

Pengaruh El Niño Dan La Niña Terhadap Curah Hujan Di Biak Selama 30 Tahun (1981-2010)

*Prayoga Ismail ¹⁾²⁾

¹⁾ Mahasiswa program studi meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jalan Perhubungan I No.5, Pondok Betung, Pondok Aren, Tangerang Selatan

²⁾ Observer Cuaca di Stasiun Meteorologi Kelas I Frans Kaisiepo, Jalan Moh. Yamin, Biak, Papua

Abstract. Research on the influence of El Niño and La Niña during 30 years is focused in Biak. Rainfall data (1981-2010) is based on Biak Meteorological Station observation. ENSO activity and its teleconnection to the variability of monthly rainfall has been evaluated by analyzing the response of the monthly rainfall and ENSO-related activities through the comparison of normal monthly rainfall and ENSO events composites. At the time of El Niño, Biak monthly rainfall tends to decrease until it reaches 42.55% which took place in October. While, La Niña tends to leave positive impact on Biak monthly rainfall of up to 54.27%, which occurred in September. The influence of El Niño and La Niña most to the seasonal rainfall occurs in the SON or transition period from dry to rainy season. Correlation analysis between Biak monthly rainfall and Niño 3.4 index during the period reveals that ENSO activity gives negative impact on Biak monthly rainfall with the highest correlation coefficient occurred in October, reaching -0.55. This number indicates that correlation is strong enough.

Keywords: El Niño, La Niña, 30 years period, Biak rainfall.

Abstrak. ENSO (El Niño-Southern Oscillation) merupakan anomali memanans atau mendinginnya suhu permukaan laut yang terjadi di Samudera Pasifik ekuatorial. ENSO memiliki dua fase: El Niño dan La Niña. Penelitian tentang pengaruh aktivitas ENSO selama periode 1981-2010 ini difokuskan di wilayah Biak yang memiliki tipe curah hujan ekuatorial. Data curah hujan bulanan Biak selama periode 1981-2010 adalah hasil observasi Stasiun Meteorologi Frans Kaisiepo Biak. Aktivitas ENSO dan telekoneksinya terhadap variabilitas curah hujan bulanan di wilayah tersebut telah dikaji dengan analisis respon curah hujan bulanan terkait aktivitas

ENSO melalui perbandingan curah hujan bulanan normal dan komposit kejadian ENSO. Pada saat aktivitas El Niño, curah hujan bulanan Biak cenderung mengalami penurunan hingga mencapai 42,55% yaitu terjadi pada bulan Oktober. Aktivitas La Niña cenderung memberikan pengaruh positif terhadap curah hujan bulanan Biak hingga mencapai 54,27% yang terjadi pada bulan September. Pengaruh El Niño dan La Niña paling besar terhadap curah hujan musiman terjadi pada bulan SON atau musim transisi dari musim kemarau ke musim penghujan. Analisis korelasi antara curah hujan bulanan Biak dengan indeks Niño 3.4 selama periode 1981-2010 mengungkap bahwa aktivitas ENSO secara umum memberikan pengaruh negatif terhadap curah hujan bulanan Biak dengan koefisien korelasi tertinggi terjadi pada bulan Oktober yang mencapai -0,55. Angka ini mengindikasikan korelasi antara kedua variabel cukup kuat.

Kata kunci: El Niño, La Niña, periode 30 tahun, curah hujan Biak.

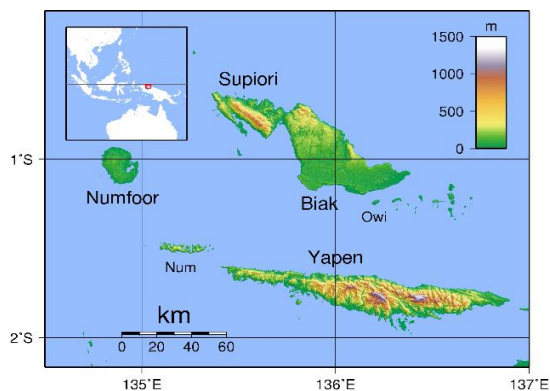
PENDAHULUAN

Fenomena ENSO merupakan anomali meningkat atau menurunnya suhu permukaan laut (SPL) terhadap nilai normalnya yang terjadi di daerah ekuatorial Samudera Pasifik bagian tengah dan timur (Philander, 1990). Sirkulasi tropis berdampak global ini terbagi menjadi dua fase yaitu El Niño (fase hangat) yang terjadi ketika adanya anomali peningkatan SPL dan La Niña (fase dingin) yang terjadi ketika adanya anomali penurunan SPL. Ada banyak penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa aktivitas ENSO memberikan pengaruh terhadap variabilitas curah hujan di wilayah Indonesia secara umum (Gutman et al., 2000; Aldrian, 2002; Mulyana, 2002; Hamada et al., 2002; Hendon, 2003).

Sementara itu, pengaruh aktivitas ENSO terhadap curah hujan di wilayah Indonesia bagian timur (Papua) juga telah diteliti sebelumnya (Kubota et al., 2011; Suwandi et al., 2014). Dari berbagai penelitian tersebut, pengaruh aktivitas ENSO terhadap curah hujan di Indonesia secara umum sudah diketahui dengan baik. Namun, karena begitu luasnya wilayah Indonesia (sekitar 6.400 km²) membuat penelitian tersebut kurang representatif jika digunakan untuk mengetahui pengaruh aktivitas ENSO terhadap curah hujan untuk area yang lebih kecil ruang lingkungannya.

Paper ini merupakan ulasan mengenai pengaruh aktivitas ENSO terhadap curah hujan bulanan di Biak selama periode 30 tahun (1981-2010). Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang lebih khusus dan mendalam untuk mengetahui pengaruh aktivitas ENSO terhadap suatu daerah dengan skala yang lebih sempit dari sebuah negara atau provinsi dalam suatu periode tertentu. Dalam hal ini, penelitian dilakukan terhadap wilayah Biak, yang merupakan suatu wilayah setingkat kabupaten/kota. Rumusan masalah penelitian ini yaitu apakah aktivitas ENSO selama periode 30 tahun (1981-2010) mempengaruhi curah hujan bulanan di Biak? Dan bagaimanakah hubungan antara indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan di Biak selama periode tersebut?

Studi ini diharapkan dapat mendukung dan melengkapi beragam penelitian sebelumnya serta memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait pengaruh aktivitas ENSO terhadap curah hujan bulanan di Biak selama periode 30 tahun. Penelitian ini juga untuk melengkapi studi pengaruh fenomena ENSO pada tahun 1997 dan 1999 terhadap curah hujan di Biak (Pratama, 2013).



Gambar 1. Lokasi penelitian wilayah Biak

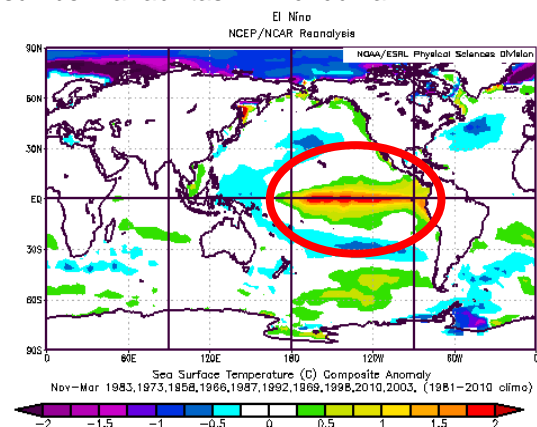
(Sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/Biak>)

Biak merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Papua. Berdasarkan data curah hujan bulanan

selama periode 30 tahun (1981-2010), Biak tergolong memiliki tipe curah hujan ekuatorial, salah satu dari tiga pola hujan yang ada di Indonesia (Rouw et al., 2014). Aldrian dan Susanto (2003) memaparkan bahwa adanya respon yang berbeda antara tipe hujan dengan SPL di Indonesia, sehingga respon yang berbeda akan muncul ketika kejadian ENSO. Di sebelah timur, Biak yang lokasinya berbatasan langsung dengan Samudera Pasifik ekuatorial bagian barat tentu lebih dekat dengan wilayah terjadinya fenomena ENSO dibandingkan wilayah Indonesia lainnya. Fakta ini sekaligus menarik untuk dikaji lebih mendalam bagaimanakah pengaruh aktivitas ENSO selama periode 1981-2010 terhadap curah hujan bulanan secara khusus di wilayah tersebut. Kemudian, telekoneksinya dengan perubahan iklim yang berdampak bagi lingkungan dapat diketahui. Penelitian ini juga akan bermanfaat bagi BMKG, pemerintah dan masyarakat untuk memberikan pengetahuan terkait kejadian El Niño dan La Niña sehingga dapat dilakukan langkah penanggulangan dampaknya di kemudian hari.

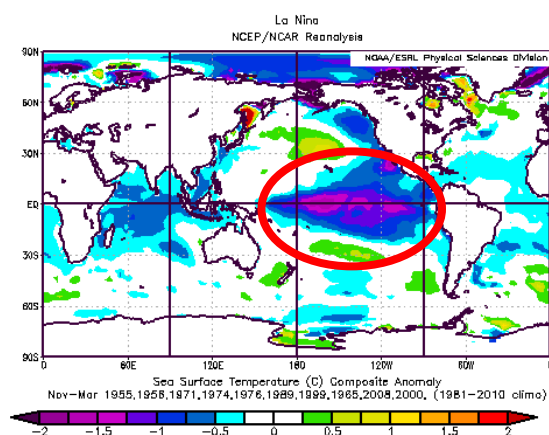
LANDASAN TEORI

Fenomena ENSO merupakan anomali meningkat atau menurunnya suhu permukaan laut (SPL) terhadap nilai normalnya yang terjadi di daerah ekuatorial Samudera Pasifik bagian tengah dan timur (Philander, 1990). Sirkulasi tropis berdampak global ini terbagi menjadi dua fase yaitu El Niño (fase hangat) yang terjadi ketika adanya anomali peningkatan SPL dan La Niña (fase dingin) yang terjadi ketika adanya anomali penurunan SPL. Bahkan, sejauh ini fenomena ENSO telah diketahui menjadi salah satu sumber variabilitas iklim di dunia.



Gambar 2. Komposit anomali SPL saat El Niño
(Sumber: NOAA ESRL Physical Sciences Division)

Ilustrasi pada Gambar 2 menunjukkan pola anomali SPL ketika terjadi aktivitas El Niño yaitu anomali menghangatnya SPL di Samudera Pasifik bagian tengah dan timur. Meningkatnya temperatur akan menimbulkan tekanan rendah yang berarti peluang arus konvergensi massa udara menjadi tinggi, pertumbuhan masif awan konvektif sangat potensial di area ini. Ketika aktivitas El Niño terjadi, maka di area Niño 3.4 akan menerima curah hujan yang tinggi. Akibatnya, di BMI (Benua Maritim Indonesia) termasuk Biak, menyebabkan massa awan yang tersedia menjadi berkurang karena adanya divergensi besar-besaran dan massa udara bergerak menuju Samudera Pasifik bagian tengah dan timur. Akibatnya, secara teoritis, curah hujan di BMI akan berkurang berdasarkan dinamika atmosfernya.



Gambar 3. Komposit anomali SPL saat La Niña (Sumber: NOAA ESRL Physical Sciences Division)

Sedangkan, ilustrasi pada Gambar 3 menunjukkan pola anomali SPL ketika terjadi aktivitas La Niña yaitu anomali mendinginnya SPL di Samudera Pasifik bagian tengah dan timur. Menurunnya temperatur akan menimbulkan tekanan tinggi yang berarti peluang arus divergensi massa udara menjadi tinggi, pertumbuhan awan-awan konvektif menjadi berkurang di area ini. Ketika aktivitas La Niña terjadi, maka di area Niño 3.4 akan defisit curah hujan dibanding normalnya. Akibatnya, di BMI (Benua Maritim Indonesia) termasuk Biak, menyebabkan peluang arus konvergensi massa udara memperkuat sirkulasi Walker, pertumbuhan massa awan yang tersedia menjadi potensial karena mendapat suplai massa udara ekstra dari Samudera Pasifik bagian tengah dan timur. Dan akibatnya secara teoritis, berdasarkan dinamika atmosfer, pada saat kejadian La

Niña curah hujan di BMI akan mengalami peningkatan jika dibandingkan normalnya.

Berdasarkan pada indeks anomali SPL Niño 3.4 selama periode 30 tahun (1981-2010), frekuensi kejadian El Niño mencapai 33,33%, sedangkan La Niña mencapai 30,00%, yang berarti bahwa keadaan normalnya mencapai 36,67%.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan selama periode 30 tahun (1981-2010) yang bersumber dari hasil observasi Stasiun Meteorologi Frans Kaisiepo Biak, salah satu stasiun pengamat cuaca kelas satu BMKG. Data ini tergolong data sekunder yang terjamin kualitasnya karena observasi curah hujan dilakukan secara langsung oleh observer menggunakan penakar hujan obs yang dikelola dan disimpan dengan baik dan representatif untuk wilayah Biak yang hanya memiliki luas sekitar 3.130 km². Data ini sekaligus menjadi *dependent variable* pada penelitian ini. Data curah hujan bulanan selama periode tersebut akan dihitung menjadi nilai curah hujan rata-rata bulanan yang menghasilkan 12 data curah hujan normal dari bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember. Setelah itu, akan dibuat grafik untuk mengetahui pola hujan bulanan Biak. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

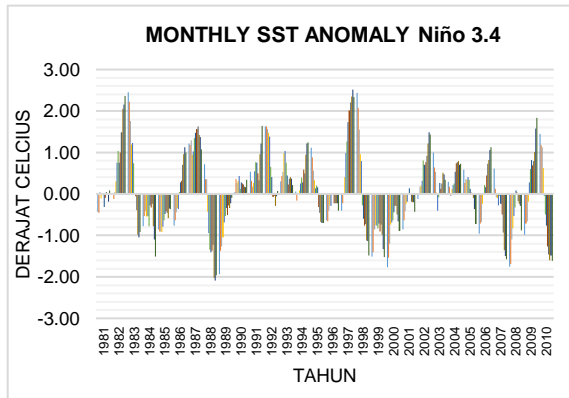
$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Dimana \bar{X} merupakan rata-rata curah hujan bulanan selama periode 1981-2010 dalam satuan mm, n adalah banyaknya data curah hujan bulanan selama periode 30 tahun, dan X_i adalah nilai curah hujan bulanan (mm).

Kemudian, data yang digunakan untuk mengidentifikasi waktu kejadian ENSO adalah data indeks anomali SPL (suhu permukaan laut) bulanan Niño 3.4 selama periode 1981-2010 seperti yang tertera pada grafik 1 yang mencakup wilayah Samudera Pasifik ekuatorial dengan area astronomis 5° LS – 5° LU dan 170° BB – 120° BB. Data ini bersumber dari NOAA ESRL Physical Science Division dengan dataset HadISST yang diunduh dari (http://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos_wgsp/Ti_meseries/Data/nino34.long.anom.data).

Dengan ketentuan, untuk peristiwa El Niño terjadi apabila angka indeks bernilai $\geq 0,5$. Sedangkan, untuk peristiwa La Niña terjadi apabila angka indeks bernilai $\leq -0,5$. Indeks

Niño 3.4 sekaligus menjadi *independent variable* pada penelitian ini.



Grafik 1. Indeks anomali SST bulanan area Niño 3.4 selama periode 1981-2010

Setelah menentukan waktu kejadian ENSO dalam fase El Niño dan La Niña, masing-masing akan dihitung menjadi komposit rata-rata curah hujan bulanan ketika aktivitas El Niño dan La Niña terjadi. Komposit curah hujan kejadian El Niño dan La Niña masing-masing akan menghasilkan 12 data curah hujan bulanan dari bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember. Setelah itu, akan dibuat grafik untuk mengetahui pola hujan bulanan Biak pada saat kejadian El Niño dan La Niña. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Dimana \bar{X} merupakan rata-rata curah hujan bulanan filter El Niño atau La Niña selama periode 1981-2010 (mm), n adalah banyaknya data curah hujan bulanan filter El Niño atau La Niña selama periode 30 tahun dan X_i adalah nilai curah hujan bulanan filter El Niño atau La Niña (mm).

Penelitian ini dilakukan untuk kejadian ENSO selama periode 1981-2010. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis respon dan analisis korelasi menggunakan koefisien korelasi Pearson. Analisis respon curah hujan bulanan Biak terhadap kejadian ENSO akan dikaji melalui anomali curah hujan yang terjadi ketika kejadian El Niño dan La Niña. Curah hujan komposit kejadian ENSO pada fase El Niño dan La Niña selama periode 1981-2010 akan dihitung menjadi rata-rata bulanan dan dibandingkan dengan curah hujan bulanan Biak pada periode normalnya (1981-2010). Kemudian, akan dilihat bagaimanakah pengaruh aktivitas El Niño dan La Niña pada komposit curah setiap bulannya.

Metode analisis korelasi menggunakan koefisien korelasi Pearson bermaksud untuk mencari sejauh mana tingkat keeratan hubungan linier antara variabilitas curah hujan bulanan Biak dengan indeks anomali SPL Niño 3.4 selama periode 30 tahun (1981-2010). Dengan formula sebagai berikut:

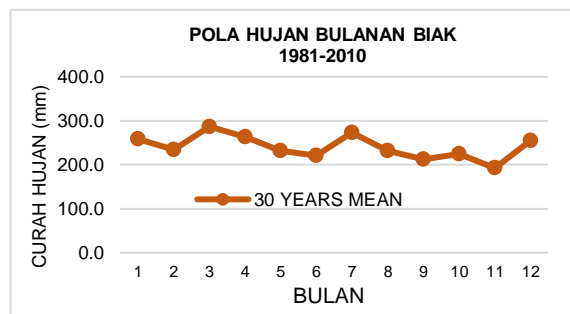
$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Dimana r adalah koefisien korelasi Pearson, n adalah banyaknya data indeks Niño 3.4 sepanjang periode 30 tahun, X adalah nilai curah hujan bulanan Biak selama periode 1981-2010 (mm), dan Y adalah nilai indeks anomali SPL Niño 3.4 ($^{\circ}C$) selama periode yang sama.

Pengolahan data curah hujan bulanan Biak, pembuatan grafik dan tabel, proses perhitungan serta analisis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel 2013*. Sedangkan, peta komposit anomali SST diolah menggunakan *Research and Development Application* dari NOAA *Earth System Research Laboratory, Physical Science Division*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. POLA HUJAN DI BIAK

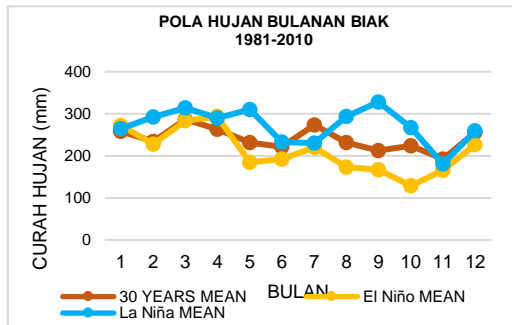


Grafik 2. Pola hujan bulanan Biak selama periode 30 tahun (1981-2010)

Curah hujan di Indonesia dibagi menjadi tiga wilayah pola hujan dominan (Aldrian dan Susanto, 2003). Berdasarkan pola hujan yang terbentuk selama periode 30 tahun di atas, Biak yang terletak di Indonesia bagian timur menjadi salah satu daerah di Papua yang memiliki pola hujan ekuatorial. Pola ini terlihat dari grafiknya yang menyerupai huruf M, dengan dua puncak yaitu terjadi pada bulan Maret dan Juli. Namun, secara umum interval curah hujan bulannya tidaklah terlalu besar (<100 mm). Biak yang lokasinya berada di sebelah barat Samudera Pasifik ekuatorial, sehingga osilasi cuaca maupun iklim yang terjadi di Pasifik sangat memungkinkan untuk memberikan

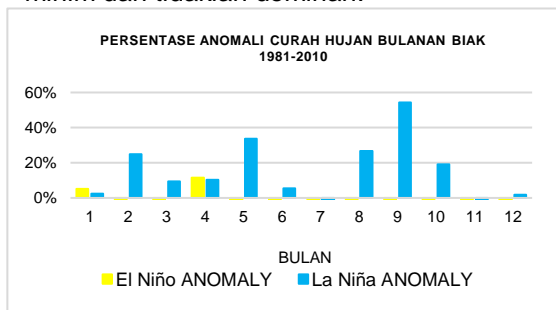
pengaruhnya terhadap variabilitas cuaca dan iklim di wilayah tersebut, salah satunya adalah variabilitas curah hujan.

b. ANALISIS RESPON



Grafik 3. Pola hujan bulanan Biak antara nilai normal (merah), filter El Niño (kuning), dan filter La Niña (biru) selama periode 30 tahun (1981-2010)

Berdasarkan pada grafik 3, terlihat adanya perubahan pola hujan bulanan di Biak ketika terjadi aktivitas El Niño dan La Niña. Secara umum, aktivitas El Niño cenderung menyebabkan pengurangan curah hujan bulanan di Biak. Sedangkan, aktivitas La Niña cenderung menyebabkan penambahan curah hujan bulanan di Biak. Hasil inilah yang mendominasi. Pengurangan curah hujan berarti bahwa curah hujan bulanan berada di bawah normal, sementara penambahan curah hujan berarti bahwa curah hujan bulanan berada di atas normal. Meskipun demikian, dari hasil analisis respon di atas terdapat kasus yang justru mengalami hal yang sebaliknya yaitu penambahan curah hujan bulanan ketika aktivitas El Niño, dan penurunan curah hujan bulanan ketika aktivitas La Niña. Namun, hasil ini sangat minim dan tidaklah dominan.



Grafik 4. Persentase anomali curah hujan bulanan di Biak selama periode 30 tahun filter El Niño (kuning), dan filter La Niña (biru)

Respon Curah Hujan Bulanan

Seperti yang tertera pada grafik 4, bulan Januari adalah bulan pertama, Februari adalah bulan kedua, dan seterusnya sampai pada Desember sebagai bulan kedua belas.

Berdasarkan analisis respon antara komposit curah hujan normal bulanan dari Januari hingga Desember 1981-2010 dan curah hujan bulanan filter pada saat aktivitas ENSO selama periode yang sama, didapatkan hasil yaitu anomali curah hujan bulanan pada aktivitas ENSO. Pada bulan **Januari**, aktivitas El Niño dan La Niña keduanya memberikan pengaruh positif berupa peningkatan curah hujan sebesar masing-masing 5,15% (13,3 mm) dan 2,43% (6,3 mm) terhadap normalnya. Pada bulan **Februari**, aktivitas El Niño menyebabkan penurunan curah hujan bulanan sebesar 2,43% (6,3 mm), sedangkan aktivitas La Niña memberikan pengaruh cukup jelas berupa peningkatan curah hujan hingga 24,74% (58 mm) terhadap normalnya. Pada bulan **Maret**, aktivitas El Niño berdampak kecil pada pengurangan curah hujan bulanan senilai 1,15% (3,3 mm), dan aktivitas La Niña berdampak pada peningkatan curah hujan bulanan sebesar 9,56% (27,4 mm) terhadap normal.

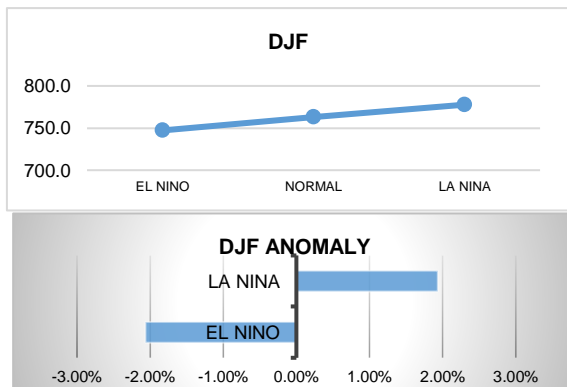
Memasuki bulan **April**, aktivitas El Niño dan La Niña kembali memberikan dampak yang hampir sama yakni penambahan curah hujan bulanan masing-masing sebesar 11,51% (30,2 mm) dan 10,27% (27 mm) terhadap normal. Pada bulan **Mei**, pengaruh aktivitas El Niño berdampak pada penurunan curah hujan bulanan sebesar 20,29% (47 mm), sementara aktivitas La Niña berdampak pada peningkatan curah hujan bulanan hingga 33,83% (78,3 mm) terhadap normalnya. Pada bulan **Juni**, aktivitas El Niño juga menurunkan curah hujan bulanan sebesar 13,02% (28,8 mm), sedangkan aktivitas La Niña meningkatkan curah hujan bulanan sebesar 5,36% (11,9 mm) terhadap normal. Kasus unik juga terjadi pada bulan **Juli**, dimana kedua fase ENSO (El Niño dan La Niña) sama-sama menyebabkan penurunan curah hujan bulanan, masing-masing sebesar 19,58% (53,6 mm) terjadi ketika aktivitas El Niño, dan 15,71% (43 mm) terjadi ketika aktivitas La Niña.

Pada bulan **Agustus**, pengaruh El Niño menyebabkan penurunan curah hujan bulanan sebesar 25,34% (58,7 mm), dan pengaruh aktivitas La Niña menyebabkan peningkatan curah hujan bulanan sebesar 26,82% (62,1 mm) terhadap normal. Pada bulan **September**, aktivitas El Niño menyebabkan penurunan curah hujan bulanan sebesar 21,45% (45,6 mm), sedangkan aktivitas La Niña memberikan pengaruh yang cukup signifikan berupa penningkatan curah hujan bulanan mencapai 54,27% (115,4 mm) dimana pengaruh La Niña pada bulan ini adalah yang paling besar

diantara bulan-bulan lainnya. Pada bulan **Oktober**, aktivitas El Niño menyebabkan penurunan curah hujan bulanan tertinggi dibandingkan bulan-bulan lainnya yakni mencapai 42,55% (95,4 mm), sedangkan aktivitas La Niña berdampak pada penambahan curah hujan bulanan sebesar 19,05% (42,7 mm).

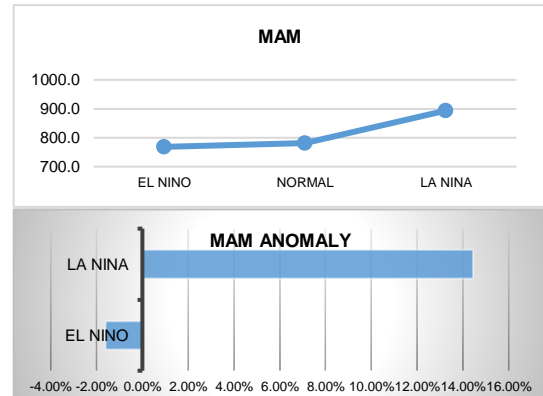
Memasuki bulan **November**, kedua fase ENSO kembali memberikan pengaruh yang sama yaitu pengurangan curah hujan bulanan, masing-masing sebesar 13,89% (26,7 mm) ketika aktivitas El Niño dan 6,27% (12,1 mm) ketika aktivitas La Niña. Pada bulan **Desember**, aktivitas El Niño memberikan pengaruh negatif berupa penurunan curah hujan bulanan sebesar 11,41% (29,1 mm), sedangkan aktivitas La Niña memberikan sedikit pengaruh positif berupa penambahan curah hujan bulanan yang hanya senilai 1,79% (4,6 mm) terhadap normalnya.

Respon Curah Hujan Musiman



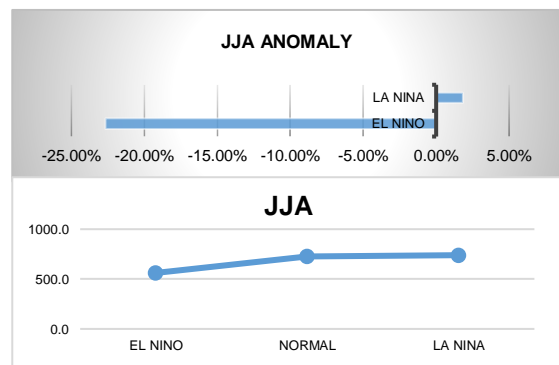
Grafik 5. Respon dan anomali curah hujan Biak pada bulan DJF ketika aktivitas El Niño dan La Niña selama periode 30 tahun

Bulan **DJF** (Desember, Januari, Februari) digunakan sebagai sampel untuk mewakili musim penghujan yang terjadi di Indonesia. Pada periode ini, curah hujan normal DJF di Biak mengalami penurunan tipis sebesar 2,07% (15,8 mm) ketika aktivitas El Niño. Sedangkan ketika aktivitas La Niña, curah hujan normal DJF mengalami peningkatan tipis juga yaitu sebesar 1,94% (14,8 mm). Dari hasil ini, terlihat bahwa pada musim penghujan, aktivitas El Niño dan La Niña memberikan pengaruh tipis dengan kekuatan anomali yang hampir sama terhadap curah hujan di Biak.



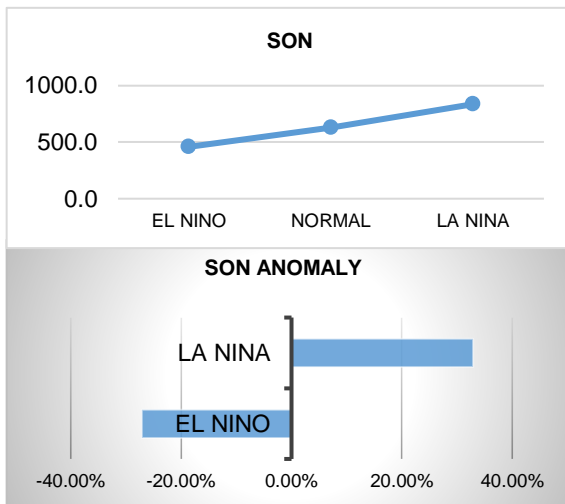
Grafik 6. Respon dan anomali curah hujan Biak pada bulan MAM ketika aktivitas El Niño dan La Niña selama periode 30 tahun

Bulan **MAM** (Maret, April, Mei) digunakan sebagai sampel musim pancaroba atau masa transisi dari musim penghujan ke musim kemarau di Indonesia. Pada periode ini, curah hujan normal MAM mengalami penurunan tipis sebesar 1,62% (12,6 mm) ketika aktivitas El Niño. Sedangkan, ketika aktivitas La Niña, curah hujan normal MAM mengalami peningkatan lebih banyak yaitu sebesar 14,44% (112,8 mm). Hal ini menunjukkan bahwa pada musim transisi MAM, pengaruh aktivitas La Niña lebih kuat dibandingkan pengaruh El Niño terhadap curah hujan di Biak.



Grafik 7. Respon dan anomali curah hujan Biak pada bulan JJA ketika aktivitas El Niño dan La Niña selama periode 30 tahun

Bulan **JJA** (Juni, Juli, Agustus) digunakan sebagai sampel untuk mewakili musim kemarau yang terjadi di Indonesia. Pada periode ini, curah hujan normal JJA di Biak mengalami penurunan cukup nyata yaitu sebesar 22,65% (164,5 mm) pada kejadian El Niño. Namun, pada aktivitas La Niña, curah hujan normal JJA hanya mengalami peningkatan tipis senilai 1,84% (13,4 mm). Dari hasil ini, dapat diketahui bahwa pada bulan JJA (musim kemarau), pengaruh El Niño terhadap curah hujan di Biak lebih kuat dibandingkan pengaruh La Niña.



Grafik 8. Respon dan anomali curah hujan Biak pada bulan SON ketika aktivitas El Niño dan La Niña selama periode 30 tahun

Bulan **SON** (September, Oktober, November) digunakan sebagai sampel musim pancaroba yaitu masa transisi dari musim kemarau ke musim penghujan di Indonesia. Pada masa ini, curah hujan normal SON di Biak mengalami penurunan paling besar dibanding musim lainnya yaitu mencapai 27,08% (170,4 mm) ketika aktivitas El Niño. Sedangkan, ketika aktivitas La Niña, curah hujan normal SON juga mengalami peningkatan paling besar dibanding musim lainnya yaitu mencapai 32,91% (207 mm). Hal ini menunjukkan bahwa pada musim transisi SON, pengaruh aktivitas El Niño dan La Niña memberikan pengaruh yang paling signifikan terhadap curah hujan di Biak dibandingkan dengan musim lainnya.

c. ANALISIS KORELASI

Dengan menggunakan koefisien korelasi Pearson, maka dapat diketahui tingkat hubungan antara indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan di Biak selama periode 1981-2010. Hasilnya seperti tertera pada tabel berikut:

Bulan	r	Korelasi
Januari	0,11	sangat lemah
Februari	-0,25	lemah
Maret	0,01	sangat lemah
April	0,05	sangat lemah
Mei	-0,46	cukup kuat
Juni	-0,26	lemah
Juli	-0,15	sangat lemah
Agustus	-0,37	lemah

September	-0,50	cukup kuat
Oktober	-0,55	cukup kuat
November	-0,08	sangat lemah
Desember	-0,16	lemah

Tabel 1. Korelasi antara indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan Biak periode 30 tahun

Dari tabel di atas didapatkan hasil yaitu korelasi antara indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan di Biak selama periode 30 tahun (1981-2010). Bahwa aktivitas ENSO berdasarkan indeks Niño 3.4 dominan memberikan pengaruh negatif terhadap curah hujan bulanan di Biak, berarti bahwa ketika aktivitas ENSO hangat (indeks positif) terjadi, maka ia dapat menurunkan curah hujan bulanan di Biak. Dan sebaliknya, jika aktivitas ENSO dingin (indeks negatif) terjadi, maka akan terjadi peningkatan curah hujan di Biak. Namun, dengan hasil yang bervariasi dari tingkat hubungan sangat lemah (Januari, Maret, April, Juli, November), lemah (Februari, Juni, Agustus, September), hingga korelasi cukup kuat (Mei, September, Oktober). Dan nilai korelasi yang tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan nilai r mencapai -0,55 yang bermakna bahwa indeks Niño 3.4 memberikan pengaruh negatif cukup kuat. Atau dengan kata lain ketika aktivitas ENSO terjadi, maka ia mampu mempengaruhi curah hujan bulanan Oktober di Biak dengan cukup kuat.

d. ANCAMAN PERUBAHAN IKLIM

Kita tahu bahwa ada banyak faktor pendorong antropogenik pada iklim, terutama volume karbon dan emisi gas rumah kaca di atmosfer sebagai bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Namun, ada sejumlah proses alami yang mempengaruhi cuaca lokal, iklim regional dan kondisi global. Beberapa efek pada iklim dunia adalah hasil dari fluktuasi dan anomali pada sebuah siklus yang kompleks. Fluktuasi ini dikenal sebagai "osilasi" dan dua dari osilasi itu adalah El Niño dan La Niña. *World Meteorological Organization* (WMO) pada peringatan Hari Meteorologi Dunia ke-66 tahun 2016 mengangkat tema "Hotter, Drier, Wetter. Face the Future". Aktivitas ENSO mengganggu pola alami dari musim, dan perubahan itu memberikan sinyal perubahan iklim di masa mendatang yang lebih panas, lebih kering, dan lebih lembab. El Niño dan La Niña merupakan bagian dari sistem iklim yang lebih luas yaitu dalam lingkup global, yang berarti bahwa secara teoritis perubahan iklim bisa mengubah sirkulasi yang berlangsung, dan berpeluang meningkatkan frekuensi

kejadian tersebut. Perubahan iklim juga bisa meningkatkan dampak aktivitas El Niño dan La Niña.

Aktivitas El Niño terjadi karena adanya anomali pemanasan suhu permukaan laut (SPL) di Samudera Pasifik ekuatorial bagian tengah dan timur. Hal ini mengindikasikan adanya perubahan iklim berupa pemanasan atau "hotter". Dampak yang dihasilkan aktivitas El Niño berupa penurunan curah hujan di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia. Hal ini dapat mengganggu keberlangsungan siklus hidrologi terutama yang berhubungan dengan ketersediaan air tanah, kemarau berkepanjangan, kekeringan, penurunan produktivitas lahan pertanian karena gagal panen dimana berdasarkan penelitian ini didapat bahwa pengaruh El Niño yang paling besar terhadap curah hujan musiman terjadi pada bulan SON yang bertepatan dengan musim tanam komoditas pangan. Bahkan aktivitas El Niño dapat memicu kebakaran hutan karena kekeringan (Irawan, 2013). Semua ini dapat dihubungkan dengan telekoneksi perubahan iklim yang mengindikasikan perubahan menjadi lebih kering atau "drier" yang dapat memperburuk dampak El Niño. Sementara itu, aktivitas La Niña memicu perubahan iklim yang sebaliknya. Dimana fenomena ini mampu menyebabkan curah hujan mengalami peningkatan hingga di atas normal yang dapat mengakibatkan banjir serta bencana hidrometeorologis yang berkaitan. Pada kejadian La Niña, curah hujan biasanya meningkat juga memicu ledakan populasi hama dan penyakit pada tanaman akibat naiknya kelembaban udara. Semua ini dapat dihubungkan dengan telekoneksi perubahan iklim yang mengindikasikan perubahan menjadi lebih lembab atau "wetter" yang dapat memperburuk dampak La Niña.

Tiga puluh tahun adalah satu periode normal iklim. Aktivitas ENSO selama periode 1981-2010 telah membuat cuaca dan iklim berubah, sehingga lingkungan pun harus menerima dampak perubahan itu. Perubahan iklim yang tengah terjadi meningkatkan frekuensi dan intensitas El Niño dan La Niña. Sebuah ancaman perubahan iklim akan masa depan yang lebih panas, lebih kering, dan lebih lembab. Akibatnya, probabilitas dampak kejadian El Niño dan La Niña terhadap kehidupan dan lingkungan akan semakin parah.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai pengaruh aktivitas ENSO terhadap curah hujan bulanan di Biak selama periode 1981-2010 telah selesai dilakukan dengan menggunakan analisis respon komposit dan analisis korelasi. Selama periode ini, frekuensi kejadian El Niño mencapai 33,33%, sedangkan La Niña mencapai 30,00%, sementara itu, keadaan normalnya mencapai 36,67%. Angka ini menunjukkan bahwa periode aktivitas ENSO hampir mendekati periode normalnya. Aktivitas ENSO pada periode ini memberikan pengaruh yang cukup berarti.

Dari pola hujan bulanan Biak periode 1981-2010 teramati bahwa adanya pergeseran terkait aktivitas ENSO. Pada kejadian El Niño, pola hujan normal dominan mengalami penurunan atau cenderung di bawah normal. Dengan penurunan maksimum terjadi pada bulan Oktober yang mencapai 42,55% (95,4 mm). Sedangkan pada kejadian La Niña, pola hujan normal dominan mengalami kenaikan atau cenderung di atas normal. Dengan peningkatan maksimum terjadi pada bulan September yang mencapai 54,27% (115,4 mm).

Aktivitas ENSO juga mempengaruhi curah hujan musiman di Biak. Pengaruh terkuat aktivitas El Niño dan La Niña terjadi pada bulan SON yaitu masa pancaroba atau peralihan dari musim kemarau ke musim penghujan yang terjadi di Indonesia. Aktivitas El Niño pada bulan SON memicu penurunan curah hujan terbesar hingga 27,08% (170,4 mm), sementara aktivitas La Niña memicu peningkatan curah hujan terbesar hingga 32,91% (207 mm). Pengaruh terkecil El Niño terjadi pada bulan MAM (masa pancaroba dari musim penghujan ke musim kemarau), sedangkan pengaruh terkecil La Niña terjadi pada bulan JJA (musim kemarau di Indonesia).

Analisis korelasi mengungkap bahwa hubungan antara indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan di Biak menghasilkan hubungan yang bervariasi dari sangat lemah hingga cukup kuat. Koefisien korelasi tertinggi dicapai pada bulan Oktober yang mengindikasikan hubungan negatif kedua variabel tersebut cukup kuat. Dengan demikian, Biak yang memiliki tipe curah hujan ekuatorial cukup kuat dipengaruhi oleh aktivitas El Niño dan La Niña.

Terakhir, aktivitas ENSO menjadi ancaman nyata perubahan iklim yang berdampak bagi kehidupan dan lingkungan. Aktivitas El Niño mengindikasikan telekoneksi

perubahan iklim menjadi “hotter” dan “drier”. Sedangkan, aktivitas La Niña mengindikasikan perubahan iklim menjadi “wetter”. Sebagai bagian dari sistem iklim dunia, yang berarti bahwa secara teoritis perubahan iklim bisa mengubah proses berlangsungnya ENSO. Perubahan iklim yang terjadi meningkatkan frekuensi dan intensitasnya, menjadikan probabilitas dampak kejadian ENSO semakin parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. 2002. Spatial Patterns of ENSO Impact on Indonesian Rainfall. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 3, No. 1, Hal. 5-15.
- Aldrian, E., dan Susanto, R.D. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of Climatology*, Volume 23, Issue 12 Pages 1407–1545.
- Gutman, G., I. Csiszar, dan P. Romanov. 2000. Using NOAA/AVHRR products to monitor El Nino impacts: focus on Indonesia in 1997-98. *Bulletin American Meteorological Society*, 81, 1189–1205.
- Hamada, J.I., Yamanaka, M.D., Matsumoto J., Fukao S., Winarso P.A., Sribimawati T. 2002. Spatial and Temporal Variations of the Rainy Season over Indonesia and their Link to ENSO. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. Ser. II Vol. 80 (2002) No. 2 Pages 285-310.
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian Rainfall Variability: Impacts of ENSO and Local Air–Sea Interaction. *Journal of Climate* Vol. 16, Pages 1775-1790.
- Irawan, B. 2013. *Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim: Bab II*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Kubota, H., Syamsudin, F., Shirooka R., Hamada, J.I. 2011. Interannual Rainfall Variability over the Eastern Maritime Continent. *Journal of the Meteorological Society of Japan* (Impact Factor: 1.25). 02/2011;89A: 111-122.
- Mason, M. El Niño and La Niña: Their Impact on the Environment. (<http://environmentalscience.org/el-nino-la-nina-impact-environment/>, diakses 8 Mei 2016).
- Mulyana, E. 2002. Hubungan antara ENSO dengan Variasi Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 3, No. 1, Hal. 1-4.
- Philander, S.G.H. 1990. *El Niño, La Niña and the Southern Oscillation*. San Diego: Academic Press.
- Pratama, M.S. 2013. *Pengaruh Fenomena ENSO Tahun 1997 dan 1999 terhadap Curah Hujan di Biak*. Tugas akhir. Jurusan Meteorologi, Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- Rouw, A., Hadi T.W., Tjasyono B.H.K., dan Hadi S. 2014. Geographic Variation Analysis of Rainfall Pattern in Papua Region. *Jurnal Tanah dan Iklim*, Volume 38 No.1, Hal. 25-34.
- Suwandi, Zaim, Y., dan Tjasyono, B.H.K. 2014. Pengaruh Aktivitas ENSO dan Dipole Mode Terhadap Pola Hujan di Wilayah Maluku dan Papua Selama Periode Seratus Tahun (1901 – 2000). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol. 15 No. 1, Hal. 71-76.
- WMO (World Meteorological Organization). World Meteorological Day 2016: Hotter, Drier, Wetter. Face the Future. (<http://www.wmo.int/documents/wmo2016calendlowres.pdf>, diakses 8 Mei 2016).