujan dari rata-ratanya pada kondisi Normal. Kenaikan terjadi pada pos curah hujan Warsui, Oransbari, Gayabaru, dan Ransiki. Sementara itu, pengaruh El Nino juga terjadi namun hanya pada periode JJA. Pada periode tersebut total curah hujan mengalami penurunan sebesar 75% (Warsui), 54% (Oransbari), dan 64% (Ransiki). Terdapat juga pengaruh ENSO yang ditinjau dari jangka waktu tahunan. Pengaruh ENSO dalam jangka waktu tahunan hanya terlihat berdampak pada wilayah yang memiliki tipe pola hujan ekuatorial yaitu pos curah hujan Warsui dan Ransiki. Kedua pos curah hujan tersebut dapat mengalami kenaikan rata-rata dan total curah hujan tahunannya berkisar antara 2% hingga 237% pada kondisi La Nina. Sebaliknya pada kondisi El Nino, terjadi penurunan rata-rata dan total curah hujan hingga mencapai 37%.

**Kata kunci:** ENSO, Curah Hujan, Musiman, Tahunan

#### **ABSTRACT**

*El Niño–Southern Oscillation (ENSO) is one of the phenomena that affect rainfall. This study aims to determine the effect of ENSO on rainfall in Manokwari Selatan. Boxplot analysis and total rainfall were used to determine the impact of ENSO. In general, the effect of ENSO on the seasonal period in South Manokwari occurs over a certain period. Like the La Nina influence which has a significant impact on the JJA and SON periods. The impact that occurs is an increase in the intensity of rainfall from the average in normal conditions. The increase occurred at Warsui, Oransbari, Gayabaru, and Ransiki rainfall posts. Meanwhile, the effect of El Nino also occurred but only during the JJA period. During this period, total rainfall decreased by 75% (Warsui), 54% (Oransbari), and 64% (Ransiki). There is also the effect of ENSO in terms of an annual period. The effect of ENSO in the annual period is only seen to have an impact on areas that have an equatorial type of rainfall pattern, namely the Warsui and Ransiki rainfall posts. Both rainfall posts can experience an average increase and the total annual rainfall ranges from 2% to 237% in La Nina conditions. On the other hand, in El Nino conditions, there is a decrease in the average and total rainfall of up to 37%.*

**Keywords:** ENSO, Precipitation, Seasonal, Annual

## 1. Pendahuluan

Fenomena El Nino Southern Oscillation (ENSO) memberikan pengaruh terhadap penyimpangan kondisi atmosfer secara global yang terjadi secara non periodik [1]. Penyimpangan kondisi atmosfer salah satunya diakibatkan karena adanya perbedaan tekanan [2] yang terjadi pada permukaan laut di Tahiti dan Darwin [3]. Perbedaan tekanan pada kedua wilayah tersebut dijadikan dasar pembuatan indeks *Southern Oscillation Index* (SOI) [3, 4]. Nilai SOI di bawah -7 mengindikasikan terjadinya El Nino yang biasanya diikuti dengan kenaikan suhu di Pasifik bagian tengah dan timur. Sementara, nilai SOI di atas +7 mengindikasikan terjadinya La Nina yang biasanya juga diikuti dengan meningkatnya suhu di utara Australia dan Indonesia Bagian Timur [4, 5].

Kedua periode ENSO yaitu El Nino dan La Nina berdampak terhadap intensitas curah hujan di Indonesia [1, 2, 6] yang berkaitan dengan bencana hidrometeorologi [7, 8]. Bencana yang terjadi dapat berupa kejadian banjir dan kekeringan pada beberapa wilayah [1, 7, 8]. Seperti banjir bandang yang terjadi di Maluku Utara akibat adanya fenomena La Nina lemah [7]. Selain itu, fenomena El Nino juga mengakibatkan kekeringan di Sulawesi Selatan [8]. Kerugian yang disebabkan dari bencana hidrometeorologi dapat berupa hilangnya harta benda, rusaknya fasilitas umum [7], dan berkurangnya hasil panen bahkan hingga menyebabkan kelaparan [8].

Wilayah Manokwari Selatan yang berada di Provinsi Papua Barat termasuk dalam wilayah yang rawan bencana hidrometeorologi [9]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Papua Barat

[10], telah terjadi 7 kejadian banjir dari tahun 2015-2018. Daerah yang rawan banjir terdapat pada Kecamatan Oransbari dan Ransiki [9]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dianalisis pengaruh fenomena ENSO di wilayah Manokwari Selatan agar dapat membantu mengurangi permasalahan terkait bencana hidrometeorologi yang sering terjadi.

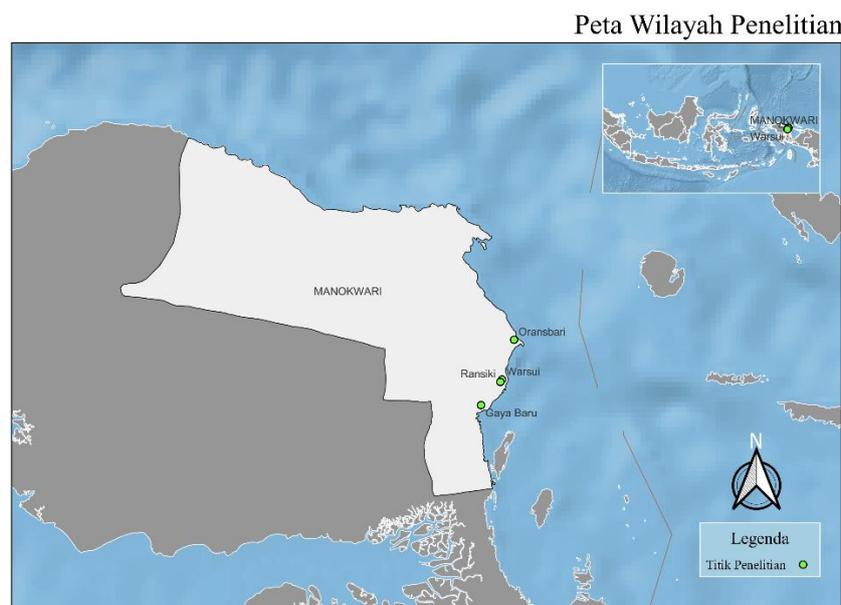
## 2. Metode Penelitian

### Lokasi dan Data Penelitian

Manokwari Selatan merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua Barat yang terletak pada 1°5' - 2°5' LS dan 133°45' - 134°25' BT [11]. Kabupaten Manokwari Selatan terbentuk dari hasil pemekaran Kabupaten Manokwari pada tanggal 17 November 2012 yang tercantum dalam UU No 23 Tahun 2012. Luas wilayah Kabupaten Manokwari Selatan mencapai 2.812,44 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 6 distrik yaitu Tahota, Dataran Isim, Nenei, Morni Waren, Ransiki, dan Oransbari [12].

Data penelitian menggunakan data curah hujan, anomali suhu permukaan laut Nino 3.4, serta data Indeks Osilasi Selatan (SOI) dalam skala bulanan pada periode 2015-2020. Data curah hujan observasi diambil dari 4 titik pos pengamatan yang terdapat pada wilayah Manokwari Selatan (**Gambar 1.**) sedangkan data Indeks Nino 3.4 diambil dari situs NOAA

(<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/ersst5.nino.mth.91-20.ascii>) dan data SOI diambil dari situs BOM (<http://www.bom.gov.au/climate/enso/soi/>).



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian dan Letak Pos Curah Hujan (sumber: data diolah)

### Klasifikasi dan Identifikasi El Nino Southern Oscillation (ENSO)

Proses pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kejadian El Nino, La Nina, dan Normal dalam skala 3 bulanan maupun tahunan. Klasifikasi secara 3 bulanan didasarkan pada sesi monsun yaitu Desember-Januari-Februari (DJF), Maret-April-Mei (MAM), Juni-Juli-Agustus (JJA), September-Oktober-November (SON) yang kemudian dicari nilai rata-rata Indeks Nino3.4. Indikasi fenomena El Nino ditunjukkan dengan nilai indeks bernilai lebih dari atau sama dengan +0,5 sedangkan La Nina ditunjukkan dengan nilai indeks bernilai kurang dari atau sama dengan -0,5. Kemudian dalam skala tahunan dapat dilakukan dengan melihat fenomena yang secara kontinu terjadi dalam setahun [1]. Klasifikasi ENSO dalam periode tahunan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Klasifikasi Fenomena ENSO Periode Tahunan

Tahun	Fenomena	Frekuensi Anomali Indeks Nino 3.4	Bulan Terjadinya ENSO
2015	El Nino	12	Jan-Des
2016	La Nina	5	Agus-Des
2017	Normal	-	-
2018	La Nina	4	Jan-April
2019	El Nino	6	Jan-Juni
2020	La Nina	5	Agus-Des
2021	La Nina	10	Jan-Mei dan Agus-Des

Sumber: data diolah

### Total Curah Hujan

Data curah hujan bulanan diolah dalam bentuk total curah hujan tiap 3 bulanan. Total curah hujan dihitung dengan cara menjumlahkan nilai curah hujan bulanan pada setiap sesi monsun DJF, MAM, JJA, dan SON. Selain itu, juga diolah ke dalam bentuk tahunan dengan menjumlah total curah hujan selama 1 tahun.

### Analisis Hubungan

Analisis korelasi dilihat dalam skala 3 bulanan dan tahunan. Kedua skala waktu tersebut direpresentasikan dalam bentuk analisis *boxplot* dan grafik batang. Analisis *boxplot* dapat digunakan untuk meninjau variabilitas suatu data pada keadaan dan rentang tertentu [13] seperti saat terjadi ENSO. Analisis *boxplot* dapat dilakukan dengan melihat komponen *boxplot* diantaranya yaitu [13]:

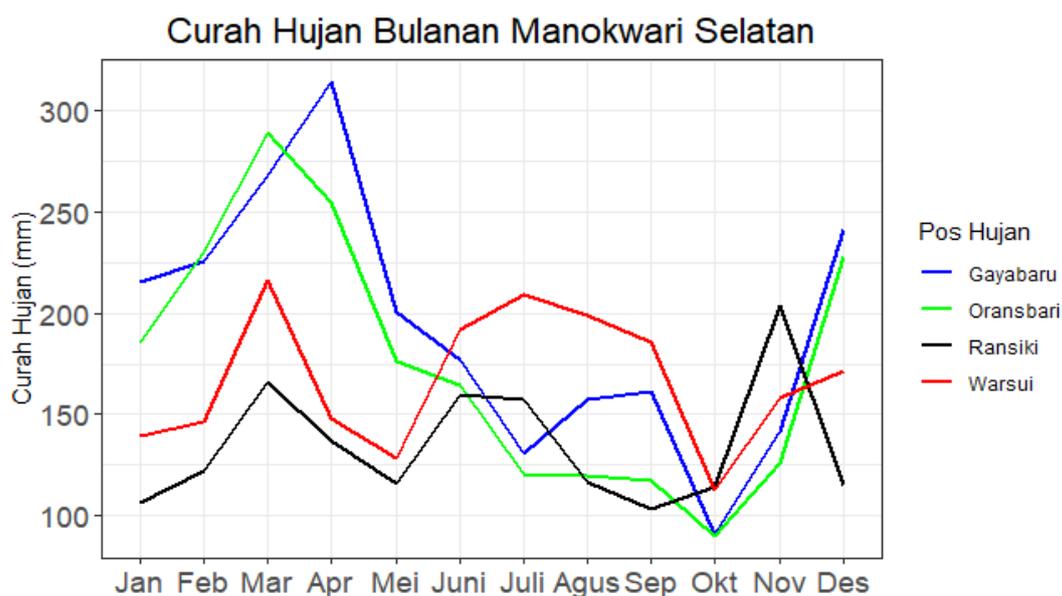
- Nilai observasi minimum
- Kuartil terendah atau Q1 yang memotong 25% dari data terendah
- Median atau Q2 yang disebut nilai tengah
- Kuartil tertinggi atau Q3 yang memotong 25% dari data tertinggi
- Nilai observasi maksimum

Terdapat juga grafik batang yang dapat menunjukkan pola naik turun dari total curah hujan pada periode tertentu.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Curah Hujan Manokwari Selatan

Curah hujan bulanan di Manokwari Selatan memiliki dua pola hujan seperti yang terlihat pada **Gambar 2**. Pola hujan pada stasiun Gayabaru dan Oransbari membentuk pola hujan monsun.



**Gambar 2.** Curah Hujan Bulanan Manokwari Selatan Periode Tahun 2015 - 2021. (sumber: data diolah)

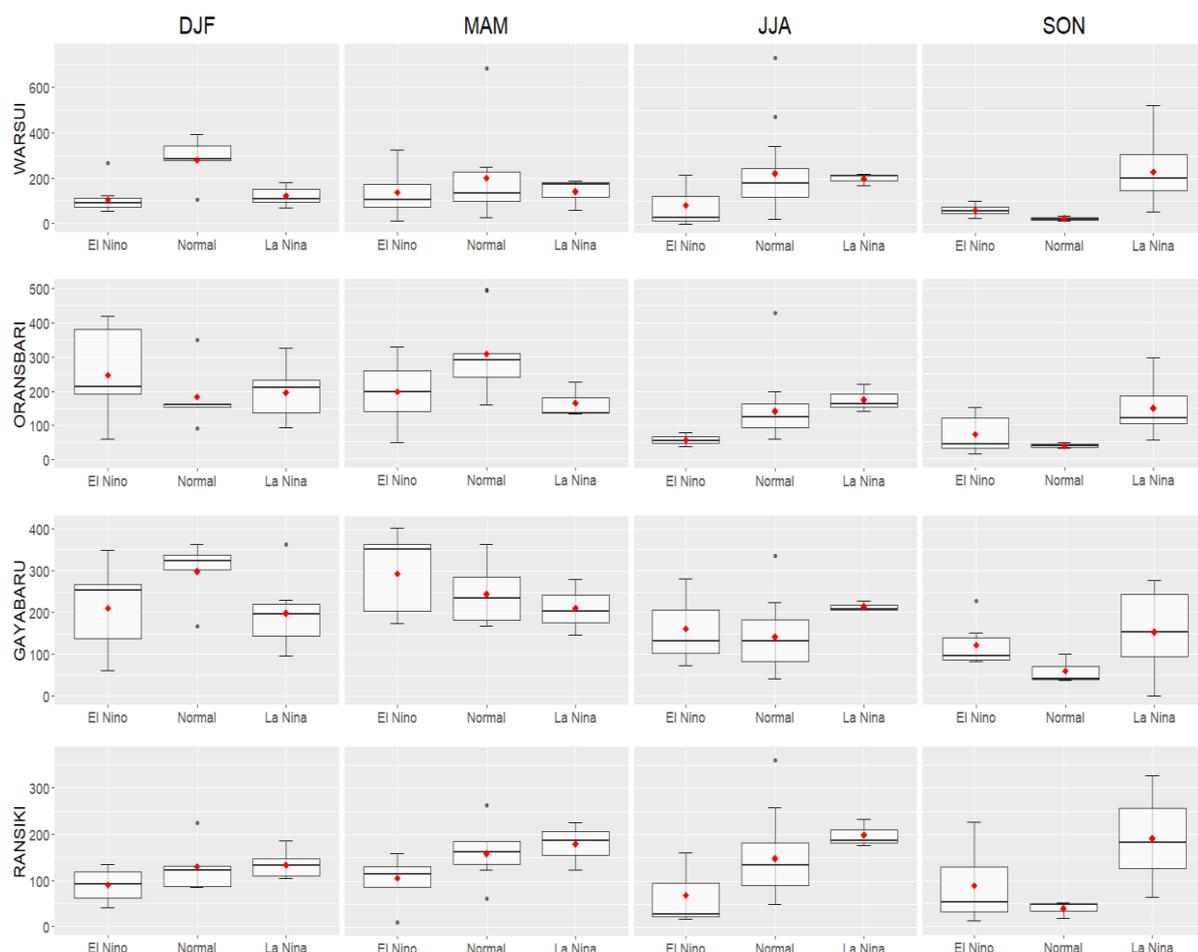
Terlihat distribusi curah hujan kuat ketika terjadi monsun baratan pada periode Desember-Januari-Februari (DJF) sedangkan curah hujan akan melemah ketika terjadi monsun timuran atau berbalik arah pada periode Juni-Juli-Agustus (JJA) [14, 15]. Pola hujan pada 2 stasiun lain yaitu Ransiki dan Warsui membentuk pola yang hampir mirip dengan pola hujan ekuatorial. Pola tersebut dapat terlihat pada distribusi curah hujan yang memiliki dua puncak nilai maksimum [14, 15]. Kedua pola hujan tersebut memiliki karakteristik dan distribusi curah hujan yang berbeda-beda.

### Pengaruh Kejadian ENSO terhadap Curah Hujan dalam Periode Musiman

Pengaruh ENSO terhadap curah hujan di Manokwari Selatan direpresentasikan dalam bentuk analisis *boxplot* (**Gambar 3.**) dan total curah hujan (**Gambar 4.**) dengan jangka waktu 3 bulanan. Berdasarkan teori dan beberapa penelitian sebelumnya [1, 2, 16] kondisi La Nina dan El Nino dapat berdampak terhadap variasi curah hujan pada beberapa daerah. Ketika terjadi kondisi La Nina,

curah hujan akan memiliki intensitas lebih tinggi dari kondisi Normal. Sebaliknya, ketika kondisi El Nino intensitas curah hujan akan lebih rendah dari kondisi Normal. Dampak yang sejalan juga terlihat di wilayah Manokwari Selatan pada periode musim tertentu.

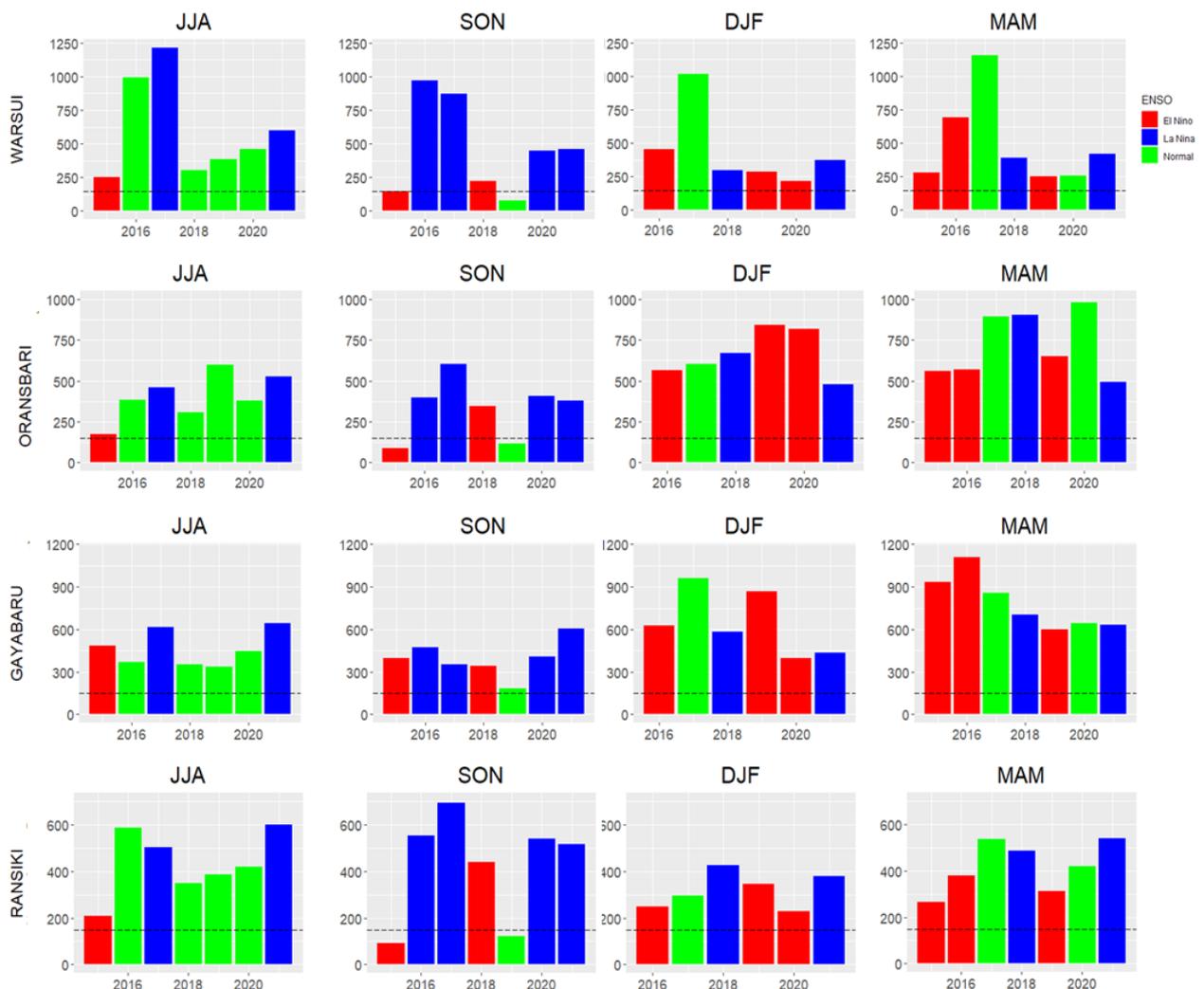
Pengaruh kondisi La Nina yang sejalan dengan teori sebelumnya [1, 2, 16] terlihat di seluruh pos curah hujan di Manokwari Selatan pada periode JJA. Pengaruh tersebut terlihat pada nilai Q1 saat kondisi La Nina di pos curah hujan Warsui, Oransbari, Gayabaru, dan Ransiki berturut-turut sebesar 191 mm; 152,5 mm; 207 mm; dan 182 mm lebih tinggi dibandingkan nilai Q2 pada kondisi Normal yaitu sebesar 182 mm; 124 mm; 132 mm; dan 135 mm (**Gambar 3.**). Total curah hujan pada periode JJA di tahun 2021 (La Nina) juga menunjukkan adanya kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya yaitu tahun normal lainnya, kecuali pada wilayah Warsui dan Ransiki tahun 2016 (Normal), serta Oransbari tahun 2019 (Normal). Kenaikan yang terjadi di tahun 2021 mencapai 31% hingga 44% dari total curah hujan periode JJA di tahun 2020. Hal tersebut dapat menunjukkan jika La Nina berpengaruh secara signifikan pada periode JJA (**Gambar 4.**).



**Gambar 3.** *Boxplot* Rentang Curah Hujan Periode Musiman pada Setiap Pos Curah Hujan dengan Garis Horizontal yang menunjukkan Median sedangkan Titik Merah menunjukkan Nilai Rata-ratanya. (sumber: data diolah)

Kejadian La Nina selama tahun 2015-2021 memiliki frekuensi kejadian lebih banyak pada periode SON jika dibandingkan dengan periode musim yang lain (**Gambar 4**). Oleh karena itu, pengaruh La Nina juga terlihat pada periode SON di seluruh pos curah hujan jika ditinjau dari nilai rata-rata serta kuartilnya. Walaupun pada pos curah hujan Gayabaru ketika kondisi La Nina memiliki nilai minimum di bawah kondisi Normal. Pada **Gambar 3**, terlihat nilai Q3 pada kondisi La Nina jauh berada di atas Q1 pada kondisi Normal. Hal yang sama juga ditunjukkan pada nilai rata-rata dengan perbandingan antara kondisi Normal dengan kondisi La Nina sebesar 1:9 (Warsui), 1:4 (Oransbari), 2:5 (Gayabaru), dan 1:5 (Ransiki). Selain itu, total curah hujan pada kondisi La Nina di seluruh pos curah hujan juga lebih tinggi intensitasnya dibandingkan ketika kondisi Normal (**Gambar 4**). Hal tersebut terlihat pada periode SON dengan kondisi La Nina di tahun 2016, 2020, dan 2021 memiliki intensitas curah hujan SON lebih tinggi dibandingkan kondisi Normal.

Pada periode JJA selain kondisi La Nina terlihat juga pengaruh dari kondisi El Nino terhadap intensitas curah hujan di Manokwari Selatan. Pengaruh kondisi El Nino terjadi pada seluruh pos curah hujan, kecuali Gayabaru. Pengaruhnya terlihat pada nilai minimum ketika kondisi El Nino di bawah kondisi Normal serta nilai Q3 kondisi El Nino juga di bawah nilai Q2 kondisi Normal (**Gambar 3**). Secara rinci nilai minimum ketika kondisi El Nino sebesar 0 mm untuk Warsui, 39 mm untuk Oransbari, dan 18 mm untuk Ransiki sedangkan ketika kondisi Normal berturut-turut sebesar 22 mm, 60 mm, dan 51 mm. Total curah hujan juga mengalami penurunan seperti yang terlihat pada tahun 2015 ketika El Nino dan tahun 2016 ketika Normal. Jika dibandingkan dengan kondisi Normal di tahun 2016, kejadian El Nino dapat menurunkan total curah hujan tahunan sebesar 75% (Warsui), 54% (Oransbari), dan 64% (Ransiki). Persentase penurunan yang dihasilkan cukup besar karena ketika periode JJA di tahun 2015 termasuk dalam El Nino dengan intensitas kuat [17-20].



**Gambar 4.** Diagram Batang Total Curah Hujan Periode Musiman pada Setiap Pos Curah Hujan. (sumber: data diolah)

Hasil yang ditunjukkan pada periode DJF dan MAM tidak terlihat adanya pengaruh ENSO pada pos curah hujan Warsui, Oransbari, dan Gayabaru yang sejalan dengan teori. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata curah hujan pada kondisi Normal yang memiliki nilai di atas kondisi La Nina. Seperti yang terjadi pada pos curah hujan Warsui dan Gayabaru di periode DJF serta pos curah hujan Warsui dan Oransbari di periode MAM. Selain itu, pada periode MAM terlihat jika rentang nilai curah hujan pada kondisi El Nino lebih tinggi dibandingkan ketika kondisi Normal maupun La Nina. Ketika kondisi El Nino curah hujan pada Warsui berkisar 14 mm - 324 mm, pada Oransbari berkisar 48 mm - 328 mm, dan pada Gayabaru berkisar 175 mm - 404 mm. Sedangkan ketika kondisi La Nina hanya berkisar 60 mm - 188 mm untuk Warsui, 133 mm - 225 mm untuk Oransbari, dan 148 mm - 208 mm untuk Gayabaru. Terlihat juga pada total curah hujan tahunan di periode DJF dan MAM yang tidak merepresentasikan pengaruh ENSO. Hal ini disebabkan karena ketika kondisi La Nina, umumnya tekanan di wilayah Amerika Selatan lebih tinggi dari benua maritim, sehingga mengakibatkan adanya gangguan monsun asia dan berdampak terhadap berkurangnya curah hujan pada periode DJF, sedangkan saat kondisi El Nino terjadi pelemahan sirkulasi walker sehingga memperkuat monsun asia dan berdampak terhadap tingginya curah hujan di periode DJF pada wilayah Manokwari selatan [16,22].

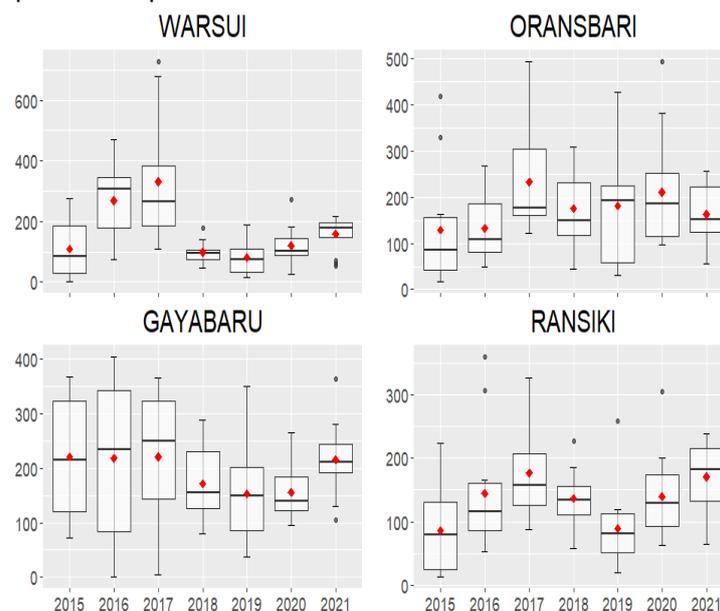
Pada seluruh periode musim terdapat pos curah hujan Ransiki yang terdampak oleh fenomena ENSO. Seperti yang terlihat pada setiap periode, pos curah hujan Ransiki selalu mengalami peningkatan intensitas curah hujan pada kondisi La Nina dan mengalami penurunan pada kondisi El

Nino (**Gambar 3**). Hal yang sama juga terlihat pada total curah hujan yang tinggi di kondisi La Nina dan rendah di kondisi El Nino (**Gambar 4**). Walaupun terdapat beberapa tahun pada periode DJF dan SON yang kondisi El Nino memiliki curah hujan lebih tinggi daripada kondisi Normal. Namun pengaruh ENSO sesuai teori lebih sering terjadi pada pos curah hujan Ransiki.

### Pengaruh Kejadian ENSO terhadap Curah Hujan dalam Periode Tahunan

Pengaruh ENSO terhadap variasi curah hujan juga ditinjau dalam jangka waktu tahunan. Hal ini dilakukan karena ENSO juga berpengaruh terhadap variasi hujan tahunan [21]. Pengaruh ENSO dalam variasi hujan tahunan direpresentasikan dalam **Gambar 5**. dan **Gambar 6**. Pada **Gambar 5**. menunjukkan rentang variasi hujan tahunan sedangkan **Gambar 6**. menunjukkan total curah hujan tahunan selama periode 2015-2021. Kejadian tahun-tahun ENSO pada rentang penelitian secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 1**.

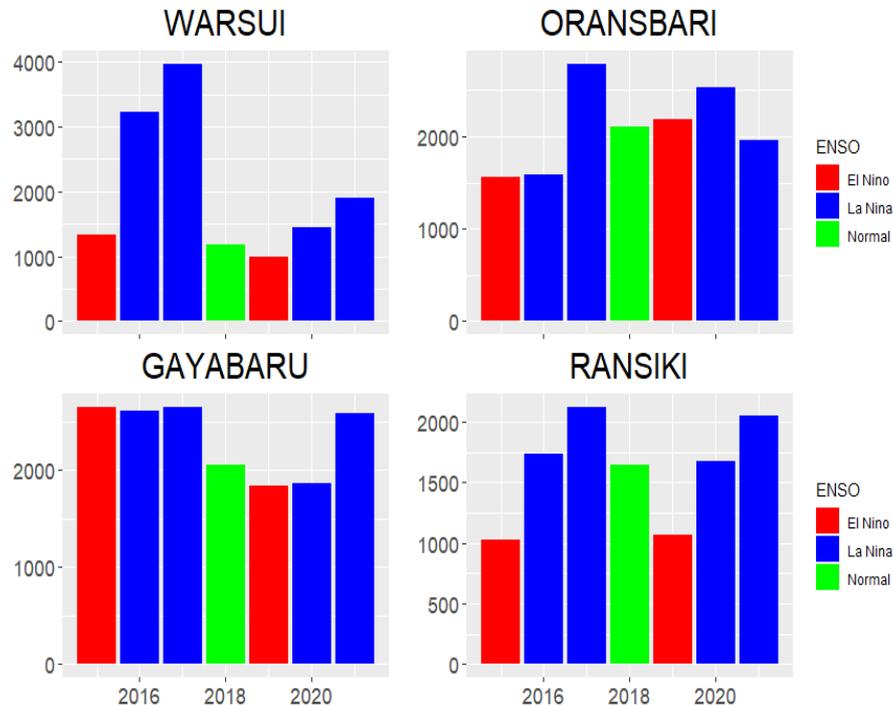
Variasi curah hujan tahunan pada pos curah hujan Warsui dan Ransiki terlihat dipengaruhi oleh adanya kondisi El Nino pada tahun 2015 dan 2019. Pada kedua tahun tersebut nilai curah hujan minimum berada di bawah kondisi Normal. Selain itu, pada pos curah hujan Ransiki rata-rata curah hujan tahunan dan total curah hujan tahunan mengalami penurunan pada tahun 2015 dan 2019. Rata-rata dan total curah hujan tahunan pada tahun 2015 mengalami penurunan sebesar 37% dan pada tahun 2019 sebesar 35%. Sementara, pada pos curah hujan Warsui penurunan rata-rata dan total curah hujan tahunan hanya terjadi di tahun 2019. Penurunan rata-rata dan total curah hujan tahunannya mencapai 16



**Gambar 5.** Boxplot Rentang Curah Hujan Periode Tahunan pada Setiap Pos Curah Hujan dengan Garis Horizontal yang menunjukkan Median sedangkan Titik Merah menunjukkan Nilai Rata-ratanya. (sumber: data diolah)

Pada pos curah hujan Warsui dan Ransiki, variasi curah hujan tahunan juga dipengaruhi oleh kondisi La Nina. Kondisi La Nina yang terjadi pada tahun 2016, 2017, 2020, dan 2021 terlihat memiliki rentang nilai curah hujan serta total curah hujan lebih tinggi jika dibandingkan dengan tahun 2018. Perbedaan rentang curah hujan ditunjukkan dengan nilai Q3 pada kondisi La Nina memiliki nilai lebih besar dengan nilai

Q3 pada kondisi Normal (**Gambar 5**). Pada pos curah hujan Warsui selisih nilai antara Q3 pada kondisi La Nina dan Normal berkisar antara 38,5 mm – 279,8 mm sedangkan pada pos curah hujan Ransiki berkisar antara 4,5 mm – 59,3 mm. Selain itu, total curah hujan pada kondisi La Nina mengalami kenaikan sebesar 23% - 238% untuk Warsui dan 2% - 29% untuk Ransiki (**Gambar 6**).



**Gambar 6.** Diagram Batang Total Curah Hujan Periode Tahunan pada Setiap Pos Curah Hujan. (sumber: data diolah)

Dampak pengaruh ENSO terhadap variasi curah hujan tahunan di pos curah hujan Manokwari Selatan hanya terlihat jelas pada pos curah hujan Warsui dan Ransiki. Pada pos curah hujan lain yaitu Oransbari dan Gayabaru tidak terlihat jelas adanya pengaruh ENSO sesuai teori. Jika ditinjau dari tipe pola curah hujannya, sensitivitas terhadap pengaruh ENSO lebih kuat terjadi pada tipe pola curah hujan ekuatorial dibandingkan dengan tipe pola curah hujan musonal. Namun, hal ini berlawanan terhadap penelitian yang telah dilakukan oleh Rouw, dkk (2014) yang menyatakan jika sensitivitas paling lemah terjadi pada tipe pola curah hujan ekuatorial.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak ENSO pada Curah Hujan di wilayah Manokwari Selatan. Hasil studi menunjukkan secara umum ENSO berpengaruh pada wilayah dengan tipe hujan ekuatorial yang terdiri dari Warsui dan Ransiki. Pada wilayah terdampak, pengaruh ENSO sangat mencolok pada bulan-

bulan JJA dan SON. Adapun, wilayah lain seperti Oransbari dan Gayabaru hanya terdampak pada bulan- bulan JJA. Sehingga dapat disimpulkan jika pengaruh ENSO di Manokwari Selatan berkaitan erat dengan tipe pola hujan pada wilayah tersebut. Namun, dikarenakan pada penelitian ini terdapat perbedaan dari penelitian sebelumnya dan panjang periode data yang hanya 5 tahun. Maka diperlukan kajian lebih lanjut mengenai dampak ENSO terhadap curah hujan di wilayah Manokwari Selatan. Selanjutnya, juga diperlukan kajian mengenai verifikasi data reanalisis dan observasi sehingga didapatkan Panjang data lampau yang lebih baik.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini terutama kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) khususnya UPT Stasiun Klimatologi Manokwari Selatan.

## Daftar Pustaka

- [1]. Hidayat, A.M., et al. (2018). Korelasi Indeks Nino 3.4 dan Southern Oscillation Index (SOI) dengan Variasi Curah Hujan di Semarang. *Jurnal Sains Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(2), 75-81.
- [2]. Dewi, S.M. and M. Marzuki. (2020). Analisis Pengaruh Pergeseran Lokasi ENSO terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2), 176-182.
- [3]. Fitria, W. and M.S. Pratama. (2013). Pengaruh Fenomena El Nino 1997 dan La Nina 1999 terhadap Curah Hujan di Biak. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 14(2).
- [4]. Deffimpmind. (2016). Southern Oscillation Index (SOI). Retrieved from <https://deffimpmind.wordpress.com/southern-oscillation-index-soi/>
- [5]. BOM. (2022). Southern Oscillation Index. Retrieved from <http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.shtml>
- [6]. Mulyana, E. (2002). Hubungan antara ENSO dengan variasi curah hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(1), 1-4.
- [7]. Sabrina, V., M.A. Azka, and P.A. Sugianto. (2021). Kajian Meteorologis saat Kejadian Bencana Hidrometeorologis di Maluku Utara:(Studi Kasus: 15-16 Januari 2021). *Jurnal Widya Climago*, 3(2).
- [8]. Sugiarto, Y. and D. Kurniawan. (2009). Analisis Dampak ENSO (El-Nino Southern Oscillation) Terhadap Tingkat Kekeringan Untuk Tanaman Pangan dan Palawija (Studi Kasus: Sulawesi Selatan). *J Agromet*, 23(2), 182-198.
- [9]. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Manokwari Selatan. (2016). *RPJMD Kabupaten Manokwari Selatan Tahun 2016-2021*.
- [10]. Badan Pusat Statistik Provinsi Papua Barat. (2018). Banyaknya Desa Kelurahan menurut Jenis Bencana Alam dalam Tiga Tahun Terakhir 2018. Retrieved from <https://papuabaratsbps.go.id/statictable/2019/01/17/203/banyaknya-desa-kelurahan-menurut-jenis-bencana-alam-dalam-tiga-tahun-terakhir-2018.html>
- [11]. Badan Pusat Statistik Papua Barat. (2021). *Provinsi Papua Barat dalam Angka 2021*: BPS Provinsi Papua Barat.
- [12]. Badan Pusat Statistik Kabupaten Manokwari. (2021). *Kabupaten Manokwari Selatan dalam Angka 2021*: BPS Kabupaten Manokwari.
- [13]. Darsyah, M.Y. (2014). Penggunaan Stem and Leaf dan Boxplot untuk Analisis Data. *Jurnal Karya Pendidikan Matematika*, 1(1).
- [14]. Aldrian, E. (2001). Pembagian Iklim Indonesia Berdasarkan Pola Curah Hujan Dengan Metoda "Double Correlation". *Jurnal Sains Teknologi Modifikasi Cuaca*, 2(1), 11-18.
- [15]. Rouw, A., et al. (2014). Analisis Variasi Geografis Pola Hujan di Wilayah Papua. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 38(1), 25-34.
- [16]. Hartmann, D.L. (2015). *Global Physical Climatology* (Vol. 103): Newnes.
- [17]. GG Weather. (2021). El Niño and La Niña Years and Intensities. Retrieved from <https://ggweather.com/enso/oni.htm>
- [18]. Yananto, A. and R.M. Sibarani. (2016). Analisis Kejadian El Nino dan Pengaruhnya terhadap Intensitas Curah Hujan di Wilayah JABODETABEK (Studi Kasus: Periode Puncak Musim Hujan Tahun 2015/2016). *Jurnal Sains Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(2), 65-73.
- [19]. Yananto, A. and S.J.J.S. Dewi. (2016). Analisis Kejadian El Nino Tahun 2015 dan Pengaruhnya terhadap Peningkatan Titik Api di Wilayah Sumatera dan Kalimantan. *Jurnal Sains Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(1), 11-19.
- [20]. Athoillah, I., R.M. Sibarani, and D.E. Doloksaribu. (2017). Analisis Spasial El Niño Kuat Tahun 2015 dan La Nina Lemah Tahun 2016 (Pengaruhnya Terhadap Kelembapan, Angin dan Curah Hujan di Indonesia). *Jurnal Sains Teknologi Modifikasi Cuaca*, 18(1), 33-41.
- [21]. Sinon, I.L. *Identifikasi Pengaruh El Nino dan La Nina Terhadap Variasi Curah Hujan Tahunan Di Kabupaten Biak Numfor Provinsi Papua*. in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA "MOTOGPE"*. 2018.
- [22]. Supari, S., Muharsyah, R., & Wahyuni, N. (2016). Impact of the 2015 Godzilla El Niño event on the Indonesian rainfall. *Scientific Journal of PPI-UKM*, 3(1), 26-31.