



Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* sp. dan Pupuk Organik Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L)

^{1*}Nurmaini Nababan, ²Rahmadina

^{1,2}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: nurmaini0704213044@uinsu.ac.id

Received: November 2025; Revised: November 2025; Accepted: December 2025; Published: December 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Juli 2025 di Greenhouse Universitas Islam Negeri Sumatera Utara menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pupuk kandang ayam (P0 = 0 g, P1 = 100 g, P2 = 120 g, P3 = 140 g), dan faktor kedua adalah dosis *Trichoderma* sp. (T0 = 0 g, T1 = 25 g, T2 = 30 g, T3 = 35 g). Kedua faktor dikombinasikan menjadi 16 perlakuan dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah daun layu, panjang akar, berat segar, dan berat kering tanaman. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, berat kering, serta mampu menekan gejala layu daun, namun tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar. Kombinasi perlakuan memberikan hasil terbaik dibandingkan perlakuan tunggal, terutama pada dosis pupuk kandang ayam P2–P3 dan *Trichoderma* sp. T3. Dengan demikian, aplikasi pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. berpotensi meningkatkan pertumbuhan bawang merah secara optimal dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Bawang merah; layu daun; pertumbuhan; *Trichoderma* sp.

Abstract: This study aims to determine the effect of chicken manure and *Trichoderma* sp. on the growth and health of shallots (*Allium ascalonicum* L.). The study was conducted in June–July 2025 at the Greenhouse of the State Islamic University of North Sumatra using a factorial randomized block design (RAK) with two factors. The first factor was the dose of chicken manure (P0 = 0 g, P1 = 100 g, P2 = 120 g, P3 = 140 g), and the second factor was the dose of *Trichoderma* sp. (T0 = 0 g, T1 = 25 g, T2 = 30 g, T3 = 35 g). The two factors were combined into 16 treatments with three replicates. The parameters observed included plant height, number of leaves, number of wilted leaves, root length, fresh weight, and dry weight of plants. The data were analyzed using ANOVA and followed by DMRT test at the 5% level. The results showed that chicken manure and *Trichoderma* sp. had a significant effect on plant height, number of leaves, fresh weight, dry weight, and were able to suppress leaf wilting symptoms, but had no significant effect on root length. The combination of treatments yielded the best results compared to single treatments, especially at chicken manure doses P2–P3 and *Trichoderma* sp. T3. Thus, the application of chicken manure combined with *Trichoderma* sp. has the potential to optimize shallot growth in an environmentally friendly manner.

Keywords: Growth; leaf wilting; shallot; *Trichoderma* Sp.

How to Cite: Nababan, N., & Rahmadina. (2025). Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* sp. dan Pupuk Organik Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(4), 2967–2979. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.18268>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.18268>

Copyright© 2025, Nababan et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan nasional. Selain sebagai bahan pangan utama dalam konsumsi sehari-hari, bawang merah juga menjadi sumber pendapatan utama bagi petani serta berkontribusi terhadap devisa negara. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 menunjukkan bahwa produksi bawang merah nasional mencapai sekitar 2 juta ton dengan luas panen 18,07 ribu hektar, meningkat sebesar 10,42%

dibandingkan tahun 2020 yang tercatat sebesar 1,82 juta ton. Tren peningkatan produksi bawang merah secara nasional dalam lima tahun terakhir mencerminkan meningkatnya kebutuhan dan permintaan terhadap komoditas ini.

Namun demikian, upaya peningkatan produksi bawang merah masih dihadapkan pada berbagai kendala, salah satunya adalah serangan penyakit layu fusarium (penyakit moler) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. Patogen tular tanah ini mampu bertahan dalam jangka waktu lama di dalam tanah melalui pembentukan klamidospora, bahkan tanpa keberadaan tanaman inang. Tingkat kejadian penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah dilaporkan berkisar antara 12,00–57,33% (Aprillia & Lukman, 2022), dan pada kondisi tertentu dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 50% di beberapa sentra produksi utama di Indonesia. Gejala utama penyakit ini meliputi busuk pangkal batang, daun menguning, mengering, dan akhirnya tanaman mati (Hanif & Zamriyetti, 2023).

Selama ini, pengendalian penyakit layu fusarium umumnya dilakukan menggunakan fungisida kimia sintetis karena dianggap efektif dan praktis. Namun, penggunaan fungisida secara berulang dan berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti akumulasi residu berbahaya di tanah dan air, gangguan keseimbangan mikroorganisme tanah, serta munculnya resistensi patogen. Kondisi ini justru berpotensi meningkatkan kebutuhan dosis fungisida di masa mendatang untuk memperoleh efektivitas yang sama (Poudel *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian penyakit yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan agen hayati, khususnya jamur *Trichoderma* sp. Jamur ini merupakan mikroorganisme tanah yang memiliki kemampuan antagonistik terhadap berbagai patogen tular tanah, termasuk *Fusarium* spp., melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasitisme, serta produksi senyawa antifungal dan enzim litik seperti kitinase yang mampu merusak dinding sel patogen (Yao *et al.*, 2023; Putri & Anhar, 2024). Selain itu, *Trichoderma* sp. juga berperan dalam menginduksi ketahanan tanaman dan meningkatkan kesehatan tanaman secara keseluruhan (Pasalo *et al.*, 2020).

Penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium* spp. diketahui dapat menyerang lebih dari 150 jenis tanaman pangan dan hortikultura, sehingga menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan produksi pertanian (Karim *et al.*, 2020). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. efektif dalam menekan intensitas penyakit layu fusarium pada bawang merah melalui kombinasi mekanisme antagonisme dan peningkatan aktivitas mikroba tanah yang menguntungkan.

Di sisi lain, penggunaan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik tanah juga memiliki peranan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk kandang ayam diketahui memiliki kandungan unsur hara makro yang relatif lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang lainnya, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium, sehingga berpotensi meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Rahcmawati & Riska, 2019; Arifin & Subandar, 2023). Selain sebagai sumber hara, pupuk kandang ayam juga mendukung aktivitas mikroorganisme tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik.

Penambahan *Trichoderma* sp. pada media tanam yang mengandung pupuk kandang ayam diharapkan mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara, serta memperbaiki keseimbangan mikroba tanah. *Trichoderma* sp. diketahui memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa organik kompleks seperti lignoselulosa dan berperan sebagai stimulator pertumbuhan

tanaman melalui peningkatan aktivitas mikroba dan ketersediaan hara (Amira *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi *Trichoderma* sp. yang dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam dalam menekan intensitas penyakit layu fusarium, meningkatkan kesehatan tanaman, serta mendukung pertumbuhan dan hasil bawang merah secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam pengembangan teknologi pengendalian penyakit tanaman yang ramah lingkungan, aman bagi ekosistem tanah, dan mendukung peningkatan produktivitas bawang merah secara berkelanjutan.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan juni hingga juli 2025 di Greenhouse Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktorial. Faktor pertama penggunaan *Trichoderma* Sp. dengan dosis berbeda (T0=0g, T1=25g, T2=30g, T3=35g) dan Faktor kedua yaitu pupuk kandang ayam dengan dosis berbeda (P0=0g, P1=100g, P2=120g, P3=140g) kedua faktor dikombinasikan hingga menghasilkan 16 kombinasi, setiap kombinasi dilakukan pengulangan sebanyak 3 pengulangan, hingga mendapatkan 48 satuan percobaan

Bahan yang digunakan meliputi umbi bawang merah sebagai indikator pengamatan, pupuk kandang ayam, *Trichoderma* sp. Media tanam yang terdiri dari tanah top soil, dan air. Adapun alat yang digunakan meliputi polibag, alat siram, timbangan analitik, oven dan alat ukur.

Prosedur dilakukan dengan persiapan media tanam, penanaman, pemupukan dan perawatan dan pengamatan. Pengamatan yang dilakukan terdiri dari Tinggi tanaman, jumlah daun, layu daun, panjang akar, berat segar dan berat kering. Pengamatan tinggi tanaman diamati dari pangkal tanaman hingga ujung daun tertinggi dilakukan pada mulai hari ke 7, 14, 21, 28 dan 35 HST, jumlah daun diamati dengan menghitung semua jumlah daun yang muncul pada hari ke 7, 14, 21, 28, 35 HST, Layu daun diamati dengan menghitung setiap daun yang Layu atau menguning pada hari ke 7, 14, 21, 28, 35 HST, pengamatan panjang akar diamati dari pangkal akar hingga ujung akar terpanjang dilakukan pada hari 35, Berat segar diamati dengan menimbang berat tanaman dan berat kering menimbang tanaman yang sudah di oven atau dikeringkan pada hari ke 35. Data pengamatan dianalisis dengan uji ANOVA menggunakan SPSS, jika ada pengaruh tidak nyata, dilakukan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman pada hari ke 7, 14, 21, 28 dan 35 HST pada bawang merah menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan pada masing-masing perlakuan pupuk kandang ayam dan *trichoderma* sp. Secara umum tinggi tanaman cenderung meningkat seiring bertambahnya umur tanaman, Rata-rata tinggi tanaman pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman pada 7,14,21,28 dan 35 HST

Perlakuan	Waktu Tanam				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HAST	35 HST
Pupuk Kandang Ayam					
P ₀	4.225 ^a	16.967 ^a	25.908 ^{ab}	29.000 ^a	31.192 ^a
P ₁	4.008 ^a	17.942 ^a	24.458 ^a	29.133 ^a	31.075 ^a
P ₂	6.158 ^b	22.008 ^b	28.058 ^b	31.192 ^a	32.892 ^a
P ₃	7.108 ^b	23.817 ^c	27.517 ^b	29.717 ^a	32.008 ^a
<i>Trichoderma</i> sp.					
T ₀	5.017 ^a	17.608 ^a	23.858 ^a	27.767 ^a	29.742 ^a
T ₁	4.917 ^a	19.650 ^b	27.092 ^b	29.375 ^{ab}	30.667 ^a
T ₂	5.667 ^a	21.658 ^c	27.217 ^b	30.675 ^b	33.317 ^b
T ₃	5.900 ^a	21.817 ^c	27.775 ^b	31.225 ^b	33.442 ^b
Kombinasi					
P ₀ T ₀	2.967 ^a	14.833 ^a	22.833 ^a	27.700 ^a	29.133 ^{ab}
P ₀ T ₁	3.433 ^a	14.700 ^a	23.500 ^{ab}	28.033 ^a	30.333 ^{abcd}
P ₀ T ₂	4.833 ^{abc}	18.633 ^{abc}	25.000 ^{abc}	28.000 ^a	29.833 ^{abc}
P ₀ T ₃	8.833 ^c	22.267 ^{cdef}	26.000 ^{abc}	27.333 ^a	29.667 ^{abc}
P ₁ T ₀	4.067 ^{ab}	15.533 ^{ab}	26.400 ^{abcd}	27.167 ^a	32.167 ^{bcdef}
P ₁ T ₁	3.267 ^a	19.333 ^{bcd}	25.667 ^{abcd}	28.500 ^a	26.533 ^a
P ₁ T ₂	6.433 ^{abc}	20.767 ^{cde}	28.300 ^{bcd}	32.467 ^a	33.300 ^{cdef}
P ₁ T ₃	5.900 ^{ab}	22.967 ^{def}	28.400 ^{bcd}	29.367 ^a	30.667 ^{bcde}
P ₂ T ₀	5.167 ^{abc}	19.333 ^{bcd}	27.433 ^{abcde}	29.967 ^a	30.467 ^{abcd}
P ₂ T ₁	5.633 ^{abc}	19.167 ^{bcd}	24.933 ^{abcd}	30.300 ^a	35.333 ^f
P ₂ T ₂	5.433 ^{abc}	23.367 ^{ef}	29.100 ^{cde}	32.700 ^a	34.533 ^{ef}
P ₂ T ₃	6.433 ^{abc}	25.400 ^f	27.400 ^{abcd}	29.733 ^a	32.933 ^{bcdef}
P ₃ T ₀	4.700 ^{abc}	18.167 ^{abc}	27.367 ^{abcd}	31.167 ^a	33.000 ^{bcdef}
P ₃ T ₁	3.700 ^{ab}	18.567 ^{abc}	23.733 ^{ab}	29.700 ^a	32.100 ^{bcdef}
P ₃ T ₂	7.933 ^{bc}	25.267 ^f	29.833 ^{cd}	31.600 ^a	33.900 ^{def}
P ₃ T ₃	7.267 ^{abc}	24.633 ^{ef}	30.167 ^d	32.433 ^a	34.767 ^f

Catatan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji duncan pada taraf 5%.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman Penggunaan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pada umur 7 HST, hasil terbaik terdapat pada perlakuan P₂ (6.158 cm) dan P₃ (7,108 cm). Pada umur 28 hingga 35 HST perbedaan antar perlakuan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan meskipun P₂ cenderung menghasilkan hasil yang tertinggi yaitu (32,892 pada 35 HST). Pemberian *Trichoderma* Sp. Memberikan pengaruh yang lebih nyata mulai umur 14 HST hingga 35 HST. Perlakuan terbaik pada T₂ (21,658 cm) dan T₃ (21,817 cm) dan berbeda nyata pada perlakuan T₀ (17,608). Ini menunjukkan penambahan pupuk dari kotoran ayam dapat meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan ketersediaan nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman vegetatif. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ramdhan *et al.* (2021), yang menemukan bahwa tanaman yang ditanam di tanah dengan pupuk kandang ayam dalam jumlah besar mengalami peningkatan tinggi yang signifikan.

Kombinasi perlakuan pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. Memberikan pengaruh yang lebih nyata dibanding dengan perlakuan tunggal. Pada umur 7 HST tidak memberikan perbedaan yang nyata, pada 14 HST hasil tertinggi pada kombinasi P₂T₃(25,400) dan P₃T₂ (25,267) dan berbedanyata dengan kombinasi terendah yaitu

P0T0 (14,833). Pada pengamatan 21 HST hasil tertinggi P3T3 (30.167) begitu juga dengan pengamatan 28 HST hasil tertinggi pada P3T3 (32.433) dan P2T2(32.700), hasil yang sama juga terlihat pada pengamatan 35 HST hasil tertinggi pada kombinasi P2T1(34.533) dan P3T3 (34.767). Secara umum perlakuan kombinasi pupuk kandang ayam dengan *trichoderma* sp. Mampu meningkatkan tinggi tanaman bawang merah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tunggal, dan hasil terbaik selama pengamatan pada kombinasi P3T3.

Aplikasi pupuk kandang ayam berperan penting dalam peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman karena kandungan unsur hara makro. Pupuk kandang ayam memiliki kandungan N sebanyak 1,56ppm, P 0,75ppm, dan K 1,77ppm terutama yang berfungsi menunjang pertumbuhan vegetatif. Selain itu, pupuk kandang ayam juga memiliki kemampuan untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah, seperti meningkatkan porositas, kapasitas menahan air, serta aktivitas mikroba tanah sehingga proses penyerapan nutrisi oleh akar menjadi lebih optimal. Nitrogen berperan dalam pembentuk klorofil untuk fotosintesis tumbuhan. Jika tumbuhan kekurangan unsur hara N maka jumlah klorofil akan menurunkan derajat fotosintesis, sehingga laju serapan hara fotosintesis semakin sedikit terdistribusi di seluruh bagian tumbuhan, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman (Fernandes *et al.*, 2021). Peningkatan ketersediaan hara tersebut berdampak langsung pada pembentukan jaringan batang dan daun, yang selanjutnya mempengaruhi tinggi tanaman (Thepsilvisut *et al.*, 2022).

Sementara itu, *Trichoderma* sp. berfungsi sebagai agen hayati pemacu pertumbuhan (*Plant Growth Promoting Fungi/PGPF*) melalui berbagai mekanisme, di antaranya menghasilkan hormon pertumbuhan seperti sitokinin, auksin, dan giberelin, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara di daerah perakaran (Contreras-Cornejo *et al.*, 2024). Kehadiran *Trichoderma* sp. juga dapat melindungi akar dari serangan patogen tular tanah sehingga sistem perakaran lebih sehat dan mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk tinggi batang (Dutta *et al.*, 2024).

Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan salah satu indikator pertumbuhan vegetatif bawang merah yang dipengaruhi oleh ketersediaan hara dan kesehatan tanaman. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah daun cenderung meningkat seiring bertambahnya umur tanaman, meskipun terdapat perbedaan antar perlakuan pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* maupun kombinasinya, berikut di tampilkan tabel rata-rata jumlah daun pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata hasil pengamatan jumlah daun 7,14,21,28 dan 35 HST pada bawang merah

Perlakuan	Waktu Tanam				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Pupuk Kandang Ayam					
P ₀	4.92 ^a	9.75 ^{ab}	14.50 ^{ab}	17.75 ^a	22.58 ^a
P ₁	5.00 ^a	9.08 ^a	14.08 ^a	18.00 ^a	22.85 ^b
P ₂	5.92 ^{ab}	11.75 ^{bc}	16.83 ^{ab}	19.83 ^{ab}	22.75 ^a
P ₃	6.58 ^b	12.42 ^c	17.00 ^b	22.08 ^b	25.67 ^a
<i>Trichoderma</i> sp.					
T ₀	5.42 ^a	9.17 ^a	12.83 ^a	16.33 ^a	19.25 ^a
T ₁	4.83 ^a	11.00 ^{ab}	14.92 ^{ab}	18.25 ^{ab}	20.67 ^a
T ₂	5.75 ^{ab}	10.75 ^{ab}	16.58 ^{bc}	20.58 ^{bc}	24.67 ^b
T ₃	6.42 ^b	12.08 ^b	18.08 ^c	22.50 ^c	29.00 ^c

Perlakuan	Waktu Tanam				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Kombinasi					
P ₀ T ₀	4.33 ^{ab}	9.00 ^{ab}	12.33 ^a	15.00 ^a	19.67 ^{ab}
P ₀ T ₁	5.33 ^{ab}	7.33 ^a	10.67 ^a	15.33 ^a	18.33 ^a
P ₀ T ₂	6.00 ^{ab}	11.33 ^{abcd}	16.67 ^{abc}	17.33 ^{ab}	18.67 ^a
P ₀ T ₃	6.00 ^{ab}	9.00 ^{ab}	11.67 ^a	17.67 ^{ab}	20.33 ^{ab}
P ₁ T ₀	3.67 ^a	10.00 ^{abc}	13.33 ^a	15.67 ^a	18.00 ^a
P ₁ T ₁	3.67 ^a	9.33 ^{ab}	13.67 ^{ab}	18.33 ^{abc}	20.33 ^{abc}
P ₁ T ₂	5.33 ^{ab}	10.33 ^{abc}	13.00 ^a	15.33 ^a	17.67 ^a
P ₁ T ₃	6.67 ^{ab}	14.33 ^{cd}	19.67 ^{bcd}	23.67 ^{bcd}	26.67 ^{cde}
P ₂ T ₀	5.33 ^{ab}	9.00 ^{ab}	15.67 ^{abc}	19.67 ^{abc}	25.67 ^{bcd}
P ₂ T ₁	6.33 ^{ab}	10.33 ^{abc}	16.33 ^{abc}	21.67 ^{abcd}	24.00 ^{abcd}
P ₂ T ₂	4.67 ^{ab}	10.00 ^{abc}	14.00 ^{ab}	19.00 ^{abc}	22.67 ^{abcd}
P ₂ T ₃	6.67 ^{ab}	13.67 ^{bcd}	20.33 ^{cd}	22.00 ^{abcd}	26.33 ^{bcd}
P ₃ T ₀	6.33 ^{ab}	11.00 ^{abcd}	16.67 ^{abc}	20.67 ^{abcd}	27.00 ^{cde}
P ₃ T ₁	4.67 ^{ab}	9.33 ^{ab}	15.67 ^{abc}	16.67 ^{ab}	27.67 ^{de}
P ₃ T ₂	7.67 ^b	15.33 ^d	23.67 ^d	27.67 ^d	32.00 ^e
P ₃ T ₃	7.00 ^{ab}	12.67 ^{bcd}	16.33 ^{abc}	25.00 ^{cd}	29.33 ^{de}

Catatan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji duncan pada taraf 5%.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dari 7 HST hingga 35 HST yaitu hasil terbaik pada P₃ dengan hasil tertinggi pada pengamatan 35 HST yaitu P₃(25.67) dan hasil terendah pada perlakuan P₀ (22.58). Pengaplikasian *Trichoderma* Sp. Juga berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Pada 14 HST, perlakuan T₃ (12,08) menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan dengan T₀ (9,17 helai). Hingga pada hari ke 35 perlakuan T₃ (29,00 helai) tetap menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan pada T₀ (19,67 helai), menandakan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. Mampu meningkatkan jumlah daun secara signifikan.

Hasil pengamatan kombinasi pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. Memberikan pengaruh lebih besar dibandingkan perlakuan tunggal. Pada pengamatan 7 HST hasil terbaik pada kombinasi P₃T₂ (7.00), pengamatan 14 HST hasil terbaik pada P₂T₃ (15.33), pengamatan 21 HST hasil terbaik P₁T₃ (19.67) , Pengamatan pada 28 HST hasil terbaik pada kombinasi P₃T₃ (25.00) dan pada pengamatan 35 HST hasil terbaik terlihat pada P₃T₂ (32.00). Secara umum perlakuan kombinasi berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bawang merah. Hasil terbaik pada P₃T₂ (32.00), hal ini menunjukkan adanya sinergi antara pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. dalam mendukung pertumbuhan vegetatif bawang merah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pada berbagai umur pengamatan (7–35 HST), perlakuan pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. dengan dosis P₂ dan P₃ meningkatkan jumlah daun bawang merah lebih banyak daripada perlakuan lain, terutama pada 28–35 HST, yang menunjukkan bahwa ketersediaan hara makro dari pupuk organik mendukung pertumbuhan vegetatif. Pertambahan jumlah daun merupakan indikator penting dalam pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman, karena daun berperan sebagai organ utama fotosintesis yang menentukan ketersediaan energi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Aplikasi pupuk kandang ayam terbukti mampu meningkatkan jumlah daun tanaman, karena mengandung unsur nitrogen (N) yang tinggi serta unsur makro lainnya, nitrogen sebagai penyusun klorofil dan jaringan daun. Selain itu, fosfor berperan dalam

pembelahan sel, kalium dalam aktivitas enzim fotosintesis yang membantu dalam pembentukan jaringan daun. Sehingga dapat merangsang pembentukan jaringan vegetatif dan mempercepat pertumbuhan daun (Hariyani *et al.*, 2024). Selain itu, pupuk kandang ayam juga membentuk struktur tanah yang lebih baik, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan mendukung aktivitas mikroba tanah yang berperan dalam penyediaan nutrisi secara bertahap, sehingga pertumbuhan daun dapat berlangsung optimal (Thepsilvisut *et al.*, 2022).

Pemberian *Trichoderma* sp. berpengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman yang ditunjukkan oleh peningkatan jumlah daun dan perkembangan sistem perakaran (Sari & Nurhayati, 2022). *Trichoderma* sp. juga diketahui mampu memproduksi hormon tumbuh seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang berperan dalam merangsang pembelahan sel serta pemanjangan jaringan tanaman (Illescas *et al.*, 2021). Selain itu, keberadaan *Trichoderma* sp. juga dapat mempercepat proses dekomposisi pada pupuk yang di gunakan dan mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen dan fosfor, serta menekan serangan patogen akar, sehingga tanaman dapat berkembang lebih baik dan menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak (Dutta *et al.*, 2024).

Layu Daun

Layu daun merupakan salah satu penyakit pada bawang merah atau sering disebut layu fusarium, penyakit layu daun biasanya terjadi karena terindeksi oleh jamur patogen atau serangan hama yang menyerang pembuluh xilem sehingga menghambat aliran air dan hara ke daun yang mengakibatkan daun menjadi layu dan menguning. Berikut di sajikan data rata-rata pengamatan layu daun pada tanaman bawang merah pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata hasil pengamatan jumlah layu daun 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST

Perlakuan	Waktu Tanam			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Pupuk Kandang Ayam				
P ₀	1.33 ^b	1.75 ^b	4.17 ^b	6.50 ^c
P ₁	0.92 ^b	1.92 ^b	2.75 ^{ab}	5.17 ^b
P ₂	0.17 ^a	0.58 ^a	2.75 ^{ab}	3.00 ^a
P ₃	0.08 ^a	0.33 ^a	1.83 ^a	2.50 ^a
<i>Trichoderma</i> Sp.				
T ₀	1.83 ^b	2.25 ^b	3.92 ^a	5.25 ^b
T ₁	0.58 ^a	1.17 ^a	3.92 ^a	5.25 ^b
T ₂	0.08 ^a	0.75 ^a	2.83 ^a	4.58 ^b
T ₃	0.00 ^a	0.42 ^a	1.83 ^a	2.08 ^a
Kombinasi				
P ₀ T ₀	3.33 ^c	2.33 ^{ab}	4.00 ^a	7.33 ^{gh}
P ₀ T ₁	3.00 ^c	3.67 ^b	4.00 ^a	6.67 ^{fgh}
P ₀ T ₂	0.67 ^{ab}	1.67 ^{ab}	5.33 ^a	4.67 ^{cdef}
P ₀ T ₃	0.33 ^a	1.33 ^{ab}	2.33 ^a	2.33 ^{abc}
P ₁ T ₀	1.67 ^b	1.67 ^{ab}	4.33 ^{ab}	7.33 ^{gh}
P ₁ T ₁	0.67 ^{ab}	1.00 ^a	2.67 ^a	5.33 ^{defg}
P ₁ T ₂	0.00 ^a	0.33 ^a	1.00 ^a	3.67 ^{bcde}
P ₁ T ₃	0.00 ^a	0.00 ^a	3.67 ^a	4.67 ^{bcde}
P ₂ T ₀	0.33 ^a	2.00 ^{ab}	5.00 ^a	8.33 ^h
P ₂ T ₁	0.00 ^a	2.33 ^{ab}	2.00 ^a	6.00 ^{efgh}

Perlakuan	Waktu Tanam			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
P ₂ T ₂	0.00 ^a	0.33 ^a	3.33 ^a	2.67 ^{abc}
P ₂ T ₃	0.00 ^a	0.00 ^a	1.00 ^a	1.33 ^{ab}
P ₃ T ₀	0.00 ^a	1.00 ^a	3.33 ^a	3.00 ^{abcd}
P ₃ T ₁	0.00 ^a	0.67 ^a	2.33 ^a	2.67 ^{abc}
P ₃ T ₂	0.00 ^a	0.00 ^a	1.33 ^a	1.00 ^a
P ₃ T ₃	0.00 ^a	0.00 ^a	0.33 ^a	1.67 ^{ab}

Catatan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji duncan pada taraf 5%

Rata-rata jumlah layu daun pada perlakuan pupuk kandang ayam dapat dilihat pada tabel 3. Pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap jumlah daun layu mulai pada 14 HST hingga 35 HST. Pada 14 HST layu daun terbanyak pada P₀(1.33), pada pengamatan 21 HST layu daun terbanyak pada perlakuan P₀ (1,75), pada pengamatan 28 HST jumlah layu daun terbanyak pada P₀ (4,170 dan pengamatan 35 HST jumlah layu daun terbanyak pada P₀ (6.50). Pada pengamatan hingga 35 HST jumlah daun layu terbanyak pada perlakuan P₀, hal ini menjelaskan bahwa penggunaan pupuk juga berpengaruh dalam pengurangan penyakit layu. Pengaplikasian *Trichoderma* Sp. Yang juga berpengaruh nyata terhadap jumlah layu daun pada bawang merah, Pada tabel rerata pengamatan menunjukkan hasil pengamatan mulai dari 14 HSt hingga 35 HST hasil layu daun terbanyak berada pada perlakuan T₀, yang paling tinggi pada Pengamatan 35 HST yaitu (5.25). Pengamatan jumlah layu daun ter rendah pada perlakuan T₃. Hal ini menunjukkan pemberian *Trichoderma* sp. mampu mengurangi penyakit layu daun pada bawang merah.

Pada tabel Kombinasi Pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. Kombinasi antar keduanya mampu menekan jumlah layu daun yang lebih baik dibandingkan perlakuan tunggal. Pada 35 HST kombinasi P₃T₃ menghasilkan jumlah layu daun terendah (1.67 helai) sedangkan jumlah layu daun tertinggi pada kombinasi P₀T₀ (7.33 helai). Hasil pada penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang ayam dengan *Trichoderma* sp., khususnya perlakuan P₂T₃, mampu menekan gejala kelayuan daun bawang merah hingga fase akhir pengamatan (35 HST). Hal ini sesuai dengan penelitian Amira *et al.* (2024) pada kacang panjang di tanah gambut, di mana kombinasi pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menekan serangan penyakit tular tanah.

Layu daun pada tanaman umumnya disebabkan oleh gangguan fisiologis akibat kekurangan air, defisiensi hara, maupun serangan patogen tular tanah seperti *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani* yang dapat merusak jaringan akar sehingga suplai air dan nutrisi ke daun terhambat. Pemberian pupuk kandang ayam mampu mengurangi intensitas layu daun karena kandungan bahan organik dan unsur hara yang tinggi dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aerasi serta kapasitas menahan air, sehingga tanaman lebih tahan terhadap cekaman lingkungan (Thepsilvisut *et al.*, 2022). Selain itu, pupuk kandang ayam juga merangsang aktivitas mikroorganisme antagonis di tanah yang berperan dalam menekan perkembangan patogen penyebab layu (Agbede *et al.*, 2025).

Trichoderma sp. mampu mengurangi penyakit layu fusarium pada bawang merah terutama karena kandungan metabolit sekundernya yang bersifat antifungi. Beberapa senyawa bioaktif yang dihasilkan antara lain gliotoksin, viridin, peptaibol, dan harzianolide, yang bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan serta merusak membran sel *Fusarium oxysporum*. Dengan demikian, kombinasi pupuk kandang

ayam dan *Trichoderma* sp. memberikan perlindungan ganda terhadap tanaman, yaitu memperbaiki kondisi fisik-kimia tanah sekaligus menekan perkembangan patogen penyebab layu. Hal ini menjadikan tanaman lebih sehat, lebih tahan terhadap serangan penyakit, dan mampu mempertahankan keberlanjutan pertumbuhan daunnya. kandungan metabolit ini berperan penting dalam menginduksi respon ketahanan sistemik pada tanaman dengan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan, sehingga bawang merah lebih tahan terhadap serangan *Fusarium* (Brizuela *et al.*, 2023).

Panjang Akar, Berat Segar, Dan Berat Kering

Pengamatan dan pengukuran panjang akar, berat segar dan berat kering merupakan cara untuk mengetahui perkembangan tanaman, Panjang akar mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengeksplorasi tanah dan menyerap air serta unsur hara. Berat segar menggambarkan kondisi fisiologis tanaman yang masih mengandung air, sedangkan berat kering mencerminkan akumulasi biomassa hasil fotosintesis yang lebih stabil. Data rata-rata panjang akar, berat segar, dan berat kering tanaman bawang merah pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengamatan panjang akar, berat segar dan berat kering

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Berat Segar (gr)	Berat Kering (gr)
Pupuk Kandang Ayam			
P0	10.225 ^a	14.026 ^a	2.132 ^a
P1	9.791 ^a	11.892 ^a	1.966 ^a
P2	8.550 ^a	14.341 ^a	2.645 ^a
P3	10.275 ^a	13.979 ^a	2.489 ^a
<i>Trichoderma</i> sp.			
T0	10.141 ^a	12.012 ^a	1.936 ^a
T1	10.558 ^a	13.140 ^{ab}	2.116 ^{ab}
T2	9.242 ^a	15.201 ^b	2.533 ^b
T3	8.900 ^a	13.884 ^{ab}	2.649 ^{ab}

Catatan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji duncan pada taraf 5%.

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis P0-P3 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap panjang akar, karena semua perlakuan menunjukkan notasi huruf yang sama. Namun pada panjang akar hasil terbaik terdapat pada P3 (10.275 cm), pada berat segar hasil terbaik pada P2 (14.341 cm) dan pada berat kering hasil terbaik pada P2 (2.645 cm).

Pemberian *trichoderma* sp. Tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang akar karena semua angka diikuti dengan notasi huruf yang sama namun hasil tertinggi terdapat pada T1(10.558 cm). Pada berat segar memberikan pengaruh yang cukup nyata dengan hasil tertinggi yaitu T2 (15.201 gr) dan pada pengamatan berat kering juga terdapat pengaruh nyata dengan hasil tertinggi yaitu T3(2.649).

Pemberian pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. sebagai perlakuan tunggal pada penelitian ini belum menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap panjang akar, berat basah, dan berat kering tanaman. Pupuk kandang ayam berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah serta menyediakan unsur hara yang mendukung pertumbuhan akar dan akumulasi biomassa, namun karena bersifat *slow release*, pelepasan unsur hara berlangsung secara bertahap sehingga pengaruhnya belum tampak signifikan pada fase awal pertumbuhan tanaman (Kantikowati, 2019).

Sementara itu, *Trichoderma* sp. berpotensi meningkatkan perkembangan sistem perakaran dan biomassa tanaman melalui peningkatan aktivitas mikroba tanah dan produksi senyawa pemacu pertumbuhan, tetapi efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta waktu adaptasi mikroorganisme di dalam tanah. Oleh karena itu, meskipun kedua perlakuan tunggal menunjukkan kecenderungan peningkatan pertumbuhan, pengaruhnya terhadap parameter akar, berat basah, dan berat kering belum cukup kuat untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik (Harman *et al.*, 2021).

Tabel 5. Pengamatan panjang akar, berat segar, dan berat kering perlakuan kombinasi

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Berat Segar (gr)	Berat Kering (gr)
Kombinasi			
P0T0	11.733 ^a	13.413 ^{abc}	2.205 ^{ab}
P0T1	10.333 ^a	12.357 ^{abc}	1.820 ^{ab}
P0T2	8.200 ^a	13.970 ^{abc}	2.673 ^{ab}
P0T3	10.300 ^a	8.307 ^a	1.045 ^a
P1T0	11.633 ^a	13.848 ^{abc}	1.717 ^{ab}
P1T1	11.633 ^a	12.092 ^{abc}	2.105 ^{ab}
P1T2	9.667 ^a	13.406 ^{abc}	2.449 ^{ab}
P1T3	11.333 ^a	13.276 ^{abc}	2.191 ^{ab}
P2T0	7.133 ^a	15.194 ^{abc}	2.417 ^{ab}
P2T1	10.167 ^a	11.405 ^{ab}	1.311 ^a
P2T2	8.067 ^a	15.830 ^{bc}	2.828 ^{ab}
P2T3	11.600 ^a	18.373 ^c	3.572 ^b
P3T0	10.400 ^a	13.649 ^{abc}	2.190 ^{ab}
P3T1	9.000 ^a	11.772 ^{abc}	2.626 ^{ab}
P3T2	8.333 ^a	14.157 ^{abc}	2.628 ^{ab}
P3T3	7.867 ^a	15.958 ^{bc}	3.149 ^{ab}

Catatan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh secara signifikan berdasarkan uji duncan pada taraf 5%

Data pada Tabel 5 menunjukkan kombinasi perlakuan pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. juga menunjukkan bahwa panjang akar, berat segar, dan berat kering tanaman tidak berbeda nyata antara kombinasi perlakuan. Panjang akar tanaman berada pada kisaran 7,133–11,733 cm, dengan nilai tertinggi pada kombinasi P0T0 (11,733 cm), sedangkan nilai terendah pada P2T0 (7,133 cm). Meskipun demikian, seluruh kombinasi perlakuan berada pada kelompok huruf yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. belum memberikan efek sinergis yang nyata terhadap pertumbuhan akar dan biomassa tanaman. Menurut Herlina dan Prasetyo (2018), efektivitas kombinasi pupuk organik dan mikroba tanah sangat dipengaruhi oleh dosis, kondisi tanah, serta kesesuaian mikroorganisme dengan lingkungan tumbuh, sehingga pada kondisi tertentu respons tanaman belum tampak signifikan. *Trichoderma* kemungkinan lebih banyak dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan bagian vegetatif di atas tanah, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun, dibandingkan dialokasikan ke pertumbuhan akar. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas pupuk organik dan hayati sangat bergantung pada kondisi tanaman dan dosis (Ziladi *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa (1) aplikasi pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bawang merah, terutama pada tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, dan berat kering, serta mampu menekan gejala layu daun; (2) aplikasi *Trichoderma* sp. berpengaruh nyata dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan menurunkan intensitas layu daun, namun tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar; (3) kombinasi pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. memberikan respons pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan perlakuan tunggal; (4) perlakuan kombinasi pada dosis menengah hingga tinggi menunjukkan efektivitas terbaik dalam mendukung pertumbuhan bawang merah; dan (5) secara keseluruhan, kombinasi pupuk kandang ayam dan *Trichoderma* sp. berpotensi diterapkan sebagai teknologi budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

REKOMENDASI

Penelitian ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk menentukan dosis yang paling tepat dan efektif dari kombinasi *Trichoderma* sp. dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah. Uji lanjutan juga disarankan untuk mengetahui pengaruh perlakuan ini terhadap parameter fisiologis dan hasil panen. Selain itu, penelitian serupa dapat dikembangkan dengan jenis tanaman hortikultura lain untuk mengetahui sejauh mana efektivitas kombinasi tersebut dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta kerja sama dalam pelaksanaan penelitian ini hingga penyusunan artikel dapat terselesaikan dengan baik. Dukungan tersebut, baik berupa bimbingan ilmiah, saran, motivasi, maupun bantuan teknis, sangat berarti bagi kelancaran proses penelitian. Penulis juga menghargai setiap masukan dan dorongan yang telah diberikan oleh berbagai pihak yang berkontribusi, secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar

DAFTAR PUSTAKA

- Agbede, T. M., Afolabi, L. A., Adekiya, A. O., & Ojeniyi, S. O. (2025). Poultry manure improves soil properties and grain mineral composition of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 48(3), 279–294. <https://doi.org/10.1080/01904167.2024.2365>
- Alda Dwi, & Lukman. (2022). Perhitungan tingkat kejadian penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 13(2), 45–53.
- Amalia, S., D., & Maesyaroh, S. (2020). Pengaruh dosis pupuk kandang ayam dan cendawan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis L.). *JAGROS: Jurnal Agroteknologi dan Sains*, 3(2).
- Amira, L., Supriyanto, S., & Ramadhan, T. H. (2024). Pengaruh Pupuk Kandang Ayam dan *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang di Tanah Gambut. *Perkebunan dan Lahan Tropika*, 14(2), 74-79. <https://doi.org/10.26418/plt.v14i2.84712>
- Arifin, M., & Subandar, I. (2023). Pengaruh Jenis Pupuk Kandang dan *Trichoderma* sp. Sebagai Bioaktivator Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

- Kangkung Darat (*Ipomea reptans* Poir.). *Biofarm : Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(2), 438. <https://doi.org/10.31941/biofarm.v19i2.3624>
- B, A. Rahcmawati, A & Riska (2019). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Varietas Bawang Merah (*Allium Cepa* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang : *Jurnal Agrominansia*, 4(2) 167-168
- Badan Pusat Statistik (BPS). *Angka Tetap Hortikultura Tahun 2021*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2024
- Brizuela, N. G., Arjona-López, J. M., del Moral, J., & Capote, N. (2023). Evaluation of *Trichoderma* spp. on *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and Fusarium wilt control in asparagus crop. *Plants*, 12(15), 2846. <https://doi.org/10.3390/plants12152846>
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., del-Val, E., & Larsen, J. (2024). Mechanisms for plant growth promotion activated by *Trichoderma*. *Plant and Soil*, 493(1–2), 113–133. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06723-3>
- Dutta, R., Ray, P., & Mazumder, P. B. (2024). Potential of *Trichoderma* strains to positively modulate growth, yield and metabolome of crop plants. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1462453. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1462453>
- Fernandes, D. R., Jeksen, J., & Beja, H. D. (2021). Eksperimentasi pemberian pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Sikka. *Gema Wiralodra*, 12(1), 337–347
- Harman, G., Khadka, R., Doni, F., & Uphoff, N. (2021). Benefits to plant health and productivity from enhancing plant microbial symbionts. *Frontiers in plant science*, 11, 610065.
- Hanif, A., & Zamriyetti, Z. (2023). Karakterisasi morfologi cendawan penyebab penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah (*Allium Cepa*). *AGR IUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 26(1) : <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/agrium/article/view/13430>
- Hariyani, H., Rambitan, V. M., Maasawet, E. T., Herliani, H., Palenewen, E., & Masitah, M. (2024). Analisis Kandungan Unsur Hara Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania Micrantha* Kunth) yang Berpotensi Sebagai Pupuk Organik (Sebagai Penunjang Materi Keanekaragaman Hayati SMA Kelas X). *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 114-122.
- Illescas, M., Pedrero-Méndez, A., Pitorini-Bovolini, M., Hermosa, R., & Monte, E. (2021). Phytohormone Production Profiles in *Trichoderma* Species and Their Relationship to Wheat Plant Responses to Water Stress. *Pathogens*, 10(8), 991. <https://doi.org/10.3390/pathogens10080991>
- Karim, A., Rahmiati, R., & Fauziah, I. (2020). Isolasi dan uji antagonis *Trichoderma* terhadap *Fusarium oxysporum* secara in vitro. *Jurnal Biosains*, 6(1), 18–22. <https://doi.org/10.24114/jbio.v6i1.16839>
- Kantikowati, E., Haris, R., & Mulyana, S. B. (2019). Aplikasi pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). *AGRO TATANEN| Jurnal Ilmiah Pertanian*, 2(1), 36-42.
- Pasalo, N. M., Kandou, F. E. F., & Singkoh, M. F. O. (2022). Uji Antagonisme Jamur *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen *Fusarium* sp. Pada Tanaman Bawang Merah *Allium cepa* Isolat Lokal Tonsewer Secara In vitro. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 13 (2), (2022). 1 – 7: <https://doi.org/10.70561/jal.v13i2.22334>
- Poudel, S., Pun, L. B., Paudel, R., Pokharel, S., & Khanal, P. (2024). Compatibility study of *Trichoderma* sp. with chemical fungicides commonly used by Nepalese farmers under in-vitro condition. *International Journal of Applied Biology*, 8(1).

- Putri, U. D., & Anhar, A. (2024). *Trichoderma* sp.: Solusi ramah lingkungan untuk pengendalian patogen dan peningkatan pertumbuhan tanaman. Prosiding Seminar Nasional Biologi (SEMNASBIO 2024). Universitas Negeri Padang. ISSN 2809-8447.
- Sari, N., Resdiar, A., Subandar, I., & Jasmi, J. (2023). Respon pertumbuhan bayam (*Amaranthus* sp.) terhadap pemberian *Trichoderma* sp. *Jurnal Agrotek Lestari*, 9(1). <https://jurnal.utu.ac.id/jagrotek/article/view/6993>
- Ramdhan, M., Nafia'ah, H. H., & Swardana, A. (2021). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam Dan *Trichoderma* Sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir.). *JAGROS: Jurnal Agroteknologi Dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.52434/jagros.v6i1.1619>
- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1160551. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>
- Ziladi, A. R., Hendarto, K., Ginting, Y. C., & Karyanto, A. (2021). Pengaruh jenis pupuk organik dan aplikasi pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 145–151. Diakses dari <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JA/article/download/4757/3395/12701>