

## Analisis Hubungan Suhu, Kelembapan dan Curah Hujan di Tana Toraja dengan Fenomena Perubahan Iklim

Santonius Sandi Pabontongan<sup>2,\*</sup>, Pariabti Palloan<sup>1</sup>, Agus Susanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, Indonesia

<sup>2</sup>Stasiun Meteorologi Toraja, Tana Toraja, 91862, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 10 April 2024  
Direvisi: 11 Mei 2024  
Diterima: 25 Juni 2024

#### Kata kunci:

Curah Hujan  
Kelembapan Udara  
Perubahan Iklim  
Suhu Udara

#### Keywords:

Rainfall  
Air Humidity  
Climate Change  
Temperature

#### Penulis Korespondensi:

Santonius Sandi Pabontongan  
Email:  
[santonius.pabontongan@bmgk.go.id](mailto:santonius.pabontongan@bmgk.go.id)

### ABSTRAK

Dampak perubahan iklim telah menjadi isu strategis yang mengancam kepentingan nasional dan lingkungan, terutama dalam konteks Tana Toraja di wilayah tropis Indonesia. Proses perubahan iklim yang dipengaruhi oleh faktor alamiah dan aktivitas manusia telah menyebabkan peningkatan suhu udara global dan anomali iklim. Risiko bencana alam, terutama terkait dengan curah hujan, seperti banjir, longsor, dan penyebaran penyakit, semakin meningkat. Pemerintah Indonesia perlu merancang strategi pembangunan daerah dengan rendah emisi gas rumah kaca dan mengendalikan deforestasi. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dan data dari Stasiun Meteorologi Pongtiku Toraja selama 2000-2019 untuk menganalisis pola perubahan iklim dan dampak *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) di Tana Toraja. Temuan penelitian menunjukkan penurunan suhu udara rata-rata tahunan, peningkatan kelembapan udara, dan perubahan pola curah hujan menjadi tipe iklim ekuatorial. Dampak ENSO terhadap suhu udara, kelembapan, dan curah hujan bersifat variatif. Prediksi menunjukkan penurunan curah hujan, tetapi analisis gabungan menunjukkan kenaikan rata-rata 4.5% per tahun hingga 2029.

*The impact of climate change has emerged as a strategic issue threatening the national interests and environment, particularly in the context of Tana Toraja in the tropical region of Indonesia. The process of climate change, influenced by both natural factors and human activities, has led to a global increase in temperatures and climate anomalies. The risks of natural disasters, especially those related to rainfall such as floods, landslides, and the spread of diseases, are on the rise. The Indonesian government needs to design region development strategies with low greenhouse gas emissions and control deforestation. This study employs a qualitative descriptive method and utilizes data from the Pongtiku Toraja Meteorological Station from 2000 to 2019 to analyze the patterns of climate change and the impact of the El-Nino Southern Oscillation (ENSO) in Tana Toraja. The research findings indicate a decrease in the annual average air temperature, an increase in air humidity, and a shift in rainfall patterns towards an equatorial climate type. The impact of ENSO on air temperature, humidity, and rainfall is variable. Predictions suggest a decrease in rainfall, but combined analyses show an average increase of 4.5% per year until 2029. This conclusion provides a holistic overview of climate dynamics in Tana Toraja, crucial for understanding and planning adaptation for the future.*

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim menjadi perhatian strategis karena dapat mengancam kepentingan nasional suatu negara. Proses alami keragaman dan perubahan iklim berlangsung secara dinamis dan terus-menerus, memberikan dampak negatif pada lingkungan melalui pergeseran pola curah hujan, besaran curah hujan, dan perubahan temperatur udara. Suhu dan curah hujan yang dihasilkan oleh iklim memainkan peran krusial dalam mendukung kehidupan tumbuhan, binatang, dan manusia. Tanpa suhu dan curah hujan yang tepat, pertumbuhan tanaman dan pohon terhambat, hewan kehilangan sumber makanan, dan manusia kesulitan untuk bertahan hidup (Stone et al., 2010).

Iklim, sebagai keadaan cuaca rata-rata yang diselidiki dalam waktu lama dan melibatkan wilayah yang luas, terbentuk karena rotasi dan revolusi bumi, menyebabkan pergeseran semu harian matahari dan tahunan, serta perbedaan lintang geografi dan lingkungan fisik. Beberapa unsur yang memengaruhi keadaan cuaca dan iklim suatu daerah mencakup suhu udara, tekanan udara, angin, kelembapan udara dan curah hujan (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Perbandingan antara iklim dan cuaca, yang merupakan kondisi unsur-unsur dan variasi selama masa singkat, menunjukkan perbedaan karakteristik keduanya.

Fenomena perubahan iklim telah terjadi dan masih berlangsung saat ini, dipengaruhi oleh intensitas unsur-unsur iklim yang menyimpang dari kondisi normalnya (Pinontoan et al., 2022). Perubahan ini merupakan fenomena alam yang melibatkan perubahan nilai unsur iklim secara alami atau dipercepat oleh aktivitas manusia. Sejak dimulainya revolusi industri, suhu udara global terus meningkat, menyebabkan anomali iklim seperti *El-Nino*, *La-Nina*, *Indian Ocean Dipole (IOD)*, peningkatan atau penurunan suhu udara ekstrem, pergeseran musim, dan kenaikan permukaan air laut, yang dapat menyebabkan rob di beberapa wilayah (Yustiana et al., 2023).

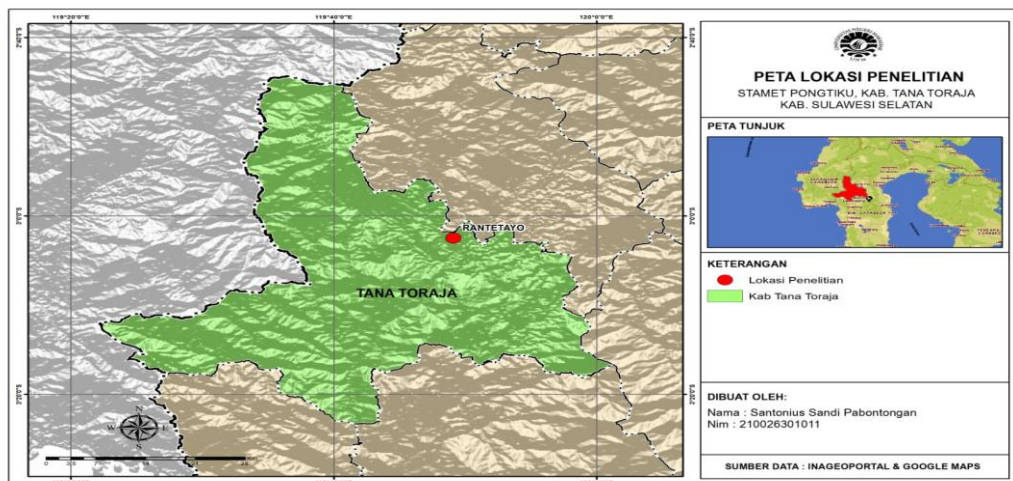
Perubahan iklim tidak hanya menjadi masalah masa depan, tetapi sudah menjadi tantangan yang dihadapi saat ini. Penelusuran database bencana alam internasional mengutip dari (Boer et al., 2007) menunjukkan bahwa banyak bencana alam termasuk dalam kategori global, seperti peningkatan curah hujan yang berpotensi meningkatkan risiko banjir dan longsor. Menyoroti bahwa perubahan distribusi curah hujan dapat memicu berbagai bencana alam, termasuk banjir, longsor, dan penyebaran penyakit (Harahap et al., 2023). Dampak dari kejadian iklim ekstrem diperkirakan akan semakin parah, terutama dengan kerusakan lingkungan dan tutupan hutan yang semakin (Efendi et al., 2012).

Perubahan iklim global menjadi isu lingkungan yang penting di seluruh dunia, menghasilkan dampak negatif pada berbagai sektor kehidupan. Keragaman curah hujan di wilayah tropis dipengaruhi oleh faktor geografis, topografis, orografis, struktur kepulauan, dan orientasi, menciptakan pola sebaran yang tidak merata (Swarinoto & Sugiyono, 2011). Kesulitan dalam memprediksi cuaca di Indonesia disebabkan oleh perubahan cepat dalam fenomena cuaca (Luthfiarta et al., 2020). Curah hujan sebagai parameter iklim menunjukkan perilaku yang jelas sebagai akibat dari perubahan iklim. Suhu udara, yang diukur dalam kondisi minimum dan maksimum, menjadi indikator dominan untuk melihat gejala anomali iklim (Aditya et al., 2021).

Tana Toraja, wilayah di bagian utara Sulawesi Selatan, menarik untuk ditelaah perubahan iklimnya karena memiliki lokasi geografis yang khas dan menjadi destinasi wisata (Biringkanae & Tammu, 2021). Strategi pengelolaan lingkungan yang baik dalam menangani dampak perubahan iklim memerlukan data dan analisis klimatologis yang mendalam (Supriatna, 2021). Kajian dampak dan risiko iklim membutuhkan informasi tentang iklim historis dan proyeksinya, termasuk faktor-faktor iklim seperti suhu, kelembapan dan curah hujan. Di Indonesia, identifikasi perubahan iklim fokus pada suhu kelembapan dan curah hujan, dengan menggunakan analisis deret waktu untuk mengungkap kecenderungan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi iklim historis di Tana Toraja.

## II. METODE

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan data hasil pengamatan sinoptik di Stasiun Meteorologi Pongtiku Tana Toraja, Sulawesi Selatan yang berfokus pada titik koordinat  $2^{\circ}$  -  $3^{\circ}$  LS dan  $119^{\circ}$  -  $120^{\circ}$  BT seperti yang terletak pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

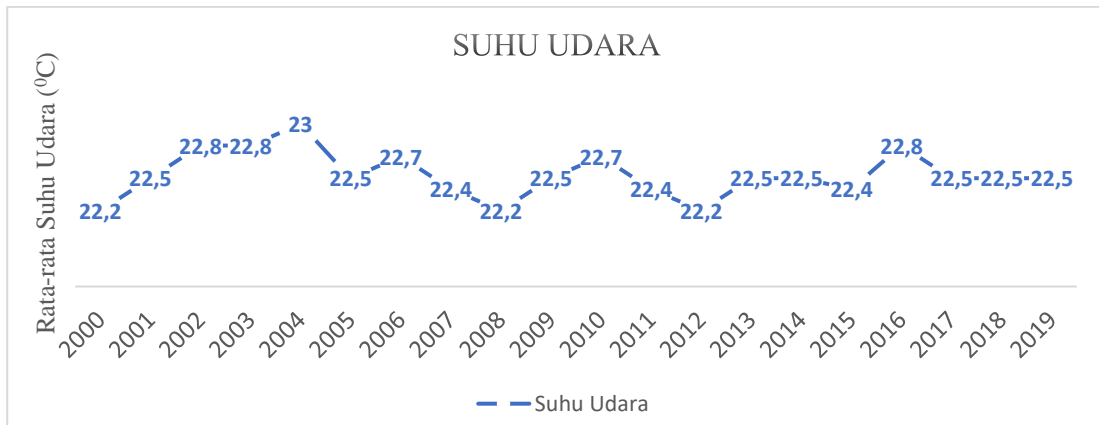
Jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif menggunakan pendekatan kualitatif dalam menggambarkan secara mendetail tentang fenomena tertentu dan hubungannya dengan suatu objek (Syahza, 2021). Penggunaan penelitian kualitatif dimaksud untuk mendeskripsikan hubungan antara suhu udara, kelembapan udara, curah hujan dan kejadian ENSO dengan fenomena perubahan iklim di Tana Toraja. Penelitian kualitatif menggunakan pendekatan kuantitatif, dimana pendekatan tersebut merupakan pendekatan penelitian yang menggunakan data berupa angka dan analisis menggunakan teknik statistik (Ramdhan, 2021). Analisis tersebut digunakan untuk menghitung seberapa besar perubahan suhu udara, kelembapan udara dan curah hujan di Tana Toraja.

Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari pengamatan yang dilakukan oleh pegawai di Stasiun Meteorologi Pongtiku Toraja. Data yang terkumpul mencakup informasi mengenai suhu udara kelembapan udara dan curah hujan selama periode 20 tahun, mulai dari 1 Januari 2000 hingga 31 Desember 2019 di Stasiun Meteorologi Pongtiku Toraja. Untuk melengkapi analisis, penelitian juga memanfaatkan data kejadian *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) yang diperoleh dari situs *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Dengan menggunakan kumpulan data ini, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pola dan tren terkait variabilitas cuaca di wilayah tersebut selama dua dekade terakhir.

Langkah-langkah dalam mengolah data dimulai dengan pengumpulan data sinoptik berupa hasil pengamatan manual per jam di kantor Stasiun Meteorologi Pongtiku Tana Toraja, mencakup suhu udara, kelembapan udara dan curah hujan selama periode 1 Januari 2000 hingga 31 Desember 2019. Data tersebut kemudian ditabulasikan dan diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk membuat grafik. Analisis regresi linear sederhana digunakan untuk mengidentifikasi pola perubahan suhu udara dan curah hujan selama dua dekade. Data grafik suhu udara, kelembapan udara, dan curah hujan dipisahkan dan suhu udara maksimum, suhu udara minimum, serta curah hujan dengan intensitas lebat dianalisis menggunakan regresi linear sederhana untuk memahami perubahan pola selama 20 tahun. Analisis perubahan suhu udara, kelembapan udara, dan curah hujan kemudian diteruskan dengan mencari korelasi antara ketiganya menggunakan perhitungan korelasi Pearson. Selanjutnya, data *Ocean Nino Index* (ONI) diunduh untuk memeriksa kejadian *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), seperti *El Nino*, *La Nina* dan *Netral/Normal* (Oldenborgh et al., 2021). Keterkaitan fenomena ENSO dengan curah hujan, suhu udara, dan kelembapan udara diinvestigasi untuk menyimpulkan apakah ENSO memiliki dampak pada parameter cuaca tersebut. Setelah menganalisis perubahan suhu udara, kelembapan udara, dan curah hujan, penelitian ini mencakup prediksi curah hujan ( $Y$ ) menggunakan teknik regresi linear berganda yang terdiri dari dua variabel bebas ( $X_1$ ,  $X_2$ ) dan satu variabel terikat ( $Y$ ), dimana variabel bebas terdiri dari suhu udara ( $X_1$ ), kelembapan udara ( $X_2$ ) (Fadholi, 2013b). Keseluruhan analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang variabilitas cuaca di Tana Toraja selama dua dekade terakhir dan memahami pengaruh fenomena ENSO terhadap parameter cuaca tersebut.

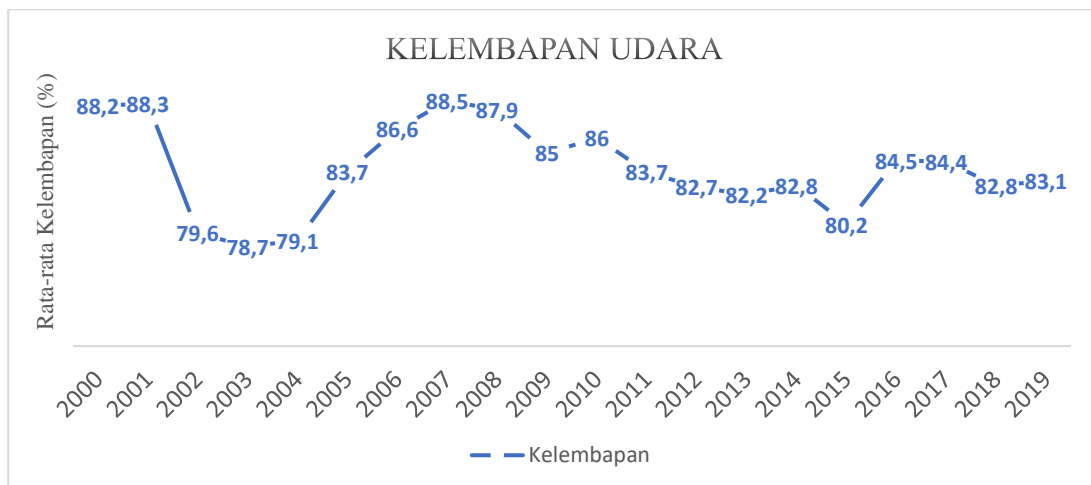
### III. HASIL DAN DISKUSI

Analisis perubahan suhu udara, kelembapan udara dan curah hujan merupakan unsur dalam melihat perubahan iklim (Fadholi, 2013a). Perubahan parameter iklim tersebut di Tana Toraja selama periode 2000-2019 menunjukkan tren yang berbeda. Suhu udara menunjukkan kondisi yang menurun setiap tahunnya, dengan puncak tertinggi pada tahun 2004 sebesar 23.0°C dan titik terendah pada tahun 2008 dan 2012 dengan suhu 22.2°C. Selanjutnya, terjadi kenaikan suhu hingga puncak tertinggi pada tahun 2016 dengan 22.8°C, namun trendnya kembali menurun hingga tahun 2019 dengan suhu 22.5°C.



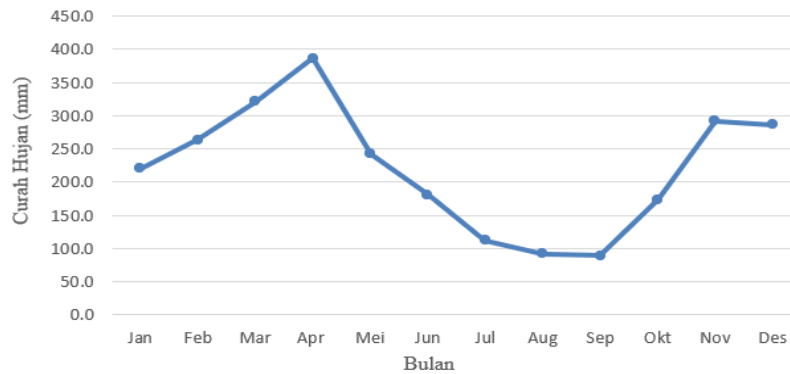
Gambar 2 Perubahan Suhu Udara di Tana Toraja

Sementara itu, untuk kelembapan udara mengalami kenaikan dalam beberapa tahun terakhir. Dari tahun 2000 kelembapan udara sebesar 88.2%, mengalami penurunan hingga tahun 2003 dengan nilai kelembapan sebesar 78.7%, dan puncak tertinggi terjadi pada tahun pada tahun 2007 dengan nilai kelembapan sebesar 88.5%. Namun, kelembapan udara mengalami penurunan kembali hingga tahun 2015 dengan nilai kelembapan sebesar 80.2%. Kemudian naik kembali pada tahun 2016 dengan nilai kelembapan sebesar 84.5% dan kembali mengalami penurunan hingga tahun 2019 dengan nilai kelembapan sebesar 83.1%.



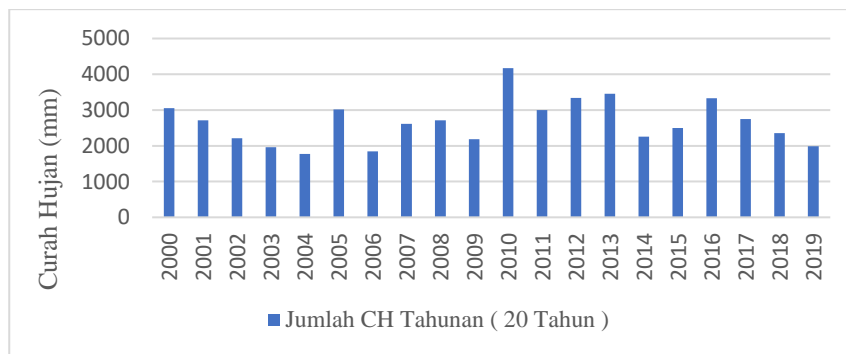
Gambar 3 Perubahan Kelembapan di Tana Toraja

Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata curah hujan bulanan di Stasiun Meteorologi Pongtiku Tana Toraja, terlihat bahwa puncak curah hujan terjadi pada bulan April dan November. Pada kontrasnya, bulan Agustus mencatat curah hujan minimum. Pola distribusi ini mencerminkan tipe hujan ekuatorial yang umumnya ditemui di wilayah ini (Aldrian et al., 2011).



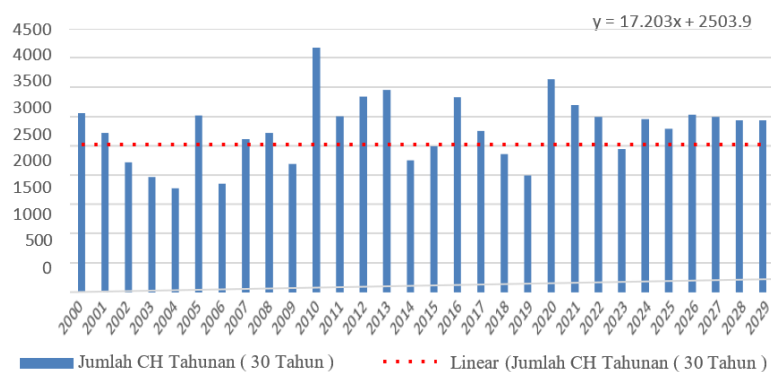
**Gambar 4** Rata-rata Curah Hujan Bulanan

Berdasarkan hasil pengolahan data curah hujan bulanan selama periode tahun 2000-2019 tersebut, dapat disimpulkan bahwa Tana Toraja mengalami dua periode signifikan dengan curah hujan yang tinggi, yaitu pada bulan April dan November, sementara bulan Agustus menandai periode relatif kering. Data curah hujan menunjukkan pola kecenderungan peningkatan yang konsisten setiap tahun di Tana Toraja selama dua dekade ini, dengan kenaikan rata-rata sebesar 3.4% tiap tahun. Jumlah curah hujan tahunan tertinggi tercatat pada tahun 2010, mencapai 4174.7 mm, sementara jumlah terendah terjadi pada tahun 2004 dengan hanya 1771.8 mm.



**Gambar 5** Perubahan Jumlah Curah Hujan

Pengaruh *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) terhadap suhu udara dan kelembapan udara menunjukkan hubungan yang cukup kuat di sebagian wilayah Sulawesi (Hidayat et al., 2022). Pada lampiran dapat dilihat bahwa fase ENSO seperti *La Nina*, *El Nino*, dan fase normal/netral memiliki dampak yang berbeda pada suhu udara, kelembapan udara dan curah hujan di Tana Toraja. Pada hasil prediksi tahunan untuk tahun (2020-2029), ditemukan bahwa curah hujan di Tana Toraja mengalami tren penurunan selama periode 10 tahun (2010-2019). Persamaan regresi linear menunjukkan penurunan curah hujan sebesar 39.5 mm setiap tahunnya. Prediksi curah hujan tahunan (2020-2029) menunjukkan penurunan yang signifikan, meskipun terjadi fluktuasi yang cukup besar.



**Gambar 6** Prediksi Curah Hujan Tahunan

Gabungan hasil analisis curah hujan tahunan dari tahun 2000 hingga 2019 dan prediksi hujan tahun 2020 hingga 2029 menunjukkan tren peningkatan rata-rata sebesar 4.5% setiap tahunnya. Hasil

analisis suhu udara maksimum menunjukkan peningkatan yang stabil, sementara suhu udara minimum menunjukkan kecenderungan penurunan setiap tahunnya. Studi ini memberikan gambaran tentang dinamika iklim di Tana Toraja selama dua dekade terakhir dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti suhu udara, kelembapan udara, curah hujan dan pengaruh ENSO (Hidayat et al., 2022).

Dalam rentang waktu tahun 2000 hingga 2019, hasil analisis regresi terhadap suhu udara rata-rata di Tana Toraja menggambarkan kecenderungan menurun sebesar  $0.0051^{\circ}\text{C}$  per tahun. Sebaliknya, hasil regresi untuk kelembapan udara rata-rata menunjukkan kenaikan sebesar  $0.0353\%$  per tahun. Suhu udara berbanding terbalik dengan kelembapan udara, suhu udara akan semakin rendah pada tempat yang semakin tinggi maka kelembapannya akan semakin tinggi (Lakitan, 2002). Sebelumnya, pola curah hujan di Tana Toraja teridentifikasi sebagai pola monsun, dengan satu puncak musim hujan pada bulan Desember hingga Februari dan musim kemarau pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Namun dari hasil analisis dari tahun 2000 hingga 2019 terjadi perubahan pola menjadi tipe iklim ekuatorial, menampilkan dua puncak hujan setiap tahun pada bulan April dan November. Dari analisis jumlah curah hujan tahunan, dicatat peningkatan rata-rata sebesar  $3.4\%$  per tahun.

Berdasarkan *indeks Ocean Nino*, dampak *El Nino* dan *La Nina* terhadap suhu udara, kelembapan, dan curah hujan di Tana Toraja dapat diidentifikasi. Contohnya, dapat dilihat bahwa pada tahun-tahun tertentu, *El Nino* berpengaruh terhadap suhu udara maksimum, sementara *La-nina* berdampak pada suhu udara minimum. Pola ini tidak selalu konsisten setiap tahun, dan beberapa tahun berada dalam fase normal tanpa pengaruh ENSO (Wicaksono, 2022). Dalam konteks tersebut, korelasi antara suhu udara, kelembapan, dan curah hujan di Tana Toraja terkategori sebagai sedang, dengan nilai korelasi mencapai  $0.51$ . Data ini kemudian digunakan untuk memprediksi curah hujan dari tahun 2020 hingga 2029. Hasil prediksi menunjukkan kecenderungan penurunan, dengan curah hujan tertinggi diprediksi terjadi pada tahun 2020, sementara curah hujan terendah diantisipasi pada tahun 2023.

Berdasarkan analisis gabungan curah hujan dari tahun 2000 hingga 2029, terlihat kecenderungan peningkatan dengan rata-rata kenaikan sebesar  $4.5\%$  per tahun. Di sisi lain, frekuensi hujan dengan intensitas lebat cenderung meningkat selama periode tersebut, menandakan kemungkinan peningkatan kejadian hujan deras di Tana Toraja. Rata-rata suhu udara maksimum mengalami peningkatan sebesar  $0.0080^{\circ}\text{C}$  per tahun, sementara rata-rata suhu udara minimum mengalami penurunan sebesar  $0.0110^{\circ}\text{C}$  per tahun. Peningkatan suhu udara maksimum terjadi secara konsisten setiap tahun, sedangkan suhu udara minimum menunjukkan kecenderungan yang menurun selama periode tersebut. Analisis ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang perubahan iklim di Tana Toraja, membantu dalam pemahaman dan perencanaan terkait dampak perubahan iklim dimasa mendatang.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil olah data yang dilakukan menunjukkan kondisi yang signifikan terkait iklim Tana Toraja dari tahun 2000 hingga 2019. Suhu udara rata-rata tahunan kecenderungan menurun, sedangkan kelembapan udara menunjukkan peningkatan per tahun. Pola curah hujan di Tana Toraja termasuk dalam tipe ekuatorial dengan puncak hujan pada bulan April dan November, sementara jumlah curah hujan tahunan meningkat sebesar  $3.4\%$ . Dampak *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) terhadap suhu udara, kelembapan, dan curah hujan menunjukkan pengaruh yang cukup signifikan yang dapat meningkatkan/menurunkan suhu udara, kelembapan udara dan curah hujan. Prediksi curah hujan dari tahun 2020-2029 menunjukkan pola yang menurun, namun analisis gabungan data aktual dengan data prediksi dari tahun 2000 hingga 2029 menyatakan kenaikan rata-rata sebesar  $4.5\%$  per tahun. Selain itu, kejadian hujan dengan intensitas lebat cenderung meningkat, sementara suhu udara maksimum mengalami peningkatan  $0.1\%$ , dan suhu udara minimum mengalami penurunan  $2.6\%$ . Kesimpulan ini memberikan gambaran holistik tentang dinamika iklim di Tana Toraja, memberikan dasar untuk pemahaman lebih lanjut dan perencanaan adaptasi dimasa mendatang.

#### DAFTAR PUSTAKA

Aditya, F., Gusmayanti, E., & Sudrajat, J. (2021). Pengaruh Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Padi Sawah di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *19*(2), 237–246. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.237-246>

- Ainurrohmah, S., & Sudarti. (2022). Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(3), 1. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.13359>
- Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Biringkanae, A., & Tammu, R. G. (2021). Terhadap Pendapatan Asli Daerah Kabupaten Tana Toraja. *Public Administration Journal*, 4(1).
- Boer, R., Sutardi., & Hilman, D. (2007). Climate Variability and Climate Changes, and Their Implication.
- Efendi, M., Sunoko, H. R., & Sulistya, W. (2012). Kajian Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Sub Das Garang Hulu). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.14710/jil.10.1.8-18>
- Fadholi, A. (2013a). Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Pangkalpinang. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.18860/ca.v3i1.2565>
- Fadholi, A. (2013b). Uji Perubahan Rata-Rata Suhu Udara Dan Curah Hujan Di Kota Pangkalpinang. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 14(1), 11–25.
- Harahap, W. S., Yuniasih, B., & Gunawan, S. (2023). Dampak La Nina 2021-2022 terhadap Peningkatan Curah Hujan. *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, 7(1), 26–32.
- Hidayat, U., Prasetyo, S., Haryanto, Y. D., & Riama, N. F. (2022). Pengaruh ENSO Terhadap Curah Hujan dan Kelembapan Relatif serta Suhu Permukaan Laut di Sulawesi. *Buletin GAW Bariri*, 2(2), 88–96. <https://doi.org/10.31172/bgb.v2i2.56>
- Lakitan, B. (2002). *Dasar-dasar klimatologi*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Luthfiarta, A., Febriyanto, A., Lestiawan, H., & Wicaksono, W. (2020). Analisa Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembapan, Tekanan Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(1), 10–17.
- Oldenborgh, G. J. V., Hendon, H., Stockdale, T., L'Heureux, M., De Perez, E. C., Singh, R., & Aalst, M. V. (2021). Defining El Nio indices in a warming climate. *Environmental Research Letters*, 16(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe9ed>
- Pinontoan, O. R., Sumampouw, O. J., & Nelwan, J. E. (2022). *Perubahan Iklim Dan Pemanasan Global*. Deepublish.
- Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian*. Cipta Media Nusantara.
- Stone, S., Chacon, M., & Frederick, P. (2010). *Perubahan Iklim dan Peran Hutan (Manual Komunitas)*. Conservation International.
- Supriatna, J. (2021). *Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Swarinoto, Y. S., & Sugiyono. (2011). Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembapan Udara Dalam Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Bandar Lampung. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(3), 271–281. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i3.109>
- Syahza, A. (2021). *Metodologi Penelitian* (Edisi revi). Unri Press.
- Wicaksono, A. (2022). Pengaruh Fenomena La Nina Terhadap Anomali Curah Hujan Bulanan Di Sulawesi Selatan the Effect of the La Nina Phenomenon on Monthly Rainfall Anomalies in South Sulawesi. *Buletin Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika*, 2(3), 35–49.
- Yustiana, M., Zainuri, M., Sugianto, D. N., Batubara, M. A. N., & Hidayat, A. M. (2023). Dampak Variabilitas Iklim Inter-Annual (El Niño, La Niña) Terhadap Curah Hujan dan Anomali Tinggi Muka Laut di Pantai Utara Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 109–124.