



Pengaruh ENSO Terhadap Curah Hujan dan Kelembapan Relatif serta Suhu Permukaan Laut di Sulawesi

Effect of ENSO on Rainfall and Relative Humidity and Sea Surface Temperature in Sulawesi

Ulil Hidayat^{1*}, Suwignyo Prasetyo¹, Yosafat Donni Haryanto¹, Nelly Florida Riama²

¹Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Kota Tangerang Selatan, Banten 15221

²Pusat Penelitian dan Pengembangan, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Kemayoran, Jakarta Pusat 10720

*Email: ulil.hidayat2799@gmail.com

Naskah Masuk: 06 Oktober 2021 | Naskah Diterima: 07 Januari 2022 | Naskah Terbit: 31 Maret 2022

Abstrak. El Niño – Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena variabilitas iklim yang dicirikan dengan anomali perubahan suhu permukaan laut di Samudra Pasifik wilayah tropis. Anomali positif suhu muka laut (El Niño) dapat menyebabkan kemarau ekstrem sedangkan anomali negatif suhu muka laut (La Niña) dapat menyebabkan musim hujan berkepanjangan di sebagian besar wilayah Indonesia. Dalam hal ini, Sulawesi termasuk kedalam wilayah yang terdampak oleh fenomena ENSO. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh dari fenomena ENSO terhadap parameter cuaca seperti curah hujan, kelembapan relatif, dan suhu permukaan laut (SPL) di wilayah Pulau Sulawesi. ENSO diidentifikasi berdasarkan indeks *Southern Oscillation Indeks* (SOI). Data utama yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari pengamatan stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Kendari, Makassar, Palu, Luwuk, Gorontalo, dan Manado. Data diolah dalam periode waktu 30 tahun (1988 – 2017) yang kemudian dianalisis menggunakan metode statistika deskriptif. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa ENSO memiliki hubungan yang cukup kuat dengan kelembapan relatif, namun memiliki hubungan yang lemah dengan curah hujan di sebagian besar data stasiun BMKG di Sulawesi. Hubungan ENSO dengan curah hujan terkuat terdapat di Gorontalo ($r = 0.537$), sedangkan hubungan terlemah terdapat di Manado ($r = 0.242$). Hubungan ENSO dengan kelembapan relatif terkuat terdapat di Makassar ($r = 0.479$), sedangkan hubungan terlemah terdapat di Palu ($r = -0.057$). Nilai korelasi anomali SPL di wilayah Perairan Sulawesi dengan SOI adalah sebesar 0.5067. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa terdapat hubungan yang cukup kuat dan berbanding lurus antara SPL di Sulawesi dan ENSO.

Kata Kunci: Sulawesi, Iklim, ENSO, curah hujan, kelembapan, suhu permukaan laut

Abstract. *El Niño – Southern Oscillation (ENSO) is a climate variability phenomenon characterized by anomaly of changes in sea surface temperature in the tropical Pacific Ocean. Positive anomaly of sea surface temperature (El Niño) can cause extreme dryness, while negative anomaly of sea surface temperature (La Nia) can cause a prolonged rainy season in most parts of Indonesia. In this case, Sulawesi is included in the area affected by the ENSO phenomenon. This study aims to examine the effect of the ENSO phenomenon on weather parameters (rainfall, relative humidity, and sea surface temperature (SST)) in the Sulawesi Island region. ENSO is identified based on the Southern Oscillation Index (SOI). The main data used in this study came from observations from the Meteorology, Climatology and*

Geophysics Agency (BMKG) stations in Kendari, Makassar, Palu, Luwuk, Gorontalo, and Manado. The data was processed over a period of 30 years (1988 – 2017) which was then analyzed using descriptive statistical methods. The results of this study reveal that ENSO has a quite strong relationship with relative humidity, but has a weak relationship with rainfall in most of the BMKG station data in Sulawesi. The relationship between ENSO and rainfall was strongest in Gorontalo ($r = 0.537$), while the weakest relationship was in Manado ($r = 0.242$). The relationship between ENSO and relative humidity was strongest in Makassar ($r = 0.479$), while the weakest relationship was in Palu ($r = -0.057$). The correlation value of SST anomalies in Sulawesi with SOI is 0.5067. It can be interpreted that there is a quite strong and directly proportional relationship between SST in Sulawesi and ENSO.

Keywords: Sulawesi, climate, ENSO, rainfall, humidity, sea surface temperature

Pendahuluan

Menurut Vecchi (2008), Indonesia menjadi tempat yang baik untuk penelitian iklim karena lokasinya berada di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik, dimana sering disebut dengan kolam air hangat Indo – Pasifik, yang berarti nilai *sea surface temperature* (SST) cukup tinggi dan curah hujan melimpah. Sebagai konsekuensinya adalah Indonesia dipengaruhi oleh fenomena iklim Samudera Hindia dan Pasifik seperti *Indian Ocean Dipole* (IOD) dan *El Niño – Southern Oscillation* (ENSO) [1].

ENSO adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan osilasi antara fase El Niño dan fase La Niña, atau sebaliknya. El Niño merupakan fase positif dari ENSO. El Niño terjadi ketika *sea surface temperature* (SST) di Pasifik tropis tengah dan timur lebih hangat dari rata – rata. Sedangkan La Niña merupakan fase negatif dari ENSO. La Niña terjadi ketika SST di Samudera Pasifik tropis bagian tengah dan timur lebih dingin dari rata – rata [2]. Dampaknya di sebagian besar wilayah Indonesia, musim kemarau menjadi sangat kering serta permulaan musim hujan yang terlambat ketika El Niño berlangsung. Sedangkan ketika La Niña, musim penghujan akan tiba lebih awal dari biasanya [3].

Fenomena ENSO dapat diidentifikasi berdasarkan nilai *Southern Oscillation Index* (SOI) dan Indeks Nino 3.4. Indeks Nino 3.4 merepresentasikan nilai anomali suhu muka laut di wilayah tropis Samudra Pasifik. Sedangkan SOI merepresentasikan perbedaan tekanan antara Tahiti dan Darwin [2]. Baik SOI maupun Indeks Nino 3.4 dapat memberikan indikasi perkembangan dan intensitas kejadian El Niño atau La Niña di Samudera Pasifik.

Aldrian dkk (2003) telah meneliti terkait karakteristik wilayah iklim di Indonesia berdasarkan variabilitas curah hujan dan hubungannya dengan fenomena iklim skala besar yaitu ENSO. Hasil penelitian menunjukkan tiga wilayah iklim di Indonesia dengan karakteristik yang berbeda. Wilayah A terletak di Indonesia bagian selatan mulai dari Sumatera bagian selatan hingga pulau Timor, Kalimantan bagian selatan, Sulawesi dan sebagian Irian Jaya. Wilayah B terletak di barat laut Indonesia dari utara Sumatera hingga barat laut Kalimantan. Wilayah C meliputi Maluku dan Sulawesi bagian utara. Ketiga wilayah menunjukkan variabilitas tahunan yang kuat, kecuali Wilayah A yaitu variabilitas setengah tahunan. Wilayah C menunjukkan pengaruh ENSO terkuat, diikuti oleh Wilayah A. Pada Wilayah B, sinyal terkait ENSO ditekankan [4]. Dalam hal ini, wilayah Sulawesi termasuk kedalam wilayah A dan C, dimana dipengaruhi kuat oleh fenomena ENSO.

Beberapa penelitian yang mengambil topik yang sama telah dilakukan sebelumnya, namun dengan parameter yang terbatas yaitu curah hujan [5][6][7][8]. Ketersediaan data pengamatan yang dimiliki oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika belum dimanfaatkan secara optimal terkait dengan hal ini, khususnya untuk wilayah Sulawesi. Parameter lain juga cukup penting dalam cuaca antara lain kelembapan relatif dan suhu permukaan laut (SPL). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari fenomena ENSO terhadap parameter cuaca (curah hujan, kelembapan



relatif, dan suhu permukaan laut) di wilayah Pulau Sulawesi. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi untuk penelitian serupa dan sebagai pertimbangan bagi instansi pada lokasi penelitian dalam merespons ENSO yang terjadi nantinya.

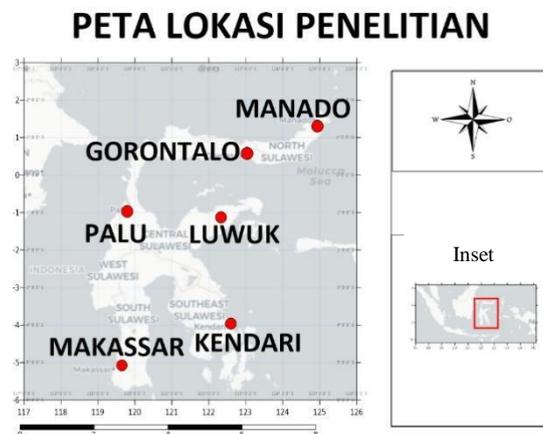
Metode Penelitian

Identifikasi pengaruh ENSO terhadap parameter cuaca dilakukan berdasarkan tiga parameter di wilayah Sulawesi yaitu curah hujan, kelembapan relatif, dan Suhu Permukaan Laut (SPL). Data curah hujan dan kelembapan relatif diambil dari observasi stasiun BMKG di lima titik yaitu Kendari (KEN), Makassar (MAK), Palu (PAL), Luwuk (LUW), Gorontalo (GOR), dan Manado (MAN). Pemilihan lima lokasi ini didasarkan pada stasiun dengan kelengkapan data selama 30 tahun dan posisi persebaran dari stasiun – stasiun tersebut. Data diambil selama 30 tahun dari tahun 1988 – 2017, kecuali untuk Kendari hanya selama 20 tahun dari 1998 – 2017 karena keterbatasan data pengamatan. Data diakses melalui database BMKG, data tersebut dapat diakses melalui link berikut (<http://bmgsoft.database.bmkg.go.id>) setelah mendapat izin dari instansi terkait.

Tabel 1. Nama stasiun, lokasi geografis, dan elevasi

Nama stasiun	Koordinat		Elevasi (mdpl)
	Lintang	Bujur	
Stasiun Meteorologi Maritim Kendari (Kendari)	- 3.9701°	122.59°	2
Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin (Makassar)	- 5.07°	119.5°	14
Stasiun Meteorologi Mutiara Sis – Al Jufri (Palu)	- 0.915°	119.90°	79
Stasiun Meteorologi Syukuran Aminudin Amir (Luwuk)	- 1.0406°	122.771°	19
Stasiun Meteorologi Djalaluddin (Gorontalo)	0.6385°	122.8525°	33
Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi (Manado)	1.54575°	124.9234°	80

Sumber: BMKG



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data SPL didapatkan dari website Copernicus selama periode 30 tahun (1988 – 2017) untuk *Monthly averaged reanalysis* yang dapat diakses secara bebas melalui pranala berikut <https://cds.climate.copernicus.eu> [9]. Analisis SPL dilakukan dengan merata – ratakan nilai SPL pada perairan dengan domain 6LS – 3°LU dan 117 – 126°BT (rata – rata SPL Sulawesi). Data SOI diambil dari *Bureau Of Meteorology* (BOM). Data tersebut dapat diakses pada link <http://www.bom.gov.au/climate/enso/soi/> [2]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode statistika deskriptif. Data curah hujan, kelembapan relatif dan suhu permukaan laut diolah kedalam bentuk anomali tahunan. Dengan demikian, sifat dari parameter yang diteliti dalam rentang waktu tertentu dapat diketahui. Perhitungan anomali data tahunan ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$P_{ai} = P_{ti} - \bar{P} \tag{1}$$



dengan :

P_{ai} : anomali nilai parameter tahun i

P_{ti} : rerata* nilai parameter tahun i

\bar{P} : rerata* nilai parameter tahunan (klimatologi 1988 – 2017)

*Penggunaan rerata nilai untuk semua parameter, kecuali curah hujan yang menggunakan jumlah nilai parameter.

Nilai SOI yang didapatkan diubah menjadi rata – rata pertahun. Kemudian nilai anomali tiap parameter tersebut diolah bersama dengan indeks SOI tahunan untuk mencari nilai korelasi dengan menggunakan menggunakan metode pearson. [10]–[13].

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

dengan :

r = koefisien korelasi antara X dan Y

X = rata – rata tahunan dari SOI

Y = nilai anomali parameter (curah hujan, kelembapan relatif, SPL) tahunan

Perhitungan nilai korelasi dengan metode pearson menghasilkan korelasi yang berada dalam rentang nilai – 1 sampai dengan 1. Semakin besar nilainya, maka semakin besar korelasi antara curah hujan, kelembapan relatif, dan SPL terhadap nilai SOI. Nilai negatif menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antar parameter, sedangkan nilai positif menunjukkan hubungan yang berbanding lurus. Klasifikasi nilai korelasi disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Klasifikasi dan interpretasi nilai korelasi

Nilai r (korelasi)	Keterangan
$\pm (0,00 - 0,199)$	Sangat lemah
$\pm (0,20 - 0,399)$	Lemah
$\pm (0,40 - 0,599)$	Cukup kuat
$\pm (0,60 - 0,799)$	Kuat
$\pm (0,80 - 1,000)$	Sangat kuat

Sumber: Hidayat et.al (2018) [14]

Sebagai tambahan, disajikan nilai anomali tiga parameter tersebut pada tahun El Niño aktif dan La Niña aktif. Analisa spasial dilakukan dengan mengolah data nilai parameter yang didapat dari data pemodelan reanalisis ERA5 [9]. Dikarenakan parameter kelembapan relatif tidak tersedia, maka digunakan data suhu titik embun (*dew point*) dan suhu permukaan untuk mencarinya dengan persamaan dari Lawrence (2005)[15],

$$RH = 100 - 5(T - TD) \quad (3)$$

dengan :

RH : kelembapan relatif (%)

T : suhu permukaan ($^{\circ}C$)

TD : suhu titik embun (*dew point*) ($^{\circ}C$)

Analisis kemudian dilakukan dengan membandingkan nilai parameter pada saat El Niño kuat aktif (September 2015) dan saat La Niña kuat aktif (September 2010). Pemilihan ini dilakukan dengan tujuan untuk studi kasus serta untuk menghindari bias terjadinya ENSO bersamaan dengan variabilitas

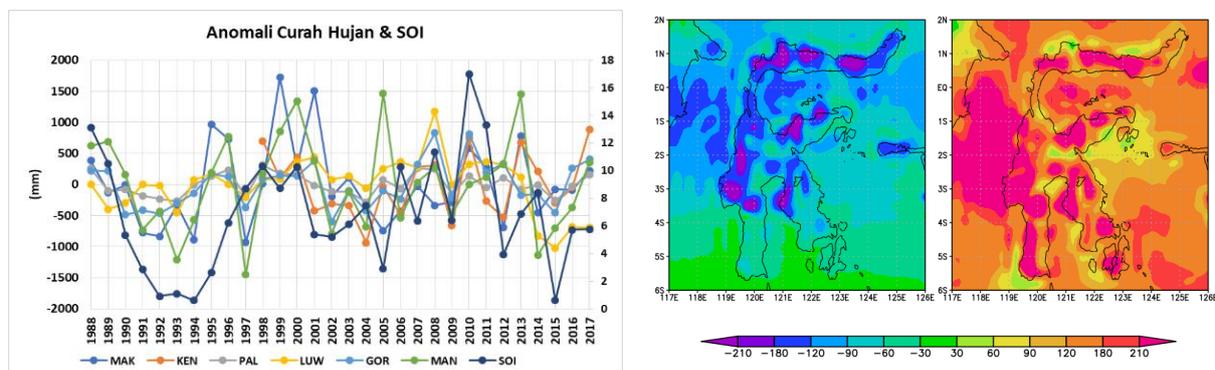


iklim lain apabila data diolah secara komposit. Selain itu, pemilihan juga didasarkan pada bulan kejadian yang sama – sama aktif pada bulan September, sehingga perbedaanya diharapkan akan terlihat secara jelas.

Hasil dan Pembahasan

Curah Hujan

Pada Gambar 2a, disajikan grafik yang menampilkan data anomali curah hujan tahunan dan rerata SOI tahunan dari tahun 1988 – 2017 (30 tahun). Secara umum, pola SOI dan anomali curah hujan tiap tahunnya sangat fluktuatif. Dari tahun 1991 – 1995 terlihat pola menurun untuk anomali curah di kelima lokasi dan juga untuk indeks SOI. Hal ini disebabkan pada rentang waktu tersebut terdapat El Niño lemah hingga kuat. Hal ini sesuai dengan teori yang ada, yaitu El Niño aktif secara umum akan berdampak pada berkurangnya curah hujan di wilayah Indonesia, termasuk Sulawesi [3]. Daerah dengan Anomali curah hujan tertinggi dalam periode waktu tersebut adalah Manado. Rentang tahun 1996 – 2000 terlihat pola SOI naik dan diikuti oleh anomali curah hujan di lima lokasi tersebut. Untuk tahun – tahun berikutnya terdapat pola yang relatif secara umum mengalami fluktuasi yang sama, khususnya saat El Niño dan La Niña terjadi.



Gambar 2. Anomali curah hujan terhadap SOI di Sulawesi (a) anomali curah hujan bulan September 2015 (b) anomali curah hujan bulan September 2010

Tabel 3. Nilai korelasi curah hujan terhadap SOI di Sulawesi

Wilayah	Curah Hujan	
	r SOI	Keterangan
MAK	0.288	Lemah
KEN	0.372	Lemah
PAL	0.420	Cukup Kuat
LUW	0.344	Lemah
GOR	0.537	Cukup Kuat
MAN	0.242	Lemah

Secara umum, untuk kelima lokasi memiliki korelasi yang lemah hingga cukup kuat dan berbanding lurus terhadap SOI. Curah hujan di Palu dan Gorontalo memiliki hubungan yang cukup kuat. Sedangkan curah hujan di Makassar, Kendari, dan Luwuk memiliki korelasi yang lemah dengan ENSO. Gorontalo adalah wilayah dengan nilai korelasi paling besar yaitu 0.537. Sedangkan wilayah dengan nilai korelasi paling kecil adalah Manado yaitu 0.242. Hal ini cukup sesuai dengan hasil penelitian Aldrian (2003) yang menyatakan bahwa wilayah C (Maluku dan Sulawesi bagian utara termasuk Gorontalo) menunjukkan pengaruh ENSO terkuat. Namun, untuk wilayah Makassar, Kendari, dan

Manado adalah wilayah A memiliki pengaruh ENSO lemah. Hal ini menjadi tidak sesuai dengan hasil penelitian Aldrian (2003) yang menyatakan bahwa wilayah A juga dipengaruhi ENSO dalam kategori kuat [4]. Ketidaksesuaian ini kemungkinan disebabkan perbedaan metode yang digunakan dalam penelitian, dimana Aldrian (2003) menggunakan metode *spectral analysis* pada daerah yang telah diklasifikasikan berdasarkan data curah hujannya dengan metode *principal component*.

Idealnya, pada El Niño aktif curah hujan berkurang dan anomalnya bernilai negatif. Sedangkan pada La Niña aktif curah hujan meningkat dan anomalnya bernilai positif. Sehingga, sebagai dasar harus dipahami bahwa semakin besar perubahan anomali curah hujan dibandingkan dari dua periode waktu tersebut maka semakin besar pengaruh ENSO pada curah hujannya. Dari Gambar 2b, curah hujan di Sulawesi pada saat September 2015 (El Niño) secara umum mengalami anomali negatif (berkurang dari biasanya) dan pada September 2010 (La Niña) mengalami anomali positif (bertambah dari biasanya).

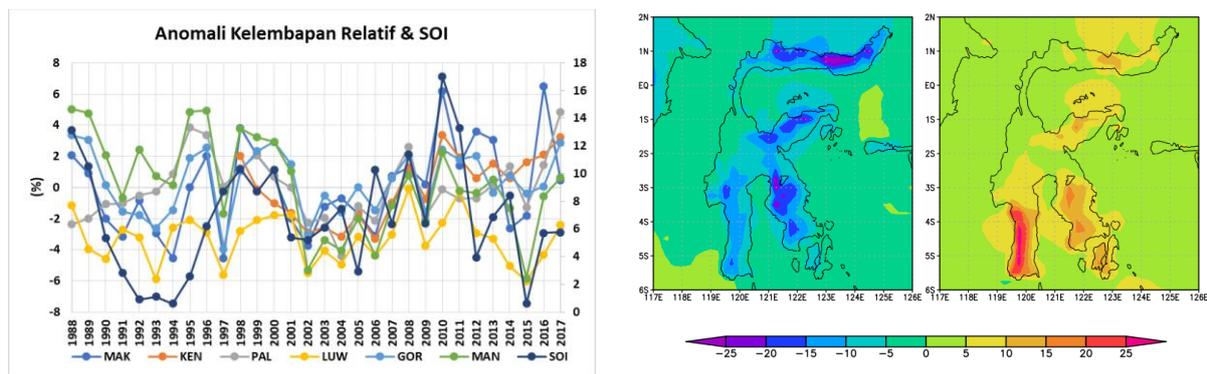
Pada wilayah Kendari dan Makassar terdapat anomali yang tidak terlalu signifikan, khususnya saat September 2015 (dibandingkan lokasi lain) dan sesuai dengan perhitungan nilai korelasi yang menyatakan bahwa ENSO memiliki pengaruh yang lemah pada curah hujan di kedua lokasi tersebut. Walaupun pada September 2010 terlihat anomali curah hujannya sangat besar, hal ini kemungkinan disebabkan oleh intensitas La Niña yang terjadi di tahun 2010 sangat kuat hingga mempengaruhi wilayah secara luas. Sedangkan untuk Manado, anomali curah hujan tidak signifikan. Hal ini sesuai dengan perhitungan nilai korelasi untuk Manado yang dikategorikan cukup lemah. Hal yang cukup berbeda terjadi di Luwuk. Sesuai perhitungan nilai korelasi, pengaruh ENSO di Luwuk termasuk lemah, namun pada dua kasus ENSO yang diambil, nilai anomali curah hujan cukup signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat curah hujan di Luwuk yang bersifat lokal [16].

Gorontalo memiliki anomali yang signifikan dan menandakan adanya pengaruh ENSO yang cukup kuat di daerah tersebut. Untuk Palu, anomali curah hujannya juga tidak mengalami perubahan signifikan (anomali curah hujan saat La Niña bahkan lebih kecil dari Makassar). Hal ini menjadi tidak sesuai dengan perhitungan nilai korelasi untuk Palu yang dikategorikan cukup kuat. Ketidaksesuaian di wilayah Palu ini bisa saja disebabkan oleh adanya faktor lain yang lebih mempengaruhi curah hujan saat waktu tersebut. Seperti yang dinyatakan oleh Aldrian (2003), bahwa Palu termasuk sebagai *Intermediate area* dimana pada wilayah tersebut terdapat diskontinuitas hubungan ENSO dan curah hujan [4]. Selain itu, curah hujan di wilayah Palu sebagian besar dipengaruhi oleh kondisi topografi setempat [17].

Kelembapan Relatif

Berdasarkan Gambar 3a, diketahui bahwa pada tahun 1988 – 1991 anomali kelembapan relatif di lima lokasi dan SOI memiliki pola yang sama yaitu menurun. Namun, pada tahun 1992 – 1994 secara umum di lima lokasi anomalnya berubah menjadi pola naik sedangkan pola SOI masih tetap turun. Pada 1995 – 2000, terlihat pola yang naik yang sama kecuali pada tahun 1997 dimana anomali menunjukan pola menurun. Hal ini dapat dikaitkan dengan El Niño aktif pada tahun 1997 dimana membawa musim kemarau untuk wilayah Indonesia dan secara umum kelembapan relatif pada saat musim kemarau adalah rendah. Pada periode tahun 2001 – 2006, secara umum nilai anomali kelembapan relatif sangat fluktuatif. Pada tahun 2009 – 2010, baik SOI maupun anomali kelembapan relatif di kelima lokasi mengalami pola naik. Hal ini dapat dikaitkan dengan La Niña yang terjadi ditahun 2010. Sedangkan pada tahun 2012 – 2015 terlihat pola yang ada antara SOI dan anomali kelembapan relatif tidak konsisten, dimana pada tahun 2015 anomali kelembapan relatif di lima lokasi mengalami pola turun. Hal ini dapat dikaitkan dengan El Niño pada tahun 2015. Terakhir, pada tahun 2016 – 2017 terdapat pola naik yang sama.





Gambar 3. Anomali kelembapan relatif terhadap SOI di Sulawesi (a) anomali kelembapan relatif bulan September 2015 (b) anomali kelembapan relatif bulan September 2010

Tabel 4. Nilai korelasi kelembapan relatif terhadap SOI di Sulawesi

Wilayah	Kelembapan Relatif	
	r SOI	Keterangan
MAK	0.479	Cukup Kuat
KEN	0.280	Lemah
PAL	-0.057	Sangat Lemah
LUW	0.406	Cukup Kuat
GOR	0.472	Cukup Kuat
MAN	0.260	Lemah

Secara umum, kelembapan relatif memiliki korelasi lemah hingga cukup kuat terhadap nilai SOI dan hubungan yang saling berbanding lurus kecuali untuk Palu. Gorontalo, Luwuk, dan Makassar memiliki hubungan yang cukup kuat. Sedangkan Kendari dan Manado memiliki hubungan yang lemah. Makassar adalah wilayah yang memiliki nilai korelasi paling besar yaitu 0.479. Sedangkan wilayah yang memiliki nilai korelasi paling kecil adalah Palu sebesar -0.057 yang termasuk dalam kategori sangat lemah.

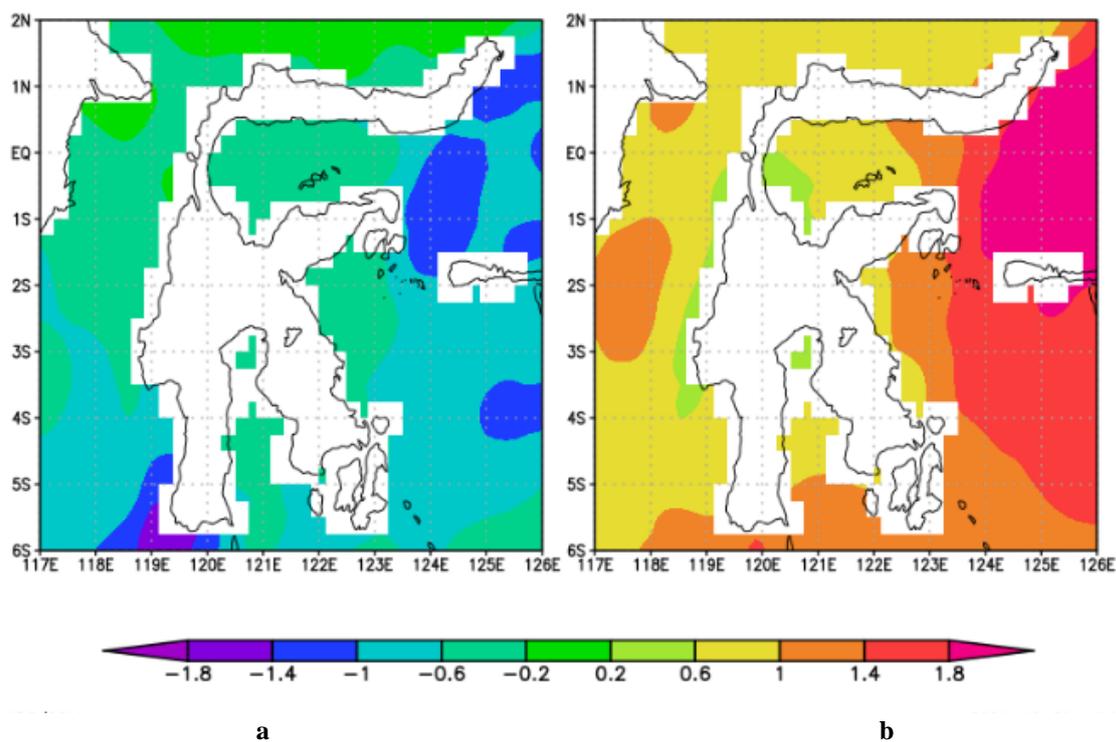
Secara teori, nilai kelembapan relatif akan berkurang pada saat El Niño terjadi dan akan bertambah pada saat La Niña terjadi [18]. Hal ini sesuai dengan Gambar 3b. Pada September 2015, kelembapan relatif di Sulawesi secara umum mengalami anomali negatif (kelembapan berkurang dari biasanya). Sebaliknya, pada saat September 2010 kelembapan relatif di Sulawesi secara umum mengalami anomali positif (kelembapan bertambah dari biasanya). Pada kedua periode waktu tersebut, kelembapan relatif Makassar, Luwuk, dan Gorontalo mengalami anomali yang besar (kelembapan relatif Makassar memiliki anomali lebih signifikan pada saat La Niña, sedangkan Luwuk dan Gorontalo memiliki anomali yang lebih signifikan pada saat El Niño). Hal ini dapat diartikan bahwa fenomena ENSO yang terjadi di ketiga wilayah tersebut memiliki pengaruh yang kuat dan sesuai dengan hasil perhitungan nilai korelasinya. Pada wilayah Kendari dan Manado tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kedua kondisi. Sedangkan pada Palu kondisinya lebih tidak signifikan. Hal ini sesuai dengan perhitungan nilai korelasi yang menyatakan bahwa ENSO memiliki pengaruh yang lemah terhadap kelembapan relatif di Kendari dan Manado, serta sangat lemah di Palu.

Suhu Permukaan Laut (SPL)

Nilai korelasi antar SPL dan indeks SOI adalah sebesar 0.5067. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa terdapat hubungan yang cukup kuat dan berbanding lurus antara SPL di Sulawesi dan ENSO. Maksud dari berbanding lurus adalah jika nilai SOI rendah (indikasi El Niño) maka SPL di Sulawesi rendah,



dan sebaliknya jika nilai SOI tinggi (indikasi La Niña) maka SPL di Sulawesi juga tinggi. Dari Gambar 4 didapatkan secara umum SPL di perairan Sulawesi pada September 2015 menunjukkan anomali negatif, sedangkan pada September 2010 anomalnya positif. Hal ini sesuai dengan perhitungan nilai korelasi dan hasil penelitian Kemili dan Putri (2012) yang menyatakan pada saat El – Niño penurunan temperatur permukaan laut lebih kuat dan durasinya lebih panjang [19]. Pada September 2015, anomali SPL besar terdapat di perairan barat hingga barat daya Makassar mencapai lebih dari $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Diikuti perairan timur Manado mencapai $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sedangkan anomali SPL perairan timur Kendari mencapai $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan perairan utara Luwuk dan utara Gorontalo mencapai $-0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Anomali SPL paling kecil terjadi di perairan barat laut Palu mencapai $-0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pada September 2010, anomali SPL paling besar terdapat di perairan barat Manado mencapai lebih dari $1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Anomali SPL Perairan utara Gorontalo dan utara Luwuk mencapai $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan di perairan barat daya Makassar dan timur Kendari mencapai $1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Anomali SPL paling kecil di barat daya Palu mencapai $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4. Anomali suhu permukaan laut (a) anomali bulan September 2015 (b) anomali bulan September 2010

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh ENSO terhadap parameter cuaca di wilayah Sulawesi. Hubungan antara ENSO dengan parameter cuaca dilakukan berdasarkan metode korelasi pearson dari indeks SOI dengan parameter cuaca hasil dari observasi stasiun BMKG di Kota Kendari, Makassar, Palu, Luwuk, Gorontalo, dan Manado. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa ENSO memiliki hubungan yang cukup kuat dengan kelembapan relatif, namun memiliki hubungan yang lemah dengan curah hujan di sebagian besar data stasiun BMKG di Sulawesi. Hubungan ENSO dengan curah hujan terkuat terdapat di Gorontalo ($r = 0.537$), sedangkan hubungan terlemah terdapat di Manado ($r = 0.242$). Hubungan ENSO dengan kelembapan terkuat terdapat di Makassar ($r = 0.479$), sedangkan hubungan terlemah terdapat di Palu ($r = -0.057$). Nilai korelasi anomali SPL di Sulawesi dengan SOI adalah sebesar 0.5067. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa terdapat hubungan yang cukup kuat dan berbanding lurus antara SPL di Sulawesi dan ENSO.

Daftar Pustaka

- [1] G. A. Vecchi, A. Clement, and B. J. Soden, "Examining the tropical Pacific's response to global warming," *Eos, Trans. Am. Geophys. Union*, vol. 89, no. 9, pp. 81–83, 2008.
- [2] BOM, "About Australian Climate," 2020.
<http://www.bom.gov.au/climate/about/?bookmark=enso> (accessed Nov. 05, 2020).
- [3] S. Safitri, "El Nino, La Nina Dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Di Indonesia," *Criksetra J. Pendidik. Seji.*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [4] E. Aldrian and R. Dwi Susanto, "Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature," *Int. J. Climatol.*, vol. 23, no. 12, pp. 1435–1452, 2003, doi: 10.1002/joc.950.
- [5] A. R. As – syukur, "Pola spasial hubungan curah hujan dengan ENSO dan IOD di Indonesia – Observasi menggunakan data TRMM 3B43," *Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indones.*, pp. 92–107, 2011.
- [6] A. Fadholi, "Studi dampak el nino dan indian ocean dipole (IOD) terhadap curah hujan di Pangkalpinang," *J. Ilmu Lingkungan.*, vol. 11, no. 1, pp. 43–50, 2013.
- [7] E. Mulyana, "Hubungan antara ENSO dengan variasi curah hujan di Indonesia," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2002.
- [8] I. Athoillah, R. M. Sibarani, and D. E. Doloksaribu, "Analisis Spasial El Niño Kuat Tahun 2015 dan La Nina Lemah Tahun 2016 (Pengaruhnya Terhadap Kelembapan, Angin dan Curah Hujan di Indonesia)," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 18, no. 1, pp. 33–41, 2017.
- [9] copernicus, "ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present." <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels-monthly-means?tab=form> (accessed Dec. 25, 2021).
- [10] M. Mananohas, M. D. Bobanto, K. Kunci, and C. Tanaman Pangan Regresi Linear, "Hubungan Cuaca dan Tanaman Pangan Menggunakan Regresi Linear di Kota Tondano," 2019. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian>.
- [11] D. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, *Introduction to linear regression analysis*, vol. 821. John Wiley & Sons, 2012.
- [12] D. R. Sugiyono, *Statistika untuk penelitian*. 2006.
- [13] T. Budiwati, A. Budiyo, W. Setyawati, and A. Indrawati, "Analisis Korelasi Pearson untuk Unsur – Unsur Kimia Air Hujan Di Bandung," *J. Sains Dirgant.*, vol. 7, no. 2, pp. 100–112, 2010, [Online]. Available: http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_sains/article/view/1118.
- [14] A. M. Hidayat, U. Efendi, L. Agustina, and P. A. Winarso, "Korelasi Indeks Nino 3.4 dan Southern Oscillation Index (SOI) dengan Variasi Curah Hujan di Semarang," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 19, no. 2, pp. 75–81, 2018.
- [15] M. G. Lawrence, "The relationship between relative humidity and the dewpoint temperature in moist air: A simple conversion and applications," *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, vol. 86, no. 2, pp. 225–234, 2005.
- [16] T. Bayong, "Klimatologi Umum," *Penerbit ITB Bandung*, 1999.
- [17] B. Prasetyo and N. Pusparini, "Respon Curah Hujan Sulawesi Terhadap El Niño Modoki," *J. Meteorol. dan Geofis.*, vol. 20, no. 1, p. 21, 2019, doi: 10.31172/jmg.v20i1.517.
- [18] I. Susanti, "Pola Kelembapan di Benua Maritim Indonesia dan Sekitarnya (The Indonesian Maritime Continent and Its Surroundings Moisture Patterns)," *Maj. Sains dan Teknol. Dirgant.*, vol. 10, no. 1, 2015.
- [19] P. Kemili and M. R. Putri, "Pengaruh Durasi dan intensitas upwelling berdasarkan anomali suhu permukaan laut terhadap variabilitas produktivitas primer di perairan Indonesia," *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 4, no. 1, pp. 66–79, 2012.

