

PENGARUH *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAWAWUT (*Setaria italica* L. Beauv) PADA KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN

*Effects of Trichoderma sp. on the Growth and Yield of Foxtail Millet (*Setaria italica* L. Beauv) under Drought Stress Conditions*

SHELI MUSTIKASARI DEWI^{1*}, ISTIA SITI AMALIA¹, DEWI NURMA YANTI NINGTYAS¹,
THORIQ MUHAMMAD HAQIA¹, MUHAMMAD YUSUF¹

¹Program Studi Agroteknologi Universitas Sali Al-Aitaam, Kabupaten Bandung,
Jawa Barat, Indonesia

*E-mail: shelimustika@unisal.ac.id

ABSTRACT

Drought stress caused by limited water supply in the root zone can inhibit plant growth. Foxtail millet (*Setaria italica* L. Beauv) is an alternative carbohydrate source known for its drought tolerance and ease of cultivation. Biofertilizers based on *Trichoderma* sp. can serve as biological agents that promote plant growth under abiotic stress conditions, including drought. This study aimed to evaluate the effect of *Trichoderma* sp. application on growth and yield of foxtail millet under drought stress conditions. This study was conducted at the Munjuljaya Experimental Field, Purwakarta Regency, using a factorial Randomized Block Design (RBD) with three replications. The first factor was *Trichoderma* sp. dosage with four levels: T0 (0 g), T1 (20 g), T2 (40 g), and T3 (60 g). The second factor was drought stress with three levels: C1 (25% field capacity), C2 (50% field capacity), and C3 (75% field capacity). In total, 30 experimental units were tested. The results showed that *Trichoderma* sp. application and water treatment did not significantly affect plant height, tiller number, leaf chlorophyll index, panicle length, panicle weight, fresh root weight, root length, 1000-seed weight, and shoot-root ratio. However, the highest dosage of *Trichoderma* sp. improved several growth parameters, such as plant height in T3 (60 g) with 78.13 cm, panicle length in T3 (60 g) with 8.77 cm, fresh root weight at 81 DAP (days after planting) in T3 (60 g) with 6.88 g, and the highest shoot-root ratio in T3 (60 g) with 3.35. This study has an impact on the growth and yield of millet because *Trichoderma* sp. plays a role in root growth and plant nutrient absorption.

Keywords: Biofertilizer; drought stress; foxtail millet; *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Diversifikasi pangan merupakan strategi penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional, terutama melalui optimalisasi pemanfaatan sumber daya pangan lokal. Diversifikasi pangan diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap beras dan pangan impor. Upaya ini perlu didukung dengan mencari sumber pangan alternatif yang berpotensi sebagai penghasil karbohidrat. Jawawut (*Setaria italica* L. Beauv) merupakan salah satu jenis tanaman biji-bijian yang belum dikenal oleh masyarakat Indonesia, tetapi di beberapa negara seperti Tiongkok, India, dan beberapa negara bagian Eropa Selatan, jawawut telah lama dibudidayakan dan dimanfaatkan dalam berbagai bentuk olahan (Dewi 2023). Tanaman jawawut juga mudah dibudidayakan dengan hasil yang cukup tinggi yaitu 800-900 kg/ha (Miswari *et al.* 2014), serta mempunyai ragam kegunaan yaitu sebagai pangan dan pakan (Dewi *et al.* 2019).

Sementara ini pemanfaatan jawawut di Indonesia masih sebatas sebagai pakan burung, tetapi oleh sebagian orang di Pulau Buru (Maluku) dan Pulau Numfor (Papua), jawawut telah lama dimanfaatkan sebagai pangan alternatif dengan potensi hasil hingga 4 ton/ha (Dewi 2023). Jawawut berpotensi untuk dikembangkan dalam rangka memperkuat ketahanan pangan karena merupakan sumber karbohidrat pengganti beras, jagung, ubi-ubian dan sagu. Dibandingkan dengan beras, jawawut memiliki beberapa keunggulan, yakni memiliki nilai gizi yang cukup tinggi (karbohidrat,

lemak, protein), tahan kekeringan, mempunyai daya adaptasi cukup tinggi terhadap lahan suboptimal (Nurmala 2003). Berdasarkan keunggulan-keunggulan tersebut, maka sudah seharusnya jawawut dapat dibudidayakan secara intensif dengan menerapkan teknologi budidaya yang sesuai sekaligus menjaga pelestariannya.

Perubahan iklim memicu terjadinya cekaman kekeringan yang menjadi salah satu kendala utama dalam produksi pertanian, karena dapat mengganggu fungsi fisiologis tanaman serta menurunkan produktivitas hasil (Farooq *et al.* 2009). Kondisi kekeringan umumnya muncul ketika ketersediaan air di zona perakaran terbatas, sedangkan kebutuhan air tanaman meningkat akibat tingginya laju evapotranspirasi (Touran-Mathius *et al.* 2001). Kondisi kekurangan air dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan vegetatif dan reproduktif, gangguan fisiologis seperti penurunan pembukaan stomata, akumulasi radikal bebas, rusaknya membran sel akibat stres oksidatif, serta gangguan pada proses fotosintesis dan metabolisme tanaman (Mudhor *et al.* 2022). *Trichoderma* sp. merupakan salah satu mikroba dari kelompok jamur yang telah banyak diteliti sebagai agen hayati yang dapat membantu pertumbuhan tanaman di bawah stres abiotik, termasuk kekeringan. *Trichoderma* sp. tidak hanya berperan dalam pengendalian hayati patogen, tetapi juga sebagai promotor pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme seperti peningkatan pertumbuhan akar, produksi hormon tanaman, pengaturan sistem antioksidan, akumulasi osmolit (misalnya prolin), dan modulasi ekspresi gen stres (Sorahinobar *et al.* 2025). *Trichoderma* sp. terbukti dapat meningkatkan perolehan biomassa total dan efisiensi penggunaan air dalam kondisi cekaman salinitas dan kondisi kekeringan (Dewi *et al.* 2024) (Eftekhari *et al.* 2025). Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji efektivitas berbagai dosis *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jawawut pada kondisi cekaman kekeringan.

Trichoderma sp. merupakan jamur tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan. Spesies *Trichoderma* sp. disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang diberi *Trichoderma* sp. pada tanaman padi mengalami peningkatan fase pertumbuhan seperti peningkatan pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman (Dewi & Ramadhan 2025). *Trichoderma* sp. berfungsi untuk memecah bahan-bahan organik seperti N yang terdapat dalam senyawa kompleks, nitrogen dimanfaatkan tanaman dalam merangsang pertumbuhan tanaman dan memberikan warna hijau pada daun (Sepwanti *et al.* 2016). *Trichoderma* sp. juga memberikan efek langsung pada tanaman, diantaranya peningkatan laju pertumbuhan, penyerapan nutrisi, meningkatkan persentase perkecambahan dan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik serta abiotik (Shores *et al.*, 2010).

Hasil penelitian Dewi & Ramadhan (2025) dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk *Trichoderma* sp. pada tanaman jagung manis yaitu perlakuan T4 pada parameter bobot jagung manis menghasilkan bobot jagung manis dengan kelobot dan tanpa kelobot yaitu 268,35 g dan 240,35 g. Kemudian perlakuan T4 pada Panjang tongkol jagung manis menghasilkan panjang tongkol 29,91 cm, kemudian perlakuan T4 pada diameter tongkol jagung menghasilkan 2,8 cm dan perlakuan T4 pada diameter tongkol jagung manis menghasilkan 4,98 cm.

Hasil penelitian Dewi (2023) menunjukkan bahwa pemberian air 75% KL memberikan tinggi tanaman, jumlah anakan, dan bukaan stomata terbaik pada tanaman jawawut dibandingkan dengan pemberian air 50% KL dan 25% KL. Selanjutnya hasil penelitian Yuwariah *et al.*, (2019) menunjukkan Pemberian air k1 (75% KL) dan k2 (50% KL) memiliki bobot malai, bobot biji per rumpun, bobot 1000 butir tanaman jawawut paling tinggi dibandingkan dengan pemberian air k3 (25% KL).

Penelitian mengenai toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan telah banyak dilakukan, khususnya pada komoditas pangan utama seperti padi, jagung, kedelai. Secara spesifik kajian pengaruh aplikasi *Tricodherma* sp. Pada tanaman jawawut dalam kondisi cekaman kekeringan dengan berbagai Tingkat dosis kadar air, masih sangat terbatas. Jawawut sebagai tanaman pangan lokal potensial, belum banyak dijadikan subjek dalam kajian teknologi pemupukan hayati di lahan kering. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pupuk hayati berbasis *Trichoderma* sp. Dalam menguji dan meningkatkan ketahanan jawawut terhadap cekaman kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian yaitu tanah, NPK, sekam bakar, asam humat, dedak, *polybag*, insektisida, benih jawawut, kapas, nampan, *hand sprayer*, potray, cangkul, gelas ukur, emrat, gayung, kored, termohigrometer, timbangan, meteran, tali, selang, cincin gas, aquades, alkohol, spirtus, syringe, ose, tabung reaksi, rak tabung reaksi, isolat *Trichoderma* sp. (yang berasal dari laboratorium Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Bandung dengan media jagung dan lama inkubasi 7 hari serta berbentuk padat), label, *cutter*, *ringbook*, stapler, *plastic*

zipper (ukuran 8,7x13), plastik zipper (ukuran 7x10), jagung, bambu, spidol marker putih, gunting, paku, dan ember.

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di kebun percobaan Munjuljaya Kabupaten Purwakarta. Penelitian dilakukan pada Juli-September 2025.

Metode Penelitian

Metode penelitian yaitu eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama: pemberian dosis *Trichoderma* sp. (Gambar 1) dengan 4 taraf yaitu: T1 (20 g), T2 (40 g), dan T3 (60 g) dan faktor kedua: cekaman kekeringan dengan 3 taraf yaitu C1 (25% KL = 675 ml), C2 (50% KL = 1.350 ml) dan C3 (75% KL = 2700 ml). Total perlakuan sebanyak 36 unit. Aplikasi *Trichoderma* sp. pada tanaman jagawut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. *Trichoderma* sp.



Gambar 2. Aplikasi *Trichoderma* sp. pada tanaman jagawut

Parameter pengamatan yang dilakukan yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan, indeks klorofil daun, panjang malai, bobot malai, berat basah akar, panjang akar, bobot 1000 butir, dan nisbah pupus akar.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan taraf nyata ($\alpha = 5\%$), dilanjutkan dengan uji Duncan jika terdapat perbedaan nyata dengan menggunakan software SPSS 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terjadi pengaruh interaksi antara *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap beberapa variabel komponen pertumbuhan vegetatif tanaman jagawut seperti tinggi tanaman 14 HST, 28 HST, 42 HST dan 56 HST. Pengaruh *Trichoderma* sp. T1, T2 dan T3 (20 g, 40 g, dan 60 g) pada umur 56 HST terhadap tinggi tanaman bagi ketiga *Trichoderma* sp. menunjukkan tidak berbeda nyata namun terdapat perbedaan tinggi tanaman pada *Trichoderma* sp. T3 (60 g) yang menghasilkan tinggi tanaman cenderung paling tinggi yaitu 93,26 cm sedangkan T2 (40 g) memiliki tinggi tanaman yaitu 92,91 dan T1 (20 g) memiliki tinggi tanaman yaitu 91,27 cm (Tabel 1).

Pada tinggi tanaman umur 14 HST, 28 HST, 42 HST dan 56 HST ditunjukkan bahwa T3 lebih tinggi dibandingkan dengan T1 dan T2 (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Dewi *et al.*, 2024) semakin tinggi pemberian dosis pupuk hayati *Trichoderma* sp. maka semakin tinggi pula tinggi tanaman jagung. Tanaman tertinggi dijumpai pada perlakuan T3 dengan dosis 60 g pupuk hayati

Trichoderma sp. yaitu 78,13 cm pada umur 42 HST sedangkan perlakuan T0 dengan dosis 0 g pupuk hayati *Trichoderma* sp. memiliki tinggi tanaman paling rendah yaitu 55,78 cm.

Tabel 1. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap tinggi tanaman

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Tinggi Tanaman			
	14 HST (cm)	28 HST (cm)	42 HST (cm)	56 HST (cm)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)				
T1 (20 g)	17.75 a	38.35 a	60.00 a	91.27 a
T2 (40 g)	18.67 a	39.27 a	62.97 b	92.91 a
T3 (60 g)	19.48 a	42.34 b	66.28 c	93.26 a
Pemberian Air (K)				
K1 (75%) KL	18.51 a	39.21 a	62.67 a	90.42 a
K2 (50%) KL	18.71 a	39.94 a	62.37 a	92.57 a
K3 (25%) KL	18.70 a	40.82 a	64.21 a	94.16 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pemberian air di bawah kapasitas lapang telah menunjukkan tinggi tanaman bagi ketiga dosis *Trichoderma* sp. dan pemberian air sejalan dengan kemampuan masing-masing dosis *Trichoderma* sp. Pengaruh pemberian air K1, K2 dan K3 (75%, 50% dan 25% KL) pada umur 14 HST, 28 HST, 42 HST dan 56 HST terhadap tinggi tanaman bagi ketiga *Trichoderma* sp. menunjukkan tidak berbeda nyata. Terdapat peningkatan tinggi tanaman pada pemberian air K3 (25% KL) yang menghasilkan tinggi tanaman paling tinggi yaitu 94.16 cm sedangkan K2 (50% KL) memiliki tinggi tanaman yaitu 92,57 dan K1 (75% KL) memiliki tinggi tanaman paling rendah yaitu 90,42 cm (Tabel 1). Tinggi tanaman jawawut dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3. Tinggi tanaman
T2K1, T2K2, T2K3



Gambar 4. Tinggi tanaman
T3K1, T3K2, T3K3



Gambar 5. Tinggi tanaman
T4K1, T4K2, T4K3

Pemberian pupuk hayati *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan tinggi tanaman meskipun dalam kondisi cekaman, misalnya, pada umur 56 HST tinggi tanaman pada perlakuan K3 (75%) mencapai 94,16 cm, artinya tidak berbeda jauh dengan perlakuan K1 (75%) dan K2 (50%) yaitu 90,42 cm dan 92,57 cm. Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. mampu meminimalkan dampak negatif cekaman kekeringan.

Trichoderma sp. merupakan cendawan rizosfer yang memiliki peran penting dibidang pertanian, karena mampu memberikan efek yang menguntungkan untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Dewi *et al.* 2024). Hasil penelitian (Utama *et al.* 2015) menjelaskan bahwa pemberian dosis *Trichoderma* sp. memperlihatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tidak diberi pupuk hayati *Trichoderma* sp. pada tanaman terung ungu. Hal tersebut diduga karena ketersediaan hara bagi tanaman cukup tersedia dan seimbang.

Jumlah Anakan

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terjadi pengaruh interaksi antara *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap jumlah anakan. Selanjutnya yang terjadi pada jumlah anakan 49 HST

terlihat jelas bahwa *Trichoderma* sp. T1 menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan *Trichoderma* sp. T2 dan *Trichoderma* sp. T3 (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap jumlah anakan

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Jumlah Anakan 49 HST (Batang)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	3.00 a
T2 (40 g)	4.11 a
T3 (60 g)	5.00 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	4.11 a
K2 (50%) KL	3.77 a
K3 (25%) KL	4.22 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pengaruh pemberian air K1 (75% KL), K2 (50% KL) dan K3 (25% KL) tidak berbeda nyata terhadap jumlah anakan. Pemberian air K3 (25% KL) memiliki jumlah anakan paling banyak yaitu 4,22 batang dibandingkan dengan K1 (75% KL) dan K2 (50% KL) yaitu 4,11 dan 3,77 batang (Tabel 2). Penurunan jumlah anakan jawawut akibat pengaruh cekaman kekeringan merupakan salah satu daya adaptasi pada kondisi kekeringan. Tanaman yang hidup pada daerah kekeringan akan berusaha untuk mengefisiensikan penggunaan air, dengan terjadinya penurunan jumlah anakan. Penurunan jumlah anakan juga bertujuan untuk mengurangi transpirasi dan mengoptimalkan distribusi asimilat ke dalam jumlah anakan yang sedikit. Namun dengan penambahan pupuk hayati *Trichoderma* sp. dilaporkan dapat meningkatkan jumlah anakan pada tanaman jawawut (Dewi 2023).

Trichoderma sp. menghasilkan hormon pertumbuhan (IAA, sitokinin, giberelin) yang merangsang pembelahan sel dan pertumbuhan tunas samping. Sitokinin berperan penting dalam mendorong pembentukan anakan atau tunas lateral. *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan cabang vegetatif tanaman, termasuk jumlah anakan. *Trichoderma* sp. membantu mengurangi dampak defisit air dengan memperbaiki sistem perakaran sehingga tanaman tetap mampu membentuk anakan. *Trichoderma* sp. meningkatkan toleransi terhadap cekaman abiotik, termasuk kekeringan, sehingga pertumbuhan vegetatif tetap berlangsung (Shoresh *et al.* 2010).

Indeks Klorofil Daun

Hasil analisis indeks klorofil daun dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap indeks klorofil daun tanaman jawawut.

Tabel 3. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap indeks klorofil daun

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Indeks Klorofil Daun
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	39.66 a
T2 (40 g)	41.95 a
T3 (60 g)	37.54 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	43.34 a
K2 (50%) KL	33.04 a
K3 (25%) KL	42.77 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Nilai indeks klorofil daun pada perlakuan pemberian *Trichoderma* sp. T1 (dosis 20 g), T2 (dosis 40 g), dan T3 (dosis 60 g) berturut-turut yaitu 39,66 g, 41,95 g, dan 37,54 g. (Yuwariah *et al.* 2019) menjelaskan bahwa respons tanaman terhadap kekurangan air pada umumnya ditunjukkan

dengan penurunan konsentrasi klorofil daun. Penurunan kandungan klorofil pada saat tanaman kekurangan air berkaitan dengan aktivitas perangkat fotosintesis dan menurunkan laju fotosintesis tanaman. Kekurangan air akan mempengaruhi kandungan dan organisasi klorofil dalam kloroplas pada jaringan. Hasil penelitian Gomes *et al.* (2008) menunjukkan kekurangan air pada kelapa kerdil hijau Brazilia (*Cocos nucifera* L. nana) mengakibatkan penurunan konsentrasi klorofil daun tiap unit luas daun.

Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. belum mampu memberikan respons yang signifikan terhadap kandungan klorofil daun. Kondisi ini diduga karena peran *Trichoderma* sp. lebih dominan dalam memperbaiki ketersediaan hara dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman (dos Santos *et al.* 2025). Sementara, akumulasi klorofil lebih dipengaruhi oleh faktor ketersediaan nitrogen serta intensitas cekaman kekeringan yang dialami tanaman (Gupta *et al.* 2022).

Hasil analisis perlakuan pemberian air (75%, 50%, dan 25% KL) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap indeks klorofil daun. Nilai indeks klorofil daun pada perlakuan K1 (75% KL), K2 (50% KL), dan K3 (25% KL) secara berturut-turut yaitu 43,34 g, 33,04 g, dan 42,77 g. Terdapat kecenderungan penurunan indeks klorofil pada kondisi cekaman sedang (50% KL), namun secara statistik hasil tersebut masih termasuk ke dalam kategori tidak berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa tanaman jawawut memiliki toleransi fisiologis yang cukup baik terhadap penurunan ketersediaan air, sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan kadar klorofil daun (Dewi 2023).

Panjang Malai

Hasil analisis terhadap panjang malai dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap panjang malai tanaman jawawut.

Tabel 4. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap panjang malai (cm)

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Panjang Malai (cm)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	7.88 a
T2 (40 g)	8.27 a
T3 (60 g)	8.77 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	8.11 a
K2 (50%) KL	8.72 a
K3 (25%) KL	8.11 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Nilai rata-rata panjang malai tanaman jawawut pada perlakuan pemberian *Trichoderma* sp. T1 (20 g), T2 (40 g), dan T3 (dosis 60 g) berturut-turut yaitu 7,88 cm, 8,27 cm, dan 8,77 cm. Namun terdapat adanya kecenderungan peningkatan panjang malai pada dosis *Trichoderma* sp. tertinggi yaitu pada perlakuan T3 (60 g), yang menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. berpotensi mendukung pertumbuhan generatif tanaman, walaupun perbedaannya belum signifikan.

Perlakuan pemberian air juga tidak memberikan pengaruh nyata pada panjang malai tanaman jawawut. Nilai rata-rata panjang malai pada perlakuan K1 (75% KL), K2 (50% KL), dan K3 (25% KL) secara berturut-turut yaitu 8,11 g, 8,72 g, dan 8,11 g. Nilai tertinggi terdapat pada cekaman sedang (50% KL). Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman jawawut memiliki kemampuan adaptasi fisiologis yang cukup baik terhadap cekaman kekeringan, sehingga pembentukan malai relatif stabil meskipun ketersediaan air berbeda pada setiap perlakuan (Dewi *et al.* 2019).

Panjang malai pada tanaman jawawut sering kali lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan efisiensi penggunaan air dari pada ketersediaan air tanah (Shrestha *et al.* 2023). Oleh karena itu, adanya variasi pemberian air tidak menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap panjang malai. Dengan demikian, walaupun hasil analisis tidak menunjukkan perbedaan nyata, namun ada kecenderungan peningkatan panjang malai pada dosis *Trichoderma* sp. yang lebih tinggi. Selain itu,

kondisi cekaman sedang dapat menjadi indikasi bahwa kombinasi antara agen hayati dan pengelolaan air yang tepat dapat berpotensi mendukung fase reproduktif tanaman jawawut.

Bobot Malai

Hasil analisis terhadap bobot malai dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot malai tanaman jawawut.

Tabel 5. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap bobot malai (g)

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Bobot Malai (g)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	4.00 a
T2 (40 g)	4.11 a
T3 (60 g)	5.33 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	4.44 a
K2 (50%) KL	4.44 a
K3 (25%) KL	4.55 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Nilai rata-rata bobot malai tanaman jawawut pada perlakuan pemberian *Tichoderma* sp. T1 (dosis 20 g), T2 (dosis 40 g), dan T3 (dosis 60 g) berturut-turut yaitu 4,00 g, 4,11 g dan 5,33 g. Nilai tertinggi terdapat pada dosis T3 (60 g), sedangkan dosis T1 dan T2 (20 g dan 40 g) cenderung menghasilkan bobot malai yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan dosis *Trichoderma* sp. mendukung peningkatan hasil generatif. Menurut Dewi dan Ramadhan (2025) tanaman jagung dengan perlakuan dosis *Trichoderma* sp. 60 g memiliki bobot tongkol jagung manis tanpa kelobot paling tinggi yaitu 240,35 gram.

Perlakuan pemberian air juga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata untuk bobot malai. Nilai rata-rata bobot malai pada perlakuan K1 (75% KL), K2 (50% KL), dan K3 (25% KL) secara berturut-turut yaitu 4,44 g, 4,44 g, dan 4,55 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanaman jawawut mampu mempertahankan hasil generatif walaupun berada pada kondisi cekaman kekeringan hingga 25% KL. (Dewi *et al.* 2019) menyatakan bahwa dalam kondisi tanaman kekurangan air pada stadia generatif akan menyebabkan jumlah malai yang terbentuk akan berkurang. Perlakuan 75% kapasitas lapang (K1) menghasilkan bobot malai lebih tinggi dibandingkan perlakuan 25% kapasitas lapang (K3). Hasil penelitian yang sama terhadap bobot malai rumpun oleh (Dewi *et al.* 2019) menyatakan bobot malai rumpun jawawut berkisar antara 23 g sampai 177 g.

Secara fisiologis, bobot malai dipengaruhi oleh proses pengisian biji yang erat kaitannya dengan fotosintesis, translokasi asimilat, dan ketersediaan air selama fase generatif. Cekaman kekeringan ekstrim dapat menurunkan bobot malai tanaman sereal akibat terganggunya sintesis dan translokasi karbohidrat (Sehgal *et al.* 2018). Namun, pada penelitian ini tidak terjadi perbedaan nyata antar taraf cekaman. Hal ini dapat dijelaskan oleh adanya mekanisme adaptasi fisiologis tanaman jawawut yang mampu mempertahankan produktivitas meskipun berada pada kondisi air terbatas.

Berat Basah Akar

Hasil analisis terhadap berat basah akar dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap berat basah akar tanaman jawawut.

Hasil pada Tabel 6 secara umum hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa baik pemberian *Trichoderma* sp. dan perbedaan konsentrasi air, tidak terjadi interaksi terhadap pertumbuhan bobot akar tanaman. Hasil analisis perlakuan mandiri pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda T1, T2, dan T3 (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat basah akar. Penambahan *Trichoderma* sp. pada dosis tersebut belum cukup memberikan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan akar tanaman. Hal ini dapat terjadi karena dosis yang digunakan masih dalam rentang yang tidak terlalu jauh, sehingga efek yang muncul tidak berbeda nyata.

Perlakuan pemberian air dengan konsentrasi berbeda, yaitu K1, K2, dan K3 (75%, 50%, dan 25%), menghasilkan bobot basah akar sekitar 6 – 7,33 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi air tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat basah akar tanaman.

Tidak signifikan perlakuan mengindikasikan bahwa tanaman memiliki toleransi terhadap cekaman lingkungan dengan kemampuan menjaga potensial air pada tingkat tinggi, sehingga tetap dapat mendukung pertumbuhan serta proses metabolisme secara normal meskipun ketersediaan air berbeda. Tetapi pada perlakuan K3 (pemberian air 25%) menghasilkan perlakuan terbaik sebesar 7,33 g.

Tabel 6. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap berat basah akar (g)

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Berat Basah Akar (g)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	6.22 a
T2 (40 g)	6.66 a
T3 (60 g)	6.88 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	6.00 a
K2 (50%) KL	6.44 a
K3 (25%) KL	7.33 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Kondisi ini merupakan bentuk adaptasi tanaman terhadap kekurangan air, di mana akar cenderung tumbuh lebih banyak atau lebih panjang untuk mencari sumber air, sehingga berat basahnya relatif lebih tinggi. Semakin banyak dosis *Trichoderma* sp. yang diberikan, maka semakin tinggi pula berat basah akar (Sutrisno et al., 2022). Hasil perlakuan dosis *Trichoderma* sp. terhadap berat basah akar pada umur 81 HST tertinggi dicapai oleh pemberian dosis *Trichoderma*, sp. 60 g, sedangkan hasil terendahnya dengan dosis 20 g *Trichoderma* sp. (T1).

Panjang Akar

Hasil analisis terhadap panjang akar dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman jawawut.

Tabel 7. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap panjang akar (cm)

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Panjang Akar (cm)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	23.77 a
T2 (40 g)	22.11 a
T3 (60 g)	24.77 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	23.89 a
K2 (50%) KL	22.27 a
K3 (25%) KL	24.50 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Hasil analisis penelitian pada Tabel 7 menunjukkan pemberian *Trichoderma* sp. dan air dengan konsentrasi berbeda tidak memberikan interaksi yang signifikan, terhadap panjang akar tanaman. Perlakuan mandiri pada pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (T1, T2, dan T3) tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman. Rata-rata panjang akar yang diperoleh relatif sama, berkisar antara 22–25 cm. Meski tidak berbeda nyata, terdapat kecenderungan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. pada perlakuan tertinggi yaitu T3 (60 g) menghasilkan panjang akar lebih besar dibandingkan dosis yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan peran *Trichoderma* sp. yang dikenal dapat merangsang pertumbuhan akar melalui produksi hormon pemacu tumbuh dan peningkatan ketersediaan hara. *Trichoderma* sp. berperan sebagai dekomposer bahan organik sekaligus pemacu pertumbuhan tanaman melalui pelepasan senyawa seperti hormon (Elita et al., 2021). Aktivitas ini tidak hanya mempercepat perkembangan akar, tetapi juga meningkatkan sekresi eksudat akar yang memperkaya populasi mikroba dan ketersediaan nutrisi dalam tanah. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* mampu menginduksi hormon endogen dalam tanaman kedelai untuk mendorong pemanjangan akar pada kondisi cekaman kekeringan (Sutrisno et al. 2022).

Perlakuan mandiri pemberian air dengan dosis yang berbeda (K1, K2, dan K3) tidak memberikan perbedaan nyata terhadap panjang akar. Rata-rata panjang akan pada pemberian air

sekitar 23–24,50 cm. Pada perlakuan dengan ketersediaan air terendah K3 (25%), menghasilkan panjang akar yang lebih tinggi dibandingkan kondisi pemberian air yang tinggi. Hal ini menunjukkan adanya respon adaptif tanaman terhadap cekaman kekeringan, di mana akar cenderung tumbuh lebih panjang untuk memperluas area jelajah dalam mencari air. Meskipun tidak signifikan, perlakuan ini mendukung teori bahwa tanaman memiliki mekanisme adaptasi morfologis untuk bertahan dalam kondisi kekurangan air (Sadono 2022).

Bobot 1000 Butir

Hasil analisis terhadap bobot 1000 butir biji dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda (20 g, 40 g, dan 60 g) tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir biji tanaman jawawut.

Tabel 8. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap bobot 1000 butir (g)

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Bobot 1000 Butir (g)
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	4.00 a
T2 (40 g)	4.66 a
T3 (60 g)	4.77 a
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	4.22 a
K2 (50%) KL	4.55 a
K3 (25%) KL	4.66 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Nilai rata-rata bobot 1000 butir biji tanaman jawawut pada perlakuan pemberian *Trichoderma* sp. T1 (dosis 20 g), T2 (dosis 40 g), dan T3 (dosis 60 g) berturut-turut yaitu 4,00 g, 4,66 g, dan 4,77 g. Nilai terendah ditunjukkan pada perlakuan T1 (20 g) dan nilai tertinggi pada perlakuan T3 (60 g). Perbedaan nilai tersebut tidak berbeda nyata secara statistik, namun adanya kecenderungan peningkatan bobot 1000 butir pada dosis yang lebih tinggi menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. berpotensi berperan dalam mendukung pengisian biji melalui mekanisme peningkatan hara, stimulasi hormon pertumbuhan, dan proteksi terhadap stress abiotik (Guzmán-Guzmán *et al.* 2025). Pengaplikasian *Trichoderma* pada bobot 1000 biji lebih baik dalam meningkatkan komponen hasil pada tanaman jawawut. Hal ini disebabkan kemampuan *Trichoderma* dalam mendekomposisi bahan organik di dalam tanah mampu meningkatkan kebutuhan hara bagi tanaman sehingga proses metabolisme tanaman yang pada akhirnya berfungsi untuk pengisian biji akan semakin optimal. Menurut (Sukari *et al.* 2022) *Trichoderma* spp. berperan dalam menguraikan bahan organik tanah, dimana bahan organik tanah ini mengandung beberapa komponen zat seperti N, P, K, S dan Mg dan unsur hara lain yang ditumbuhkan tanaman untuk meningkatkan hasil tanaman.

Hasil analisis perlakuan pemberian air menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar taraf cekaman pada perlakuan K1 (75% KL), K2 (50% KL), dan K3 (25% KL) yaitu dengan nilai berturut-turut 4,22 g, 4,55 g, dan 4,66 g. Nilai bobot 1000 butir pada perlakuan tersebut relatif stabil, hal tersebut berarti bahwa tanaman jawawut mampu mempertahankan ukuran dan bobot bijinya walaupun berada dalam kondisi kekurangan air. Umumnya, kekeringan dapat mengurangi bobot biji akibat terganggunya proses fotosintesis dan pasokan karbohidrat (Sehgal *et al.*, 2018). Namun, pada penelitian ini kondisi cekaman air tidak berdampak signifikan pada bobot 1000 butir tanaman jawawut, sehingga dapat menunjukkan bahwa adanya toleransi cekaman yang cukup tinggi.

Nisbah Pupus Akar

Hasil analisis terhadap nisbah pupus akar dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5% pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis 60 g memberikan pengaruh nyata terhadap nisbah pupus akar tanaman jawawut.

Hasil pada Tabel 9 menunjukkan pemberian *Trichoderma* sp. dan pemberian air dengan konsentrasi berbeda tidak menunjukkan interaksi terhadap nisbah pupus akar. Pada perlakuan mandiri pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap. Dosis tertinggi T3 (60 g) menghasilkan nilai NPA (nisbah pupus akar) sebesar 3,35 yang

berbeda nyata dengan perlakuan T2 dosis (20 g) 2,25 dan T1 (40 g) 2,58. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis *Trichoderma* sp. yang diberikan, semakin besar proporsi pertumbuhan tajuk dibandingkan akar. Kondisi ini diduga terkait dengan kemampuan *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan ketersediaan hara dan menghasilkan zat pemacu tumbuh yang merangsang pertumbuhan bagian atas tanaman. Alokasi hasil fotosintesis lebih banyak diarahkan ke pertumbuhan tajuk, sehingga meningkatkan nisbah pupus akar. Inokulasi *Trichoderma* sp. pada terbukti mampu merangsang pertumbuhan akar sehingga akar menjadi lebih panjang, lebih banyak percabangan, dan memiliki biomassa yang lebih besar (Boorboori & Zhang 2023).

Tabel 9. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan pemberian air terhadap nisbah pupus akar

Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. (T) dan Pemberian Air (K)	Nisbah Pupus Akar
<i>Trichoderma</i> sp. (T)	
T1 (20 g)	2.25 a
T2 (40 g)	2.58 a
T3 (60 g)	3.35 b
Pemberian Air (K)	
K1 (75%) KL	2.44 a
K2 (50%) KL	2.47 a
K3 (25%) KL	3.27 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Berbeda dengan perlakuan *Trichoderma* sp., faktor mandiri pemberian air tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah pupus akar. Meskipun secara numerik perlakuan dengan ketersediaan air terendah K3 (25%) menunjukkan nilai nisbah pupus akar lebih tinggi (3,27) dibandingkan kelembapan lebih tinggi K1 (75%) dan K2 (50%), perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman tetap mampu menjaga keseimbangan alokasi biomassa antara tajuk dan akar pada berbagai tingkat ketersediaan air (Marzukoh *et al.* 2013). (Dewi *et al.* 2019) menyatakan besarnya NPA berkaitan dengan tanaman mengabsorpsi air untuk mempertahankan potensial air tetap tinggi pada saat tanaman mengalami kekurangan air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp., khususnya pada dosis yang lebih tinggi, dapat mendorong pertumbuhan tajuk lebih dominan dibandingkan akar, sehingga meningkatkan nisbah pupus akar. Perlakuan pemberian air belum cukup memberikan pengaruh nyata terhadap nisbah pupus akar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. dan pemberian air tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah anakan, indeks klorofil daun, panjang malai, bobot malai, berat basah akar, panjang akar, bobot 1000 butir, dan nisbah pupus akar. Tanaman jawawut yang diaplikasikan dosis *Trichoderma* sp. pada perlakuan T3 (60 g) cenderung lebih tinggi yaitu 93.26 cm, panjang malai pada perlakuan T3 (60 g) yaitu sebanyak 8,77 cm, berat basah akar pada umur 81 HST, yaitu pada perlakuan T3 (60 g) sebanyak 6,88 g, dan menghasilkan nilai nisbah pupus akar lebih tinggi pada T3 (60 g) sebesar 3,35. Pemberian air pada perlakuan K3 (25%) memperoleh tinggi tanamancenderung lebih tinggi yaitu 94,16 cm, jumlah anakan 4,22 anakan, bobot malai sebanyak 4,55 g, berat basah akar sebanyak 7,33 g, bobot 1000 butir sebanyak 4,66 g, nisbah pupus akar 3,27 g dan panjang akar yaitu 24,50 cm. Sedangkan pada perlakuan K2 (50%) paling tinggi memperoleh panjang malai sebesar 8,72 cm dan pada perlakuan K1 (75%) paling tinggi memperoleh nilai indeks klorofil daun yaitu 43,34.

DAFTAR PUSTAKA

- Boorboori, MR & Zhang H, 2023, 'The mechanisms of trichoderma species to reduce drought and salinity stress in plants', *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, vol. 92, no. 8, pp. 2261–2281. <https://doi.org/10.32604/PHYTON.2023.029486>
- Dewi, SM, 2023 'Respons fisiologis pertumbuhan tiga genotip jawawut (*Setaria italica* L. Beauv) terhadap cekaman kekeringan di lahan kering inceptisol', *Biogenerasi*, vol. 8, no. 2, pp. 458–463. <https://www.e-journal.my.id/biogenerasi/article/view/2342>
- Dewi, SM, Ningtyas, DNY, Amalia, IS & Ramadhan, RAM 2024, 'Respons Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) terhadap Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Hayati *Trichoderma* sp.', *Biogenerasi*, vol. 9, no. 1, pp. 670–675.

- Dewi, SM & Ramadhan, RAM 2025, 'respons hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. saccharata) terhadap aplikasi beberapa dosis pupuk hayati *Trichoderma* sp.', *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, vol. 13, no. 2, pp. 174–182.
- Dewi, SM, Yuwariah, Y, Qosim, WA & Ruswandi D 2019, 'Pengaruh cekaman kekeringan terhadap hasil dan sensitivitas tiga genotip jawawut' *Jurnal Kultivasi*, vol. 18, no. 3, pp. 933–941.
- dos Santos, LBPR, Oliveira-Santos, N, Novais, DPS, de, Cruz-Magalhães, V & Loguercio, LL 2025, 'Beneficial plants-*Trichoderma* interactions on host tolerance to abiotic stresses: a meta-analysis' *Frontiers in Plant Physiology*, vol. 3. <https://doi.org/10.3389/fphgy.2025.1569221>
- Eftekhari, F, Sarcheshmehpour, M, Lohrasbi-Nejad, A & Boroomand, N 2025, Effects of mycorrhizal and *Trichoderma* treatment on enhancing maize tolerance to salinity and drought stress, through metabolic and enzymatic evaluation', *BMC Plant Biology*, vol. 25, no. 687, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06729-x>
- Elita, N, Harmailis, H, Erlinda, R & Susila, E 2021, 'Pengaruh aplikasi *Trichoderma* spp. indigenous terhadap hasil padi varietas junjuang menggunakan System of Rice Intensification', *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 45, no. 1, pp. 79–89. <https://doi.org/10.21082/jti.v45n1.2021.79-89>
- Farooq, M, Wahid, A, Kobayashi, N, Fujita, D, & Basra, SMA 2009, 'Plant drought stress: effects, mechanisms and management', *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 29, pp. 185–212.
- Gomes, FB, Olivia, MA, Nielke, MS, de Almeida, AF, Leite, HG & Aquine LA 2008, 'Photosynthetic limitations in leaves of young brazilian green dwarf coconut (*Cocos nucifera* L. 'nana') palm under wellwatered conditions and recovering from drought stress' *Environmental and Experimental Botany*, vol. 62, pp. 195–204.
- Gupta, R, Singh, M & Khan, BR 2022, 'Photosynthetic electron transport rate and root dynamics of finger millet in response to *Trichoderma harzianum*. *Plant Signaling and Behavior*, vol. 17, no. 1. <https://doi.org/10.1080/15592324.2022.2146373>
- Guzmán-Guzmán, P, Etesami, H & Santoyo G 2025, 'Trichoderma: a multifunctional agent in plant health and microbiome interactions', *BMC Microbiology*, vol. 25, no. 1. <https://doi.org/10.1186/s12866-025-04158-2>
- Marzukoh, RU, Sakya, AT & Rahayu, M 2013, 'Pengaruh volume pemberian air terhadap ', *Agrosains*, vol. 15, no. 1, pp. 12–16.
- Miswanti, Nurmala, T & Anas, 2014 'Karakterisasi dan kekerabatan 42 aksesori tanaman jawawut (*Setaria italica* L. Beauv)', *Jurnal Pangan*, vol. 23, no. 2, pp. 166–177.
- Mudhor, MA, Dewanti, P, Handoyo, T & Ratnasari, T 2022, 'Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi hitam varietas jeliteng', *Jurnal Agrikultura*, vol. 33, no. 3, pp. 247–256.
- Nurmala, T 2003, 'Prospek jawawut (*Pennisetum* spp.) sebagai tanaman pangan serealia alternatif', *Jurnal Bionatura*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20.
- Sadono, A 2022, 'Adaptasi morpho-fisiologi nilam (*Pogostemon*) terhadap cekaman kekeringan', *Jurnal Hutan Tropika*, vol. 15, no. 2, pp. 80–87. <https://doi.org/10.36873/jht.v15i2.2164>
- Sehgal, A, Sita, K, Siddique, KHM, Kumar, R, Bhogireddy, S, Varshney, RK, HanumanthaRao, B, Nair, RM, Prasad, PVV & Nayyar, H 2018, 'Drought or/and heat-stress effects on seed filling in food crops: Impacts on functional biochemistry, seed yields, and nutritional quality', *Frontiers in Plant Science*, pp. 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01705>
- Sepwanti, C, Rahmawati, M, & Kesumawati, E 2016, 'Pengaruh varietas dan dosis kompos yang diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.)', *Jurnal Kawista*, vol. 1, no. 1, pp. 68–74.
- Shores, M, Harman, GE, & Mastouri, F 2010, 'Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents', *Annual Review of Phytopathology*, vol. 48, no. 1, pp. 21–43. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114450>
- Shrestha, N, Hu, H, Shrestha, K & Doust, AN 2023, 'Pearl millet response to drought: A review', *Frontiers in Plant Science*, vol. 14, pp. 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1059574>
- Sorahinobar, M, Yusefieh, N, Rezayian, M & Shahbazi, S 2025, 'Multifaceted role of *Trichoderma harzianum* isolates in mitigating drought stress and promoting adaptive responses in barley cultivars', *Scientific Reports*, vol. 15 (26552), pp. 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08922-2>

- Sukari, D, Radian & Wasi'an 2022, 'Pengaruh *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan dan hasil berbagai varietas padi pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Ketapang', *Jurnal Pertanian Agros*, vol. 24, no.1, pp. 27–35.
- Sutrisno, DK, Hartatik, S & Dewanti, P 2022, 'Peranan *Trichoderma* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max*) pada kondisi cekaman kekeringan', *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, vol. 6, no.1, pp. 76-86.
- Touran-Mathius, N, Wijana, G, Guharja, E, Aswidinnoor, H, Yahya, S, & Subronto 2001, 'Respons tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman kekeringan', *Menara Perkebunan*, vol. 69, no. 2, pp. 29–45.
- Utama, P, Saylendara, A, & Gunawar, RG 2015, 'Pengaruh dosis pupuk hayati *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terung ungu (*Solanum melongena* L.) Varietas Hibrida. *Jurnal Agroekotek*, 7(2), 113–120.
- Yuwariah, Y, Dewi, SM, Qosim, WA, & Nuraini, A 2019, 'Respons fisiologi pertumbuhan dan hasil tiga genotip jawawut terhadap cekaman kekeringan', *Jurnal AGRO*, vol. 6, no. 1, pp. 35–48. <https://doi.org/10.15575/4590>