

PENGARUH KLIMATOLOGI TERHADAP KONDISI HABITAT KOLEKSI KEBUN RAYA PURWODADI

Ade Idaheryana^{1*}, Mahrani², Ifadah Laili Rahmah³, Satiti Ratnasari⁴, Shilfiana Rahayu⁵, Rony Irawanto⁶

¹Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

²Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

³Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

⁴Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

⁵Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

⁶Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong, Indonesia

*Penulis korespondensi: adeidaheryana12@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim global menyebabkan terjadinya variasi dalam pola iklim lokal yang signifikan, yang berdampak penting terhadap kelangsungan habitat, khususnya di kawasan konservasi ex-situ seperti kebun raya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak variabel klimatologi terhadap kondisi habitat di Kebun Raya Purwodadi. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan studi kasus di Kebun Raya Purwodadi, memanfaatkan data sekunder klimatologi periode tahun 2020–2022 yang dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan analisis tren untuk mengidentifikasi pola perubahan iklim serta dampaknya terhadap kondisi habitat. Hasil penelitian menunjukkan adanya fluktuasi yang signifikan pada parameter klimatologi, dengan tren kenaikan suhu rata-rata dan perubahan pola curah hujan yang berpotensi memengaruhi ketersediaan air dan meningkatkan stres fisiologis tumbuhan. Kondisi ini mencerminkan pergeseran habitat yang dapat memperbesar risiko kerentanan spesies terhadap hama, penyakit, dan menghambat upaya konservasi. Penelitian ini memberikan pemahaman awal yang penting mengenai respons habitat kebun raya terhadap dinamika iklim jangka pendek.

Kata kunci: Perubahan Iklim, Klimatologi, Kondisi Habitat, Konservasi, Kebun Raya Purwodadi.

1 PENDAHULUAN

Fenomena perubahan iklim global yang ditandai melalui meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi, ketidakaturan pola curah hujan, serta dinamika kelembaban udara, telah menjadi permasalahan strategis yang berdampak luas terhadap stabilitas ekosistem dan keberlanjutan keanekaragaman hayati pada skala global (Turyasingura & Mohammed, 2022). Dampak dari perubahan iklim ini sangat bervariasi, mulai dari pergeseran distribusi spesies hingga ancaman kepunahan (Hagerman & Chan, 2009). Salah satu indikator utama dari perubahan iklim yaitu kenaikan suhu global yang telah teramati secara konsisten dan menunjukkan pengaruh yang luas terhadap berbagai komponen lingkungan. Di samping itu, pergeseran pola curah hujan turut menjadi isu yang mendapat perhatian signifikan, mengingat potensi dampaknya dalam memicu kejadian hidrometeorologis ekstrem, seperti kekeringan berkepanjangan dan banjir intensitas tinggi (Lailaty, 2015).

Negara Indonesia memiliki iklim tropis dengan tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi, berada dalam posisi yang sangat rentan terhadap implikasi perubahan iklim. Dampak tersebut

terwujud dalam berbagai bentuk, antara lain kekeringan yang berlangsung dalam jangka waktu lama, peningkatan frekuensi kejadian banjir, serta pergeseran pola musim tanam yang dapat mengganggu kestabilan sistem pertanian dan ekosistem lokal. Kondisi ini secara langsung memengaruhi kondisi habitat alami dan habitat buatan, termasuk kebun raya, yang berperan penting dalam upaya konservasi tumbuhan (Primack *et al.*, 2021). Variabel iklim seperti suhu, curah hujan, dan kelembaban merupakan faktor penentu utama dalam membentuk karakteristik habitat yang sesuai untuk kelangsungan hidup berbagai spesies tumbuhan (Madzen & Choy, 2017). Fluktuasi dalam variabel-variabel ini dapat memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan hidup tumbuhan, terutama spesies yang memiliki toleransi lingkungan yang sempit (Feeley *et al.*, 2023).

Kebun raya memiliki peran multifungsi sebagai pusat konservasi *ex situ*, penelitian, pendidikan, dan rekreasi (Primack & Miller-Rushing, 2009). Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu kebun raya penting di Indonesia, memiliki fokus khusus pada koleksi tumbuhan tropis dataran rendah (ganti punya pak rony). Sebagai institusi konservasi *ex-situ*, kebun raya ini menyediakan lingkungan yang relatif terkontrol guna menjaga kelestarian spesies tumbuhan yang menghadapi ancaman kepunahan di habitat alamnya. Meskipun perawatan koleksi tumbuhan dilakukan secara intensif dan sistematis, spesies yang dipelihara tetap memiliki kerentanan terhadap perubahan kondisi iklim, baik pada skala mikro maupun makro, yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian dengan kebutuhan ekologis spesifik masing-masing spesies. Perubahan iklim dapat menyebabkan ketidakcocokan antara kondisi lingkungan yang diperlukan tumbuhan dengan kondisi yang tersedia di kebun raya, sehingga mengancam kelangsungan hidup koleksi (Primack *et al.*, 2021).

Studi fenologi tumbuhan, yang mencakup pengamatan terhadap waktu terjadinya peristiwa biologis seperti fase pembungaan dan pembuahan, memiliki relevansi tinggi dalam konteks perubahan iklim. Pengamatan ini berfungsi sebagai indikator awal yang sensitif terhadap respons fisiologis tumbuhan terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola adaptasi maupun gangguan yang ditimbulkan oleh fluktuasi iklim (Madzen & Choy, 2017). Perubahan fenologi tumbuhan koleksi dapat menjadi indikasi terjadinya perubahan iklim (Irawanto, 2009). Data mengenai ritme berbuah tumbuhan koleksi, seperti pada famili Arecaceae di Kebun Raya Purwodadi, juga penting untuk konservasi benih (Irawanto, 2009). Pengelolaan bank benih yang efektif di kebun raya, yang telah berjalan selama 10 tahun di Kebun Raya Purwodadi, juga sangat bergantung pada pemahaman fenologi dan kondisi iklim untuk mendapatkan benih berkualitas (Irawanto *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak variabel klimatologi (suhu, curah hujan, kelembaban) dari tahun 2020-2022 terhadap kondisi habitat di Kebun Raya Purwodadi. Secara khusus, penelitian ini akan mengidentifikasi tren dan anomali pada data suhu (minimum, maksimum, rata-rata), curah hujan, dan kelembaban di Kebun Raya Purwodadi selama periode studi. Selanjutnya, penelitian ini akan menganalisis keterkaitan antara fluktuasi variabel klimatologis dengan karakteristik habitat yang optimal bagi koleksi tumbuhan, dengan mempertimbangkan sejauh mana perubahan tersebut dapat memengaruhi respons adaptif tumbuhan secara fisiologis maupun fenologis (Nurjanah & Ginanjar, 2025). Penelitian ini juga akan mengevaluasi potensi dampak dari perubahan kondisi habitat akibat dinamika iklim terhadap keberlangsungan hidup dan kondisi kesehatan koleksi tumbuhan secara keseluruhan.

2 METODE

2.1 Jenis Penelitian dan Lokasi

Penelitian ini termasuk dalam kategori deskriptif-kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang dilaksanakan di Kebun Raya Purwodadi, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Kawasan ini berada pada ketinggian ± 300 meter di atas permukaan laut, beriklim tropis, dan memiliki keanekaragaman hayati tumbuhan tropis dataran rendah. Fokus utama penelitian adalah pada analisis dinamika variabel klimatologi dan interpretasi pengaruhnya terhadap kondisi habitat vegetasi setempat.

2.2 Waktu dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari periode tahun 2020, 2021, dan 2022. Data merupakan data sekunder yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kebun Raya Purwodadi.

2.3 Variabel dan Prosedur Pengumpulan Data

Variabel klimatologi yang dianalisis mencakup suhu minimum, suhu maksimum, suhu rata-rata, jumlah hari hujan, curah hujan, dan kelembaban relatif. Pengumpulan data dilakukan melalui permohonan resmi kepada pihak pengelola Kebun Raya Purwodadi.

2.4 Teknik Analisis Data

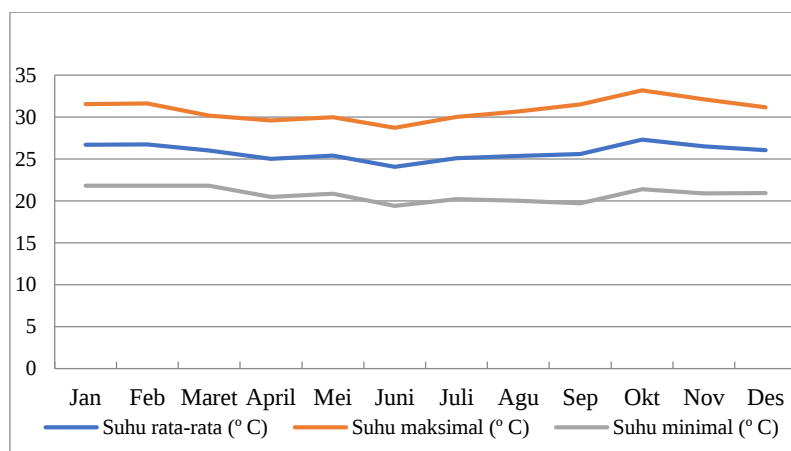
Pengolahan data dalam penelitian ini diawali dengan penerapan analisis statistik deskriptif, yang mencakup perhitungan nilai rata-rata, nilai minimum, dan maksimum dari setiap variabel klimatologi, baik secara bulanan maupun tahunan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik garis dan batang untuk memperjelas pola perubahan yang terjadi antar tahun. Selanjutnya pada tahap akhir, dilakukan analisis kualitatif berdasarkan literatur ekologi tumbuhan tropis untuk mengevaluasi dampak perubahan iklim terhadap habitat tumbuhan, dengan mempertimbangkan pengaruh suhu, curah hujan, dan kelembaban terhadap ketersediaan air, transpirasi, serta stres fisiologis tanaman.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Profil Klimatologi Kebun Raya Purwodadi (2020-2022)

3.1.1 Analisis Suhu

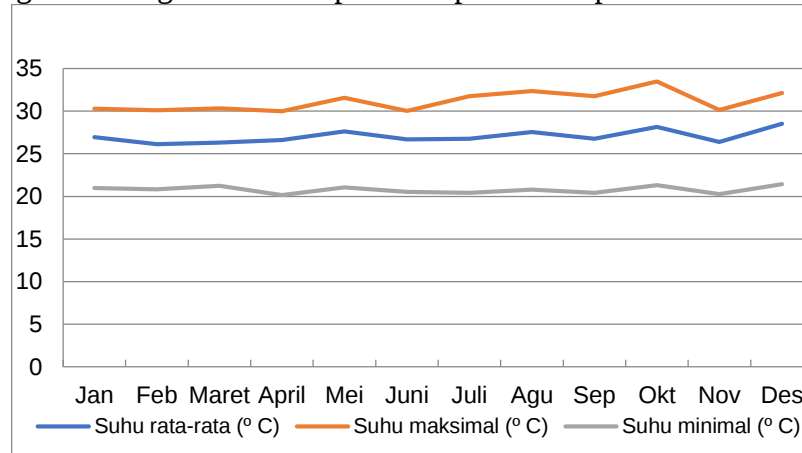
Berdasarkan data suhu tahunan yang dianalisis selama tiga tahun terakhir (2020–2022), terlihat adanya fluktuasi yang mencerminkan dinamika kondisi iklim mikro di wilayah penelitian. Tiga parameter suhu yang diamati meliputi suhu maksimum, suhu rata-rata, dan suhu minimum bulanan.



Gambar 1. Grafik suhu pada tahun 2020 (Heryana *et al.*, 2025)

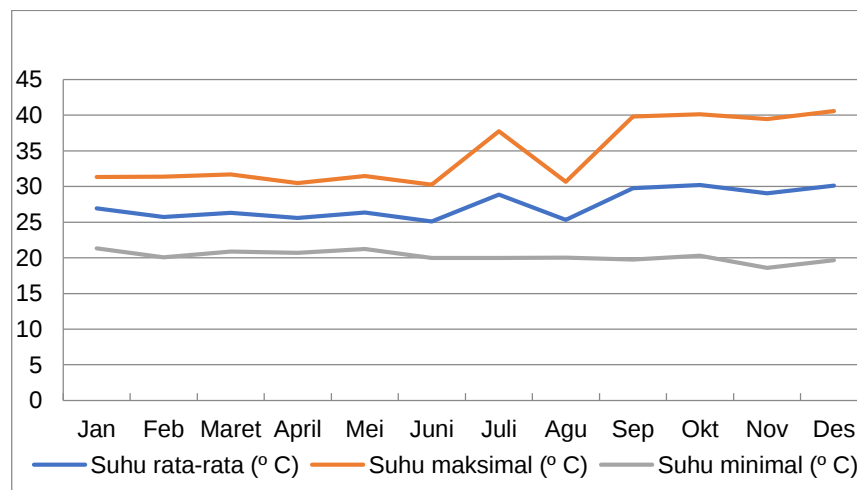
Berdasarkan Gambar 1, suhu maksimum berkisar antara 29°C hingga 32°C , dengan penurunan terlihat pada bulan Mei hingga Juni. Suhu rata-rata bergerak relatif stabil di kisaran 24 – 27°C ,

sementara suhu minimum menunjukkan tren sedikit menurun pada pertengahan tahun, mencapai titik terendah sekitar 19°C di bulan Juni. Rentang suhu tahunan yang relatif moderat menunjukkan kondisi iklim yang cenderung stabil meskipun terdapat sedikit penurunan di musim kemarau.



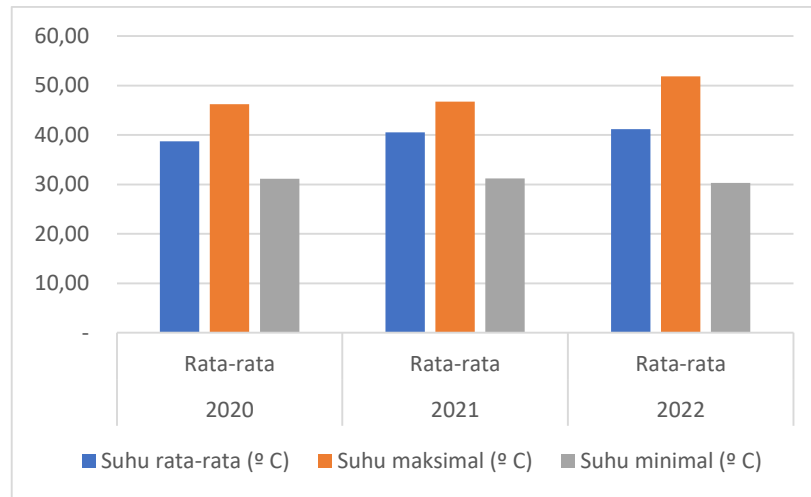
Gambar 2. Grafik suhu pada tahun 2021 (Heryana *et al.*, 2025)

Berdasarkan Gambar 2 tersebut, data pada tahun 2021 menunjukkan sedikit peningkatan pada suhu maksimum dibandingkan tahun sebelumnya, berkisar antara 30°C hingga 33°C. Suhu rata-rata menunjukkan kestabilan dengan sedikit peningkatan di bulan September dan Desember, mencapai sekitar 28°C. Sementara itu, suhu minimum cenderung lebih tinggi dibandingkan tahun 2020, dengan fluktuasi antara 20°C hingga 21,5°C. Peningkatan ini dapat mengindikasikan adanya tren pemanasan lokal yang bersifat bertahap.



Gambar 3. Grafik suhu pada tahun 2022 (Heryana *et al.*, 2025)

Berdasarkan Gambar 3 tersebut, data pada tahun 2022 mencatat adanya peningkatan signifikan pada suhu maksimum, yang pada bulan September hingga Desember bahkan mencapai lebih dari 38°C–40°C. Ini merupakan anomali dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Suhu rata-rata juga mengalami lonjakan, terutama pada paruh kedua tahun, dengan puncaknya sekitar 30°C. Sementara itu, suhu minimum justru sedikit menurun pada bulan November, mendekati 18°C. Hal ini menunjukkan adanya variabilitas suhu harian yang cukup tinggi, yang berpotensi memberikan tekanan termal bagi vegetasi dan ekosistem setempat.

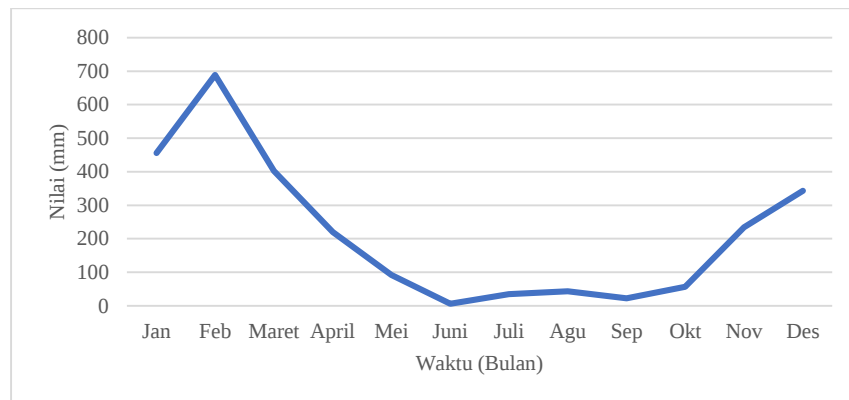


Gambar 4. Grafik perbandingan rata-rata suhu pertahun (Heryana *et al.*, 2025)

Berdasarkan grafik perbandingan rata-rata suhu tahunan (Gambar 4), teramati adanya tren peningkatan suhu maksimum dari tahun ke tahun. Suhu maksimum meningkat dari sekitar 45°C pada tahun 2020 menjadi lebih dari 50°C pada tahun 2022, mengindikasikan adanya kecenderungan pemanasan yang cukup signifikan. Selain itu, suhu rata-rata juga menunjukkan kenaikan bertahap setiap tahunnya, dengan nilai yang mendekati 41°C pada tahun 2022. Sementara itu, suhu minimum relatif stabil di kisaran 31°C, meskipun mengalami sedikit penurunan pada tahun terakhir pengamatan. Kenaikan suhu maksimum dan rata-rata ini dapat berdampak langsung terhadap stres termal pada vegetasi, peningkatan laju evapotranspirasi, dan perubahan dinamika ekosistem lokal, terutama pada habitat yang sensitif terhadap perubahan iklim mikro.

3.1.2 Analisis Curah Hujan

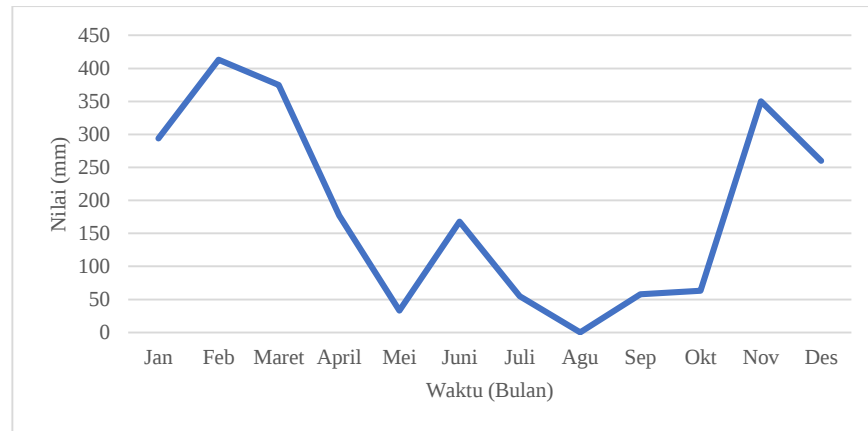
Berdasarkan data grafik curah hujan bulanan selama tiga tahun terakhir (2020–2022), terlihat adanya fluktuasi yang cukup signifikan antar bulan dan tahun, yang menggambarkan dinamika pola iklim lokal di wilayah penelitian.



Gambar 5. Grafik curah hujan pada tahun 2020 (Heryana *et al.*, 2025)

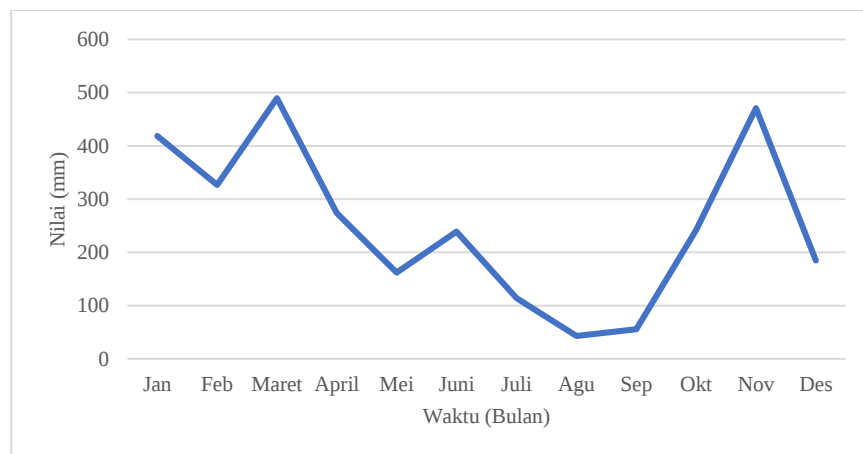
Data curah hujan tahun 2020 (Gambar 5), menunjukkan pola musiman yang cukup jelas. Puncak curah hujan terjadi pada bulan Februari dengan nilai mendekati 690 mm, sementara titik

terendah tercatat pada bulan Juni dengan curah hujan hampir nol. Secara umum, terjadi penurunan curah hujan dari Januari hingga pertengahan tahun, kemudian perlahan meningkat kembali menuju akhir tahun. Kondisi ini mencerminkan siklus musim hujan dan musim kemarau yang relatif stabil pada tahun tersebut.



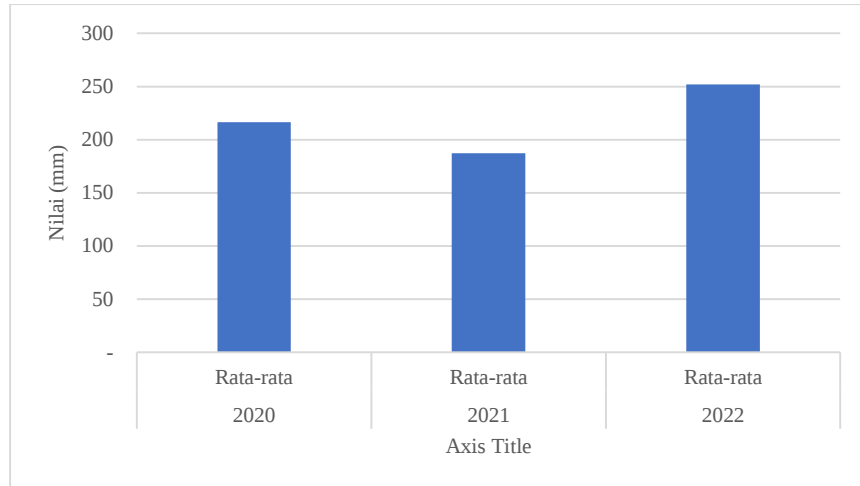
Gambar 6. Grafik curah hujan pada tahun 2021 (Heryana *et al.*, 2025)

Data pada tahun 2021 (Gambar 6), curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari, yaitu sekitar 420 mm, namun fluktuasi bulanan tampak lebih ekstrem dibandingkan tahun sebelumnya. Curah hujan menurun drastis pada bulan Mei hingga mencapai titik terendah pada bulan Agustus. Meskipun demikian, terjadi lonjakan signifikan pada bulan November. Pola distribusi ini menunjukkan variabilitas intra-tahunan yang tinggi, yang berpotensi dipengaruhi oleh anomali iklim regional.



Gambar 7. Grafik curah hujan pada tahun 2022 (Heryana *et al.*, 2025)

Data pada tahun 2022 (Gambar 7) memperlihatkan peningkatan curah hujan yang cukup signifikan dibandingkan dua tahun sebelumnya. Awal tahun ditandai dengan curah hujan yang tinggi, diikuti oleh penurunan pada pertengahan tahun dan puncak kembali pada bulan November dengan nilai mendekati 500 mm. Pola ini menunjukkan intensifikasi hujan menjelang akhir tahun, yang dapat diasosiasikan dengan transisi musiman yang lebih tajam atau anomali iklim tertentu.

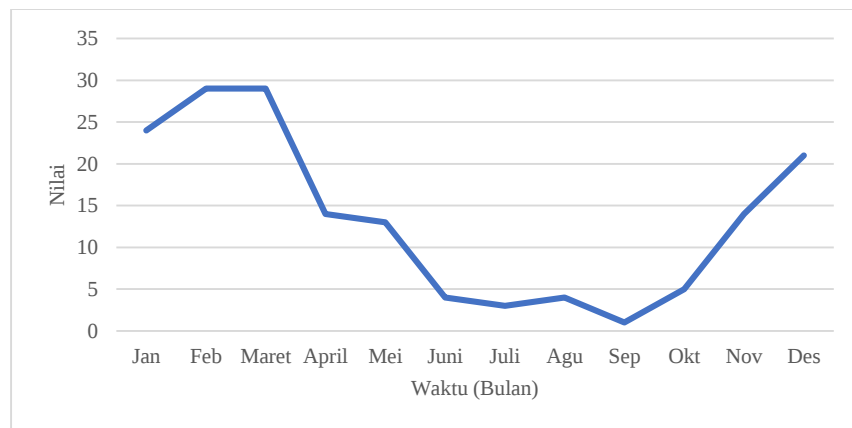


Gambar 8. Grafik perbandingan rata-rata curah hujan pertahun (Heryana *et al.*, 2025)

Berdasarkan grafik perbandingan rata-rata suhu tahunan (Gambar 8), teramati bahwa rata-rata curah hujan bulanan selama tiga tahun menunjukkan bahwa tahun 2022 memiliki nilai rata-rata tertinggi, yaitu sekitar 250 mm, diikuti oleh tahun 2020 (215 mm), dan yang terendah adalah tahun 2021 (sekitar 185 mm). Perbedaan ini mengindikasikan adanya dinamika curah hujan tahunan yang signifikan, yang kemungkinan berkaitan dengan perubahan iklim lokal.

3.1.3 Analisis Jumlah Hari Hujan

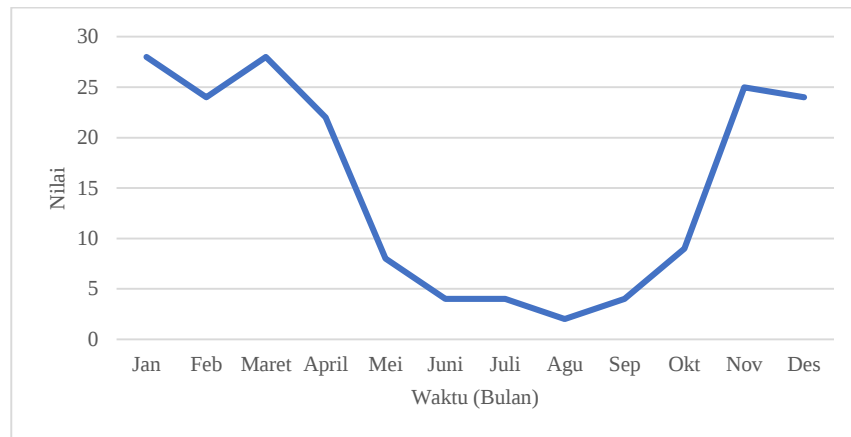
Berdasarkan data jumlah hari hujan tahunan selama tiga tahun terakhir (2020–2022), terlihat adanya pola fluktuasi yang cukup konsisten setiap tahunnya. Secara umum, puncak hari hujan terjadi pada awal tahun (Januari–Maret) dan akhir tahun (Oktober–Desember), sedangkan jumlah hari hujan terendah terjadi pada musim kemarau, terutama pada bulan Juli hingga September.



Gambar 9. Grafik jumlah hari hujan pada tahun 2020 (Heryana *et al.*, 2025)

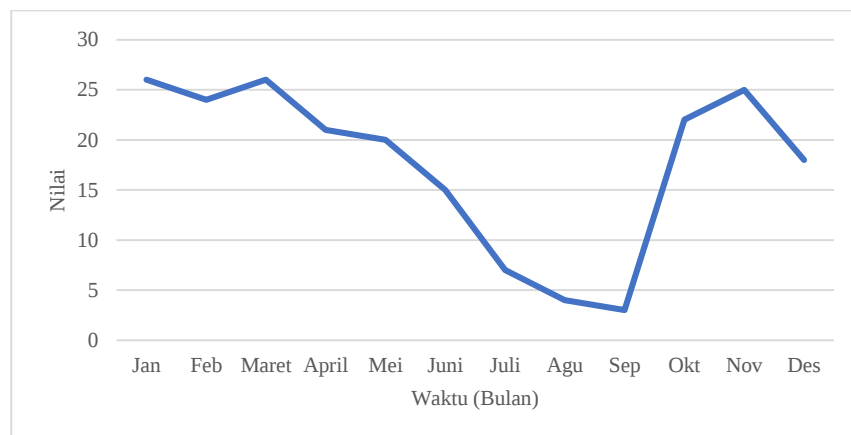
Data jumlah hari hujan tahun 2020 (Gambar 9), menunjukkan jumlah hari hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari dan Maret yang mencapai sekitar 29 hari. Namun, setelah bulan Maret, terjadi penurunan drastis dengan titik terendah pada bulan September yang hanya sekitar 1 hari hujan. Kondisi relatif kering terlihat dari bulan Juni hingga Oktober, di mana jumlah hari hujan berada di bawah 5 hari per bulan. Curah hujan mulai meningkat kembali pada bulan November

hingga Desember. Secara keseluruhan, rata-rata jumlah hari hujan per bulan pada tahun ini adalah 13,75 hari.



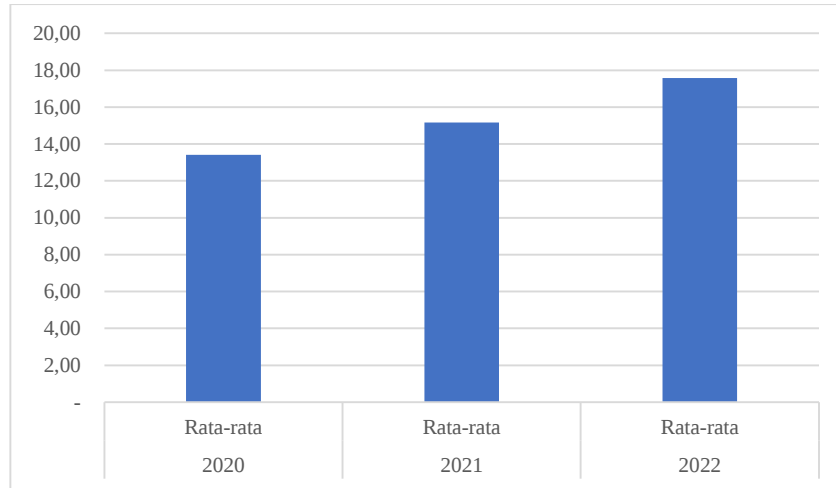
Gambar 10. Grafik jumlah hari hujan pada tahun 2021 (Heryana *et al.*, 2025)

Data pada tahun 2021 (Gambar 10), hari hujan terbanyak tercatat pada bulan Januari dan Maret, masing-masing sekitar 28 hari. Penurunan curah hujan dimulai sejak bulan Mei dan mencapai titik terendah pada bulan Agustus dengan hanya sekitar 2 hari hujan. Pola curah hujan yang rendah berlangsung konsisten dari Mei hingga September. Namun, terjadi lonjakan signifikan pada bulan Oktober dengan sekitar 9 hari hujan, dan mencapai puncak kedua pada bulan November dengan 26 hari hujan. Rata-rata jumlah hari hujan per bulan pada tahun ini meningkat menjadi 15,25 hari.



Gambar 11. Grafik jumlah hari hujan pada tahun 2022 (Heryana *et al.*, 2025)

Data pada tahun 2022 (Gambar 11), memperlihatkan distribusi curah hujan yang tinggi di awal tahun, khususnya pada bulan Januari hingga Maret yang masing-masing memiliki sekitar 24 hingga 26 hari hujan. Penurunan jumlah hari hujan terjadi secara bertahap mulai bulan April hingga mencapai titik terendah pada bulan September dengan sekitar 2 hari hujan. Peningkatan yang cukup signifikan kembali terjadi mulai bulan Oktober, dengan puncak kedua pada bulan November yang mencapai sekitar 25 hari hujan. Rata-rata hari hujan per bulan pada tahun 2022 adalah yang tertinggi di antara ketiga tahun, yaitu sebesar 17,75 hari.

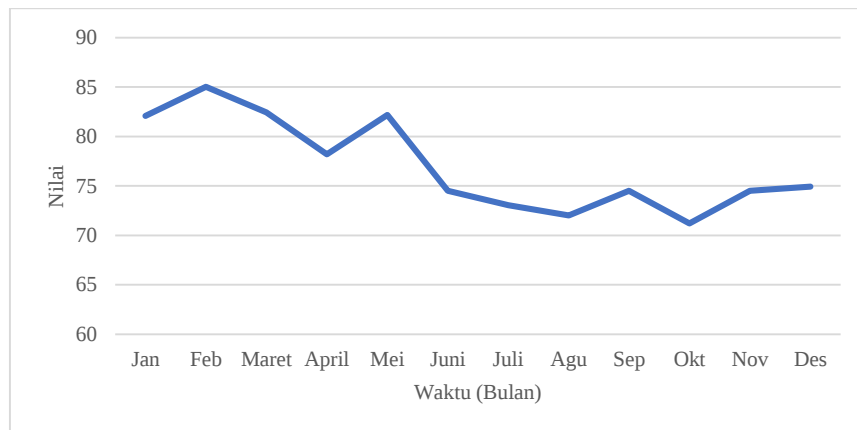


Gambar 12. Grafik perbandingan rata-rata jumlah hari hujan pertahun (Heryana *et al.*, 2025)

Berdasarkan perbandingan rata-rata jumlah hari hujan (Gambar 12), terlihat adanya tren kenaikan secara bertahap dari tahun 2020 hingga 2022. Tahun 2020 tercatat sebagai tahun dengan curah hujan terendah, sementara tahun 2022 menunjukkan frekuensi hujan tertinggi di antara ketiganya. Peningkatan jumlah hari hujan ini mengindikasikan adanya kemungkinan perubahan pada pola iklim mikro di wilayah setempat. Hal ini menjadi perhatian penting, khususnya dalam konteks konservasi tumbuhan, karena perubahan iklim mikro dapat memengaruhi ketersediaan air, kelembaban tanah, serta siklus pertumbuhan dan adaptasi fisiologis tumbuhan.

3.1.4 Analisis Kelembaban

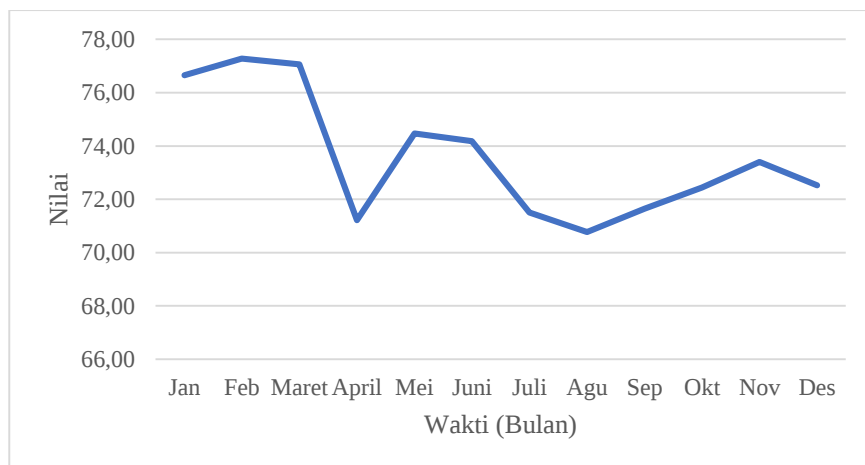
Analisis kelembaban udara selama tiga tahun terakhir, yaitu dari tahun 2020 hingga 2022, menunjukkan adanya variasi musiman yang cukup jelas serta tren tahunan yang signifikan. Perubahan kelembaban ini mencerminkan dinamika iklim dan cuaca yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti musim hujan dan kemarau, perubahan suhu, serta pola angin yang terjadi setiap tahunnya.



Gambar 13. Grafik kelembaban pada tahun 2020 (Heryana *et al.*, 2025)

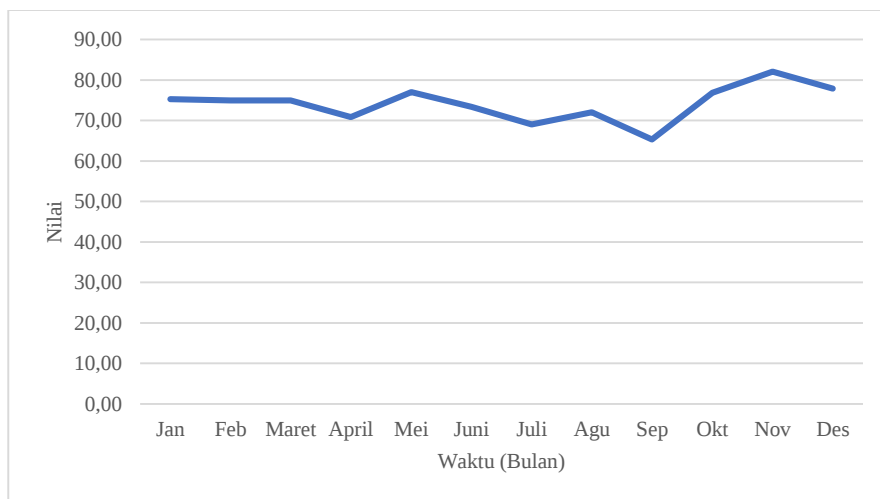
Data curah hujan tahun 2020 (Gambar 13) menunjukkan tingkat kelembaban menunjukkan fluktuasi yang cukup besar. Kelembaban tertinggi terjadi pada bulan Februari (~85%), sementara

kelembaban terendah berada pada bulan Oktober (~71%). Secara umum, tren kelembaban menurun mulai dari awal tahun hingga pertengahan tahun, kemudian cenderung stabil menjelang akhir tahun. Hal ini mungkin berkaitan dengan perubahan musim hujan ke musim kemarau, yang umum terjadi di wilayah tropis.



Gambar 14. Grafik kelembaban pada tahun 2021 (Heryana *et al.*, 2025)

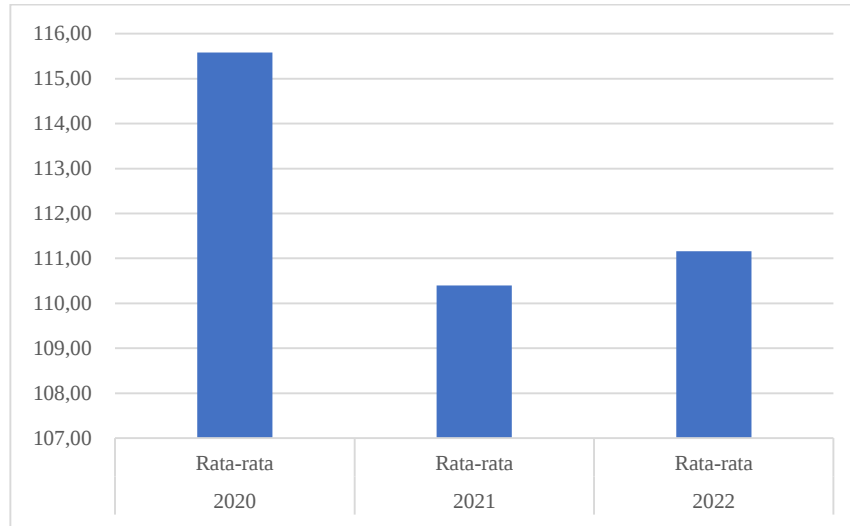
Data pada tahun 2021 (Gambar 14), menunjukkan pola kelembaban yang lebih stabil namun dengan tingkat rata-rata yang lebih rendah dibandingkan tahun sebelumnya. Kelembaban tertinggi tercatat di awal tahun (Januari dan Februari, sekitar 77%), lalu mengalami penurunan tajam pada bulan Maret (~71%) dan mencapai titik terendah pada bulan Agustus (~70%). Meskipun demikian, fluktuasi kelembaban tidak seekstrem tahun 2020, menandakan kondisi cuaca yang lebih stabil atau lebih kering secara umum.



Gambar 15. Grafik kelembaban pada tahun 2022 (Heryana *et al.*, 2025)

Grafik pada tahun 2022 (Gambar 15), menunjukkan kelembaban udara cenderung lebih merata sepanjang tahun. Nilai kelembaban berada dalam kisaran 70% hingga 80%, dengan peningkatan yang cukup signifikan pada bulan Oktober dan November, di mana mencapai

puncaknya (~82%). Hal ini menunjukkan bahwa tahun 2022 memiliki kelembaban relatif lebih tinggi dibanding tahun 2021, meskipun belum setinggi tahun 2020.



Gambar 16. Grafik perbandingan rata-rata curah hujan pertahun (Heryana *et al.*, 2025)

Berdasarkan grafik rata-rata kelembaban tahunan (Gambar 16), tahun 2020 mencatatkan nilai tertinggi, sementara tahun 2021 mengalami penurunan signifikan dan menjadi yang terendah. Tahun 2022 menunjukkan adanya peningkatan kelembaban, meskipun belum menyamai angka tahun 2020. Perbedaan ini mengindikasikan adanya variasi kondisi atmosfer yang dipengaruhi oleh perubahan musim, intensitas curah hujan, suhu lingkungan, serta pola sirkulasi angin yang berbeda setiap tahunnya. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam membentuk tingkat kelembaban udara dari waktu ke waktu.

3.2 Implikasi Perubahan Klimatologi terhadap Kondisi Habitat

3.2.1 Suhu

Perubahan suhu yang teridentifikasi selama periode 2020–2022 menunjukkan adanya dinamika klimatologis yang signifikan, terutama dalam bentuk peningkatan suhu maksimum dan rata-rata. Peningkatan ini mengindikasikan potensi perubahan iklim mikro yang dapat berdampak langsung terhadap kualitas dan kestabilan habitat di wilayah penelitian (Marques *et al.*, 2022).

Peningkatan suhu ekstrem yang mencapai lebih dari 40°C pada tahun 2022 menimbulkan potensi stres termal pada vegetasi, terutama pada spesies dengan ambang toleransi suhu rendah. Kondisi ini mengganggu proses fotosintesis, meningkatkan laju respirasi, dan menurunkan produktivitas serta ketahanan tanaman terhadap tekanan lingkungan (Bitu & Gerats, 2013). Kenaikan suhu juga mempercepat laju evapotranspirasi, meningkatkan kehilangan air dari tanah dan jaringan tanaman, yang berdampak pada penurunan ketersediaan air tanah dan memicu kekeringan mikro, terutama di habitat terbuka (Lion *et al.*, 2017; Marganingrum & Santoso, 2019). Estimasi evapotranspirasi menjadi penting dalam pengelolaan irigasi dan sumber daya air (Samsuar *et al.*, 2022). Perubahan suhu yang cepat juga mengganggu pola fenologi alami tumbuhan, mempengaruhi interaksi ekologis seperti penyerbukan dan penyebaran biji (Sato, 2024; Marques *et al.*, 2022).

Perubahan iklim yang tidak menentu mendorong migrasi spesies yang lebih tahan panas dan menyebabkan punahnya spesies lokal yang tidak mampu beradaptasi, sehingga mengubah

komposisi vegetasi dan menurunkan keanekaragaman hayati (Dunn, 2017). Interaksi antara suhu tinggi, kelembaban rendah, dan berkurangnya curah hujan pada musim kemarau memperparah degradasi habitat, terutama pada ekosistem yang sangat bergantung pada air seperti lahan basah dan kawasan riparian (Sato, 2024). Kombinasi faktor-faktor iklim ini memperkuat dampak stres lingkungan terhadap tanaman, yang menuntut analisis menyeluruh terhadap ketersediaan air tanah dengan mempertimbangkan curah hujan, daya simpan air tanah, dan evapotranspirasi (Simanjuntak *et al.*, 2023).

Ekosistem dengan sensitivitas tinggi terhadap fluktuasi suhu, seperti zona mikrohabitat teduh atau lembab, akan menjadi yang paling terdampak. Peningkatan suhu dapat mengubah kondisi iklim mikro yang selama ini menopang spesies endemik atau tumbuhan konservasi, sehingga meningkatkan risiko kepunahan lokal. Upaya konservasi, termasuk di kebun raya, sangat penting untuk melindungi keanekaragaman tumbuhan Indonesia dari ancaman seperti ini (Irawanto, 2023). Konservasi di kebun raya bertujuan untuk menjaga integritas kehidupan tanaman di tengah perubahan lingkungan (Dunn, 2017), yang mencakup mitigasi dampak terhadap mikrohabitat dan spesies rentan.

3.2.2 Hujan

Hasil analisis terhadap data curah hujan dan jumlah hari hujan selama tiga tahun terakhir mengungkap adanya fluktuasi yang signifikan dalam pola presipitasi di wilayah penelitian. Pola musiman yang awalnya cukup stabil mengalami gangguan berupa anomali curah hujan, lonjakan intensitas pada bulan-bulan tertentu, serta peningkatan jumlah hari hujan secara bertahap. Dinamika ini menjadi indikator penting adanya perubahan iklim mikro yang berdampak langsung terhadap kualitas dan fungsi habitat, khususnya bagi vegetasi dan organisme yang bergantung pada kestabilan iklim lokal (Sulaminingsih *et al.*, 2024).

Perubahan drastis dalam pola curah hujan, seperti lonjakan atau penurunan tajam pada bulan tertentu, menyebabkan stres hidrologis pada tumbuhan yang terbiasa dengan pasokan air stabil. Kekeringan yang berkepanjangan maupun banjir mendadak dapat mengganggu ketersediaan air tanah dan kelembaban mikrohabitat, sehingga memicu gangguan fisiologis, biokimia, dan metabolisme tanaman (Cahyo *et al.*, 2020; Alghamdi, 2024). Ketidakpastian musim dan jumlah hari hujan juga mengacaukan siklus hidup tanaman, termasuk proses berkecambah, berbunga, dan berbuah, yang berdampak langsung pada produktivitas dan keberlanjutan spesies tertentu (Sulaminingsih *et al.*, 2024; Sato, 2024). Oleh karena itu, pemahaman terhadap dinamika ketersediaan air tanah menjadi penting untuk memetakan periode surplus dan defisit air yang memengaruhi pertumbuhan tanaman dan pola tanam (Simanjuntak *et al.*, 2023).

Curah hujan dengan intensitas tinggi dalam waktu singkat, seperti yang terjadi pada awal dan akhir tahun 2022, meningkatkan risiko erosi tanah, terutama di wilayah dengan tutupan vegetasi rendah. Erosi ini mempercepat degradasi tanah subur dan sedimentasi, mengancam stabilitas habitat alami maupun buatan (Hinsberger, 2024). Kondisi lembab yang berkepanjangan juga menciptakan lingkungan ideal bagi spesies invasif dan patogen, seperti jamur, yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan menekan spesies endemik (van der Plas *et al.*, 2022). Perubahan curah hujan dan kelembaban akibat perubahan iklim global berpotensi mendorong pergeseran komunitas tumbuhan serta meningkatkan risiko penurunan keanekaragaman hayati dan kepunahan spesies (Dunn, 2017).

Kebun raya, sebagai ruang konservasi dan penelitian tumbuhan, memainkan peran penting dalam menstabilkan iklim mikro melalui keberadaan vegetasi berlapis dan zona peneduh alami. Perubahan dalam pola curah hujan dan frekuensi hujan menegaskan perlunya penguatan strategi konservasi berbasis data klimatologi, termasuk pengelolaan air hujan, perlindungan zona lembab,

dan pemilihan spesies yang adaptif terhadap perubahan iklim lokal. Pengelolaan kebun raya yang efektif diperlukan untuk konservasi tumbuhan Indonesia di tengah ancaman lingkungan (Irawanto, 2023), dan ini mencakup adaptasi terhadap perubahan ketersediaan air yang dapat dimodelkan melalui analisis surplus-defisit air (Simanjuntak *et al.*, 2023).

3.2.3 Kelembaban

Variasi kelembaban udara tahunan yang teramati selama tiga tahun terakhir mengindikasikan terjadinya perubahan dalam kondisi atmosfer lokal yang berpotensi memengaruhi kestabilan habitat, terutama di kawasan konservasi seperti kebun raya. Kelembaban udara adalah faktor penting dalam membentuk mikroklimat, memengaruhi proses fisiologis tumbuhan, dinamika interaksi biotik, hingga kestabilan ekosistem secara keseluruhan. Variabel iklim seperti kelembaban, bersama dengan suhu, adalah pendorong penting yang menjelaskan distribusi global (van der Plas *et al.*, 2022). Dampak perubahan iklim global dan hilangnya habitat pada biota dunia terus meningkat (Dunn, 2017), yang secara tidak langsung juga mencakup dampak pada stabilitas mikroklimat habitat.

Kelembaban udara memainkan peran penting dalam proses fisiologis tumbuhan. Kelembaban tinggi mendukung efisiensi transpirasi dan menjaga tekanan turgor, sedangkan kelembaban rendah, seperti yang tercatat pada tahun 2021, dapat mempercepat dehidrasi dan menyebabkan stres air, terutama pada spesies yang sensitif terhadap kekeringan (Cahyo *et al.*, 2020; Alghamdi, 2024). Stres ini dapat mengganggu fungsi organ tanaman dan fotosintesis, serta memicu adaptasi fisiologis di bawah tekanan perubahan iklim (Sato, 2024). Selain itu, kelembaban juga berperan dalam siklus musiman dan reproduksi tanaman tropis yang bergantung pada sinyal lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Gangguan terhadap pola ini dapat menghambat proses berbunga dan berbuah, serta menurunkan produktivitas tanaman (Sulaminingsih *et al.*, 2024). Di sisi lain, kelembaban tinggi memicu peningkatan risiko penyakit jamur dan hama patogen, terutama jika disertai suhu tinggi, yang dapat mengancam tumbuhan konservasi yang kurang memiliki ketahanan biologis (van der Plas *et al.*, 2022).

Fluktuasi kelembaban juga berdampak langsung pada kualitas mikrohabitat yang menopang keanekaragaman flora tertentu, seperti epifit, lumut, dan pakis yang hidup di bawah kanopi atau di tepi perairan. Penurunan kelembaban dapat merusak habitat-habitat sensitif ini (Dunn, 2017; Lion *et al.*, 2017). Kelembaban udara memiliki keterkaitan erat dengan laju evapotranspirasi dan ketersediaan air tanah, di mana kombinasi suhu tinggi dan kelembaban rendah dapat mempercepat pengeringan tanah dan menurunkan daya dukung habitat, terutama bagi tumbuhan berakar dangkal (Marganingrum & Santoso, 2019; Febrianti, 2010; Samsuar *et al.*, 2022). Oleh karena itu, analisis terhadap ketersediaan air tanah yang mempertimbangkan kelembaban dan evapotranspirasi sangat penting dalam memahami dinamika surplus dan defisit air (Simanjuntak *et al.*, 2023).

Dalam konteks konservasi, kebun raya memiliki peran penting sebagai kawasan penyangga iklim mikro. Dengan keragaman struktur vegetasi vertikal, keberadaan kolam, serta tata ruang hijau yang luas, kebun raya dapat memitigasi dampak fluktuasi kelembaban melalui penciptaan zona teduh, pengaturan tata air, dan pemilihan tanaman adaptif yang dapat menjaga stabilitas ekosistem setempat. Pengelolaan kebun raya menjadi krusial dalam upaya konservasi tumbuhan Indonesia di tengah ancaman lingkungan (Irawanto, 2023). Strategi konservasi kebun raya juga harus mempertimbangkan dampak perubahan lingkungan global untuk mempertahankan integritas kehidupan tumbuhan (Dunn, 2017).

4 KESIMPULAN

Perubahan suhu, curah hujan, dan kelembaban selama 2020–2022 berdampak langsung pada fisiologi tumbuhan dan stabilitas habitat. Suhu tinggi mempercepat evapotranspirasi dan memicu stres termal, pola hujan tidak menentu mengganggu ketersediaan air, sementara kelembaban rendah mempercepat dehidrasi dan meningkatkan risiko penyakit. Kebun raya berperan penting sebagai penyangga mikroklimat dan pelindung spesies rentan. Strategi konservasi adaptif berbasis data klimatologi diperlukan untuk menjaga stabilitas habitat dan kelestarian tumbuhan di tengah perubahan iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Kerja Ilmiah (KKI) Kebun Raya Purwodadi dan Deputy Bidang Infrastruktur Riset dan Inovasi atas dukungan, fasilitas, serta akses terhadap data dan sumber daya penelitian yang telah diberikan sehingga memungkinkan terlaksananya penelitian ini hingga tahap publikasi. Selain itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Universitas Terbuka atas kesempatan yang diberikan untuk mempresentasikan artikel ini di forum seminar nasional. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga saya berikan kepada para penulis dan peneliti sebelumnya yang karya-karyanya telah menjadi fondasi utama dalam tinjauan literatur penelitian ini. Dukungan, kolaborasi, serta sumber informasi yang telah diberikan memiliki nilai yang tak terhingga dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghamdi, S. A. (2024). Drought and salinity effects on plant growth: A comprehensive review. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(6), 2331–2340.
- Bitá, C. E., & Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in Plant Science*, 4, 273.
- Cahyo, A. N., Murti, R. H., & Putra, E. T. S. (2020). Dampak Kekeringan terhadap Proses Fisiologis, Pertumbuhan, dan Hasil Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.). *Warta Per karetan*, 39(1), 57–72.
- Dunn, C. P. (2017). Biological and cultural diversity in the context of botanic garden conservation strategies. *Plant Diversity*, 39(6), 396–401.
- Febrianti, N. (2010). Analisis Evapotranspirasi Klimatologi Kabupaten Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer 2010*.
- Feeley, K. J., Bernal-Escobar, M., Fortier, R., & Kullberg, A. T. (2023). Tropical Trees Will Need to Acclimate to Rising Temperatures—But Can They? *Plants*, 12(17), 3142.
- Hagerman, S. M., & Chan, K. M. A. (2009). Climate change and biodiversity conservation: impacts, adaptation strategies and future research directions. *F1000 Biology Reports*, 1, 16.
- Hinsberger, R. (2024). Analysis of heavy precipitation-induced rill erosion. *Environmental Earth Sciences*, 83(354).
- Irawanto, R. (2009). Pengaruh iklim dan fenologi tanaman koleksi: studi kasus pengumpulan biji di kebun raya purwodadi.
- Irawanto, R. (2009). Ritme berbuah koleksi arecaceae kebun raya purwodadi.
- Irawanto, R. (2023). Pengelolaan kebun raya dalam konservasi tumbuhan indonesia. *Seminar Nasional Sinergitas Era Digital 5.0 dalam Pembangunan Teknologi Hijau Berkelanjutan (SEMSINA 2023)*.
- Irawanto, R., Marsono, R., Darmayanti, A. S., Lestari, D. A., Mudiana, D., & Hendrian, R. (2017). 10 years of seed bank activities as supporting of plant conservation in purwodadi botanic

- garden.
- Lailaty, I. Q. (2015). Dampak Perubahan Iklim Global terhadap Stabilitas Kehidupan: Pembangunan Vs Konservasi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi, Universitas Gadjah Mada*.
- Lion, M., Kosugi, Y., Takanashi, S., Noguchi, S., Itoh, M., Katsuyama, M., Matsuo, N., & Shamsuddin, S.-A. (2017). Evapotranspiration and water source of a tropical rainforest in peninsular Malaysia. *Hydrological Processes*, 31(21), 3747–3758.
- Madzen, A. A., & Choy, L. K. (2017). Respons Fenologi Tumbuhan terhadap Taburan Hujan di Johor Menggunakan Data Indeks Tumbuhan Satelit MODIS-Aqua. *Sains Malaysiana*, 46(3), 421–428.
- Marganingrum, D., & Santoso, H. (2019). Evapotranspiration of Indonesian Tropical Area. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(3), 106–116.
- Marques, I., Ribeiro-Barros, A., & Ramalho, J. C. (2022). Editorial: Tropical Plant Responses to Climate Change. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(13), 7236.
- Nurjanah, A. R., & Ginanjar, D. (2025). Studi Perbandingan antara Ekologi Tumbuhan di Daerah Tropis dan Subtropis dalam Menanggulangi Perubahan Iklim. *Jurnal Pengembangan Sains dan Teknologi*, 1(1), 9–16.
- Primack, R. B., & Miller-Rushing, A. J. (2009). The role of botanical gardens in climate change research. *New Phytologist*, 182(2), 303–313.
- Primack, R. B., Ellwood, E. R., Gallinat, A. S., & Miller-Rushing, A. J. (2021). The growing and vital role of botanical gardens in climate change research. *New Phytologist*, 231(3), 917–932.
- Samsuar, Mubarak, H., & Lestari, N. (2022). Estimasi Nilai Evapotranspirasi Potensial dalam Rangka Optimalisasi Pemanfaatan Irigasi Permukaan di Kabupaten Wajo. *Jurnal Agritechno*, 15(2), 141–148.
- Sato, F. (2024). Complex plant responses to drought and heat stress under climate change. *The Plant Journal*.
- Simanjuntak, B. H., Agus, Y. H., & JP, S. Y. (2023). Kajian ketersediaan air tanah untuk penentuan surplus- defisit air tanah dan pola tanam. *Seminar Nasional Sinergitas Era Digital 5.0 dalam Pembangunan Teknologi Hijau Berkelanjutan (SEMSINA 2023)*.
- Sulaminingsih, E., Silamat, E., Ruruh, A., Syaiful, M., Ninasari, A., & Muchdir, A. R. (2024). Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan dan penurunan produktivitas tanaman pangan. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(3), 10189.
- Turyasingura, B., & Mohammed, F. S. (2022). Impacts of Climate Change on Biodiversity Conservation. A review. *International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR)*, 6(8), 101–106.
- van der Plas, F., Lu, L. L., Kraft, N. J. B., Van der Plas, K. E., van der Plas, J. J. G. M., & van der Plas, M. P. D. (2022). Humidity and high temperature are important for predicting fungal disease outbreaks worldwide. *New Phytologist*, 234(4), 1553–1556.
- Zeppel, M. J. B., Wilks, J. V., & Lewis, J. D. (2014). Impacts of extreme precipitation and seasonal changes in precipitation on plants. *Biogeosciences*, 11(11), 3083–3093.
- Zhu, L., Shi, X., Ma, X., Yang, Y., Li, Q., Lu, M., ... & Zhang, Z. (2024). Heat tolerance of a tropical-subtropical rainforest tree species *Polyscias elegans*: time-dependent dynamic responses of physiological thermostability and biochemistry. *New Phytologist*, 241(2), 715–731.