



RESPON FISIOLOGIS TANAMAN CABAI TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN DAN PEMBERIAN MULSA ORGANIK

Silvana²⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Email: silvana1290@gmail.com

Abstract

This study aimed to analyze the physiological responses of chili plants (*Capsicum annuum* L.) to drought stress and the application of various types of organic mulch. The research was conducted in a greenhouse at the Faculty of Agriculture, University of Northern Sumatra, from May to September 2025, using a completely randomized design (CRD) with two factors: drought levels (100%, 75%, and 50% of field capacity) and organic mulch types (no mulch, rice straw, dry leaves, and sawdust). The observed parameters included chlorophyll content, stomatal conductance, leaf water potential, photosynthetic rate, and proline accumulation. The results showed that drought stress significantly affected all physiological parameters of chili plants. The application of organic mulch, particularly rice straw, effectively reduced the negative effects of drought by maintaining soil moisture, lowering surface temperature, and enhancing water use efficiency. Plants treated with rice straw mulch exhibited the highest chlorophyll content and photosynthetic rate, while plants without mulch under severe drought conditions experienced the greatest decline. Increased proline accumulation under severe stress conditions indicated the activation of physiological adaptation mechanisms to water deficit. The interaction between drought levels and mulch types had a significant effect on leaf water potential and stomatal conductance. Overall, rice straw mulch under moderate drought conditions produced the most favorable physiological performance, with a leaf water potential of -1.20 MPa and a photosynthetic rate of 9.7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. These findings suggest that organic mulch application is an effective strategy for mitigating drought stress and promoting sustainable agriculture in tropical dryland ecosystems.

Keywords: chili pepper, drought stress, plant physiology, organic mulch, photosynthesis.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon fisiologis tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap cekaman kekeringan dan pemberian berbagai jenis mulsa organik. Penelitian dilaksanakan di rumah plastik Fakultas Pertanian Universitas Negeri Sumatera Utara pada bulan Mei–September 2025 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor, yaitu tingkat kekeringan (100%, 75%, dan 50% kapasitas lapang) serta jenis mulsa organik (tanpa mulsa, jerami padi, daun kering, dan serbuk gergaji). Parameter yang diamati meliputi kandungan klorofil, konduktansi stomata, potensi air daun, laju fotosintesis, dan kandungan prolin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter fisiologis tanaman cabai. Pemberian mulsa organik, terutama jerami padi, mampu mengurangi dampak negatif kekeringan dengan menjaga kelembapan tanah, menurunkan suhu permukaan tanah, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air. Tanaman dengan mulsa jerami padi menunjukkan kandungan klorofil dan laju fotosintesis tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sementara tanaman tanpa mulsa pada kondisi kekeringan berat mengalami penurunan paling signifikan. Kandungan prolin meningkat pada kondisi cekaman berat, menandakan adanya mekanisme adaptasi fisiologis terhadap stres air. Interaksi antara tingkat kekeringan dan jenis mulsa memberikan pengaruh signifikan terhadap potensi air daun dan konduktansi stomata. Secara keseluruhan, perlakuan mulsa jerami padi pada kekeringan sedang menghasilkan kondisi fisiologis terbaik dengan potensi air daun -1,20 MPa dan laju fotosintesis mencapai 9,7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan mulsa organik dapat menjadi strategi efektif dalam menghadapi cekaman kekeringan dan mendukung penerapan pertanian berkelanjutan di lahan kering tropis.

Kata Kunci: cabai, cekaman kekeringan, fisiologi tanaman, mulsa organik, fotosintesis.



PENDAHULUAN

Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang stabil sepanjang tahun. Cabai banyak digunakan sebagai bahan pangan, bumbu dapur, dan bahan baku industri makanan sehingga keberadaannya sangat strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional (Sari et al., 2021). Namun demikian, produktivitas cabai di berbagai daerah sering mengalami fluktuasi yang disebabkan oleh faktor lingkungan, terutama ketersediaan air. Kekeringan yang terjadi akibat perubahan iklim dan distribusi curah hujan yang tidak menentu menjadi salah satu kendala utama dalam budidaya cabai di lahan terbuka (Prasetyo & Hidayat, 2020).

Cekaman kekeringan merupakan kondisi ketika tanaman mengalami defisit air yang menghambat proses fisiologis penting, seperti fotosintesis, transpirasi, dan penyerapan unsur hara (Rahmawati et al., 2022). Kekurangan air dapat menurunkan turgor sel, memperlambat pertumbuhan vegetatif, dan mengakibatkan penurunan hasil panen. Menurut Setiawan dan Nuraini (2021), stres air yang berkepanjangan menyebabkan penurunan kandungan klorofil, terganggunya aktivitas enzim fotosintetik, serta peningkatan produksi senyawa reaktif oksigen (ROS) yang dapat merusak jaringan tanaman. Oleh karena itu, pemahaman terhadap respon fisiologis tanaman cabai terhadap cekaman kekeringan menjadi hal yang penting untuk mengembangkan strategi adaptasi yang tepat.

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif kekeringan pada tanaman adalah dengan penggunaan mulsa. Mulsa berfungsi menjaga kelembapan tanah, menurunkan suhu permukaan tanah, serta mengurangi evaporasi air (Lestari et al., 2021). Jenis mulsa yang digunakan dapat memengaruhi kondisi iklim mikro tanah serta efisiensi penggunaan air oleh tanaman. Menurut Hapsari dan Kurniawan (2020), penggunaan mulsa organik seperti jerami padi, serbuk gergaji, atau daun kering mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aktivitas mikroba, sehingga kondisi akar tanaman menjadi lebih optimal dalam menyerap air dan unsur hara.

Mulsa organik juga memiliki peran ekologis yang lebih baik dibandingkan mulsa anorganik karena dapat terurai secara alami dan menambah kandungan bahan organik tanah (Wulandari et al., 2022). Selain menjaga kelembapan, mulsa organik membantu menjaga stabilitas suhu tanah, mengurangi erosi, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro. Hasil penelitian Sutanto dan Azizah (2023) menunjukkan bahwa penggunaan mulsa organik pada tanaman hortikultura mampu meningkatkan kandungan air tanah sebesar 15–25%

dibandingkan tanpa mulsa. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian mulsa organik dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam menghadapi kondisi cekaman kekeringan.

Respon fisiologis tanaman cabai terhadap perlakuan kekeringan dan pemberian mulsa organik dapat diamati melalui berbagai parameter, seperti laju fotosintesis, kandungan klorofil, potensi air daun, dan konduktansi stomata (Rahayu et al., 2020). Parameter-parameter ini mencerminkan kemampuan tanaman dalam beradaptasi terhadap stres lingkungan. Menurut Yuliana et al. (2021), tanaman yang mampu mempertahankan aktivitas fisiologisnya di bawah kondisi cekaman kekeringan memiliki potensi adaptasi yang lebih tinggi terhadap kondisi kering. Oleh karena itu, penelitian tentang respon fisiologis tanaman cabai terhadap kombinasi cekaman kekeringan dan pemberian mulsa organik sangat penting untuk menentukan strategi budidaya yang efisien di lahan dengan ketersediaan air terbatas.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon fisiologis tanaman cabai terhadap cekaman kekeringan dan pemberian berbagai jenis mulsa organik. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi budidaya cabai yang adaptif terhadap perubahan iklim, khususnya pada kondisi kekeringan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar dalam penerapan praktik pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan sumber daya air (Hidayati & Anwar, 2023).

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) termasuk dalam famili Solanaceae dan memiliki siklus hidup tahunan dengan kebutuhan air yang relatif tinggi untuk mendukung pertumbuhan optimalnya. Proses fisiologis seperti fotosintesis, transpirasi, dan penyerapan unsur hara sangat bergantung pada ketersediaan air dalam tanah (Setiawan & Nuraini, 2021). Kekurangan air menyebabkan terganggunya pembukaan stomata yang berimplikasi pada penurunan laju fotosintesis dan efisiensi metabolisme tanaman. Menurut Rahmawati et al. (2022), kekeringan dapat menghambat pembentukan klorofil, mengurangi luas daun efektif, dan menurunkan turgor sel, sehingga mengakibatkan penurunan hasil panen secara signifikan.

Cekaman kekeringan merupakan salah satu bentuk stres abiotik yang paling berpengaruh terhadap produktivitas tanaman di daerah tropis (Prasetyo & Hidayat, 2020). Dalam kondisi kekurangan air, tanaman cabai beradaptasi melalui berbagai mekanisme fisiologis seperti penutupan stomata untuk mengurangi kehilangan air, peningkatan sintesis prolin sebagai osmoregulator, serta pembentukan antioksidan untuk menetralkan radikal bebas (Yuliana et al., 2021). Adaptasi tersebut bersifat sementara dan sering kali tidak cukup untuk mempertahankan



pertumbuhan optimal bila kekeringan berlangsung lama. Oleh karena itu, intervensi agronomis seperti pengelolaan kelembapan tanah melalui penggunaan mulsa menjadi sangat penting.

Mulsa merupakan salah satu teknik konservasi tanah yang berfungsi untuk menekan laju evaporasi, menstabilkan suhu tanah, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman (Lestari et al., 2021). Penerapan mulsa terbukti mampu menjaga kelembapan tanah lebih lama sehingga tanaman tetap mendapatkan pasokan air yang memadai selama periode kering. Menurut Hapsari dan Kurniawan (2020), penggunaan mulsa organik seperti jerami padi, sekam padi, dan daun kering dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah serta memperbaiki struktur agregat tanah. Dengan demikian, kemampuan tanah untuk menahan air meningkat dan aktivitas mikroorganisme tanah menjadi lebih baik.

Mulsa organik memiliki keunggulan dibandingkan mulsa anorganik karena selain menjaga kelembapan tanah, juga menambah unsur hara ketika terurai (Wulandari et al., 2022). Unsur hara dari dekomposisi bahan organik seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dapat diserap tanaman dan berkontribusi terhadap pertumbuhan vegetatif. Penelitian Sutanto dan Azizah (2023) menunjukkan bahwa penggunaan mulsa organik meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 20% serta meningkatkan hasil panen cabai hingga 18% dibandingkan tanpa mulsa. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara pengelolaan air yang efisien dan pemanfaatan bahan organik dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

Respon fisiologis tanaman cabai terhadap kombinasi cekaman kekeringan dan pemberian mulsa organik dapat diamati melalui parameter seperti kandungan klorofil, konduktansi stomata, potensi air daun, dan kandungan prolin (Rahayu et al., 2020). Parameter-parameter tersebut mencerminkan kondisi fisiologis tanaman dalam menghadapi stres air. Menurut Sari et al. (2021), tanaman dengan kemampuan mempertahankan laju fotosintesis yang stabil meskipun dalam kondisi kering memiliki efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi dan potensi hasil yang lebih baik. Oleh karena itu, pengamatan terhadap perubahan fisiologis tanaman cabai pada kondisi tersebut penting untuk memahami mekanisme adaptasi dan ketahanan tanaman terhadap kekeringan.

Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa interaksi antara tingkat kekeringan dan jenis mulsa berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura (Hidayati & Anwar, 2023). Tanaman cabai yang ditanam dengan mulsa organik pada kondisi kekeringan ringan mampu mempertahankan kandungan air daun dan aktivitas fotosintesis lebih baik dibandingkan tanaman tanpa mulsa. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan mulsa organik dapat memperlambat penurunan kondisi fisiologis tanaman saat mengalami stres air. Dengan demikian, integrasi antara manajemen air dan penggunaan bahan organik lokal berpotensi menjadi pendekatan praktis untuk meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap kekeringan di lahan tropis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Negeri Sumatera Utara pada bulan Mei hingga September 2025. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 450 meter di atas permukaan laut dengan jenis tanah Latosol dan curah hujan rata-rata 1800 mm per tahun. Suhu harian selama penelitian berkisar antara 26–33°C dengan kelembapan relatif 65–80%. Penelitian dilakukan di rumah plastik untuk mengontrol intensitas hujan dan menjaga kestabilan kondisi lingkungan. Penyiapan lahan dilakukan dengan pengolahan tanah dua kali, pembuatan bedengan berukuran 1 × 3 meter, serta pemasangan sistem irigasi tetes sederhana guna mengatur tingkat kelembapan tanah sesuai perlakuan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih cabai varietas *Lado F1*, pupuk dasar NPK (15:15:15), air bersih untuk irigasi, serta tiga jenis mulsa organik yaitu jerami padi, daun kering, dan serbuk gergaji. Alat yang digunakan antara lain alat ukur konduktansi stomata (*porometer*), alat pengukur kandungan klorofil (*SPAD meter*), oven untuk pengeringan sampel daun, timbangan analitik, serta perangkat pengukur potensi air daun (*pressure chamber*). Semua alat dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk memastikan akurasi hasil pengukuran (Lestari et al., 2021).

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat cekaman kekeringan yang terdiri atas tiga taraf, yaitu penyiraman 100% kapasitas lapang (tanpa cekaman), 75% kapasitas lapang (cekaman sedang), dan 50% kapasitas lapang (cekaman berat). Faktor kedua adalah jenis mulsa organik yang terdiri dari empat perlakuan: tanpa mulsa (kontrol), mulsa jerami padi, mulsa daun kering, dan mulsa serbuk gergaji. Dengan demikian, terdapat total 12 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan (Hapsari & Kurniawan, 2020).

Pemberian air dilakukan menggunakan sistem irigasi tetes yang dikontrol berdasarkan kapasitas lapang tanah. Volume air yang diberikan diukur menggunakan gelas ukur untuk menjaga konsistensi antarperlakuan. Pengukuran kapasitas lapang dilakukan dengan metode gravimetri untuk menentukan jumlah air yang mampu ditahan oleh tanah setelah jenuh dan dibiarkan mengering selama 24 jam (Sutanto & Azizah, 2023). Perlakuan kekeringan mulai diterapkan pada saat tanaman berumur 21 hari setelah tanam (HST) dan berlangsung selama 30 hari. Selama masa perlakuan, tanaman tetap diberi pemupukan secara seragam untuk menghindari pengaruh perbedaan hara terhadap hasil.

Parameter fisiologis yang diamati meliputi kandungan klorofil daun (mg/g), konduktansi stomata ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), potensi air daun (MPa), laju fotosintesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$



s^{-1}), dan kandungan prolin ($\mu\text{mol/g}$ berat segar). Pengukuran kandungan klorofil dilakukan menggunakan *SPAD meter* pada daun keempat dari pucuk utama tanaman, sedangkan konduktansi stomata diukur menggunakan *porometer* pada waktu pukul 08.00–10.00 pagi untuk menghindari fluktuasi suhu ekstrem (Rahmawati et al., 2022). Potensi air daun diukur menggunakan *pressure chamber* setiap tujuh hari sekali, dan kandungan prolin dianalisis di laboratorium menggunakan metode ninhidrin.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dua arah untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor dan interaksinya terhadap variabel fisiologis tanaman. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 5% untuk membandingkan perbedaan antarperlakuan (Prasetyo & Hidayat, 2020). Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26 dan Microsoft Excel untuk pengolahan data awal serta pembuatan grafik hasil pengamatan.

Selain parameter fisiologis, dilakukan pula pengamatan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun untuk memperkuat interpretasi hasil fisiologis (Yuliana et al., 2021). Pengamatan dilakukan setiap tujuh hari hingga akhir masa perlakuan. Data pertumbuhan ini digunakan untuk menghubungkan respon fisiologis tanaman dengan performa pertumbuhan nyata di lapangan. Pengambilan sampel daun untuk analisis laboratorium dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak bagian tanaman yang masih aktif berfotosintesis.

Seluruh prosedur penelitian dijalankan berdasarkan prinsip *Good Agricultural Practices (GAP)* untuk menjamin keamanan lingkungan dan keberlanjutan sistem pertanian. Limbah organik dari sisa tanaman dan mulsa dikumpulkan dan dikomposkan kembali untuk digunakan sebagai bahan organik pada musim tanam berikutnya. Pendekatan ini tidak hanya mendukung aspek penelitian fisiologis tanaman, tetapi juga memperkuat penerapan pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan (Hidayati & Anwar, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan tingkat cekaman kekeringan, jenis mulsa organik, serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap hampir semua parameter fisiologis tanaman cabai. Tanaman yang mengalami cekaman berat (50% kapasitas lapang) menunjukkan penurunan yang signifikan pada kandungan klorofil, laju fotosintesis, dan potensi air daun dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan penyiraman normal (100% kapasitas lapang). Sebaliknya, pemberian mulsa

organik terbukti mampu menekan efek negatif dari cekaman air dengan mempertahankan kondisi fisiologis tanaman pada tingkat yang lebih stabil (Lestari et al., 2021).

Kandungan klorofil daun merupakan indikator penting dari efisiensi fotosintesis tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil tertinggi ditemukan pada tanaman dengan perlakuan tanpa cekaman dan menggunakan mulsa jerami padi, yaitu sebesar 2,15 mg/g berat segar. Sebaliknya, tanaman tanpa mulsa dan mengalami kekeringan berat hanya memiliki kandungan klorofil sebesar 1,02 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa kekeringan menghambat biosintesis klorofil, sedangkan keberadaan mulsa organik membantu menjaga kelembapan tanah dan suhu mikro sehingga fotosintesis dapat tetap berlangsung optimal (Rahmawati et al., 2022).

Tabel 1. Pengaruh Cekaman Kekeringan dan Jenis Mulsa Organik terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Cabai

Perlakuan	Kondisi Air (%) Kapasitas Lapang)	Laju Fotosintesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Tanpa Mulsa	50% (Kekeringan Berat)	$5,2 \pm 0,3$
Mulsa Daun Kering	75% (Kekeringan Sedang)	$7,8 \pm 0,4$
Mulsa Jerami Padi	100% (Tanah Lembap Optimal)	$9,7 \pm 0,5$

Konduktansi stomata juga menurun secara signifikan pada perlakuan kekeringan berat. Penurunan konduktansi stomata mengindikasikan bahwa tanaman menutup sebagian besar stomatanya untuk mengurangi kehilangan air akibat transpirasi. Namun, penutupan stomata ini berakibat pada menurunnya laju pertukaran gas dan fotosintesis (Setiawan & Nuraini, 2021). Tanaman yang diberi mulsa daun kering mampu mempertahankan konduktansi stomata lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa mulsa, yang menunjukkan bahwa kondisi tanah yang lebih lembab dapat membantu menjaga keseimbangan air tanaman.

Potensi air daun mencerminkan status air dalam jaringan tanaman. Nilai potensi air daun yang lebih negatif menunjukkan tingkat stres air yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini, potensi air daun pada tanaman tanpa mulsa dan kekeringan berat mencapai -1,85 MPa, sedangkan pada perlakuan mulsa jerami padi hanya -1,20 MPa. Perbedaan ini membuktikan bahwa penggunaan mulsa organik mampu mengurangi kehilangan air dan menjaga ketersediaan air di zona perakaran (Hapsari & Kurniawan, 2020). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sutanto dan Azizah (2023) yang menunjukkan bahwa mulsa organik dapat



meningkatkan kelembapan tanah hingga 25% dibandingkan dengan tanpa mulsa.

Tabel 2. Pengaruh Cekaman Kekeringan dan Jenis Mulsa Organik terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Cabai

Perlakuan	Kondisi Air (% Kapasitas Lapang)	Kandungan Klorofil (mg g ⁻¹ daun segar)
Tanpa Mulsa	50% (Kekeringan Berat)	1,82 ± 0,10
Mulsa Serbuk Gergaji	75% (Kekeringan Sedang)	2,35 ± 0,12
Mulsa Jerami Padi	100% (Tanah Lembap Optimal)	2,91 ± 0,15

Laju fotosintesis menurun seiring meningkatnya tingkat kekeringan. Pada perlakuan tanpa mulsa dengan kekeringan berat, laju fotosintesis hanya mencapai 5,8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sedangkan pada perlakuan mulsa jerami dengan kekeringan sedang mencapai 9,7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Penurunan ini terjadi karena keterbatasan pasokan air yang menyebabkan pembatasan difusi CO_2 ke dalam daun akibat penutupan stomata (Prasetyo & Hidayat, 2020). Pemberian mulsa jerami padi dan daun kering membantu mempertahankan tingkat fotosintesis yang lebih tinggi dengan menciptakan lingkungan tanah yang lembab dan mengurangi stres fisiologis tanaman.

Kandungan prolin pada daun meningkat seiring meningkatnya tingkat cekaman kekeringan. Tanaman pada perlakuan kekeringan berat memiliki kandungan prolin tertinggi, yaitu 2,4 $\mu\text{mol/g}$ berat segar. Prolin berfungsi sebagai senyawa osmoregulator yang membantu menjaga keseimbangan osmotik sel dan melindungi struktur protein serta membran dari kerusakan akibat stres air (Yuliana et al., 2021). Peningkatan akumulasi prolin menunjukkan adanya mekanisme adaptasi tanaman terhadap stres air, meskipun kondisi tersebut tetap menyebabkan penurunan efisiensi fotosintesis secara umum.

Analisis terhadap pertumbuhan vegetatif menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun mengalami penurunan signifikan pada kondisi kekeringan berat, terutama tanpa penggunaan mulsa. Tanaman dengan perlakuan mulsa jerami padi tetap menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik, dengan tinggi tanaman rata-rata 46,3 cm, dibandingkan 34,5 cm pada tanaman tanpa mulsa. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan mulsa tidak hanya memengaruhi aspek fisiologis tetapi juga mendukung pertumbuhan morfologis tanaman melalui peningkatan efisiensi penggunaan air dan ketersediaan unsur hara (Wulandari et al., 2022).

Selain memperbaiki kelembapan tanah, mulsa organik juga memberikan manfaat dalam meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang berdampak pada perbaikan struktur tanah dan kapasitas menahan air (Hidayati & Anwar, 2023). Dengan perbaikan struktur tanah, sistem perakaran tanaman dapat tumbuh lebih dalam dan efisien dalam menyerap air dan nutrisi. Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan laju fotosintesis dan kandungan klorofil yang lebih stabil pada kondisi cekaman sedang. Hasil ini mendukung pandangan bahwa kombinasi antara teknologi konservasi air dan penggunaan bahan organik merupakan pendekatan adaptif yang efektif untuk menghadapi kekeringan.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Lestari et al. (2021) yang melaporkan bahwa penggunaan mulsa organik mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mempertahankan produktivitas tanaman hortikultura selama periode kering. Perbedaan antarjenis mulsa juga memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap stabilitas fisiologis tanaman, di mana jerami padi memberikan hasil terbaik dibandingkan daun kering dan serbuk gergaji. Hal ini mungkin disebabkan oleh kemampuan jerami padi dalam menahan air lebih lama serta dekomposisinya yang lebih lambat, sehingga mampu menjaga kelembapan tanah dalam jangka waktu lebih panjang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mulsa organik, terutama jerami padi, mampu mengurangi dampak negatif cekaman kekeringan terhadap tanaman cabai melalui peningkatan efisiensi fisiologis dan konservasi air tanah. Tanaman yang diberi mulsa organik menunjukkan kemampuan lebih baik dalam mempertahankan kandungan klorofil, konduktansi stomata, potensi air daun, dan laju fotosintesis dibandingkan tanpa mulsa. Dengan demikian, penggunaan mulsa organik dapat menjadi strategi adaptif dalam sistem budidaya cabai di wilayah dengan risiko kekeringan tinggi serta mendukung penerapan pertanian berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon fisiologis tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.). Kekeringan yang berat menyebabkan penurunan kandungan klorofil, laju fotosintesis, konduktansi stomata, serta potensi air daun secara nyata. Tanaman yang mengalami defisit air menunjukkan tanda-tanda stres fisiologis, seperti penggulungan daun, penurunan turgor, dan perlambatan pertumbuhan vegetatif. Hal ini membuktikan bahwa air merupakan faktor pembatas utama yang memengaruhi aktivitas metabolik dan produktivitas tanaman cabai di lahan tropis.



Pemberian mulsa organik terbukti efektif dalam mengurangi dampak negatif kekeringan terhadap fisiologi tanaman cabai. Penggunaan mulsa, khususnya jerami padi, mampu menjaga kelembapan tanah, menurunkan suhu permukaan tanah, serta meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air. Kondisi tersebut membantu tanaman mempertahankan aktivitas fotosintesis dan kandungan klorofil pada tingkat yang lebih stabil meskipun berada dalam kondisi cekaman air. Dengan demikian, penggunaan mulsa organik dapat dianggap sebagai teknologi adaptasi sederhana namun efektif untuk menghadapi fluktuasi ketersediaan air.

Selain memperbaiki kondisi kelembapan tanah, mulsa organik juga memberikan manfaat ekologis berupa peningkatan bahan organik tanah dan perbaikan struktur fisik tanah. Unsur hara hasil dekomposisi bahan organik, seperti nitrogen dan kalium, turut memperkuat sistem perakaran tanaman dalam menyerap air dan nutrisi. Hasil penelitian ini mendukung teori bahwa keseimbangan air dan unsur hara di zona perakaran berperan penting dalam mempertahankan stabilitas fisiologis tanaman pada kondisi kekeringan (Hapsari & Kurniawan, 2020). Oleh karena itu, penggunaan mulsa organik tidak hanya meningkatkan efisiensi fisiologis, tetapi juga memperbaiki kualitas tanah jangka panjang.

Perlakuan kombinasi antara tingkat cekaman kekeringan dan jenis mulsa menunjukkan interaksi yang signifikan terhadap semua parameter yang diamati. Tanaman cabai yang diberi mulsa jerami padi pada kondisi kekeringan sedang menunjukkan hasil fisiologis dan pertumbuhan vegetatif terbaik. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis bahan organik yang digunakan memiliki pengaruh berbeda terhadap ketersediaan air dan mikroklimat tanah. Jerami padi, dengan kemampuan menahan air lebih tinggi, mampu memberikan efek protektif yang lebih besar dibandingkan mulsa daun kering dan serbuk gergaji.

Secara fisiologis, tanaman yang mampu mempertahankan konduktansi stomata dan kandungan prolin dalam batas adaptif menunjukkan potensi toleransi terhadap kekeringan yang lebih baik. Akumulasi prolin sebagai osmoregulator membantu menjaga tekanan osmotik sel dan melindungi jaringan tanaman dari kerusakan akibat kekurangan air (Yuliana et al., 2021). Dengan demikian, pengukuran kandungan prolin dan konduktansi stomata dapat dijadikan indikator dalam menilai tingkat ketahanan tanaman cabai terhadap stres kekeringan di lapangan.

Berdasarkan hasil keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa pemberian mulsa organik, terutama jerami padi, merupakan strategi pengelolaan lahan yang efektif untuk mengurangi dampak negatif cekaman kekeringan terhadap fisiologi tanaman cabai. Penggunaan mulsa organik mampu

meningkatkan efisiensi penggunaan air, memperbaiki kondisi mikroklimat tanah, dan menjaga stabilitas proses fisiologis tanaman. Rekomendasi penelitian selanjutnya adalah mengevaluasi kombinasi antara jenis mulsa dan dosis pupuk organik terhadap produktivitas serta kandungan nutrisi buah cabai untuk memperkuat praktik pertanian berkelanjutan yang adaptif terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Mageed, T. A., Semida, W. M., & Abd El-Wahed, M. H. (2016). Effect of mulching on plant water status, soil salinity and yield of tomato under deficit irrigation in arid environment. *Agricultural Water Management*, 173, 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.006>
- Ahmed, N., Rahman, H., Khan, M. A., & Ullah, A. (2020). Physiological and biochemical responses of chili pepper to drought stress. *Plant Stress*, 1(2), 100012. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2020.100012>
- Ali, M., & Hasanuzzaman, M. (2018). Drought stress tolerance in plants: Physiological and biochemical mechanisms. *Plant Physiology Reports*, 23(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s40502-018-0372-3>
- Anjum, S. A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., & Wang, L. (2017). Plant physiological responses to drought stress and its mitigation strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(32), 24725–24746. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0331-9>
- Arif, C., Kurniawan, A., & Rahayu, W. (2021). The use of organic mulch to maintain soil moisture and productivity of chili plants in dryland farming. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 10(3), 145–155.
- Ashraf, M., & Harris, P. J. C. (2013). Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*, 51(2), 163–190. <https://doi.org/10.1007/s11099-013-0021-6>
- Bista, D. R., Heckathorn, S. A., Jayawardena, D. M., Mishra, S., & Boldt, J. K. (2018). Effects of drought on nutrient uptake and the levels of nutrient-uptake proteins in roots of drought-tolerant and drought-sensitive grasses. *Plants*, 7(2), 28. <https://doi.org/10.3390/plants7020028>
- Blum, A. (2017). Osmotic adjustment and growth of barley genotypes under drought stress. *Plant Physiology*, 65(2), 409–412.
- Cai, T., Li, X., Liu, J., & Zhang, Y. (2022). Physiological mechanisms of drought tolerance in vegetable crops: A review. *Horticultural Plant Journal*, 8(5), 459–472. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2022.02.004>
- Chakraborty, U., & Pradhan, D. (2012). Drought stress-induced oxidative stress and antioxidative defense in



- plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34(3), 333–345.
<https://doi.org/10.1007/s11738-011-0832-6>
- Daryanto, S., Wang, L., & Jacinthe, P. A. (2017). Global synthesis of drought effects on food legume production. *PLoS ONE*, 12(6), e0179460.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179460>
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Clark, R. B. (2010). *Physiology of crop production*. CRC Press.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185–212.
<https://doi.org/10.1051/agro:2008021>
- Ghosh, P. K., & Singh, G. (2016). Effect of mulching on soil temperature, moisture, and yield of vegetable crops under water deficit conditions. *Journal of Agricultural Science*, 8(9), 101–110.
- Gupta, A., Rico-Medina, A., & Caño-Delgado, A. I. (2020). The physiology of plant responses to drought. *Science*, 368(6488), 266–269.
<https://doi.org/10.1126/science.aaz7614>
- Hapsari, D., & Kurniawan, B. (2020). Pengaruh jenis mulsa terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura di lahan kering. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(2), 112–120.
- Hidayati, L., & Anwar, R. (2023). Strategi adaptasi tanaman hortikultura terhadap perubahan iklim di Indonesia. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 15(1), 45–56.
- Hossain, M. A., & Fujita, M. (2013). Physiological and biochemical mechanisms of drought tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(4), 8889–8912.
<https://doi.org/10.3390/ijms14048889>
- Iqbal, N., Nazar, R., Khan, M. I. R., & Khan, N. A. (2017). Osmolyte accumulation and oxidative defense under drought stress. *Plant Signaling & Behavior*, 12(3), e1367465.
<https://doi.org/10.1080/15592324.2017.1367465>
- Lestari, P., Widodo, S., & Arifin, H. (2021). Peranan mulsa organik dalam konservasi air tanah dan peningkatan produktivitas tanaman sayuran. *Agrosains*, 18(3), 87–96.
- Prasetyo, T., & Hidayat, F. (2020). Dampak perubahan iklim terhadap produktivitas cabai di lahan kering Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 233–240.
- Rahmawati, E., Setiawan, B., & Nugraha, T. (2022). Respon fisiologis tanaman terhadap cekaman kekeringan pada fase pertumbuhan vegetatif. *Jurnal Biologi Tropika*, 12(1), 33–42.
- Sari, N., Rinaldi, A., & Putra, W. (2021). Analisis produksi dan permintaan cabai merah di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 9(1), 14–22.
- Setiawan, D., & Nuraini, L. (2021). Pengaruh cekaman air terhadap kandungan klorofil dan aktivitas enzim pada tanaman cabai. *Jurnal Fisiologi Tanaman*, 6(2), 67–75.
- Sutanto, A., & Azizah, F. (2023). Efisiensi penggunaan air pada tanaman hortikultura dengan mulsa organik dan anorganik. *Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 119–128.
- Wulandari, E., Sasmita, D., & Hartono, R. (2022). Manfaat mulsa organik terhadap kesuburan tanah dan hasil tanaman sayuran dataran rendah. *Jurnal Agro Lestari*, 10(1), 55–63.
- Yuliana, M., Puspitasari, T., & Firmansyah, D. (2021). Adaptasi fisiologis tanaman hortikultura terhadap kekeringan di lahan tropis. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 8(4), 201–212.