

ANALISIS PERBANDINGAN CURAH HUJAN KARANGANYAR KECAMATAN AMBULU DENGAN PERIODE 2022 DAN 2023

Amri Gunasti¹, Dwi Sukma Retnonengastiti²

¹Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

email: amrigunasti@unmuhjember.ac.id

²Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

email: dwisukma805@gmail.com

Abstract

Global climate change is affecting the shift in seasonal cycles in Indonesia between 2022 and 2023, which is crucial for environmental balance and the agricultural sector. This study aims to compare monthly rainfall in Ambulu District, Karanganyar Regency, between 2022 and 2023 to provide a realistic picture of rainfall patterns for mitigation and adaptation strategies. This quantitative study uses monthly rainfall data (N=12) from the Central Statistics Agency and is analyzed using SPSS software. The statistical methods used are the Paired Sample T-Test and the Wilcoxon Signed-Rank Test, because the Shapiro-Wilk normality test indicates that the 2023 data deviates from normality. Descriptively, there was a drastic decrease in average rainfall from 161.00 mm (2022) to 78.51 mm (2023), indicating a much drier 2023. The results of the T-test ($p = 0.027$) and the Wilcoxon test ($p = 0.038$) both confirmed a statistically significant difference in average rainfall between the two periods, with rainfall in 2022 being higher. Furthermore, the correlation analysis showed a very weak and insignificant linear relationship ($r = 0.274$; $p = 0.389$). These findings highlight the significant interannual changes in climate patterns and the need for responsive planning for water resource and agricultural management.

Keywords : Rainfall, Comparison, Ambulu, 2022, 2023

Abstrak

Perubahan iklim global memengaruhi pergeseran siklus musim di Indonesia antara tahun 2022 dan 2023, yang krusial bagi keseimbangan lingkungan dan sektor pertanian. Studi ini bertujuan untuk membandingkan curah hujan bulanan di Kecamatan Ambulu, Kabupaten Karanganyar, antara tahun 2022 dan 2023 untuk memberikan gambaran realistis tentang pola curah hujan bagi strategi mitigasi dan adaptasi. Studi kuantitatif ini menggunakan data curah hujan bulanan (N=12) dari Badan Pusat Statistik dan dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS. Metode statistik yang digunakan adalah Uji-T Sampel Berpasangan dan Uji Wilcoxon Signed-Rank, karena uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data tahun 2023 menyimpang dari normalitas. Secara deskriptif, terdapat penurunan drastis rata-rata curah hujan dari 161,00 mm (2022) menjadi 78,51 mm (2023), yang mengindikasikan tahun 2023 akan jauh lebih kering. Hasil uji-T ($p = 0,027$) dan uji Wilcoxon ($p = 0,038$) keduanya mengonfirmasi perbedaan rata-rata curah hujan yang signifikan secara statistik antara kedua periode tersebut, dengan curah hujan pada tahun 2022 lebih tinggi. Lebih lanjut, analisis korelasi menunjukkan hubungan linear yang sangat lemah dan tidak signifikan ($r = 0,274$; $p = 0,389$). Temuan ini menyoroti perubahan pola iklim antartahunan yang signifikan dan perlunya perencanaan yang responsif untuk pengelolaan sumber daya air dan pertanian.

Kata Kunci: Hujan, Perbandingan, Ambulu, 2022, 2023

1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak di kawasan tropis, Indonesia memiliki karakteristik dua musim yang berbeda, yaitu musim hujan dan musim kemarau [1]. Dahulu, periode musim hujan dapat diprediksi antara bulan Oktober hingga April, yang kemudian disusul oleh musim kemarau dari April hingga Oktober. Kini, siklus musim tersebut tidak lagi dapat dijadikan acuan yang pasti [2].

Perubahan iklim didefinisikan sebagai fenomena global dampaknya dapat dirasakan secara langsung pada skala lokal. Pembentuk iklim dan cuaca terdiri atas berbagai unsur atmosferis, di antaranya adalah temperatur, tingkat kelembaban, kecepatan dan arah angin, serta presipitasi [3].

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang memegang peranan penting dalam keseimbangan lingkungan, terutama pada wilayah yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap sektor pertanian, perkebunan, dan ketersediaan sumber daya air. Perubahan pola curah hujan dapat berdampak langsung terhadap aktivitas masyarakat, produktivitas lahan, hingga penyakit yang ditimbulkan seperti semakin banyaknya penyakit (Tifus, Malaria, dan Demam), meningkatnya frekuensi bencana alam cuaca ekstrim (tanah longsor, banjir, kekeringan, dan badai tropis), mengancam ketersediaan air, mengakibatkan pergeseran musim dan perubahan pola hujan, menurunkan produktivitas pertanian, peningkatan temperatur akan mengakibatkan kebakaran hutan mengancam keanekaragaman hayati, dan kenaikan muka laut menyebabkan banjir permanen dan kerusakan infrastruktur di daerah pantai. Oleh karena itu, analisis curah hujan sangat diperlukan untuk memahami dinamika iklim di suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu [4].

Kecamatan Ambulu yang terletak di Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu daerah dengan karakteristik topografi dan penggunaan lahan yang beragam. Kondisi tersebut menjadikan wilayah ini cukup sensitif terhadap perubahan pola curah hujan. Dalam beberapa tahun terakhir, perubahan iklim

global turut memengaruhi variabilitas curah hujan di Indonesia, termasuk di Kecamatan Ambulu. Oleh sebab itu, diperlukan kajian yang membandingkan kondisi curah hujan antar periode waktu untuk melihat adanya kecenderungan peningkatan atau penurunan intensitas maupun frekuensinya [5].

Analisis perbandingan curah hujan antara tahun 2022 dan 2023 di Kecamatan Ambulu diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai perubahan pola hujan yang terjadi [6]. Data tersebut dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah daerah, pengelola sumber daya air, serta masyarakat dalam merencanakan strategi mitigasi dan adaptasi. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat mendukung upaya pengelolaan lingkungan dan sektor pertanian yang lebih berkelanjutan dan responsif terhadap perubahan iklim.

Jember sendiri adalah kabupaten yang sebagian besar masyarakatnya bermata pencaharian sebagai petani, komoditas padi sebagaimana merupakan bahan baku pangan utama masyarakat Indonesia tidak hanya mampu memenuhi permintaan dalam provinsi saja namun juga mampu menyuplai permintaan padi di sejumlah provinsi lainnya. Salah satu kabupaten yang menjadi produsen padi terbesar di Jawa Timur adalah Kabupaten Jember, tetapi setiap tahunnya mengalami penurunan salah satunya perubahan iklim [7].

Akibat yang ditimbulkan menjadi sulit diprediksi, intensitas hujan bertambah, serta meningkatnya kejadian banjir di wilayah yang tadinya aman. Berbagai dampak tersebut menjadi faktor krusial yang memengaruhi tahap perencanaan pembangunan [8]. Dan wilayah Jember sebagian besar adalah petani yang bergantung pada curah hujan pada dusun karanganyar sendiri juga masyarakatnya bermata pencaharian sebagai petani maka bila terjadi hujan ekstrim pada daerah pertanian akan menyebabkan petani mengalami penurunan produktivitas panen atau bahkan mengalami gagal panen di dusun karanganyar [9].

Adanya analisis perbandingan curah hujan di Dusun Karanganyar bertujuan untuk membantu petani merencanakan aktivitas pertanian agar tidak terpengaruh secara negatif oleh perubahan pola curah hujan atau iklim [10].

Analisis data curah hujan Karanganyar kecamatan Ambulu peneliti untuk mengidentifikasi adanya perbedaan signifikan antara periode 2022 dan 2023 waktu yang berbeda dengan mengaplikasikan *Statistical Package for the Social Sciences* SPSS, Bertujuan membandingkan data curah hujan antara tahun 2022 dan 2023, pada tahun 2022 curah hujan dusun karanganyar lebih tinggi daripada periode 2023, Data curah hujan komparatif dusun Karanganyar ini disajikan untuk memberikan prediksi mengenai periode tanam yang paling ideal [11]. Tujuannya adalah agar masyarakat, khususnya petani di Dusun Karanganyar, dapat merencanakan dan melaksanakan kegiatan pertanian dengan tepat, sehingga meminimalisir dampak negatif dari perubahan pola curah hujan atau iklim. periode 2022 dan 2023 [12].

Tabel 1. Data curah hujan karanganyar kecamatan ambulu

| No | Bulan | Tahun 2022 | Tahun 2023 |
|----|-----------|------------|------------|
| 1 | Januari | 157 | 104 |
| 2 | Februari | 208 | 234 |
| 3 | Maret | 306 | 94 |
| 4 | April | 180 | 267 |
| 5 | Mei | 97 | 10 |
| 6 | Juni | 158 | 21 |
| 7 | Juli | 37 | 104 |
| 8 | Agustus | 30 | 0,6 |
| 9 | September | 30 | 0 |
| 10 | Oktober | 197 | 14 |
| 11 | November | 254 | 52 |

| | | | |
|----|----------|-----|------|
| 12 | Desember | 278 | 41,5 |
|----|----------|-----|------|

Sumber: Data Badan Pusat statistic

Tabel di atas menunjukkan data curah hujan bulanan di Dusun Karanganyar pada tahun 2022 dan 2023 [13]. Secara umum, terlihat bahwa curah hujan pada tahun 2022 cenderung lebih tinggi dibandingkan tahun 2023 di sebagian besar bulan. Pada awal tahun, yaitu bulan Januari dan Februari, curah hujan masih berada pada tingkat yang cukup tinggi pada kedua tahun tersebut, meskipun terdapat penurunan dari 157 mm menjadi 104 mm pada Januari, namun terjadi kenaikan pada Februari dari 208 mm di tahun 2022 menjadi 234 mm di tahun 2023.

Selanjutnya, pada bulan Maret perbedaan curah hujan tampak sangat mencolok, dimana tahun 2022 mencatat curah hujan sebesar 306 mm, sedangkan tahun 2023 hanya sebesar 94 mm. Kondisi serupa terlihat pada bulan Mei hingga Desember, di mana curah hujan tahun 2023 secara konsisten lebih rendah daripada tahun 2022. Misalnya pada bulan Mei terjadi penurunan dari 97 mm menjadi hanya 10 mm, pada Juni dari 158 mm menjadi 21 mm, dan pada Agustus serta September penurunan curah hujan sangat drastis hingga mendekati 0 mm [14].

Pada beberapa bulan, seperti April dan Juli, terdapat pengecualian dimana curah hujan justru lebih tinggi pada tahun 2023, yaitu bulan April meningkat dari 180 mm menjadi 267 mm dan bulan Juli dari 37 mm menjadi 104 mm. Namun demikian, peningkatan ini tidak mampu menutupi tren penurunan curah hujan secara keseluruhan pada tahun 2023.

Secara keseluruhan, data dalam tabel menunjukkan adanya tren penurunan curah hujan yang cukup signifikan pada tahun 2023 dibandingkan dengan tahun 2022. Penurunan yang tajam terutama terjadi pada musim kemarau, yang terlihat dari sangat rendahnya curah hujan di bulan Juli hingga Oktober. Kondisi ini dapat mengindikasikan adanya perubahan pola musim, potensi kekeringan, atau pengaruh fenomena iklim global seperti El

Niño yang menyebabkan berkurangnya intensitas curah hujan [15].

2. METODOLOGI

Analisis ini menggunakan uji kuantitatif SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Prosedur utamanya adalah Uji Beda (*T-Test*), yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata dua periode yang berbeda dengan tempat yang sama yaitu dusun Karanganyar.

Langkah yang dilakukan pertama membandingkan rata-rata dari dua pengukuran yang saling terkait ini untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik.

Menggunakan Uji *T Test* Adalah membandingkan perbedaan antara dua kelompok, Selain itu ada uji *Normality* dan *Wilcoxon*.

Analisis penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan bantuan perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). [2] Metode utama yang digunakan adalah Uji Beda (*Paired Sample T-Test*) yang bertujuan untuk membandingkan dua rata-rata dari dua periode waktu yang berbeda tetapi pada lokasi yang sama, yaitu Dusun Karanganyar

. Uji ini digunakan ketika data berasal dari sampel yang sama namun diukur pada dua waktu yang berbeda, sehingga kedua data saling berpasangan. Dalam konteks penelitian ini, data curah hujan tahun 2022 dibandingkan dengan data curah hujan tahun 2023 untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan curah hujan yang signifikan antara kedua tahun tersebut.

Sebelum melakukan Uji *T*, langkah pertama yang dilakukan adalah uji normalitas, yaitu untuk melihat apakah distribusi data mengikuti pola distribusi normal. Uji normalitas penting karena menentukan jenis uji beda yang akan digunakan selanjutnya. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan dua metode yaitu *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk*. Apabila data terdistribusi normal, maka analisis dapat dilanjutkan menggunakan *Paired Sample T-Test*. Namun, jika data tidak berdistribusi normal, maka uji non parametrik yang lebih

tepat digunakan adalah *Uji Wilcoxon Signed Rank Test*.

Paired Sample T-Test digunakan ketika kedua data berdistribusi normal. Uji ini bertujuan mengetahui apakah selisih rata-rata kedua kelompok data tersebut secara statistik berbeda nyata atau tidak. Hasil uji kemudian dilihat melalui nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*). Jika nilai *Sig.* < 0,05, maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan antara curah hujan tahun 2022 dan 2023. Sebaliknya, jika nilai *Sig.* > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Sedangkan apabila hasil uji normalitas menunjukkan bahwa salah satu atau kedua set data tidak berdistribusi normal, maka digunakan *Uji Wilcoxon Signed Rank Test* sebagai alternatif. *Uji Wilcoxon* merupakan uji non parametrik yang tidak memerlukan asumsi distribusi normal. Fungsi uji ini tetap sama, yaitu melihat apakah terdapat perbedaan signifikan antara dua pengukuran yang saling berpasangan, tetapi dengan pendekatan peringkat (*rank*) bukan perhitungan *mean*.

Dengan penggunaan rangkaian metode di atas uji normalitas, uji korelasi, dan uji beda (*Paired Sample T-Test* atau *Wilcoxon*) analisis dilakukan secara sistematis untuk memastikan hasil penelitian akurat, relevan, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil yang didapat beserta pembahasannya yang dijabarkan secara jelas. Data dan hasil pembahasan dapat disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

Tabel 2 Paired Samples Statistic

| Paired Samples Statistics | | | | |
|---------------------------|----------|----|----------------|-----------------|
| | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| curah hujan 2022 | 161,0000 | 12 | 95,84457 | 27,66794 |
| curah hujan 2023 | 78,5083 | 12 | 89,29721 | 25,77788 |

Sumber: IBM SPSS

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif pada data curah hujan tahun 2022 dan 2023 di Kecamatan Ambulu, Karanganyar, terlihat adanya perbedaan yang cukup jelas antara kedua periode tersebut. Rata-rata curah hujan pada tahun 2022 tercatat sebesar 161 mm, sedangkan pada tahun 2023 rata-ratanya hanya sekitar 78,5 mm. Hal ini menunjukkan adanya penurunan curah hujan yang cukup signifikan dari tahun 2022 ke tahun 2023, yaitu dengan selisih lebih dari separuh dari jumlah curah hujan tahun sebelumnya.

Jumlah data yang digunakan sebanyak 12 sampel, yang menggambarkan data curah hujan bulanan selama satu tahun penuh pada masing-masing periode. Nilai standar deviasi pada kedua tahun tersebut juga cukup tinggi, yaitu sekitar 95,84 mm pada tahun 2022 dan 89,30 mm pada tahun 2023. Standar deviasi yang besar ini menunjukkan bahwa fluktuasi curah hujan antar bulan cukup tinggi, atau dengan kata lain, terdapat bulan-bulan dengan curah hujan yang sangat tinggi dan ada pula bulan dengan curah hujan yang rendah.

Penurunan rata-rata curah hujan pada tahun 2023 dapat menjadi indikasi bahwa wilayah tersebut mengalami kondisi yang lebih kering dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pergeseran musim hujan, pengaruh fenomena iklim global (misalnya El Niño), atau perubahan pola cuaca lokal. Kondisi ini tentu berpotensi memberikan dampak terhadap sektor pertanian, ketersediaan air, serta potensi bencana seperti kekeringan pada periode tertentu.

Secara keseluruhan, hasil statistik ini menunjukkan bahwa iklim di Kecamatan Ambulu mengalami perubahan yang perlu diperhatikan lebih lanjut, terutama untuk kepentingan pengelolaan sumber daya air dan kegiatan pertanian yang sangat bergantung pada kestabilan curah hujan.

Tabel 3 Paired Sample Correlations

Paired Samples Correlations

| | | N | Correlation | Sig. |
|--------|-------------------------------------|----|-------------|------|
| Pair 1 | curah hujan 2022 & curah hujan 2023 | 12 | ,274 | ,389 |

Sumber: IBM SPSS

Hasil analisis korelasi berpasangan antara curah hujan tahun 2022 dan curah hujan tahun 2023 menunjukkan koefisien korelasi Pearson sebesar 0,274 dengan jumlah pasangan observasi sebanyak 12. Koefisien korelasi positif ini berarti arah hubungan antar nilai curah hujan pada kedua tahun tersebut sedikit menuju arah yang sama: ketika pada suatu bulan curah hujan 2022 relatif tinggi, pada bulan yang sama di 2023 cenderung juga sedikit lebih tinggi dibandingkan bulan-bulan lain. Namun, kekuatan hubungan ini sangat lemah nilai 0,274 menunjukkan hanya hubungan linear yang lemah antara kedua variabel. Jika kita kuadratkan nilai korelasi ($r^2 = 0,274^2 \approx 0,075$), maka diperoleh bahwa sekitar 7,5% variasi pada curah hujan 2023 dapat dijelaskan oleh variasi curah hujan pada 2022. Dengan kata lain, lebih dari 92% variasi curah hujan 2023 tidak dapat dijelaskan oleh nilai curah hujan 2022 melalui hubungan linear sederhana ini. Ini menandakan bahwa banyak faktor lain (mis. fenomena iklim, pergeseran musim, kondisi lokal, atau variabilitas acak) yang lebih dominan memengaruhi curah hujan tiap bulan antara kedua tahun.

Dari sisi signifikansi statistik, nilai Sig. = 0,389 ($p = 0,389$) menunjukkan bahwa hubungan korelasi tersebut tidak signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi umum (mis. $\alpha = 0,05$). Secara praktis, p-value sebesar 0,389 jauh lebih besar dari 0,05, sehingga kita tidak memiliki bukti yang cukup untuk menolak hipotesis nol bahwa korelasi populasi sama dengan nol. Dengan kata lain, meskipun koefisien korelasi sedikit positif, secara statistik hubungan tersebut dapat saja muncul karena

kebetulan sampel dan bukan karena adanya hubungan linear yang nyata antara curah hujan 2022 dan 2023.

Karakteristik sampel yang mempengaruhi interpretasi: ukuran sampel relatif kecil ($N = 12$), sehingga kekuatan uji (*statistical power*) untuk mendeteksi korelasi moderat juga terbatas. Dengan sampel yang kecil, korelasi yang nyata tapi moderat pun mungkin tidak terdeteksi sebagai signifikan. Oleh sebab itu kesimpulan “tidak signifikan” harus dibarengi kehati-hatian hasil ini tidak otomatis membuktikan tidak ada hubungan sama sekali, tetapi menunjukkan tidak ada bukti kuat dari data ini untuk mendukung adanya hubungan linear yang berarti.

Secara praktis, implikasi hasil ini untuk kajian curah hujan di Kecamatan Ambulu adalah: nilai curah hujan bulanan pada 2022 bukan prediktor yang andal untuk nilai pada bulan yang sama di 2023. Oleh karena itu, perencanaan atau kebijakan yang hanya mengandalkan pola tahunan 2022 untuk memprediksi kondisi 2023 sebaiknya dihindari tanpa analisis tambahan.

Tabel 4 Rata rata Selisish Curah Hujan

| Pair | Mean | Std.Deviation | Std.Error Man |
|-----------------------|----------|---------------|---------------|
| Curah hujan 2022-2023 | 82,49167 | 111,66350 | 32,23448 |

Sumber: IBM SPSS

Jumlah pasangan pengamatan adalah 12 bulan ($n = 12$). Rata-rata selisih curah hujan antara tahun 2022 dan 2023 (curah hujan 2022 curah hujan 2023) sebesar 82,49 dengan simpangan baku selisih 111,66 dan standar *error mean* 32,23. Pengujian *t* berpasangan menghasilkan nilai $t = 2,559$ dengan derajat kebebasan $df = 11$ dan nilai p dua arah $\approx 0,0266$. Interval kepercayaan 95% untuk selisih

rata-rata berada pada rentang [11,544 ; 153,439]. Karena nilai $p < 0,05$ dan interval kepercayaan tidak memuat nol, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan secara statistik antara curah hujan bulanan tahun 2022 dan 2023—dengan arah selisih menunjukkan bahwa curah hujan rata-rata bulanan tahun 2022 lebih tinggi sekitar 82,5 satuan dibandingkan tahun 2023.

Secara praktis, selisih rata-rata sebesar $\sim 82,5$ (dengan simpangan baku cukup besar) mengindikasikan perbedaan yang bermakna namun juga menunjukkan variabilitas antar bulan yang relatif tinggi. Besarnya efek dihitung sebagai Cohen's d (untuk sampel berpasangan) $\approx 0,74$, yang menunjukkan efek sedang-ke-kuat; artinya perbedaan tidak hanya signifikan secara statistik tetapi juga cukup bermakna secara praktis.

Sebelum menerima hasil uji *t* berpasangan sepenuhnya, perlu diperhatikan asumsi yang digunakan: uji *t* berpasangan mensyaratkan bahwa distribusi selisih antara pasangan observasi mendekati normal. Dengan ukuran sampel kecil ($n = 12$) sebaiknya dilakukan pemeriksaan normalitas terhadap data selisih (*mis. Shapiro–Wilk pada selisih*), serta visualisasi histogram dan Q–Q plot untuk memastikan tidak ada deviasi yang kuat atau *outlier* yang mempengaruhi hasil. Jika asumsi normalitas selisih terpenuhi, hasil *t* berpasangan di atas dapat dipercaya. Jika tidak terpenuhi, alternatif yang disarankan adalah menggunakan uji non-parametrik (*Wilcoxon signed-rank*) atau melakukan transformasi data sebelum pengujian.

Dalam pembahasan, selain menyajikan hasil statistik di atas, perlu dikaitkan dengan konteks hidrometeorologi setempat: faktor-faktor seperti pola musim, anomali iklim (*mis. ENSO*), perbedaan pengukuran/instrumentasi, atau kejadian ekstrim pada beberapa bulan dapat menjelaskan mengapa tahun 2022 menunjukkan curah hujan rata-rata yang lebih tinggi dibanding 2023. Disarankan pula melaporkan analisis tambahan *mis. pemeriksaan outlier, analisis musiman per bulan, dan perbandingan visual series waktu*

agar interpretasi menjadi lebih kaya dan dapat menunjukkan apakah perbedaan rata-rata ini konsisten sepanjang tahun atau dipengaruhi beberapa bulan ekstrem.

Tabel 5 Pengujian Nilai Signifikan

| Pair | t | df | Sig |
|-----------------------|-------|----|-------|
| Curah hujan 2022-2023 | 2,559 | 11 | 0,027 |

Sumber: IBM SPSS

Hasil pengujian menunjukkan nilai statistik t sebesar $t(11) = 2,559$ dengan derajat kebebasan $df = 11$ dan nilai signifikansi $p = 0,027$. Karena $p < 0,05$, maka pada taraf signifikansi 5% kita menolak hipotesis nol yang menyatakan tidak ada perbedaan rata-rata antara curah hujan bulanan tahun 2022 dan 2023. Dengan kata lain, terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan secara statistik antara kedua tahun tersebut.

Arah perbedaan ditunjukkan oleh tanda selisih rata-rata (curah hujan 2022 – curah hujan 2023) yang positif, yaitu rata-rata selisih sebesar 82,49 ($SD = 111,66$; *Std. Error Mean* = 32,23). Ini berarti bahwa secara rata-rata curah hujan bulanan tahun 2022 lebih tinggi sekitar 82,5 satuan dibandingkan tahun 2023. Interval kepercayaan 95% untuk selisih rata-rata berada pada kisaran kira-kira [11,54 ; 153,44], yang juga tidak memuat nol sehingga memperkuat kesimpulan adanya perbedaan.

Untuk menilai besarnya efek secara praktis, dihitung Cohen's d untuk sampel berpasangan ($d = \text{rata-rata selisih} / \text{SD selisih}$), menghasilkan nilai sekitar $d \approx 0,74$. Menurut konvensi umum, ini menunjukkan efek yang berkategori sedang-ke-besar — artinya perbedaan yang terdeteksi tidak hanya signifikan secara statistik tetapi juga bermakna secara praktis.

Dalam pembahasan, hasil statistik ini perlu dikaitkan dengan konteks hidrometeorologi setempat. Perbedaan rata-rata curah hujan antara 2022 dan 2023 dapat

dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti variasi musiman, anomali iklim (mis. ENSO), kejadian ekstrem pada beberapa bulan, atau perbedaan prosedur pengukuran. Disarankan untuk melengkapi analisis dengan grafik seri waktu per bulan, analisis musiman, dan pemeriksaan terhadap bulan-bulan yang menyumbang selisih terbesar agar dapat menilai apakah perbedaan disebabkan oleh perubahan umum sepanjang tahun atau oleh beberapa bulan ekstrem.

Tabel 6 Paired Samples Statistics Analisa Korelasi Berpasangan

| Paired Samples Statistics | | | | | |
|---------------------------|--|----------|----|----------------|-----------------|
| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| Pair 1 | data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2022 | 161,0000 | 12 | 95,84457 | 27,66794 |
| | data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2023 | 78,5083 | 12 | 89,29721 | 25,77788 |

Sumber: IBM SPSS

Analisis korelasi berpasangan antara curah hujan bulanan tahun 2022 dan 2023 menghasilkan koefisien Pearson $r = 0,274$ dengan $N = 12$ dan nilai signifikansi $p = 0,389$, yang berarti terdapat hubungan linear positif tetapi sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik; hanya sekitar 7,5% ($r^2 \approx 0,075$) variasi curah hujan pada 2023 yang dapat dijelaskan oleh curah hujan pada bulan yang sama di 2022 menurut model linear sederhana ini, sementara sebagian besar variasi ($\approx 92,5\%$) tetap tidak dijelaskan.

Hasil non-signifikan ini tidak serta merta membuktikan ketiadaan keterkaitan antar tahun, melainkan menunjukkan bahwa dengan data yang ada (n kecil) tidak terdapat bukti cukup kuat untuk menyatakan adanya hubungan linear yang andal; ukuran sampel kecil juga menurunkan daya uji sehingga korelasi moderat sekalipun mungkin tidak terdeteksi.

Ada beberapa faktor penyebab praktis yang dapat menjelaskan lemahnya korelasi ini, antara lain fluktuasi bulanan yang tinggi pada curah hujan, perbedaan pola musiman antar tahun, keberadaan nilai ekstrem (*outlier*) yang mengacaukan hubungan linear, atau pelanggaran asumsi distribusi yang membuat Pearson kurang cocok.

Oleh karena itu direkomendasikan untuk melengkapi analisis dengan visualisasi (*scatter plot* pasangan 2022 vs 2023 dan grafik seri waktu per bulan) untuk melihat pola dan *outlier*, menghitung korelasi Spearman sebagai alternatif non-parametrik, melakukan pemeriksaan outlier dan analisis dekomposisi musiman atau *cross-correlation (lag)* jika relevan, serta bila memungkinkan menambah periode pengamatan atau menggunakan bootstrap

Untuk memperoleh interval kepercayaan yang lebih dapat diandalkan, diperlukan langkah-langkah analisis tambahan dan penyempurnaan data. Namun, sebelum hal tersebut dilakukan, kesimpulan yang paling hati-hati adalah bahwa tingkat keteraturan curah hujan antar tahun pada skala bulanan di lokasi ini cenderung rendah. Dengan kata lain, pola hujan bulanan menunjukkan variabilitas yang cukup besar dari tahun ke tahun, sehingga sulit untuk menemukan konsistensi atau kestabilan yang signifikan dalam distribusi curah hujan di wilayah tersebut.

Tabel 7 Paired Samples Correlations

| Paired Samples Correlations | | | |
|-----------------------------|---|-------------|------|
| | N | Correlation | Sig. |

| | | | | |
|--------|---|----|------|------|
| Pair 1 | data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2022 & data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2023 | 12 | ,274 | ,389 |
|--------|---|----|------|------|

Sumber: IBM SPSS

Analisis korelasi berpasangan antara data curah hujan perbulan Dusun Karanganyar tahun 2022 dan tahun 2023 menunjukkan koefisien Person $r = 0,274$ dengan $N = 12$ dan nilai signifikansi $p = 0,389$. Nilai r tersebut menggambarkan hubungan linear positif yang sangat lemah; kuadrat korelasi (r^2) hanya sekitar 7,5%, yang berarti hanya sekitar 7,5% variasi curah hujan pada 2023 dapat dijelaskan oleh variasi pada bulan yang sama di 2022 berdasarkan model linear sederhana ini, sedangkan sekitar 92,5% variasi lainnya tidak dijelaskan oleh hubungan linear tersebut. Karena nilai p jauh lebih besar dari $\alpha = 0,05$, hubungan yang terobservasi tidak signifikan secara statistik artinya tidak ada bukti yang cukup dari data saat ini untuk menyatakan adanya keterkaitan linear yang andal antar-tahun pada tingkat bulanan.

Hasil ini perlu ditafsirkan dengan hati-hati mengingat ukuran sampel kecil ($n = 12$) yang menurunkan daya uji; korelasi nyata yang kecil atau moderat mungkin tidak terdeteksi. Faktor-faktor praktis yang mungkin menyebabkan korelasi lemah ini meliputi fluktuasi bulanan yang besar, perbedaan pola musiman antar tahun, kehadiran *outlier* (bulan ekstrem), atau pelanggaran asumsi normalitas sehingga Pearson kurang sesuai.

Oleh karena itu disarankan melengkapi analisis dengan visualisasi *scatter plot* (2022 vs

2023) dan grafik seri waktu untuk mendeteksi pola atau outlier, menghitung korelasi Spearman sebagai alternatif non-parametrik, memeriksa pengaruh *outlier* dengan analisis sensitivitas, serta mempertimbangkan dekomposisi musiman, analisis lag, atau peningkatan jumlah tahun pengamatan/bootstrapping untuk memperoleh kesimpulan yang lebih robust; sampai langkah-langkah tersebut dilakukan, dapat disimpulkan secara konservatif bahwa keteraturan curah hujan antar tahun pada tingkat bulanan di lokasi ini relatif rendah.

Tabel 8 Case Processing Summary Data Curah Hujan Perbulan Dusun Karanganyar

| Case Processing Summary | | | | | | |
|--|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Cases | | | | | |
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2022 | 12 | 100,0 % | 0 | 0,0% | 12 | 100,0 % |
| data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2023 | 12 | 100,0 % | 0 | 0,0% | 12 | 100,0 % |

Sumber: IBM SPSS

Berdasarkan hasil *Case Processing Summary*, diketahui bahwa data curah hujan per bulan pada Dusun Karanganyar untuk tahun 2022 dan tahun 2023 masing-masing berjumlah 12 data, yang mewakili 12 bulan dalam satu tahun. Seluruh data pada kedua tahun tersebut

tercatat sebagai valid (100%), dan tidak ditemukan data yang hilang atau tidak terisi (*missing* = 0%). Hal ini menunjukkan bahwa proses pengumpulan data telah dilakukan dengan baik dan konsisten setiap bulan, sehingga tidak terdapat kekosongan data yang dapat memengaruhi hasil interpretasi. Ketersediaan data yang lengkap ini sangat penting, karena kelengkapan data menjadi syarat utama dalam penerapan metode statistik seperti uji normalitas, uji korelasi, dan uji beda rata-rata (*paired sample test*). Apabila terdapat data hilang, maka analisis dapat menjadi bias atau mengharuskan peneliti melakukan imputasi data, yang berpotensi mengubah pola asli data.

Selain itu, kelengkapan data ini juga mencerminkan bahwa pencatatan curah hujan di wilayah tersebut telah dilakukan secara rutin dan teratur, baik melalui pos hujan manual maupun data alat ukur otomatis (jika digunakan). Konsistensi pencatatan ini menjadi dasar penting dalam penelitian hidrologi dan klimatologi, karena curah hujan merupakan variabel yang sangat dipengaruhi oleh dinamika cuaca dan iklim yang berubah dari waktu ke waktu. Dengan data yang lengkap dan tidak terputus, hasil analisis dapat menggambarkan kondisi curah hujan bulanan secara lebih akurat dan dapat diperbandingkan antar tahun.

Secara keseluruhan, hasil *Case Processing Summary* ini memberikan keyakinan bahwa data yang dianalisis memiliki kualitas kelengkapan yang baik, sehingga hasil analisis statistik berikutnya dapat diinterpretasikan dengan lebih terpercaya, tanpa kekhawatiran adanya bias akibat data yang tidak lengkap atau terdistorsi.

Tabel 9 Tes Statistics

Test Statistics^a

| | |
|------------------------|---|
| | data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2023 - data curah hujan perbulan dusun karanganyar tahun 2022 |
| Z | -2,080 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,038 |

Sumber: IBM SPSS

Hasil uji *Wilcoxon Signed-Rank* untuk selisih (data curah hujan perbulan 2023 – data curah hujan perbulan 2022) menunjukkan statistik $Z = -2,080$ dengan nilai *signifikansi Asymp. Sig. (2-tailed)* = 0,038. Karena $p = 0,038 < 0,05$, kita menolak hipotesis nol pada taraf signifikansi 5% dan menyimpulkan bahwa ada perbedaan median yang signifikan antara curah hujan bulanan tahun 2023 dan 2022.

Penafsiran arah perbedaan: tanda negatif pada statistik Z ($Z = -2,080$) mengindikasikan bahwa selisih (2023 – 2022) cenderung bernilai negatif, atau dengan kata lain kemungkinan besar curah hujan pada 2023 lebih rendah dibanding 2022 pada tingkat median/pusat distribusi perbedaan. Ini konsisten dengan hasil uji t berpasangan sebelumnya yang menunjukkan selisih rata-rata (2022 – 2023) positif sekitar 82,49 satuan dan signifikansi $p < 0,05$ —kedua uji (parametrik dan nonparametrik) sama-sama menunjukkan perbedaan antar tahun, sehingga temuan cukup robust terhadap asumsi normalitas.

Ukuran efek dapat dihitung dari nilai Z sebagai $(r = \frac{|Z|}{\sqrt{N}})$. Dengan $N = 12$ (jumlah pasangan non-nol), diperoleh $(r \approx \frac{2,080}{\sqrt{12}} \approx 0,60)$. Menurut konvensi Cohen, nilai $r \approx 0,60$ menunjukkan efek yang besar, sehingga perbedaan bukan hanya signifikan secara statistik tetapi juga bermakna secara praktis.

Beberapa catatan metodologis dan rekomendasi interpretasi:

Wilcoxon dipilih karena tidak mengasumsikan normalitas distribusi selisih, sehingga cocok bila uji normalitas menunjukkan pelanggaran. Test ini mengevaluasi perbedaan median melalui peringkat absolut selisih; hasil signifikan menandakan perubahan sistematis antar pasangan bulan.

Laporan hasil sebaiknya menyertakan juga statistik deskriptif nonparametrik (median dan IQR masing-masing tahun serta median selisih) dan jumlah pasangan yang memberi selisih positif, negatif, atau nol karena ini membantu melihat sebaran tanda perbedaan (berapa bulan yang menurun vs meningkat).

Visualisasi (*boxplot* per tahun dan plot garis bulanan) dianjurkan untuk mengidentifikasi bulan-bulan yang paling berkontribusi terhadap perbedaan dan untuk melihat keberadaan outlier atau ketidaksimetrian selisih.

Karena N kecil, hasil harus ditafsirkan hati-hati; namun konsistensi antara *Wilcoxon* dan *Paired-t* menambah keyakinan bahwa perbedaan antar tahun nyata. Untuk memperkuat bukti, direkomendasikan analisis tambahan seperti pemeriksaan outlier, dekomposisi musiman per bulan, atau menambah periode pengamatan bila memungkinkan.

Tabel 10 Tes Normalitas

| Tahun | Metode | Statistic | Sig (p) |
|-------|--------------------|-----------|---------|
| 2022 | Kolmogorov-smirnov | 0.152 | 0.200 |
| 2022 | Shapiro-Wilk | 0.929 | 0.374 |
| 2023 | Kolmogorov-smirnov | 0.221 | 0.109 |
| 2023 | Shapiro-Wilk | 0.814 | 0.014 |

Sumber: IBM SPSS

Uji normalitas terhadap data curah hujan bulanan Dusun Karanganyar dilakukan menggunakan dua metode, yaitu *Kolmogorov Smirnov* dan *Shapiro Wilk*, masing-masing pada sampel sebanyak 12 bulan untuk tiap tahun pengamatan. Pada data tahun 2022 kedua

uji memberikan nilai signifikansi yang besar (*Kolmogorov Smirnov* $p = 0,200$; *Shapiro Wilk* $p = 0,374$), sehingga pada taraf signifikansi 5% tidak ada bukti untuk menolak hipotesis nol bahwa data berdistribusi normal; dengan kata lain, distribusi curah hujan bulanan tahun 2022 dapat dianggap mendekati normal. Sebaliknya, pada data tahun 2023 terdapat ketidakkonsistenan hasil: *Kolmogorov Smirnov* menunjukkan $p = 0,109$ yang mengindikasikan tidak signifikan, namun *Shapiro Wilk* menunjukkan $p = 0,014$ sehingga menolak hipotesis normalitas. Karena *Shapiro Wilk* dikenal lebih sensitif dan lebih disarankan untuk sampel kecil, hasil ini menunjukkan bahwa distribusi curah hujan bulanan tahun 2023 menyimpang dari normalitas.

Perbedaan karakter distribusi antara kedua tahun ini memiliki implikasi analitis yang penting. Untuk data 2022, pemenuhan asumsi normalitas membuka kemungkinan penggunaan metode statistik parametrik yang mensyaratkan normalitas, sedangkan untuk data 2023, penyimpangan yang terdeteksi mengharuskan penanganan lebih lanjut sebelum menerapkan teknik parametrik. Penyimpangan tersebut dapat disebabkan oleh adanya nilai ekstrem (*outlier*), *skewness* (kemencengan) pada distribusi, atau variasi musiman yang kuat pada beberapa bulan sehingga bentuk distribusi tidak menyerupai kurva normal.

Untuk langkah selanjutnya, dianjurkan melakukan pemeriksaan visual berupa histogram dan Q-Q plot untuk mengidentifikasi bentuk penyimpangan dan mendeteksi *outlier* pada data 2023. Apabila ditemui kemencengan atau *outlier* yang signifikan, pertimbangkan transformasi data (misalnya transformasi logaritmik, akar kuadrat, atau *Box-Cox*) kemudian uji ulang normalitas; bila transformasi tidak memperbaiki normalitas atau tidak sesuai secara interpretatif, gunakan metode non-parametrik atau statistik robust yang tidak bergantung pada asumsi normalitas. Dalam laporan akademik/disertasi, sebaiknya dijelaskan pula alasan memilih satu pendekatan (mis. mempercayai hasil *Shapiro Wilk* karena ukuran sampel kecil) dan langkah korektif yang

diambil sehingga pembaca dapat mengikuti keputusan analitis secara transparan.

4. KESIMPULAN

Penelitian mengenai data curah hujan bulanan di Dusun Karanganyar menunjukkan bahwa data pada tahun 2022 dan 2023 tercatat lengkap tanpa adanya data yang hilang. Kelengkapan data ini memastikan bahwa hasil analisis yang dilakukan dapat dipercaya dan mencerminkan kondisi curah hujan secara nyata di lapangan. Dengan tersedianya data selama 12 bulan penuh pada kedua tahun tersebut, proses analisis statistik dapat dilakukan secara optimal tanpa perlu melakukan pengisian atau perkiraan data tambahan.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data curah hujan tahun 2022 memiliki distribusi yang normal, sedangkan data curah hujan tahun 2023 menunjukkan distribusi yang tidak normal. Perbedaan ini mengindikasikan adanya variasi pola curah hujan antar tahun yang kemungkinan dipengaruhi oleh faktor iklim, musim, atau fenomena cuaca tertentu. Kondisi ini menunjukkan bahwa curah hujan di wilayah tersebut memiliki dinamika perubahan yang cukup signifikan dari satu tahun ke tahun berikutnya.

Hasil analisis korelasi menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,274 dengan nilai signifikansi 0,389. Nilai ini mengindikasikan hubungan yang lemah dan tidak signifikan antara curah hujan tahun 2022 dan 2023. Artinya, curah hujan pada bulanan yang sama di kedua tahun tersebut tidak saling mempengaruhi atau tidak menunjukkan pola kesamaan yang konsisten. Perubahan curah hujan dari tahun ke tahun lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi iklim dan atmosfer global yang tidak memiliki pola tetap.

Sementara itu, hasil uji *t* berpasangan menunjukkan nilai signifikansi 0,027, yang berarti terdapat perbedaan rata-rata curah hujan yang signifikan antara tahun 2022 dan 2023. Curah hujan pada tahun 2022 dihitung lebih tinggi dibandingkan tahun 2023 dengan selisih rata-rata sebesar 82,49 satuan. Temuan ini

menunjukkan adanya kecenderungan penurunan curah hujan pada tahun 2023, yang dapat berdampak pada berbagai sektor seperti pertanian, ketersediaan air bersih, serta pengelolaan sumber daya air. Oleh karena itu, hasil ini penting menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan mitigasi potensi kekeringan di wilayah tersebut.

REFERENSI

- [1] N. D. Rahayu, B. Sasmito, and N. Bashit, "Analysis of the Effect of the Indian Ocean Dipole (IOD) Phenomenon on Rainfall in Java Island," *J. Geod. Undip*, vol. 7, no. 1, pp. 57–67, 2018.
- [2] A. Gunasti, M. Rosana, N. Indriani, S. Dewi, and O. Wulandari, "Uji Independent Sample T-Test Curah Hujan Stasiun Curah Malang dan Ampel Januari 2015 di Jember Independent Sample T-Test of Rainfall At Curah Malang And Ampel Station January 2015 In Jember," *J. Smart Teknol.*, vol. 5, no. 3, pp. 366–375, 2024.
- [3] A. K. Utami, H. Akhsan, and N. Andriani, "Dinamika Trend Curah Hujan Ekstrem Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Sebagai Indikasi Dampak Pemanasan Global," *J. Online Phys.*, vol. 9, no. 2, pp. 49–60, 2024, doi: 10.22437/jop.v9i2.32511.
- [4] S. Suhadi, F. Mabrurroh, A. Wiyanto, and I. Ikra, "Analisis Fenomena Perubahan Iklim Terhadap Curah Hujan Ekstrem," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 1, pp. 94–100, 2023, doi: 10.37478/optika.v7i1.2738.
- [5] A. Gunasti, A. V Dwi, M. N. Athallah, and ..., "Rekapitulasi Data Statistik Curah Hujan Tiap Bulan Dari Tahun 2005 Sampai 2007," *J. Smart ...*, vol. 5, no. 3, pp. 376–383, 2024, [Online]. Available: <http://103.242.78.149/index.php/JST/article/view/23226%0Ahttp://103.242.78.149/index.php/JST/article/download/23226/4915>
- [6] A. Gunasti, K. A. Wicaksana, T. G. Putri, A. Rozikin, and M. R. A. Putra, "Perbandingan Data Angin Metode Windrose di Kota Probolinggo dan Kota Banyuwangi dengan Independent Sample T-Test," *J. Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 8, no. 1, pp. 59–65, 2024, doi: 10.31289/jcebt.v8i1.10958.
- [7] M. L. Hidayatullah and B. U. Aulia, "Identifikasi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Padi," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 2, pp. 43–48, 2019, [Online]. Available: <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/49241>
- [8] H. Herminingsih, "Hubungan Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim dengan Produktivitas Tembakau pada Lahan Sawah dan Tegalan di Kabupaten Jember," *J. Sos. Ekon. Pertan.*, vol. 7, no. 2, 2014.
- [9] I. S. Prayoga and A. Ahdika, "Pemodelan Kerugian Bencana Banjir Akibat Curah Hujan Ekstrem Menggunakan Evt Dan Copula," *J. Apl. Stat. Komputasi Stat.*, vol. 13, no. 1, pp. 35–46, 2021, doi: 10.34123/jurnalasks.v13i1.273.
- [10] F. Azizah, S. Suwarsito, and E. Sarjanti, "Pengaruh Pola Curah Hujan Terhadap Produktivitas Padi di Kecamatan Bukateja Kabupaten Purbalingga," *Sainteks*, vol. 18, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.30595/sainteks.v18i1.10567.
- [11] R. Farikhul Firdaus and I. V. Paputungan, "Prediksi Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Metode Long Short Term Memory," *J. Penelit. Inov.*, vol. 2, no. 3, pp. 453–460, 2022, doi: 10.54082/jupin.99.
- [12] H. Mustafidah, A. Imantoyo, and S. Suwarsito, "Pengembangan Aplikasi Uji-t Satu Sampel Berbasis Web," *JUITA J. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 245, 2020, doi: 10.30595/juita.v8i2.8786.
- [13] M. Arman, "Perbandingan Performansi Single Web Server Dan Multi Web Server Dengan Uji Coba Paired Sample T Test," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan*

- Komputer*), vol. 8, no. 2, pp. 116–123, 2019, doi: 10.32736/sisfokom.v8i2.668.
- [14] M. Annas, C. Muryani, and S. Nugraha, “Analisis Kerawanan Longsor Lahan Di Kecamatan Ngargoyoso Kabupaten Karanganyar Tahun 2023,” *Indones. J. Environ. Disaster*, vol. 2, no. 2, pp. 126–139, 2023, doi: 10.20961/ijed.v2i2.822.
- [15] E. Efrizal, Y. Adi Saputro, and N. Hidayati, “Implementasi Software Hec-Ras 4.1.0 Dan Epa Storm Water Management Model (Swmm) 5.1.0 Pada Efektivitas Analisis Saluran Drainase (Studi Kasus Desa Kelet Kecamatan Keling Kabupaten Jepara),” *J. Civ. Eng. Study*, vol. 2, no. 01, pp. 7–16, 2022, doi: 10.34001/ces.02012022.2.