

GROWTH RESPONSE AND DROUGHT TOLERANCE OF THREE ECHINACEA PURPUREA ACCESSIONS AT DIFFERENT WATERING INTERVALS

Rina Puji Lestari^{1)*}, Ahmad Yunus²⁾, Samanhudi²⁾

¹⁾ Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Politeknik LPP Yogyakarta, Jl. LPP No 1-A, Mantrijeron, Yogyakarta; Telp (0274) 555776. email: rinapuji@polteklpp.ac.id

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Kentingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia 57126; Telp.(0271) 646994. email: yunus@staff.uns.ac.id dan samanhudi@staff.uns.ac.id

*corresponding author : rinapuji@polteklpp.ac.id

* Received for review April 22, 2026 Accepted for publication June 11, 2026

Abstract

Drought is widely recognized as one of the most critical environmental constraints limiting plant growth and development, particularly in medicinal species such as *Echinacea purpurea*. This research was conducted to assess the growth performance and drought tolerance of three *E. purpurea* accessions exposed to different watering regimes. The study employed a completely randomized design arranged factorially, consisting of two experimental factors, namely accession (three accessions) and watering interval (1, 3, 5, and 7 days), with each treatment replicated five times. Statistical analysis was performed using analysis of variance (ANOVA), and significant differences among treatments were further evaluated using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% probability level. The findings revealed that watering interval had a significant influence on plant growth, while the effect of accession was less pronounced for most observed variables. Daily watering resulted in superior growth performance, as reflected by greater plant height and a higher number of leaves. In contrast, extending the watering interval led to a marked reduction in growth. Among the evaluated accessions, accession 3 consistently exhibited better adaptation under limited water availability. Furthermore, differences in root-to-shoot ratio under drought conditions suggest the occurrence of adaptive mechanisms that enable plants to cope with water deficit stress. Overall, the results indicate that watering interval plays a more decisive role than accession in determining the growth of *E. purpurea*, whereas accession 3 possesses the greatest potential for drought tolerance.

Keywords: drought stress, *Echinacea purpurea*, growth, drought tolerance.

Abstrak

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk tanaman obat *Echinacea purpurea*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan dan toleransi kekeringan tiga aksesori *E. purpurea* pada berbagai interval penyiraman. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas dua faktor, yaitu aksesori (A1, A2, dan A3) dan interval penyiraman (setiap 1, 3, 5, dan 7 hari), dengan lima ulangan pada setiap kombinasi perlakuan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, sedangkan pengaruh aksesori relatif terbatas pada sebagian besar parameter yang diamati. Penyiraman setiap hari menghasilkan pertumbuhan terbaik yang ditunjukkan oleh tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, peningkatan interval penyiraman menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman secara signifikan. Di antara ketiga aksesori yang diuji, aksesori 3 menunjukkan kemampuan adaptasi yang lebih baik pada kondisi cekaman kekeringan. Selain itu, variasi rasio tajuk-akar pada kondisi defisit air mengindikasikan adanya mekanisme adaptasi tanaman terhadap keterbatasan ketersediaan air. Interaksi antara aksesori dan interval penyiraman hanya ditemukan pada parameter rasio tajuk-akar. Secara keseluruhan, interval penyiraman merupakan faktor utama yang

Lestari et al., 2026

memengaruhi pertumbuhan *E. purpurea*, sedangkan aksesori 3 memiliki potensi toleransi kekeringan yang lebih baik dibandingkan aksesori lainnya.

Kata kunci: cekaman kekeringan, *Echinacea purpurea*, pertumbuhan, toleransi kekeringan



Copyright © 2026 The Author(s)
This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. PENDAHULUAN

Echinacea purpurea merupakan salah satu tanaman obat anggota famili Asteraceae yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi serta banyak dimanfaatkan dalam industri kesehatan sebagai bahan baku peningkat daya tahan tubuh dan terapi berbagai penyakit. Berbagai bagian tanaman, meliputi akar, batang, daun, dan bunga, diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berperan sebagai imunomodulator dan berpotensi mendukung aktivitas farmakologis tanaman ini (Gupta et al., 2012). Seiring meningkatnya kebutuhan terhadap tanaman obat, pengembangan *E. purpurea* pada berbagai kondisi lingkungan, termasuk lahan kering, menjadi penting untuk mendukung keberlanjutan produksi. *Echinacea purpurea* yang dikembangkan di Indonesia memiliki beberapa aksesori hasil seleksi yang menunjukkan variasi morfologi dan karakter agronomis. Penelitian sebelumnya melaporkan adanya perbedaan karakter tinggi tanaman, luas daun, jumlah anakan, karakter akar, serta akumulasi senyawa flavonoid antar aksesori *E. purpurea* (Choirunnisa et al., 2021; Lestari et al., 2023). Variasi karakter morfologi antar aksesori diduga berperan dalam menentukan kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang kurang mendukung, termasuk cekaman kekeringan. Oleh sebab itu, tiga aksesori *E. purpurea* digunakan dalam penelitian ini karena mewakili keragaman morfologi yang berbeda dan diperkirakan memiliki tingkat toleransi yang beragam terhadap keterbatasan ketersediaan air.

Ketersediaan air yang terbatas sering menjadi faktor pembatas dalam budidaya tanaman karena dapat memengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi. Defisit air menyebabkan terganggunya proses fisiologis penting, seperti pembentukan fotosintat, penyerapan nutrisi, serta aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel, yang pada akhirnya menghambat perkembangan tanaman (Farooq et al., 2009; Osakabe et al., 2014). Dampak tersebut berujung pada penurunan pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman. Namun demikian, tanaman memiliki mekanisme adaptasi terhadap cekaman kekeringan, salah satunya melalui peningkatan pertumbuhan akar untuk meningkatkan efisiensi penyerapan air (Comas et al., 2013). Keterbatasan ketersediaan air tidak hanya memengaruhi pertumbuhan tanaman, tetapi juga dapat mengubah aktivitas metabolisme sekunder yang berkontribusi terhadap kemampuan tanaman dalam mempertahankan diri dari berbagai bentuk cekaman. Kondisi defisit air dapat memicu pembentukan reactive oxygen species (ROS) yang mengaktifkan berbagai jalur metabolisme sekunder, seperti jalur fenilpropanoid, sehingga meningkatkan sintesis senyawa fenolik, flavonoid, terpenoid, dan alkaloid. Peningkatan produksi metabolit sekunder tersebut merupakan bentuk respons adaptif tanaman untuk mengurangi kerusakan sel akibat stres oksidatif serta mempertahankan kelangsungan hidup tanaman pada kondisi kekurangan air (Bistgani et al., 2024; Tan et al., 2024). Namun demikian, respons tersebut dapat berbeda antar spesies maupun aksesori karena dipengaruhi oleh faktor genetik dan tingkat cekaman yang dialami tanaman.

Echinacea purpurea memiliki keragaman morfologi yang tinggi antar aksesori yang dapat mempengaruhi kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan. Variasi genetik dan morfologi tersebut memungkinkan adanya perbedaan respons terhadap cekaman kekeringan (Still et al., 2005). Selain itu, faktor lingkungan seperti ketersediaan air juga berperan dalam membentuk karakter morfologi tanaman melalui proses adaptasi (Subositi dan Widiyastuti, 2013).

Pada tanaman obat, perubahan kandungan metabolit sekunder akibat cekaman kekeringan menjadi aspek penting karena berkaitan langsung dengan kualitas bahan baku obat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan ringan hingga sedang dapat meningkatkan akumulasi senyawa bioaktif tertentu, seperti flavonoid, fenol, dan terpenoid, yang memiliki aktivitas farmakologis tinggi. Kondisi tersebut terjadi karena tanaman mengalihkan sebagian hasil fotosintesis untuk sintesis senyawa pertahanan sebagai respons terhadap stres lingkungan. Meskipun demikian, cekaman kekeringan yang terlalu berat dapat menurunkan pertumbuhan dan biomassa tanaman sehingga berpotensi mengurangi produktivitas secara keseluruhan. Oleh karena itu, evaluasi respons tanaman obat terhadap cekaman kekeringan tidak hanya penting untuk mengetahui kemampuan adaptasi tanaman, tetapi juga untuk memahami perubahan kualitas metabolit sekunder yang dihasilkan (Tan et al., 2024; Jangpangi et al., 2025; Sharma et al., 2025). Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa interval penyiraman merupakan salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Perubahan frekuensi pemberian air dapat berdampak pada tinggi tanaman, jumlah daun yang terbentuk, serta kemampuan perkembangan sistem perakaran (Karo-Karo et al., 2015). Cekaman kekeringan juga dilaporkan dapat meningkatkan rasio akar terhadap tajuk sebagai bentuk adaptasi tanaman terhadap kondisi terbatas air (Jaleel et al., 2009). Namun, kajian mengenai respons pertumbuhan dan toleransi kekeringan pada berbagai aksesori *E. purpurea* di lingkungan tropis masih terbatas. Keterbatasan informasi mengenai respons pertumbuhan dan toleransi kekeringan pada berbagai aksesori *Echinacea purpurea* menunjukkan bahwa aspek tersebut masih memerlukan kajian yang lebih mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji respons pertumbuhan serta tingkat toleransi kekeringan pada tiga aksesori *E. purpurea* yang diberi perlakuan interval penyiraman berbeda, sekaligus mengidentifikasi aksesori yang memiliki kemampuan adaptasi terbaik pada kondisi ketersediaan air yang terbatas.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi tiga aksesori *Echinacea purpurea*, tanah, pupuk kandang sapi, sekam, dan air. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas pot, cetok, patok, gunting, gelas ukur, penggaris, dan meteran yang berfungsi untuk mendukung proses penanaman, pemeliharaan, serta pengamatan tanaman.

2.2 Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Maret hingga Agustus 2020 di screenhouse Jumantono, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh dari penelitian eksperimental dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya. Analisis data dilakukan dengan mengacu pada perkembangan literatur terkini yang membahas respons tanaman obat terhadap kondisi cekaman kekeringan.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang melibatkan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah aksesori *Echinacea purpurea* yang terdiri atas tiga taraf, yaitu A1, A2, dan A3. Faktor kedua adalah interval penyiraman yang terdiri atas empat taraf, yaitu penyiraman setiap hari (C1), setiap 3 hari (C2), setiap 5 hari (C3), dan setiap 7 hari (C4). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak lima kali sehingga total terdapat 60 unit percobaan.

Penggunaan rancangan faktorial dalam RAL dimaksudkan untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing faktor perlakuan serta interaksi antara aksesori dan interval penyiraman terhadap berbagai parameter yang diamati selama penelitian.

Benih *E. purpurea* terlebih dahulu disemai, kemudian dipindahkan ke media tanam pada umur 45 hari setelah semai. Penyiraman dilakukan sesuai dengan perlakuan interval yang telah ditetapkan dengan mengacu pada kapasitas lapang media tanam, yaitu sekitar 40% dari kapasitas lapang. Pengaturan air berbasis kapasitas lapang digunakan untuk mensimulasikan kondisi cekaman kekeringan secara terkendali (Hillel, 2004). Pemeliharaan tanaman dilakukan secara rutin, meliputi penyiraman sesuai perlakuan, penyiangan, serta pengamatan pertumbuhan tanaman.

Parameter pertumbuhan yang diamati mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, serta rasio akar-tajuk. Pengambilan data dilakukan secara periodik hingga tanaman mencapai fase awal pembungaan, yang ditunjukkan oleh terbentuknya bunga pada sekitar 80–85% populasi tanaman.

Seluruh data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk menguji pengaruh perlakuan yang diberikan. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5% guna mengetahui perbedaan antar perlakuan yang diuji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator utama pertumbuhan yang mencerminkan respons tanaman terhadap kondisi lingkungan dan perlakuan yang diberikan (Harjanti et al., 2014). Cekaman kekeringan diketahui dapat mengganggu proses fisiologis, metabolisme, dan perkembangan morfologi tanaman, terutama pada fase awal pertumbuhan yang sensitif terhadap ketersediaan air (Yordanov et al., 2003). Oleh karena itu, pengamatan tinggi tanaman menjadi parameter penting untuk mengevaluasi respons *Echinacea purpurea* terhadap variasi interval penyiraman.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi yang signifikan antara aksesori dan interval penyiraman terhadap tinggi tanaman *Echinacea purpurea*. Namun demikian, interval penyiraman secara mandiri memberikan pengaruh nyata terhadap parameter tersebut. Perlakuan penyiraman setiap hari (C1) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi, yaitu 36,67 cm, dan berbeda nyata dibandingkan penyiraman setiap 3 hari (26,83 cm), 5 hari (25,50 cm), maupun 7 hari (22,90 cm). Sementara itu, faktor aksesori tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman, meskipun aksesori 3 menunjukkan rerata tertinggi sebesar 28,37 cm.

Tabel 1. Perubahan Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Akibat Perbedaan Interval Penyiraman

| Akresi (A) | Tinggi Tanaman (cm) | Jumlah Daun (helai) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 (Hijau, bercak hijau tua) | 28,30 a | 48,15 a |
| 2 (Hijau, bercak ungu tua) | 27,25 a | 45,15 a |
| 3 (Hijau, bercak hijau muda) | 28,37 a | 46,55 a |
| Interval penyiraman (C) | Tinggi Tanaman (cm) | Jumlah Daun (helai) |
| 1 (Disiram 1 hari sekali) | 36,67 a | 64,20 a |
| 2 (Disiram 3 hari sekali) | 26,83 b | 43,00 b |
| 3 (Disiram 5 hari sekali) | 25,50 bc | 42,27 bc |
| 4 (Disiram 7 hari sekali) | 22,90 c | 37,00 c |

Catatan: Angka yang diikuti huruf berbeda di kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan pada DMRT level 5%.

Perbedaan tinggi tanaman yang diperoleh pada berbagai interval penyiraman menunjukkan bahwa ketersediaan air merupakan faktor penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Air berperan dalam menjaga tekanan turgor sel, mendukung proses fotosintesis, serta memfasilitasi transportasi unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan, kandungan air dalam jaringan menurun sehingga proses pembelahan, pemanjangan, dan ekspansi sel menjadi terhambat. Kondisi tersebut menyebabkan laju pertumbuhan tanaman menurun, yang ditunjukkan oleh berkurangnya tinggi tanaman pada interval penyiraman yang lebih panjang. Hussain et al. (2008) menyatakan bahwa keterbatasan air dapat menghambat pertumbuhan tanaman akibat terganggunya berbagai proses fisiologis dan metabolisme yang berkaitan dengan perkembangan sel.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Tan et al. (2024) yang melaporkan bahwa peningkatan tingkat cekaman kekeringan pada berbagai tanaman obat menyebabkan penurunan pertumbuhan vegetatif, termasuk tinggi tanaman. Penelitian Jangpangi et al. (2025) juga menunjukkan bahwa defisit air dapat membatasi akumulasi biomassa tanaman melalui penurunan aktivitas fotosintesis dan efisiensi penggunaan air. Oleh karena itu, tingginya pertumbuhan tanaman pada perlakuan penyiraman setiap hari menunjukkan bahwa kebutuhan air tanaman terpenuhi secara optimal, sedangkan penurunan tinggi tanaman pada interval penyiraman 7 hari mencerminkan adanya tekanan cekaman kekeringan yang menghambat pertumbuhan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan air yang cukup berperan penting dalam mendukung proses pembelahan dan pemanjangan sel sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman berlangsung optimal. Sebaliknya, peningkatan interval penyiraman menyebabkan tanaman mengalami defisit air yang dapat menurunkan tekanan turgor sel, menghambat aktivitas meristematik, serta membatasi pertumbuhan jaringan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang mengalami cekaman kekeringan cenderung terhambat karena menurunnya aktivitas fisiologis yang berperan penting dalam proses pertumbuhan, termasuk fotosintesis, ekspansi sel, dan translokasi fotosintat (Osakabe et al., 2014). Hasil tersebut konsisten dengan laporan Tan et al. (2024) yang menyatakan bahwa defisit air pada tanaman obat dapat mengurangi pertumbuhan vegetatif akibat terganggunya berbagai proses fisiologis dan metabolisme tanaman. Penelitian Gasiewska et al. (2025) juga menunjukkan bahwa kondisi defisit air menurunkan pertumbuhan biomassa pada beberapa tanaman obat karena terbatasnya ketersediaan air untuk mendukung proses metabolisme tanaman. Selain itu, Jangpangi et al. (2025) melaporkan bahwa perubahan kondisi lingkungan, termasuk keterbatasan air, dapat memengaruhi pertumbuhan, fisiologi, dan akumulasi metabolit sekunder pada tanaman obat.

Meskipun demikian, sejumlah penelitian melaporkan respons yang tidak sepenuhnya serupa terhadap kondisi cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan pada tingkat tertentu tidak selalu memberikan dampak negatif terhadap seluruh aspek pertumbuhan tanaman obat. Beberapa spesies tanaman obat justru mampu menunjukkan mekanisme adaptasi melalui peningkatan pertumbuhan akar, efisiensi penggunaan air, serta perubahan alokasi biomassa untuk mempertahankan kelangsungan hidup tanaman (Tan et al., 2024). Selain itu, cekaman kekeringan ringan hingga sedang dilaporkan dapat meningkatkan biosintesis metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, dan terpenoid yang berperan sebagai senyawa pertahanan terhadap stres oksidatif (Bistgani et al., 2024; Jangpangi et al., 2025). Akan tetapi, respons tersebut sangat dipengaruhi oleh spesies tanaman, tingkat keparahan cekaman, dan faktor genetik masing-masing aksesori. Pada beberapa tanaman obat, cekaman kekeringan berat justru menyebabkan penurunan kandungan metabolit tertentu akibat terganggunya proses biosintesis dan menurunnya aktivitas metabolisme tanaman (Albergaria & Oliveira, 2020). Oleh karena itu, respons tanaman terhadap cekaman kekeringan bersifat spesifik dan dapat berbeda antar spesies maupun aksesori tanaman obat.

Berdasarkan hasil pengamatan, aksesori 1 (hijau dengan bercak hijau tua) menghasilkan rerata jumlah daun tertinggi, yaitu 48,15 helai, diikuti oleh aksesori 3 (hijau dengan bercak hijau muda) sebesar 46,55 helai, sedangkan aksesori 2 (hijau dengan bercak ungu tua) menunjukkan rerata jumlah daun paling rendah, yaitu 45,15 helai. Meskipun demikian, perbedaan jumlah daun antar aksesori tidak menunjukkan variasi yang mencolok. Sebaliknya, interval penyiraman memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman. Perlakuan penyiraman setiap hari (C1) menghasilkan jumlah daun tertinggi dengan rerata 64,20 helai dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan penyiraman setiap 3 hari (43,00 helai), 5 hari (42,27 helai), maupun 7 hari (37,00 helai).

Penurunan jumlah daun seiring bertambahnya interval penyiraman menunjukkan bahwa ketersediaan air berperan penting dalam pembentukan dan perkembangan daun. Kondisi defisit air dapat menghambat pembelahan serta pemanjangan sel pada jaringan meristem daun sehingga pembentukan daun baru menjadi terbatas. Selain itu, tanaman yang mengalami cekaman kekeringan cenderung mengurangi jumlah daun sebagai salah satu strategi adaptasi untuk menekan kehilangan air melalui proses transpirasi. Berkurangnya luas permukaan daun memungkinkan tanaman mempertahankan status air jaringan sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien (Hidayati et al., 2017).

Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Tan et al. (2024) yang menyatakan bahwa cekaman kekeringan pada berbagai tanaman obat menyebabkan penurunan jumlah daun akibat terganggunya proses fisiologis yang berkaitan dengan pertumbuhan vegetatif. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Jangpangi et al. (2025), yang menunjukkan bahwa keterbatasan air dapat membatasi pembentukan organ vegetatif sebagai bentuk penyesuaian tanaman terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Oleh karena itu, tingginya jumlah daun pada perlakuan penyiraman setiap hari mengindikasikan bahwa kebutuhan air tanaman tercukupi sehingga pertumbuhan vegetatif dapat berlangsung secara optimal.



Gambar 1. Pengaruh Interval Penyiraman terhadap Pembentukan Bunga pada Tiga Aksesori *Echinacea purpurea*

Berdasarkan Gambar 1, jumlah bunga tertinggi diperoleh pada aksesori 2 yang diberi perlakuan penyiraman setiap hari, dengan rerata 5,60 kuntum. Nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan aksesori 3 pada perlakuan yang sama yang menghasilkan rerata 5,40 kuntum, maupun aksesori 1 dengan rerata 4,80 kuntum. Sebaliknya, jumlah bunga terendah ditemukan pada aksesori 1 dengan interval penyiraman setiap 7 hari, yaitu sebesar 3,20 kuntum. Secara umum, *Echinacea purpurea* diketahui mampu menghasilkan sekitar 5–8 kuntum bunga per rumpun pada kondisi pertumbuhan yang optimal (Rahardjo, 2005).

Perbedaan jumlah bunga yang terbentuk pada setiap perlakuan diduga berkaitan erat dengan tingkat ketersediaan air selama fase pertumbuhan tanaman. Air memiliki peran penting dalam mendukung berbagai proses fisiologis yang berkaitan dengan pembentukan organ reproduktif, termasuk transportasi hara, fotosintesis, dan distribusi fotosintat ke jaringan generatif. Ketersediaan air yang memadai memungkinkan proses pembungaan berlangsung secara optimal, sedangkan kondisi defisit air berpotensi menghambat pembentukan bunga akibat terganggunya aktivitas metabolisme tanaman.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Kenney et al. (2014) yang melaporkan bahwa ketersediaan air merupakan salah satu faktor lingkungan yang memengaruhi proses pembungaan pada *Arabidopsis thaliana*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa cekaman kekeringan dapat mengubah perkembangan fase reproduktif tanaman melalui perubahan respons fisiologis dan hormonal yang berperan dalam inisiasi pembungaan. Tanaman memiliki mekanisme adaptasi terhadap cekaman kekeringan, di antaranya dengan menghindari kekurangan air lingkungan maupun menjaga keseimbangan air dalam jaringan tanaman (Mundree et al., 2002). Selain itu, pada kondisi kekurangan air, tanaman dapat merespons dengan mempercepat fase reproduktif, seperti pembungaan, sebagai strategi untuk mempertahankan keberlangsungan hidup melalui pembentukan biji sebelum kondisi lingkungan semakin kering (Sukma, 2015). Namun demikian,

Lestari et al., 2026

pada cekaman yang lebih berat, jumlah bunga yang dihasilkan cenderung menurun akibat keterbatasan sumber daya yang tersedia untuk pertumbuhan generatif.

Tabel 2. Pengaruh Interval Penyiraman terhadap Rerata Rerata Ratio Tajuk Akar

| | C1 | C2 | C3 | C4 | Rata-rata |
|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| A1 | 4,05 ab | 3,41 abc | 2,41 c | 4,72 a | 3,65 |
| A2 | 3,79 abc | 3,31 abc | 3,47 abc | 3,00 bc | 3,40 |
| A3 | 3,88 abc | 4,07 ab | 3,91 abc | 3,35 abc | 3,80 |
| Rata-rata | 3,91 | 3,60 | 3,27 | 3,69 | |

Catatan: Angka yang diikuti huruf berbeda di kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan pada DMRT level 5%.

Rasio tajuk-akar dihitung berdasarkan perbandingan antara bobot kering bagian tajuk dan bobot kering akar *Echinacea purpurea*. Parameter ini digunakan untuk menggambarkan keseimbangan pertumbuhan antara organ di atas permukaan tanah dan sistem perakaran sebagai respons terhadap perlakuan yang diberikan. Nilai rasio tajuk-akar juga dapat mencerminkan pola distribusi biomassa tanaman, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi perkembangan relatif antara tajuk dan akar.

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara aksesori dan interval penyiraman terhadap rasio tajuk-akar (Tabel 2). Pada aksesori A1 (hijau dengan bercak hijau tua), perlakuan penyiraman setiap 7 hari (C4) menghasilkan rasio tajuk-akar tertinggi, yaitu 4,72, dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan penyiraman setiap 5 hari (C3) yang menghasilkan nilai terendah sebesar 2,41. Sementara itu, perlakuan penyiraman setiap 3 hari (C2) dan setiap hari (C1) masing-masing menghasilkan nilai rasio tajuk-akar sebesar 3,41 dan 4,05.

Tingginya rasio tajuk-akar pada perlakuan interval penyiraman 7 hari mengindikasikan adanya respons adaptif tanaman terhadap kondisi keterbatasan air. Rasio tajuk-akar sering digunakan sebagai indikator kemampuan tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan karena mencerminkan pola alokasi biomassa yang terjadi selama pertumbuhan. Pada kondisi defisit air, tanaman umumnya melakukan penyesuaian fisiologis dengan mengubah distribusi hasil fotosintesis untuk mendukung fungsi organ yang berperan dalam memperoleh air. Adaptasi tersebut memungkinkan tanaman meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya yang tersedia sehingga mampu mempertahankan pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Menurut Comas et al. (2013), perubahan pola alokasi biomassa merupakan salah satu strategi penting yang digunakan tanaman untuk meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap cekaman kekeringan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Jaleel et al. (2009) yang melaporkan bahwa cekaman kekeringan dapat memengaruhi distribusi biomassa tanaman dan meningkatkan rasio akar terhadap tajuk sebagai bentuk adaptasi terhadap defisit air. Penelitian pada tanaman obat juga menunjukkan bahwa peningkatan rasio tajuk-akar merupakan respons umum tanaman dalam mempertahankan keseimbangan fisiologis pada kondisi ketersediaan air yang terbatas. Tan et al. (2024) melaporkan bahwa beberapa tanaman obat yang mengalami cekaman kekeringan menunjukkan perubahan alokasi biomassa ke sistem perakaran untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Namun demikian, respons rasio tajuk-akar tidak selalu sama pada setiap genotipe tanaman. Perbedaan nilai rasio tajuk-akar yang diperoleh antar perlakuan menunjukkan

adanya pengaruh interaksi antara faktor genetik aksesori dan tingkat ketersediaan air. Aksesori A1 diduga memiliki kemampuan adaptasi morfologis yang lebih baik terhadap cekaman kekeringan melalui perubahan pola alokasi biomassa. Menurut Jangpangi et al. (2025), respons adaptasi tanaman terhadap kekeringan sangat dipengaruhi oleh karakter genetik yang menentukan efisiensi penggunaan air, pertumbuhan akar, dan kemampuan mempertahankan aktivitas fisiologis selama periode cekaman. Pada tanaman obat seperti *Echinacea purpurea*, kemampuan beradaptasi terhadap cekaman kekeringan menjadi aspek penting karena tidak hanya memengaruhi pertumbuhan tanaman, tetapi juga berpotensi memengaruhi akumulasi metabolit sekunder yang berperan dalam aktivitas farmakologisnya. Oleh karena itu, tingginya rasio tajuk-akar pada perlakuan interval penyiraman 7 hari sekali mengindikasikan adanya mekanisme adaptasi yang dapat mendukung toleransi tanaman terhadap kondisi keterbatasan air.

Pada aksesori A2 (hijau dengan bercak ungu tua), perlakuan penyiraman setiap hari menghasilkan rerata rasio tajuk-akar sebesar 3,79. Nilai tersebut tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan penyiraman setiap 3 hari, 5 hari, dan 7 hari yang masing-masing menghasilkan rasio sebesar 3,31; 3,47; dan 3,00. Sementara itu, pada aksesori A3 (hijau dengan bercak hijau muda), rasio tajuk-akar tertinggi diperoleh pada perlakuan penyiraman setiap 3 hari dengan nilai 4,07. Namun, nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan penyiraman setiap hari, setiap 5 hari, maupun setiap 7 hari yang menghasilkan rasio berturut-turut sebesar 3,88; 3,91; dan 3,35.

Rasio tajuk-akar merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menggambarkan distribusi biomassa antara organ di atas permukaan tanah dan sistem perakaran tanaman. Perubahan nilai rasio tersebut mencerminkan strategi tanaman dalam mengalokasikan sumber daya yang tersedia untuk mendukung pertumbuhan dan mempertahankan kelangsungan hidupnya. Rasio tajuk-akar yang tinggi menunjukkan bahwa akumulasi biomassa lebih banyak terjadi pada bagian tajuk, yang umumnya berkaitan dengan peningkatan pertumbuhan vegetatif di atas permukaan tanah. Sebaliknya, penurunan nilai rasio mengindikasikan proporsi biomassa yang relatif lebih besar dialokasikan ke sistem perakaran, sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam memperoleh air dan unsur hara dari media tumbuh. Pola alokasi biomassa tersebut merupakan salah satu bentuk respons adaptif tanaman terhadap perubahan kondisi lingkungan, termasuk keterbatasan ketersediaan air.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, interval penyiraman merupakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan *Echinacea purpurea*, terutama terhadap variabel pertumbuhan yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah bunga. Penyiraman setiap hari memberikan hasil terbaik pada seluruh parameter pertumbuhan, sedangkan semakin jarang interval penyiraman menyebabkan penurunan pertumbuhan akibat cekaman kekeringan.

Perbedaan aksesori tidak memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan, meskipun terdapat variasi respons yang menunjukkan adanya pengaruh faktor genetik. Respons interaktif antara faktor aksesori dan interval penyiraman hanya terjadi pada rasio tajuk-akar, yang mengindikasikan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut lebih berpengaruh terhadap pola alokasi biomassa dibandingkan terhadap parameter pertumbuhan lainnya yang menunjukkan adanya perbedaan strategi alokasi biomassa antar aksesori dalam menghadapi kondisi cekaman air.

Secara keseluruhan, tanaman *E. purpurea* menunjukkan kemampuan adaptasi terhadap cekaman kekeringan melalui penyesuaian pertumbuhan, terutama pada perubahan rasio tajuk-akar. Namun demikian, ketersediaan air tetap menjadi faktor dominan dalam menentukan pertumbuhan optimal tanaman.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Albergaria, E. T., & Oliveira, A. F. M. (2020). The effect of water deficit stress on the composition of secondary metabolites in medicinal plants. *Journal of Medicinal Plant Research*, 14(9), 403–412.
- Bistgani, Z. E., Hashemi, M., DaCosta, M., Craker, L., & Maggi, F. (2024). Physiology of medicinal and aromatic plants under drought stress. *Chinese Herbal Medicines*, 16(2), 231–248.
- Choirunnisa, J. P., Widiyastuti, Y., Sakya, A. T., & Yunus, A. (2021). Morphological characteristics and flavonoid accumulation of *Echinacea purpurea* cultivated at various salinity. *Biodiversitas*, 22(9), 3716–3721.
- Comas, L. H., Becker, S. R., Cruz, V. M. V., Byrne, P. F., and Dierig, D. A. (2013). Root traits contributing to plant productivity under drought. *Plant Physiology*, 162(4), 178–188.
- Farooq, M., Wahid, A. and Kobayashi, N. (2009). *Plant Drought Stress : Effects , Mechanisms and Management*. *Agronomy For Sustainable Development*, 29(1), Pp. 185–212.
- Gasiewska, K., Bilska-Kos, A., Wszyńska, Z., & Sowiński, P. (2025). Responses of medicinal plants to drought stress and adaptive mechanisms associated with growth and biomass production. *Plant Physiology Reports*, 30(1), 15–28.
- Gupta, M., Sharma D., Kumari, A. S. V. and Goshain, O. P. (2012). A Review on Purple Cone Flower (*Echinacea purpurea* L. Moench), *Journal of Pharmacy Research*, 5(8), Pp. 4076–4081.
- Harjanti, R. A., Tohari dan Utami, S. N. H. (2014). Pengaruh Takaran Pupuk Nitrogen dan Silika Terhadap Pertumbuhan Awal (*Saccharum officinarum* L.) Pada Inceptisol. *Jurnal Vegetalika*, 3(2), Pp. 35–44.
- Hidayati, N., Hendrati R. L., Triani, A. dan Sudjino. (2017). Pengaruh Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Nyamplung (*Callophyllum inophyllum* L.) dan Johar (*Cassia florida* Vahl.) dari Provenan yang Berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(2), Pp. 99–111.
- Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier Academic Press.
- Hussain, M., Malik M. A., Farooq, M., Ashraf, M. Y. and Cheema, M. A. (2008). Improving Drought Tolerance by Exogenous Application of Glycinebetaine and Salicylic Acid in Sunflower. *Journal Of Agronomy and Crop Science*, 194(3), Pp. 193–199. DOI: 10.1111/J.1439 037x.2008.00305.X.
- Jaleel, C. A., Gopi, R., Sankar, B., Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R. (2008). Differential Responses in Water Use Efficiency in Two Varieties of *Catharanthus roseus* Under Drought Stress. *Comptes Rendus - Biologies*, 331(1), Pp. 42–47. DOI: 10.1016/J.Crvi.2007.11.003.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1), 100–105.
- Jangpangi, D., Sharma, A., Singh, P., & Kumar, R. (2025). Medicinal plants in a changing climate: Understanding the environmental regulation of plant secondary metabolites. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1587337.
- Karo-Karo, F., Barus, A. dan Bangun, M. (2015). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Interval Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Bibit Jambu Air Madu Deli Hijau (*Syzygium samarengense*). *Jurnal Agroteknologi*, 4(1), Pp. 1786–1795.

Lestari et al., 2026

- Kenney, M., A., McKay, J. K., Richards, J. H. and Juenger, T. E. (2014). Direct and Indirect Selection on Flowering Time, Water-Use Efficiency, and Wue Plasticity To Drought in *Arabidopsis thaliana*. *Ecology and Evolution*, 4(23), Pp. 4505–4521. DOI: 10.1002/Ece3.1270.
- Mundree, S. G., Baker, B., Mowla, S., Peters, S., Marais, S., Willigen, C. V., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, Farrant, J. M. and Thomson, J. A. (2002). Physiological And Molecular Insights Into Drought Tolerance. *African Journal of Biotechnology*, 1(2), Pp. 1–19.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., and Tran, L. S. P. (2014). Plant response to water stress. *Frontiers in Plant Science*, 5(86).
- Rahardjo, M. (2005). Peluang Pembudidayaan Tanaman *Echinacea* (*Echinacea purpurea*) di Indonesia. *Jurnal Perspektif*, 4(1), Pp. 1–10.
- Sharma, S., Patel, V., & Kumar, N. (2025). The effects of water-deficit stress on *Cannabis sativa* L.: Growth, physiology, and secondary metabolites. *Horticulturae*, 11(6), 646. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11060646>
- Still, D., Kim, D. and Aoyama, N. (2005). Genetic Variation In *Echinacea angustifolia* Along A Climatic Gradient. *Annals Of Botany*, 96(3), Pp. 467–477. DOI: 10.1093/Aob/Mci199.
- Subositi, D. dan Widiyastuti, Y. (2013). Keragaman Genetik Aksesori Ekinase (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) Hasil Seleksi Massa Tahun I Melalui Analisis RPAD. *Buletin Kebun Raya*, Pp. 93–100.
- Subositi, D., & Widiyastuti, Y. (2015). Keragaman genetik aksesori ekinase (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) koleksi B2P2TOOT menggunakan marka ISSR. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 26(2), 95–104.
- Sukma, K. P. W. (2015). Mekanisme Tumbuhan Menghadapi Kekeringan. *Jurnal Pemikiran Penelitian Pendidikan dan Sains*, 3(6), Pp. 186–194.
- Tan, U., Wang, Y., Li, X., Zhang, H., & Chen, Z. (2024). Comprehensive evaluation of drought stress on medicinal plants. *PeerJ*, 12, e17801.
- Yordanov, I., Velikova, V. and Tsonev, T. (2003). Plant Responses to Drought And Salinity Stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, Pp. 187–206. DOI: 10.1023/A:1007201411474