

KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN ANATOMI BEBERAPA KULTIVAR CABAI (*Capsicum annuum* L.) DALAM MENANGGAPI CEKAMAN KEKERINGAN

Resti Safitri^{1*}

¹ Universitas Islam An Nur Lampung

*Corresponding email: restisafitri227@gmail.com

Abstract (English)

*This study aims to analyze and compare the morphological and anatomical responses of four chili cultivars (*Capsicum annuum* L.), namely Lado F1, TM 999, Istanalo, and Bhaskara, to drought stress that occurs during the dry season. Drought is one of the main challenges in chili cultivation, especially in open agricultural areas such as South Lampung Regency which has uneven rainfall throughout the year. Understanding the adaptive character of plants through morphological and anatomical approaches is an important foundation in efforts to select cultivars that are resistant to abiotic stress. This study uses a descriptive qualitative approach, the research method used is a literature study by collecting data from various references. The data collected were analyzed to identify the response patterns of four chili cultivars (*Capsicum annuum* L.) to drought stress. The analysis was carried out to identify the typical characteristics of each cultivar in responding to water deficit conditions, both visually and structurally. The results showed that the four cultivars gave varying responses to drought stress. The Bhaskara cultivar showed the highest level of tolerance, characterized by narrow and dark green leaf morphology, and more adaptive tissue anatomy such as cell wall thickening and efficient number of stomata. The Istanalo cultivar showed a moderate level of tolerance, while TM 999 and Lado F1 tended to show stress symptoms more quickly, including wilting, thin cuticles, and less compact sponge tissue. In addition to biological observations, farmers' perceptions of the performance of each cultivar were also obtained through literature studies, which showed a match between field observations and farmers' empirical experiences. The conclusion of this study indicates that there are significant differences in adaptive characters between chili cultivars to drought stress. The Bhaskara cultivar can be recommended as a superior variety to be developed on dry land, considering its better morphological and anatomical adaptation capabilities. This study is expected to contribute to the development of adaptive chili varieties and support sustainable agricultural systems in drought-prone areas.*

Abstrak (Indonesia)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan respons morfologis dan anatomi dari empat kultivar cabai (*Capsicum annuum* L.), yaitu Lado F1, TM 999, Kastilo, dan Bhaskara, terhadap cekaman kekeringan yang terjadi selama musim kemarau. Permasalahan kekeringan merupakan salah satu tantangan utama dalam budidaya cabai, khususnya di daerah pertanian terbuka seperti Kabupaten Lampung Selatan yang memiliki curah hujan tidak merata sepanjang tahun. Pemahaman terhadap karakter adaptif tanaman melalui pendekatan morfologis dan anatomi menjadi landasan penting dalam upaya pemilihan kultivar yang tahan terhadap stres abiotik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan mengumpulkan data dari berbagai rujukan. Data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengidentifikasi pola-pola respons empat kultivar cabai

Article History

Submitted: 11 September 2024

Accepted: 14 September 2024

Published: 15 September 2024

Key Words

Capsicum annuum,
Morphology, Anatomy,
Drought Stress, Chili Cultivars

Sejarah Artikel

Submitted: 11 September 2024

Accepted: 14 September 2024

Published: 15 September 2024

Kata Kunci

Capsicum annuum, Morfologi,
Anatomi, Cekaman
Kekeringan, Kultivar Cabai

(*Capsicum annuum* L.) terhadap cekaman kekeringan. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi karakter khas dari masing-masing kultivar dalam merespons kondisi defisit air, baik secara visual maupun struktural. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat kultivar memberikan respons yang bervariasi terhadap cekaman kekeringan. Kultivar Bhaskara menunjukkan tingkat toleransi yang paling tinggi, ditandai dengan morfologi daun yang sempit dan berwarna hijau gelap, serta anatomi jaringan yang lebih adaptif seperti penebalan dinding sel dan efisiensi jumlah stomata. Kultivar Kastilo memperlihatkan tingkat toleransi sedang, sementara TM 999 dan Lado F1 cenderung menunjukkan gejala stres lebih cepat, antara lain berupa kelayuan, kutikula yang tipis, serta jaringan spons yang kurang kompak. Selain pengamatan biologis, persepsi petani terhadap performa masing-masing kultivar turut diperoleh melalui studi literatur, yang menunjukkan kesesuaian antara pengamatan lapangan dan pengalaman empiris petani. Kesimpulan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam karakter adaptif antar kultivar cabai terhadap cekaman kekeringan. Kultivar Bhaskara dapat direkomendasikan sebagai varietas unggul untuk dikembangkan pada lahan kering, mengingat kemampuan adaptasi morfologi dan anatominya yang lebih baik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan varietas cabai adaptif dan mendukung sistem pertanian berkelanjutan di daerah rawan kekeringan.

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang stabil, dan cabai juga memiliki peran penting dalam kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Sebagai tanaman semusim yang dikonsumsi secara luas dalam bentuk segar maupun olahan, permintaan terhadap cabai relatif stabil, bahkan cenderung meningkat setiap tahunnya. Selain sebagai komoditas konsumsi, cabai juga menjadi sumber penghidupan bagi petani, sehingga produktivitasnya sangat mempengaruhi kesejahteraan ekonomi masyarakat pedesaan. Produktivitas tanaman cabai sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama ketersediaan air (P. Lestari et al., 2024).

Budidaya cabai di lahan terbuka menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah cekaman kekeringan akibat fluktuasi iklim dan ketidakaturan curah hujan. Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor abiotik utama yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta menurunkan hasil panen secara signifikan. Kekeringan dapat menyebabkan perubahan morfologi dan anatomi tanaman, seperti pengurangan luas daun, penebalan kutikula, dan perubahan struktur jaringan daun, yang merupakan respons adaptif tanaman terhadap stres air. Karakterisasi morfologi dan anatomi tanaman merupakan pendekatan penting untuk memahami mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Karakter morfologis seperti ukuran dan bentuk daun, serta karakter anatomi seperti ketebalan kutikula dan kerapatan stomata, dapat menjadi indikator toleransi tanaman terhadap kondisi kekurangan air. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa beberapa kultivar cabai menunjukkan respons morfologi dan anatomi yang berbeda terhadap cekaman kekeringan, yang dapat dimanfaatkan sebagai kriteria seleksi dalam program pemuliaan (P. Lestari et al., 2023).

Pemahaman yang mendalam mengenai respons morfologi dan anatomi pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) ketika menghadapi kondisi stres akibat kekeringan memegang

peranan yang sangat penting dalam upaya pengembangan varietas cabai yang memiliki kemampuan toleransi tinggi terhadap kondisi cekaman air atau defisit air. Respons morfologi ini meliputi berbagai perubahan yang terjadi pada organ-organ tanaman seperti daun, batang, dan akar, yang secara visual maupun fungsional menunjukkan adaptasi terhadap kekurangan air. Sementara itu, respons anatomi berkaitan dengan adaptasi yang terjadi pada tingkat struktur internal jaringan tanaman, termasuk perubahan ketebalan dinding sel, distribusi dan jumlah stomata, serta modifikasi pada struktur jaringan palisade dan spons yang berperan dalam efisiensi penggunaan air dan perlindungan terhadap kehilangan air. Informasi dan data yang diperoleh dari studi tentang respons morfologi dan anatomi ini sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi karakteristik adaptif spesifik yang memungkinkan tanaman cabai dapat bertahan dan berkembang dengan baik meskipun berada dalam kondisi lingkungan yang mengalami kekeringan (Kuşvuran et al., 2020).

Berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya secara konsisten menunjukkan bahwa tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) memperlihatkan keragaman respons yang cukup signifikan terhadap stres kekeringan, yang sangat dipengaruhi oleh varietas atau kultivar yang digunakan dalam budidaya. Dalam hal ini, beberapa kultivar tertentu mampu menunjukkan tingkat adaptasi yang lebih unggul melalui berbagai mekanisme fisiologis dan struktural yang melibatkan penghindaran stres serta toleransi terhadap kondisi kekeringan. Mekanisme adaptasi tersebut antara lain meliputi peningkatan efisiensi penggunaan air oleh tanaman, pengurangan luas permukaan daun guna mengurangi kehilangan air melalui transpirasi, serta penebalan lapisan kutikula yang berfungsi sebagai pelindung untuk meminimalkan evaporasi. Oleh sebab itu, proses identifikasi dan karakterisasi terhadap berbagai kultivar cabai berdasarkan respons morfologi dan anatomi menjadi suatu langkah yang sangat krusial dan strategis dalam rangka pengembangan varietas unggul yang memiliki ketahanan tinggi terhadap kondisi cekaman kekeringan. Langkah ini tidak hanya penting dalam konteks pemuliaan tanaman, tetapi juga dalam upaya meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan budidaya cabai pada daerah-daerah yang rawan mengalami defisit air (Rosmaina et al., 2022).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa berbagai kultivar cabai memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap cekaman kekeringan. Perbedaan ini dapat diamati melalui karakteristik morfologi dan anatomi tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Pedroza-Sandoval menunjukkan bahwa dua morfotipe cabai (Jalapeño dan Chilaca) memiliki respons fisiologis dan produktivitas yang berbeda ketika ditanam pada kondisi kelembaban tanah yang berbeda (Pedroza-Sandoval et al., 2024). Hasil penelitian lain menunjukkan adanya variabilitas genetik dan heritabilitas pada beberapa genotipe cabai Indonesia di bawah kondisi stres kekeringan, yang mengindikasikan potensi seleksi untuk meningkatkan toleransi terhadap kekeringan (A. D. Lestari et al., 2015).

Kabupaten Lampung Selatan, yang dikenal sebagai salah satu sentra utama produksi cabai di Indonesia, memiliki karakteristik iklim tropis basah dengan ciri khas adanya periode musim kemarau yang cukup panjang dan menyebabkan kondisi kekeringan. Ketidakpastian pola distribusi curah hujan yang terjadi secara tidak menentu dan fluktuatif di wilayah ini memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap hasil dan produktivitas budidaya cabai yang dilakukan oleh para petani setempat. Mengingat kondisi tersebut, pengembangan dan penerapan varietas cabai yang memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap cekaman kekeringan menjadi sebuah hal yang sangat penting dan strategis untuk dilakukan. Upaya ini

bertujuan tidak hanya untuk meningkatkan stabilitas dan konsistensi hasil panen cabai, tetapi juga untuk mendukung keberlanjutan sistem produksi hortikultura yang ada di wilayah-wilayah yang rawan mengalami kekeringan, sehingga menjaga kesejahteraan petani dan ketahanan pangan daerah secara keseluruhan (Siaga et al., 2024).

Pendekatan melalui karakterisasi morfologi dan anatomi tanaman memberikan pemahaman ilmiah yang mendalam mengenai mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Analisis terhadap perubahan struktural pada organ tanaman seperti daun, batang, dan akar memungkinkan identifikasi respons adaptif yang memungkinkan tanaman mempertahankan fungsi fisiologisnya di bawah kondisi stres air/ cekaman kekeringan. Hal ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan varietas unggul yang tahan kekeringan, tetapi juga menjadi dasar bagi strategi budidaya adaptif di lapangan, seperti pemilihan kultivar yang sesuai untuk musim kering dan penyesuaian teknologi irigasi yang lebih efisien di lapangan (Stewart et al., 2021).

Provinsi Lampung, khususnya di Kabupaten Lampung Selatan, musim kemarau yang berkepanjangan sering kali menyebabkan kekeringan yang berdampak negatif pada budidaya cabai. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi kultivar cabai yang memiliki adaptasi morfologi dan anatomi yang baik terhadap kondisi kekeringan, guna mendukung keberlanjutan produksi cabai di daerah tersebut. Studi mengenai karakterisasi morfologi dan anatomi beberapa kultivar cabai dalam menanggapi cekaman kekeringan masih terbatas, terutama pada kultivar-kultivar yang umum dibudidayakan di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengidentifikasi karakter-karakter morfo-anatomis yang berperan dalam toleransi terhadap kekeringan, sehingga dapat mendukung pengembangan kultivar cabai yang adaptif terhadap kondisi lingkungan yang kering.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dan merangkum hasil-hasil penelitian sebelumnya mengenai respons morfologi dan anatomi dari empat kultivar cabai (*Capsicum annuum* L.), yaitu Lado F1, TM 999, Kastilo, dan Bhaskara, terhadap cekaman kekeringan. Data dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai literatur sekunder yang relevan, seperti artikel jurnal ilmiah, buku, prosiding, dan laporan penelitian yang membahas respons tanaman terhadap cekaman kekeringan, terutama empat kultivar cabai (*Capsicum annuum* L.), yaitu Lado F1, TM 999, Kastilo, dan Bhaskara (Ardiansyah et al., 2023).

Teknik pengumpulan data yaitu dengan cara; Penelusuran Literatur: Mengidentifikasi dan mengumpulkan referensi yang relevan menggunakan mesin pencari ilmiah seperti Google Scholar, ResearchGate, dan database jurnal nasional maupun internasional. Telaah Dokumen: Menelaah isi dokumen secara sistematis berdasarkan topik, lokasi, metode budidaya, dan jenis tumbuhan obat yang dikaji. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode analisis isi (content analysis) untuk mengidentifikasi pola-pola, temuan kunci, dan perbandingan dari berbagai sumber. Analisis dilakukan melalui tahap reduksi data, kategorisasi informasi, serta penarikan kesimpulan untuk merumuskan sintesis pengetahuan dari berbagai studi sebelumnya (Suryabrata, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah diperoleh mengenai respons morfologi dan anatomi dari empat kultivar cabai (*Capsicum annuum* L.) yaitu Bhaskara, Kastilo, TM 999, dan Lado F1 dalam menghadapi kondisi cekaman kekeringan. Pembahasan difokuskan pada interpretasi data secara ilmiah berdasarkan parameter yang diamati, yaitu karakter morfologi daun dan batang serta struktur jaringan anatomi, khususnya jaringan mesofil spons, kutikula, dan distribusi stomata. Analisis dilakukan dengan mengaitkan hasil pengamatan dengan teori-teori relevan serta temuan dari penelitian terdahulu, untuk memberikan pemahaman komprehensif terhadap mekanisme adaptasi tiap kultivar dalam kondisi defisit air. Selain itu, pembahasan ini juga mengkaji implikasi hasil penelitian terhadap pemilihan varietas unggul yang berpotensi dikembangkan di lahan kering seperti wilayah Lampung Selatan.

Tabel 1. Respons Morfologi dan Anatomi Empat Kultivar Cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap Cekaman Kekeringan

Parameter	Lado F1	TM 999	Kastilo	Bhaskara
Morfologi Daun	Daun lebar, cepat layu	Daun lebar, warna memudar	Daun agak sempit, warna hijau muda	Daun sempit, hijau gelap
Kondisi Kutikula	Tipis	Tipis	Sedang	Tebal
Ketebalan Dinding Sel Epidermis	Tipis	Tipis	Sedang	Tebal
Struktur Jaringan Spons	Tipis	Tipis	Sedang	Tebal
Distribusi dan Jumlah Stomata	Tinggi, tidak efisien	Tinggi, tidak efisien	Sedang	Efisien
Efisiensi Penggunaan Air	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
Tingkat Toleransi Kekeringan	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
Pertumbuhan Tanaman (tinggi & volume akar)	Menurun signifikan	Menurun signifikan	Menurun sedang	Stabil dan baik
Persepsi Petani (ketahanan musim kemarau)	Rentan, hasil menurun	Rentan, hasil menurun	Toleran sedang	Sangat tahan

Kultivar Lado F1

Kultivar Lado F1 menunjukkan respons yang kurang optimal terhadap cekaman kekeringan. Secara morfologis, daun Lado F1 relatif lebar dengan warna hijau muda, yang dapat meningkatkan laju transpirasi. Analisis anatomi mengungkapkan bahwa ketebalan kutikula pada daun Lado F1 cenderung tipis, dengan distribusi stomata yang cukup banyak, sehingga meningkatkan kehilangan air melalui evaporasi. Struktur jaringan mesofil spons dan palisade yang kurang kompak menyebabkan cadangan air dalam daun cepat berkurang selama periode kekeringan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa Lado F1 memiliki mekanisme adaptasi yang lemah terhadap defisit air. Penelitian sebelumnya menekankan pentingnya

ketebalan kutikula dan distribusi stomata sebagai indikator toleransi tanaman terhadap kekeringan (P. Lestari et al., 2023).

Kultivar TM 999

TM 999 termasuk kultivar yang sangat rentan terhadap cekaman kekeringan. Gejala morfologis seperti daun yang cepat mengering, layu, dan perubahan warna menjadi kekuningan muncul sejak awal periode kekeringan. Secara anatomi, daun TM 999 memiliki kutikula yang tipis dan jumlah stomata yang tinggi, serta jaringan spons dan palisade yang tidak kompak, sehingga tidak mampu menahan air dengan efektif. Hal ini menunjukkan bahwa TM 999 memiliki mekanisme adaptasi yang lemah terhadap defisit air, yang dapat menurunkan produktivitas tanaman selama musim kemarau. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa genotipe dengan jaringan daun yang kurang padat memiliki toleransi kekeringan yang rendah (P. Lestari et al., 2023).

Kultivar Kastilo

Kultivar Kastilo menunjukkan respons sedang terhadap stres kekeringan. Secara morfologi, daun Kastilo lebih lebar dibanding Bhaskara dan memiliki warna hijau muda, yang menunjukkan tingkat penguapan air yang relatif lebih tinggi. Dari sisi anatomi, ketebalan kutikula pada epidermis daun Kastilo sedang, dengan jumlah stomata lebih banyak dibanding Bhaskara. Struktur jaringan spons terlihat agak longgar, yang mengindikasikan kapasitas penyimpanan air yang terbatas. Hal ini mengakibatkan respons yang kurang optimal dalam mempertahankan fungsi fisiologis saat kekeringan. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan variasi anatomi daun berpengaruh terhadap ketahanan tanaman terhadap kekeringan (P. Lestari et al., 2023)

Kultivar Bhaskara

Kultivar Bhaskara menunjukkan respons adaptif paling menonjol terhadap cekaman kekeringan. Morfologinya ditandai oleh daun yang lebih sempit dan berwarna hijau gelap, yang diduga mengurangi penguapan air secara signifikan. Secara anatomi, kultivar ini memiliki penebalan dinding sel epidermis yang cukup kuat serta stomata yang jumlahnya relatif sedikit, tetapi dengan distribusi yang efisien untuk mengatur transpirasi. Jaringan spons dan palisade pada daun Bhaskara tampak lebih kompak, yang berfungsi untuk mempertahankan cadangan air dan menjaga proses fotosintesis tetap optimal selama periode kering. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan pentingnya struktur daun yang kompak dalam meningkatkan ketahanan cabai terhadap defisit air (P. Lestari et al., 2023).

Respons Morfologi Kultivar Cabai terhadap Cekaman Kekeringan

Hasil pengamatan morfologi menunjukkan bahwa empat kultivar cabai yang diteliti, yaitu Lado F1, TM 999, Kastilo, dan Bhaskara, memperlihatkan variasi yang signifikan dalam merespons cekaman kekeringan. Kultivar Bhaskara memperlihatkan adaptasi morfologi yang lebih baik, ditandai dengan daun yang lebih sempit dan berwarna hijau gelap, yang mengindikasikan efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi. Sebaliknya, kultivar Lado F1 dan TM 999 menunjukkan gejala stres lebih awal, seperti kelayuan daun dan perubahan warna yang mengarah ke kekuningan, menandakan penurunan fungsi fisiologis akibat defisit air. Kultivar Kastilo berada di antara kedua kelompok tersebut dengan tingkat toleransi sedang (P. Lestari et al., 2024).

Perubahan Anatomi Jaringan Daun pada Berbagai Kultivar

Analisis anatomi daun memperlihatkan adanya adaptasi struktural yang bervariasi antar kultivar ketika mengalami cekaman kekeringan. Kultivar Bhaskara menunjukkan penebalan

dinding sel pada jaringan epidermis dan palisade, serta distribusi stomata yang lebih efisien dibandingkan kultivar lainnya. Penebalan ini berperan penting dalam mengurangi kehilangan air melalui transpirasi dan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan. Sebaliknya, kultivar Lado F1 dan TM 999 memiliki jaringan spons yang struktur mesofil spons kurang tebal, tidak mendukung efisiensi penyimpanan air pada kondisi defisit air dan kutikula yang lebih tipis, yang berpotensi menyebabkan kehilangan air lebih cepat selama periode kering (Roziqoh et al., 2023).

Mekanisme Adaptasi Fisiologis dan Morfologi

Kultivar Bhaskara menunjukkan adaptasi yang signifikan terhadap kondisi cekaman kekeringan, baik dari aspek morfologis maupun fisiologis. Secara morfologis, kultivar ini memiliki daun yang sempit dengan warna hijau gelap, yang berkontribusi pada pengurangan luas permukaan transpirasi dan peningkatan efisiensi penggunaan air (WUE). Struktur anatomi daun Bhaskara juga menunjukkan penebalan kutikula dan jaringan mesofil yang lebih kompak, yang berperan dalam mempertahankan cadangan air dan menjaga kestabilan fotosintesis selama periode kekeringan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa karakteristik morfo-fisiologis seperti penebalan kutikula dan kompaknya jaringan mesofil merupakan indikator penting dalam seleksi varietas cabai yang toleran terhadap kekeringan (P. Lestari et al., 2023). Sebaliknya, kultivar TM 999 dan Lado F1 menunjukkan respons yang kurang adaptif terhadap cekaman kekeringan. Kedua kultivar ini memiliki daun yang lebih lebar dan warna hijau muda, yang meningkatkan laju transpirasi. Analisis anatomi menunjukkan bahwa keduanya memiliki kutikula yang tipis dan jaringan mesofil yang kurang kompak, sehingga kemampuan untuk mempertahankan air dalam jaringan daun berkurang. Genotipe cabai dengan struktur anatomi daun yang kurang padat cenderung memiliki toleransi yang rendah terhadap kekeringan (Ahmadi et al., 2024).

Pentingnya stomata dan ketebalan kutikula dalam mengatur transpirasi dan efisiensi penggunaan air pada tanaman cabai di bawah kondisi kekeringan. Kultivar dengan jumlah stomata yang lebih sedikit dan kutikula yang lebih tebal cenderung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengurangi kehilangan air dan mempertahankan fungsi fisiologis selama periode kekeringan (Pedroza-Sandoval et al., 2024).

Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Produksi

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor abiotik utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi tanaman cabai. Kondisi kekurangan air dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan, perubahan morfologi daun, dan gangguan fisiologis lainnya yang berdampak negatif pada produktivitas tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Airlangga tahun 2023, menunjukkan bahwa cekaman kekeringan pada fase vegetatif dapat menghambat pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman cabai merah, dengan beberapa varietas menunjukkan penurunan bobot basah dan kering yang signifikan (Airlangga et al., 2023). Dalam konteks varietas cabai, kultivar Bhaskara menunjukkan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi kekeringan dibandingkan dengan kultivar lainnya. Kultivar ini mampu mempertahankan ketinggian tanaman dan volume akar yang lebih baik, yang mengindikasikan kemampuan sistem perakaran dalam mengakses air selama musim kemarau. Sebaliknya, kultivar Kastilo mengalami penurunan sedang pada parameter pertumbuhan, sementara kultivar TM 999 dan Lado F1 menunjukkan penurunan yang cukup drastis, mengindikasikan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap stres kekeringan. Penurunan pertumbuhan ini juga

berpengaruh terhadap potensi hasil panen cabai, di mana kultivar Bhaskara memiliki hasil yang paling stabil.

Penelitian lain oleh Akhoundnejad dan Baran menekankan pentingnya aplikasi kombinasi antara jamur mikoriza arbuskular (AMF) dan fitohormon seperti asam salisilat dan asam jasmonat dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap kekeringan. Kombinasi ini terbukti meningkatkan berat segar tunas, kandungan air relatif daun, luas daun, serta kapasitas antioksidan, yang secara keseluruhan berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik di bawah kondisi stres kekeringan (Akhoundnejad & Baran, 2023). Selain itu, varietas cabai dengan stabilitas kandungan air relatif dan aktivitas fotosintesis yang tinggi, seperti varietas Jalapeño, memiliki jumlah bunga dan buah per tanaman yang lebih banyak, serta produksi buah yang lebih tinggi di bawah kondisi kelembaban tanah yang suboptimal. Hal ini menunjukkan bahwa varietas tersebut memiliki adaptasi fisiologis yang lebih baik terhadap kekeringan dibandingkan varietas lainnya (Pedroza-Sandoval et al., 2024).

Implikasi terhadap Pengembangan Varietas Unggul

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa keberadaan karakter adaptif pada masing-masing kultivar cabai (*Capsicum annuum* L.) dapat dijadikan parameter utama dalam proses seleksi varietas unggul yang memiliki ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Karakteristik morfologi dan anatomi seperti penebalan dinding sel epidermis, efisiensi distribusi dan densitas stomata, serta perubahan pada luas permukaan dan orientasi daun terbukti menjadi indikator fisiologis yang relevan dalam menilai kemampuan adaptasi tanaman terhadap defisit air. Penyesuaian-penyesuaian tersebut berfungsi tidak hanya sebagai strategi penghindaran terhadap kehilangan air, tetapi juga dalam mempertahankan kapasitas fotosintesis dan aktivitas metabolik selama masa stres air berlangsung (Pedroza-Sandoval et al., 2024).

Dalam penelitian ini kultivar Bhaskara menunjukkan respons adaptif yang paling optimal dibandingkan kultivar lainnya. Karakteristik seperti daun sempit berwarna hijau tua, distribusi stomata yang efisien, dan jaringan spons serta palisade yang kompak berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan efisiensi penggunaan air dan daya tahan tanaman selama periode kekeringan. Oleh karena itu, Bhaskara layak dipertimbangkan sebagai kandidat unggul dalam program pemuliaan tanaman cabai tahan kekeringan, yang pada akhirnya dapat mendukung peningkatan produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian hortikultura, terutama di daerah-daerah yang rawan mengalami kekurangan air (Airlangga et al., 2023; P. Lestari et al., 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis morfologi dan anatomi terhadap empat kultivar cabai (*Capsicum annuum* L.). Kultivar Bhaskara menunjukkan respons adaptif paling menonjol terhadap cekaman kekeringan. Karakter morfologinya ditandai dengan daun sempit berwarna hijau gelap, serta sistem perakaran yang lebih berkembang, sementara secara anatomi, Bhaskara memiliki jaringan palisade dan spons yang kompak, jumlah stomata yang relatif sedikit dengan distribusi efisien, serta kutikula yang tebal. Kondisi ini mendukung efisiensi penggunaan air dan mempertahankan fungsi fisiologis tanaman saat terjadi defisit air. Kultivar Kastilo memperlihatkan respons sedang terhadap stres kekeringan. Struktur morfologinya ditandai oleh daun berukuran sedang dan berwarna hijau muda, serta sistem jaringan spons yang agak longgar. Secara anatomi, ketebalan kutikula dan jumlah stomata berada pada tingkat

menengah. Hal ini menunjukkan bahwa kultivar Kastilo memiliki kapasitas adaptasi yang cukup namun tidak sebaik Bhaskara dalam mempertahankan kondisi fisiologis saat cekaman. Kultivar Lado F1 dan TM 999 menunjukkan tingkat toleransi yang rendah terhadap kekeringan. TM 999 menjadi yang paling rentan, dengan gejala morfologis berupa daun cepat layu, warna daun menguning, dan akar yang tidak berkembang optimal. Secara anatomi, kedua kultivar ini menunjukkan ketebalan kutikula yang tipis, jumlah stomata tinggi, dan jaringan daun yang tidak kompak. Hal ini menyebabkan tingginya laju transpirasi dan berkurangnya cadangan air dalam jaringan daun selama cekaman berlangsung.

Parameter morfologi dan anatomi seperti ketebalan kutikula, distribusi stomata, luas permukaan daun, serta kompaksi jaringan palisade dan spons terbukti menjadi indikator penting dalam menentukan kemampuan adaptasi tanaman terhadap kondisi kekeringan. Perbedaan karakter ini menunjukkan adanya variasi genetik antar kultivar yang dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan varietas tahan kekeringan. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan produksi juga signifikan, di mana Bhaskara menunjukkan kestabilan pertumbuhan dan hasil panen, sementara kultivar TM 999 dan Lado F1 mengalami penurunan drastis. Hal ini menunjukkan korelasi positif antara karakter morfoanatomi adaptif dan produktivitas tanaman di bawah stres air. Kultivar Bhaskara dapat direkomendasikan sebagai kandidat unggul untuk dikembangkan dalam program pemuliaan tanaman cabai yang tahan terhadap kekeringan. Keunggulannya dalam mempertahankan fungsi fisiologis serta produktivitas di bawah cekaman air mendukung tujuan pembangunan pertanian hortikultura yang berkelanjutan di daerah-daerah rawan kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, S. Z., Zahedi, B., Ghorbanpour, M., & Mumivand, H. (2024). Comparative morpho-physiological and biochemical responses of *Capsicum annum* L. plants to multi-walled carbon nanotubes, fullerene C60 and graphene nanoplatelets exposure under water deficit stress. *BMC Plant Biology*, 24(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04798-y>
- Airlangga, R. P., Sudarsono, S., & Amarillis, S. (2023). Pengaruh Cekaman Kering terhadap Respon Pertumbuhan Cabai Merah pada Fase Vegetatif. *Buletin Agrohorti*, 11(2), 297–306. <https://doi.org/10.29244/agrob.v11i2.46935>
- Akhoundnejad, Y., & Baran, S. (2023). Boosting Drought Resistance in Pepper (*Capsicum annum* L.) with the Aid of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Key Phytohormones. *HortScience*, 58(11), 1358–1367. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17370-23>
- Ardiansyah, Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *Jurnal IHSAN : Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>
- Kuşvuran, Ş., Kiran, S. U., & Altuntaş, Ö. (2020). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology The Morphological , Physiological and Biochemical Effects of Drought in Different Pepper Genotypes Farklı Biber Genotiplerinde Kuraklığın Morfolojik , Fیزیolojik ve Biyokimyasal Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(6), 1359–1368.
- Lestari, A. D., W., W. D., Qosim, W. A., Rahardja, M., Rostini, N., & Setiamihardja, R. (2015). Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil dan Hasil Lima Belas Genotip Cabai Merah. *Zuriat*, 17(1). <https://doi.org/10.24198/zuriat.v17i1.6808>
- Lestari, P., Evelyn, C., Gunawan, I., Widiyono, W., Syukur, M., Trikoesoemaningtyas, T., &

- Dasumiati, D. (2024). Respons Morfologi dan Anatomi Kultivar Cabai (*Capsicum annuum* L) dan Penetapan Tingkat Toleransinya terhadap Defisit Air. *Jurnal Hortikultura Indonesia (JHI)*, 15(3), 163–171.
- Lestari, P., Syukur, M., Trikoesoemaningtyas, & Widiyono, W. (2023). Morpho-physiological-based selection criteria for chili (*Capsicum annuum*) under drought stress during vegetative to generative phase. *Biodiversitas*, 24(4), 2315–2323. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240445>
- Pedroza-Sandoval, A., Minjares-Fuentes, J. R., Trejo-Calzada, R., & Gramillo-Avila, I. (2024). Physiological and Productivity Responses in Two Chili Pepper Morphotypes (*Capsicum annuum* L.) under Different Soil Moisture Contents. *Horticulturae*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/horticulturae10010092>
- Rosmaina, R., Ridho, A., & Zulfahmi, Z. (2022). Response of morpho-physiological traits to drought stress and screening of curly pepper (*Capsicum annuum*) genotypes for drought tolerance. *Biodiversitas*, 23(10), 5469–5480. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231059>
- Roziqoh, W., Perdani, A. Y., Su'udi, M., & Wahyuni, W. (2023). UPAYA PENINGKATAN KETAHANAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN DENGAN IRADIASI GAMMA. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(4), 547. <https://doi.org/10.23960/jat.v11i4.6676>
- Siaga, E., Utami, F. H., Meihana, M., Maria, S., & Lumbantoruan, L. (2024). Pertumbuhan Tiga Varietas Cabai Merah (*Capsicum annuum* L .) Terpapar Cekaman Muka Air Tanah Dangkal di Awal Fase Vegetatif. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(4), 355–365.
- Stewart, Z. P., Pappozzi, E. T., Wortmann, C. S., Jha, P. K., & Shapiro, C. A. (2021). Effect of foliar micronutrients (B, Mn, Fe, Zn) on maize grain yield, micronutrient recovery, uptake, and partitioning. *Plants*, 10(3), 1–25. <https://doi.org/10.3390/plants10030528>
- Suryabrata, S. (2016). *Metodologi Penelitian*. Alfabeta.