

PERTUMBUHAN DAN HASIL BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) PADA BEBERAPA KOMPOSISI MEDIA TANAM DAN PEMBERIAN *Trichoderma* sp.

GROWTH AND YIELD OF SHALLOTS (*Allium ascalonicum* L.) IN SEVERAL PLANTING MEDIA COMPOSITIONS AND *Trichoderma* sp. APPLICATION

Deni Tri Prabowo¹, Rugayah^{1*}, Akari Edy², Muhammad Nurdin³

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

²Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

³Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

*Corresponding Author. E-mail address: rugayah.1961@fp.unila.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 19-04-2026

Direvisi: 14-05-2026

Disetujui: 15-05-2026

KEYWORDS:

Goat manure, Planting media, Productivity, Shallots, and *Trichoderma* sp.

KATA KUNCI:

Bawang merah, Media tanam, Produktivitas, Pupuk kandang kambing, dan *Trichoderma* sp.

ABSTRACT

Shallots (*Allium ascalonicum* L.) is a commodity that often experience low harvests due to land degradation. This study aims to identify the effect of planting media and *Trichoderma* sp. on the growth process and productivity of Bima Brebes shallots. This study was arranged in a two-factor Randomized Block Design (RBD) (3 x 4) with three replications. The first factor was the media composition (soil, sand, rice husk charcoal, and goat manure). The second factor was *Trichoderma* sp. (0, 7.5, 15, and 22.5 g/polybag). The results of this study showed that the planting media treatment had a significant effect on almost all observed parameters. The use of planting media containing goat manure was able to increase the variables of plant height, number of leaves, bulb weight, bulb diameter, and root weight. The soil, sand, and goat manure (1:1:1) medium showed the highest wet bulb weight, namely 31.54 g/polybag, while the soil, sand, and rice husk charcoal (1:1:1) medium showed the lowest weight, namely 15.92 g/polybag. In contrast, the administration of *Trichoderma* sp. doses did not show any effect on all observation parameters, and the two treatments did not show any interaction. This is likely due to the low organic matter content, which limits the colonization of biological agents. Shallot growth is more optimal through the addition of planting media improvement materials such as goat manure to improve chemical and physical properties compared to the single application of *Trichoderma*.

ABSTRAK

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) termasuk dalam salah satu komoditas yang sering mengalami ketidakstabilan hasil panen akibat degradasi lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari media tanam dan *Trichoderma* sp. terhadap proses pertumbuhan serta produktivitas bawang merah Bima Brebes. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor (3 x 4) dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama yaitu komposisi media (tanah, pasir, arang sekam, dan pupuk kandang kambing). Faktor kedua yaitu *Trichoderma* sp. (0, 7.5, 15, dan 22.5 g/polybag). Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan media tanam memberikan pengaruh nyata hampir pada semua parameter yang diamati. Penggunaan media tanam yang menggunakan pupuk kandang kambing mampu meningkatkan variabel tinggi tanaman, jumlah daun, bobot umbi, diameter umbi, dan bobot akar. Media tanah, pasir, dan pupuk kandang kambing (1:1:1) menunjukkan bobot umbi basah paling tinggi yaitu 31,54 g/polibag, sedangkan media tanah, pasir, dan arang sekam (1:1:1) menunjukkan bobot paling rendah yaitu 15,92 g/polibag. Sebaliknya, pemberian dosis *Trichoderma* sp. tidak menunjukkan adanya pengaruh pada seluruh parameter pengamatan, serta kedua perlakuan tersebut tidak menunjukkan adanya interaksi. Hal tersebut kemungkinan karena bahan organik yang masih rendah sehingga membatasi kolonisasi agen hayati. Pertumbuhan bawang merah lebih optimal melalui penambahan bahan pembenahan media tanam seperti pupuk kandang kambing untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik dibandingkan aplikasi *Trichoderma* secara tunggal.

1. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) termasuk sebagai salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia baik sebagai komoditas pokok, penyedap masakan, maupun bahan dasar dalam pengobatan herbal. Bawang merah mampu beradaptasi dengan baik pada dataran rendah (10 mdpl) hingga dataran tinggi (1.000 mdpl). Pasar bawang merah menunjukkan peningkatan yang konsisten seiring dengan populasi penduduk yang terus meningkat. Data Kementerian Pertanian (2024), menunjukkan bahwa pada 2024 tingkat konsumsi bawang merah sebanyak 2,86 kg per kapita. Meskipun wilayah budidaya bawang merah semakin meluas, namun sering kali ketersediaan bawang merah tidak sejalan dengan laju permintaannya. Saat ini stabilitas produksi nasional masih menghadapi hambatan teknis dalam proses produksinya. Data Kementerian Pertanian (2024) mencatat fluktuasi produksi dari 2,00 juta ton pada 2021 menjadi 1,98 juta ton pada 2023. Fenomena ini mengindikasikan bahwa potensi produksi bawang merah belum sepenuhnya terwujud, sehingga produktivitas nasional belum mencapai titik maksimalnya.

Tantangan krusial dalam budidaya bawang merah saat ini adalah ketergantungan pada bahan kimia yang berlebihan. Penggunaan bahan-bahan kimia secara masif tidak hanya memicu kerusakan ekosistem dan menurunkan kesuburan tanah tetapi juga mengurangi aktivitas mikroorganisme tanah. Penggunaan bahan kimia terus-menerus dapat menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara, penurunan pH, serta penurunan kandungan bahan organik tanah. Residu bahan kimia juga bersifat toksik, termasuk terhadap mikroorganisme tanah baik bakteri maupun jamur yang berperan penting dalam dekomposisi bahan organik dan siklus hara. Menurunnya populasi mikroorganisme menyebabkan proses mineralisasi unsur hara menjadi terhambat sehingga ketersediaan hara bagi tanaman ikut menurun. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman menjadi terbatas (Dewi et al., 2023). Kondisi ini mengakibatkan produktivitas bawang merah tidak stabil serta biaya produksinya akan meningkat. Penurunan kualitas tanah seperti pemadatan tanah, menurunnya tingkat aerasi dan porositas tanah, serta hilangnya nutrisi tanah ini menyebabkan terjadinya degradasi lahan yang mengakibatkan lahan menjadi kritis. Degradasi lahan merupakan kondisi merosotnya fungsi tanah secara menyeluruh yang mencakup aspek fisik, struktur kimia, hingga aktivitas biologis di dalamnya (Rusdiyana et al., 2021).

Ketersediaan unsur hara di dalam tanah memegang peranan vital dalam memastikan tumbuh kembang tanaman secara optimal. Peran komposisi media tanam sangat krusial untuk menjaga agar unsur hara yang dibutuhkan tanaman tetap seimbang (Nainggolan dan Ginting, 2023). Karakteristik fisik tanah dan sistem aerasinya dapat ditingkatkan kembali melalui aplikasi bahan organik berupa arang sekam yang dikombinasikan dengan pupuk kandang kambing sebagai upaya strategis mengembalikan produktivitas lahan. Menurut Augustien dan Suhardjono (2023), media tanam organik memiliki kelebihan secara fungsional karena memiliki pori makro dan mikro yang berimbang, menghasilkan sirkulasi udara yang cukup baik dan kemampuan menyerap air yang tinggi jika dibandingkan dengan media yang hanya berupa tanah tunggal.

Petani pada umumnya dalam upaya untuk mencegah kerusakan dan kehilangan hasil panen bawang merah selalu menggunakan bahan kimia, padahal banyak agen hayati yang dapat digunakan, contohnya jamur *Trichoderma* sp. dapat menjadi solusi ramah lingkungan untuk mengatasi masalah tersebut. Menurut Tiara et al. (2021), pemberian *Trichoderma* sp. mampu memperbaiki struktur tanah serta menyediakan tambahan unsur hara bagi tanaman inang sehingga berdampak positif terhadap pertumbuhan bawang merah. Maintang dan Warda (2021) menambahkan bahwa *Trichoderma* sp. juga dapat menekan perkembangan penyakit

moler pada tanaman bawang merah akibat serangan patogen *Fusarium*. Keberadaan *Trichoderma* sp. mampu mempercepat dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan hara khususnya nitrogen dan fosfor serta memperbaiki keseimbangan mikroba tanah (Amira et al., 2023). *Trichoderma* sp. mampu mempercepat dekomposisi bahan organik melalui produksi enzim ekstraseluler yang berfungsi menguraikan senyawa organik kompleks menjadi lebih sederhana sehingga menjadi tersedia bagi tanaman (Ziliwu dan Lase, 2025). Namun sejauh ini, interaksi spesifik antara proporsi media dan *Trichoderma* sp. dalam mempengaruhi hasil panen bawang merah masih terbatas. Melalui penelitian ini, diharapkan mampu memberikan informasi baru mengenai perlakuan dengan kombinasi terbaik yang dapat memacu produktivitas serta kualitas hasil bawang merah.

2. BAHAN DAN METODE

Kegiatan ini berlangsung dari tanggal 26 Juli hingga 4 Oktober 2025, yang bertempat di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan pada penelitian ini meliputi bibit bawang merah Bima Brebes, *Trichoderma* sp. (Bio Sigma Plus 10^7 cfu/g), serta media tanah, arang sekam, pupuk kandang kambing, dan pasir. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor (3×4) dengan ulangan sebanyak tiga kali. Faktor pertama komposisi media tanam (C) yaitu C1 (tanah, pasir dan arang sekam, 1:1:1), C2 (tanah, pasir dan pupuk kandang kambing, 1:1:1), dan C3 (tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing, 2:1:1). Komposisi media tanam tersebut berdasarkan volume. Faktor kedua dosis *Trichoderma* sp. (D) yaitu D0 (0 g), D1 (7,5 g), D2 (15 g), dan D3 (22,5 g) per tanaman. Secara keseluruhan berjumlah 36 satuan percobaan, dengan tiga tanaman pada setiap satuan percobaan. Data hasil pengamatan diuji asumsinya melalui uji Bartlett dan uji Tukey. Apabila memenuhi syarat, dilakukan analisis ragam (ANOVA) dan jika terdapat pengaruh nyata pada perlakuan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan menyiapkan media tanam yang telah dicampur berdasarkan perlakuan komposisi medianya, kemudian diisikan ke dalam polibag berukuran 25 cm x 35 cm. *Trichoderma* sp. diaplikasikan sekali dengan cara dicampurkan secara merata pada media tanam pada saat proses persiapan media. *Trichoderma* sp. yang digunakan berbentuk bubuk siap pakai produk Bio Sigma Plus *Trichoderma* dengan kandungan koloni *Trichoderma* sp. maksimal 10^7 cfu/g yang diproduksi oleh PT. Global Manteb Lestari dengan Nomor Izin Pendaftaran 03.03.2024.426 serta *Trichoderma* sp. tersebut kemudian dilakukan uji tumbuh terlebih dahulu secara mandiri di Lab Proteksi Tanaman FP Unila pada media PDA untuk mengetahui keaktifan *Trichoderma* sp. tersebut. Hasil dari uji tersebut diperoleh koloni *Trichoderma* sp. berwarna hijau kusam pada media PDA yang mengindikasikan masih aktif.

Ujung umbi bawang merah dipotong sepertiga bagian untuk mempercepat pertunasan, lalu ditanam dengan kedalaman 5 cm. Penyiraman dua kali dalam sehari dengan volume 700 ml dan penyiangan gulma secara mekanik. Pemupukan menggunakan NPK (16:16:16) dosis 1,4 g/tanaman pada 7 HST (50% dosis dari anjuran Balitbangtan tahun 2021). Dalam praktik budidaya bawang merah secara komersial, penggunaan pupuk NPK dengan dosis penuh diperlukan untuk mencapai produktivitas optimal. Namun demikian, pada penelitian ini pupuk NPK hanya diberikan sebesar 50% dari dosis anjuran dengan tujuan agar efek perlakuan yang diuji dapat teramati secara optimal tanpa tertutupi oleh pengaruh dominan pemupukan NPK. Pengendalian hama dilakukan secara manual, sedangkan penyakit moler dikendalikan menggunakan asap cair dengan konsentrasi 4% setiap tiga hari. Bawang merah dipanen ketika telah berumur 70 HST. Variabel utama terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan (2 - 8 MST), jumlah umbi, diameter umbi terbesar, bobot umbi terbesar, bobot umbi

basah, bobot umbi kering udara (7 hari dihindarkan pada suhu ruang), serta bobot basah akar. Variabel pendukung meliputi kadar keasaman media tanam (pH) dan intensitas serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada skala serangan 1 - 5.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa komposisi media tanam memberikan pengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, bobot umbi basah, diameter umbi terbesar, bobot umbi terbesar, bobot umbi kering udara dan bobot akar basah. Penggunaan dosis *Trichoderma* sp. tidak menunjukkan pengaruh nyata pada semua parameter kecuali peningkatan pH media tanam pada bulan kedua. Komposisi media tanam dan dosis *Trichoderma* sp. tidak menunjukkan interaksi antara kedua perlakuan terhadap semua parameter pengamatan.

Komposisi media tanam yang digunakan sangat menentukan pertumbuhan dan umbi bawang merah yang dihasilkan. Pengaruh perlakuan terlihat pada pertumbuhan vegetatif, (tinggi tanaman dan jumlah daun), serta parameter hasil meliputi bobot umbi (basah, kering udara maupun yang terbesar), diameter umbi terbesar, serta bobot akar basah. Hal ini dikarenakan komposisi media yang digunakan sanggup menjamin ketersediaan nutrisi yang seimbang sehingga memicu produktivitas tanaman secara maksimal. Sejalan dengan pernyataan Widhiyanto et al. (2025), keberhasilan budidaya sangat ditentukan oleh jenis dan komposisi media tanam yang digunakan karena berfungsi sebagai tempat akar menyerap unsur hara yang diperlukan tanaman. Melalui media yang ideal, kebutuhan unsur hara dan air dapat terpenuhi secara seimbang sehingga dapat memicu pertumbuhan secara optimal.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh penggunaan komposisi media tanam dan *Trichoderma* sp. terhadap tanaman bawang merah

Parameter Pengamatan	Komposisi Media Tanam (C)	Dosis <i>Trichoderma</i> (D)	Interaksi (C x D)	KK
Tinggi tanaman (cm)	34,74*	0,34 ^{tn}	1,72 ^{tn}	6,90
Jumlah daun (helai)	12,98*	1,79 ^{tn}	0,80 ^{tn}	16,01
Jumlah anakan	2,89 ^{tn}	2,81 ^{tn}	0,88 ^{tn}	18,91
Bobot basah umbi (g)	13,80*	0,68 ^{tn}	0,32 ^{tn}	30,93
Jumlah umbi	0,81 ^{tn}	0,73 ^{tn}	1,31 ^{tn}	25,05
Diameter umbi terbesar (cm)	6,58*	0,50 ^{tn}	0,24 ^{tn}	17,54
Bobot umbi terbesar (g)	17,48*	0,13 ^{tn}	0,66 ^{tn}	22,13
Bobot kering udara umbi (g)	11,47*	1,03 ^{tn}	0,39 ^{tn}	37,77
Bobot basah akar (g)	19,24*	0,78 ^{tn}	0,25 ^{tn}	24,15
Kadar keasaman (pH) Bulan Ke-1	0,53 ^{tn}	0,56 ^{tn}	0,33 ^{tn}	2,78
Kadar keasaman (pH) Bulan Ke-2	2,50 ^{tn}	24,24*	0,91 ^{tn}	0,78

Keterangan: tn (berpengaruh tidak nyata), * (berpengaruh nyata), KK (koefisien keragaman).

Media tanam yang mengandung pupuk kandang kambing terlihat lebih unggul dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk kandang kambing baik saat dikombinasikan dengan arang sekam maupun pasir. Pupuk kandang kambing dapat memperbaiki sifat fisik dan kandungan hara di dalam tanah melalui proses dekomposisi bahan organik yang dilakukan mikroorganisme. Pemberian pupuk kandang kambing mampu meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang akan mempengaruhi tingkat kesuburan tanah (Al-Jauhary dan Munir, 2025). Kombinasi arang sekam dan pasir menyediakan pori makro untuk aerasi, sementara pupuk kandang menjamin ketersediaan hara di zona rizosfer yang ideal bagi sistem akar serabut bawang merah. Hidayat dan Sumarni (2005) menyatakan bahwa secara umum bawang merah membutuhkan media tanam dengan struktur remah, tekstur sedang hingga kasar, memiliki pori-pori tanah yang baik untuk aliran air dan udara, serta menyediakan unsur hara secara lengkap.

Tinggi Tanaman

Berdasarkan uji lanjut pada variabel tinggi tanaman hasilnya tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan media tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing (C3) dan tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2), namun menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan media tanah, pasir dan arang sekam (C1) (Tabel 2).

Bertambahnya tinggi tanaman ini tidak terlepas dari peran nitrogen dalam pupuk kandang kambing. Menurut Ramadhan *et al.* (2024), pupuk kandang kambing mengandung nitrogen sebesar 3,60%. Pupuk kandang kambing adalah pupuk organik yang mengandung N, P, dan K yang cukup untuk pertumbuhan sebagian besar tanaman serta kandungan N lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa pupuk organik (Wuta dan Nyamugafata, 2012). Pasokan nitrogen tersebut terbukti mampu memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman terutama saat memasuki fase pertumbuhan vegetatif. Sejalan dengan penelitian Anitasari *et al.* (2020), perlakuan dengan pupuk kandang kambing memberikan hasil signifikan dengan peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 23,57% dan hasilnya lebih baik dari perlakuan kontrol (tanah, arang sekam, dan kompos). Menurut Purba *et al.* (2021), nitrogen memiliki peran besar pada proses pembentukan asam amino, klorofil, enzim yang berfungsi dalam pembelahan sel pada tanaman, pembentukan jaringan tanaman dan organ-organ dari tanaman sehingga proses tumbuh kembang tanaman dapat berjalan secara optimal.

Jumlah Daun

Berdasarkan uji lanjut pada variabel jumlah daun hasilnya tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan media tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing (C3) dan tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2), namun menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan media tanah, pasir dan arang sekam (C1) (Tabel 2).

Kandungan nitrogen pada perlakuan pupuk kandang kambing lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan arang sekam. Menurut Ulyani (2025), pupuk kandang kambing mengandung nitrogen 2,60%, sementara arang sekam hanya 0,32%. Nitrogen yang terkandung dalam pupuk kandang kambing tersebut tidak hanya memacu pertumbuhan batang tetapi juga peningkatan jumlah daun. Jumlah daun yang semakin banyak akan meningkatkan fotosintesis daun berkontribusi besar terhadap pasokan asimilat dan pembentukan hasil tanaman (Guo *et al.* 2026). Daun berfungsi sebagai tempat sintesis makanan yang mendukung fase pertumbuhan tanaman, sekaligus sumber cadangan energi yang kemudian akan menjadi umbi. Sejalan dengan penelitian Saskia *et al.* (2024), penambahan pupuk kandang kambing 30 t/ha efektif meningkatkan jumlah daun bawang merah hingga 21,29 helai berkat ketersediaan nitrogen yang tinggi.

Tabel 2. Hasil uji lanjut pengaruh perbedaan komposisi media tanam pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun

Perlakuan	Parameter Pengamatan	
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
C1: Tanah, pasir dan arang sekam	36,06 b	22,36 b
C2: Tanah, pasir dan pupuk kandang kambing	43,65 a	29,44 a
C3: Tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing	45,21 a	30,97 a
BNT 5%	2,43	3,41

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Jumlah Anakan dan Jumlah Umbi

Berdasarkan analisis ragam pada variabel jumlah anakan dan jumlah umbi tidak terdapat adanya pengaruh perbedaan media tanam maupun *Trichoderma* sp. Jumlah anakan berkorelasi langsung dengan jumlah umbi yang dihasilkan karena setiap anakan akan membentuk umbi. Rerata jumlah total anakan yang dihasilkan sebesar 6,4 anakan dengan kisaran tertinggi 8,89 anakan pada perlakuan media dengan komposisi tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing dan *Trichoderma* sp. 7,5 g (C3D1), sedangkan jumlah anakan paling rendah ditunjukkan perlakuan komposisi media tanah, pasir dan pupuk kandang kambing dan *Trichoderma* sp. 22,5 g (C2D3) sebanyak 5,11 anakan. Sementara itu, rerata jumlah total umbi yang dihasilkan sebesar 6,41 umbi dengan kisaran tertinggi 8,89 umbi pada perlakuan media dengan komposisi tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing dan *Trichoderma* sp. 7,5 g (C3D1), sedangkan jumlah umbi paling rendah ditunjukkan perlakuan komposisi media tanah, pasir dan pupuk kandang kambing dan *Trichoderma* sp. 7,5 g (C2D1) sebanyak 5,22 umbi.

Hasil ini menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut kemungkinan tidak menjadi penentu dalam pembentukan anakan dan umbi. Kurangnya pengaruh yang signifikan bisa diakibatkan oleh varietas bawang merah yang kurang responsif terhadap stimulasi eksternal sehingga efek dari perlakuan tidak dapat terlihat (Akib et al., 2021). Jumlah anakan dan umbi yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh faktor genetik varietas yang ditanam. Data deskripsi bawang merah varietas Bima Brebes berdasarkan Kepmentan tahun 1984 menunjukkan bahwa jumlah anakan bawang merah berkisar 7 – 10 per rumpun. Data ini masih sesuai dengan jumlah umbi dan anakan yang dihasilkan yaitu rata-rata 7 – 8 per rumpun. Hal ini diperkuat oleh Sitepu dan Refnizuida (2023) yang menyatakan bahwa jumlah anakan pada bawang merah lebih banyak ditentukan oleh keturunan (genetik) varietasnya daripada oleh kondisi eksternal (lingkungan). Banyaknya jumlah anakan dan umbi yang terbentuk dipengaruhi oleh kemampuan varietas tersebut untuk merespons perlakuan dan bertahan dalam kondisi lingkungan di sekitarnya.

Bobot Umbi Terbesar dan Diameter Umbi Terbesar

Berdasarkan uji lanjut pada variabel bobot umbi terbesar menunjukkan bahwa terdapat hasil yang berbeda pada setiap komposisi media tanam. Media tanam dengan komposisi tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2) menunjukkan bobot paling tinggi, sedangkan media tanam dengan komposisi tanah, pasir dan arang sekam (C1) menunjukkan bobot paling rendah (Tabel 3). Hasil uji lanjut pada variabel diameter umbi terbesar hasilnya tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan media tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing (C3) dan tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2), namun menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan media tanah, pasir dan arang sekam (C1) (Tabel 3).

Perbedaan komposisi media tanam yang digunakan secara visual menghasilkan tampilan fisik umbi yang berbeda (Gambar 1). Umbi bawang merah pada perlakuan C1 dan C2 berbentuk bulat, akan tetapi pada C2 sedikit lebih besar, sedangkan perlakuan C3 berbentuk lonjong besar. Namun, terkait hal tersebut saat ini penelitian tentang pengaruh media tanam terhadap bentuk visual umbi bawang merah belum banyak dibahas secara spesifik.

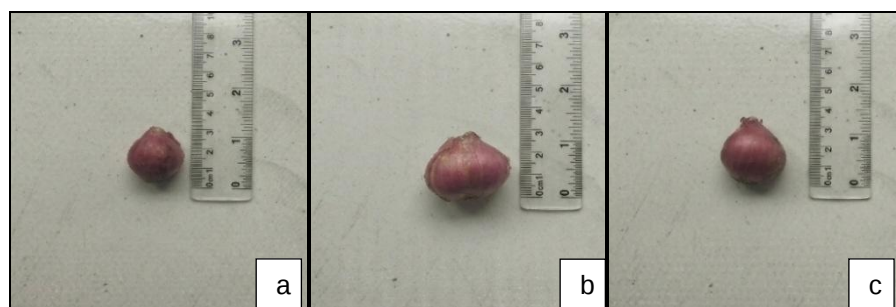
Peningkatan hasil bobot umbi terbesar dan diameter umbi terbesar bawang merah diduga terjadi karena sumber unsur esensial yang tersedia di dalam pupuk kandang kambing mampu menyediakan sumber unsurhara bagi tanaman. Kandungan hara pada pupuk kandang kambing dapat mengoptimalkan pembentukan dan peningkatan bobot umbi. Menurut Washaya dan Washaya (2023), di dalam pupuk kandang kambing terkandung unsur hara kalium sebesar 3,69%. Kandungan kalium tersebut efektif dalam menunjang peningkatan produktivitas bawang merah. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Danial et al. (2024), kandungan

unsur hara pada perlakuan pupuk kandang kambing 30 kg/ha mampu meningkatkan produksi tanaman bawang merah seperti bobot basah dan kering umbi, diameter umbi, dan bobot umbi per petak.

Tabel 3. Hasil uji lanjut pengaruh perbedaan komposisi media tanam pada parameter bobot umbi terbesar dan diameter umbi terbesar

Perlakuan	Parameter Pengamatan	
	Bobot Umbi Terbesar (g)	Diameter Umbi Terbesar (cm)
C1: Tanah, pasir dan arang sekam	4,59 c	1,81 b
C2: Tanah, pasir dan pupuk kandang kambing	7,92 a	2,35 a
C3: Tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing	6,16 b	2,17 a
BNT 5%	1,17	0,31

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.



Gambar 1. Tampilan umbi pada setiap media tanam: (a) umbi media tanam C1, (b) umbi media tanam C2, dan (c) umbi media tanam C3.

Bobot Umbi Basah

Berdasarkan uji lanjut pada variabel bobot umbi basah hasilnya tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan media tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing (C3) dan tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2), namun menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan media tanah, pasir dan arang sekam (C1) (Tabel 4).

Tinggi rendahnya produktivitas tanaman bawang merah berkaitan dengan massa umbi yang diperoleh, baik pada bobot basah maupun bobot kering dari umbinya. Hasil konversi bobot umbi ke skala hektar menunjukkan angka tertinggi pada 4,731 ton/ha. Namun, perolehan ini mengindikasikan jika produktivitas di lapangan masih jauh di bawah standar potensi maksimal yang dapat diperoleh sebesar 9,9 ton/ha. Kandungan unsur nitrogen, fosfor, dan kalium pada pupuk kandang kambing lebih terbatas jika dibandingkan dengan kadar nutrisi yang terdapat dalam pupuk kimia. Berdasarkan penelitian Suwandi *et al.* (2015), kombinasi antara 2,5 t/ha pupuk Petroganik dengan 500 kg/ha NPK Phonska mampu menghasilkan bobot umbi segar tertinggi pada varietas Bima mencapai 29,20 t/ha. Hasil ini menegaskan jika penggunaan pupuk organik perlu ditambahkan dengan pupuk kimia anorganik untuk mamacu tanaman mencapai kapasitas produksi yang maksimal.

Bobot Umbi Kering Udara

Berdasarkan uji lanjut pada variabel bobot umbi kering udara menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap komposisi media tanam. Media tanam dengan komposisi tanah, pasir dan

pupuk kandang kambing (C2) menunjukkan bobot paling tinggi, sedangkan media tanam dengan komposisi tanah, pasir dan arang sekam (C1) menunjukkan bobot paling rendah (Tabel 4).

Tinggi rendahnya hasil umbi berhubungan dengan tingkat serapan unsur hara selama fase pertumbuhan. Bobot kering umbi ditentukan berdasarkan penyusutan bobot, yaitu selisih antara bobot basah dan bobot kering udara setelah dihindarkan selama 7 hari. Penyusutan bobot umbi dipengaruhi oleh ketersediaan air yang diserap selama proses fotosintesis, jika fotosintesis terhambat maka akumulasi bobot kering umbi tidak akan mencapai hasil maksimal. Iswidayani dan Sulhaswardi (2022) menyatakan bahwa bobot kering umbi menunjukkan banyaknya bahan kering yang terkumpul sepanjang pertumbuhan dan hampir 90% bahan kering tanaman merupakan produk dari proses fotosintesis. Berat kering tanaman mencerminkan seberapa efisien proses fisiologi tanaman berjalan sehingga penyusutan bobot umbi yang tinggi mengindikasikan bahwa semakin banyak kandungan air pada umbi tersebut dan akan mudah membusuk.

Bobot Basah Akar

Hasil uji lanjut pada variabel bobot basah akar hasilnya tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan media tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing (C3) dan tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2), namun menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan media tanah, pasir dan arang sekam (C1) (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil uji lanjut pengaruh perbedaan komposisi media tanam pada parameter bobot umbi basah, bobot umbi kering udara dan bobot akar basah

Perlakuan	Parameter Pengamatan		
	Bobot Umbi Basah (g)	Bobot Umbi Kering Udara (g)	Bobot Akar Basah (g)
C1: Tanah, pasir dan arang sekam	15,92 c	11,09 c	4,48 b
C2: Tanah, pasir dan pupuk kandang kambing	31,54 a	24,27 a	7,35 a
C3: Tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing	29,64 b	18,25 b	8,51 a
BNT 5%	6,73	5,71	1,39

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Bobot akar pada dasarnya mencerminkan seberapa luas jangkauan sistem perakaran di dalam media tanam, semakin luas sebaran akar maka dapat menyerap lebih banyak nutrisi dari tanah. Perlakuan yang menghasilkan bobot akar tinggi biasanya akan menunjukkan perkembangan organ vegetatif yang jauh lebih optimal. Sulistiyowati et al. (2025) menjelaskan bahwa sistem perakaran yang berkembang luas maka kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah akan semakin tinggi. Akar yang lebih luas memberikan luas permukaan yang lebih besar untuk menyerap unsur hara dan air yang jauh lebih banyak sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman dapat optimal. Komposisi media tanam dengan pori-pori makro tinggi dengan adanya pasir dan arang sekam pada penelitian ini mampu menciptakan lingkungan perakaran yang optimal yang mempengaruhi bobot basah akar yang dihasilkan. Menurut Hanafiah (2010), tingkat porositas tanah secara langsung memfasilitasi penetrasi akar dan meningkatkan sirkulasi udara dan air di dalamnya.

Kadar Keasaman Media Tanam (pH)

Berdasarkan analisis ragam pada variabel pH media tanam bulan pertama tidak terdapat adanya pengaruh pada perbedaan media tanam, *Trichoderma* sp. maupun interaksi keduanya. Rerata pH total yang diperoleh pada bulan pertama sebesar 6,04 dengan kisaran tertinggi 6,13 pada perlakuan media dengan komposisi tanah, pasir dan arang sekam dan *Trichoderma* sp. 7,5 g (C1D2), sedangkan nilai pH terendah ditunjukkan perlakuan komposisi media tanah, pasir dan pupuk kandang kambing dan *Trichoderma* sp. 15 g (C2D2) dengan pH 5,93.

Hasil uji lanjut pada variabel kadar keasaman media tanam (pH) hasilnya tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan dosis *Trichoderma* sp. (7,5 g), (15 g), dan (22,5 g), tetapi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0 g *Trichoderma* sp. (kontrol) (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil uji lanjut pengaruh perbedaan dosis *Trichoderma* sp. pada parameter pH media tanam bulan kedua

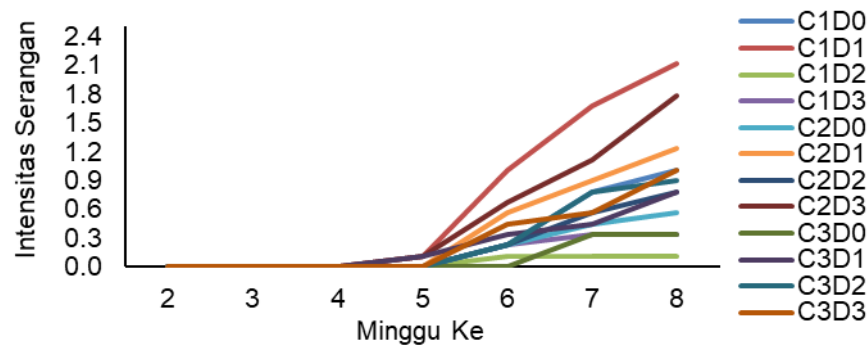
Perlakuan	Parameter Pengamatan
	Kadar Keasaman Media Tanam (pH) Bulan Kedua
D0: Dosis 0 g	6,050 b
D1: Dosis 7,5 g	6,170 a
D2: Dosis 15 g	6,200 a
D3: Dosis 22,5 g	6,230 a
BNT 5%	0,047

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Pada bulan pertama pH media tanam terendah diperoleh 5,93 dan tertinggi 6,13. Nilai pH tersebut masih sesuai dengan persyaratan tumbuh bawang merah sehingga tidak berpengaruh pada pertumbuhan. Hal ini didukung oleh Nanda *et al.* (2022) bahwa bawang merah dapat tumbuh optimal pada tingkat keasaman (pH) media tumbuh di kisaran 5,5 sampai 6,8. Pada rentang pH tersebut ketersediaan unsur hara berada dalam kondisi yang ideal untuk mencukupi kebutuhan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Pada bulan kedua meskipun rerata pH media tanam yang diperoleh berbeda pada perlakuan *Trichoderma* sp. namun masih sesuai dengan kebutuhan pH bawang merah. Kadar pH berperan menentukan praktis tidaknya unsur-unsur hara yang dapat diserap oleh tumbuhan. Pada bulan kedua *Trichoderma* sp. sudah aktif menguraikan bahan organik secara intensif. Menurut Hanafiah (2009), meningkatnya nilai pH disebabkan oleh peran *Trichoderma* sp. yang membantu proses perombakan bahan organik di dalam media tanam. Melalui reaksi antara asam organik hasil dekomposisi dengan ion pengikat seperti Fe^{3+} dan Al^{3+} , fiksasi fosfat dapat berkurang sehingga unsur tersebut siap diserap oleh akar tanaman. Proses ini juga berperan dalam menyeimbangkan derajat keasaman tanah (pH) menuju kondisi netral.

Serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Hasil pengamatan variabel intensitas serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) menunjukkan tanaman bawang merah terkena serangan penyakit *moler* (Gambar 2). Intensitas serangan *moler* dihitung menggunakan skala skor 1 hingga 5 dengan rincian (sangat ringan - sangat berat). Pada perlakuan media tanah, pasir dan arang sekam dan *Trichoderma* sp. 7,5 g (C1D1) menunjukkan intensitas serangan *moler* tertinggi dan mencapai puncak dengan skor 2,1 pada 8 MST. Perlakuan Tanah, pasir dan arang sekam dan *Trichoderma* sp. 15 g (C1D2) menunjukkan kemampuan terbaik dalam menekan serangan *moler* pada 6 – 8 MST dengan skor 0,1.



Gambar 2. Grafik intensitas serangan *moler* pada masing-masing perlakuan komposisi media tanam dan dosis *Trichoderma* sp.

Perlakuan beberapa dosis *Trichoderma* sp. ternyata tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap tingkat serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), terutama pada kasus penyakit moler. Kondisi ini diduga disebabkan oleh rendahnya nutrisi pada media tanam, sehingga ketersediaan substrat yang dibutuhkan untuk mendukung perkembangan *Trichoderma* sp. menjadi terbatas. Bahan organik yang digunakan meskipun memiliki unsur hara lengkap namun kandungannya masih rendah sehingga *Trichoderma* sp. tidak dapat berkolonisasi dengan baik dan mengurangi efektivitasnya dalam mengendalikan patogen. Kondisi hara rendah memicu kompetisi nutrisi antara *Trichoderma* sp. dan tanaman. Berdasarkan penelitian Asih (2022), kandungan bahan organik terutama C-organik dan C/N rasio yang rendah memicu penurunan populasi bakteri di area perakaran (rizosfer) dan membuat tanaman menjadi lebih rentan sehingga tingkat keparahan penyakit moler cenderung meningkat.

Penggunaan pasir diduga ikut berperan dalam mengatur pola distribusi penyakit di area perakaran serta memengaruhi tingkat ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Kondisi tersebut dipicu oleh terbatasnya ruang bagi *Trichoderma* sp. untuk berkembang serta minimnya ketersediaan asupan nutrisi yang dibutuhkan. Menurut Rachman et al. (2020), *Trichoderma* sp. belum bisa bekerja secara maksimal sebagai pemacu pertumbuhan karena jumlah koloninya di wilayah rizosfer masih terlalu sedikit. Kurangnya populasi *Trichoderma* sp. diduga tidak dapat mencegah berkembangnya cendawan yang menginfeksi penyebab penyakit moler. Efektivitas *Trichoderma* sp. sebagai biokontrol dipengaruhi oleh jumlah populasinya, karena kolonisasi daerah perakaran yang ekstensif akan mampu menginduksi resistensi sistemik tanaman inang melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, dan mikoparasitisme. Menurut Mau et al. (2022) peningkatan jumlah dan kerapatan spora *Trichoderma* sp dalam koloni akan memperkuat kapasitasnya untuk bersaing memperebutkan nutrisi dan ruang dengan patogen, serta menghasilkan metabolit sekunder yang menghambat pertumbuhan patogen. Penyakit moler umumnya berasosiasi dengan tanah berpasir karena menciptakan lingkungan ideal bagi perkembangan dan infeksi cendawan tersebut. Sejalan dengan penelitian Sheng et al. (2020), Tanah lempung berpasir cenderung menjadi habitat yang lebih mendukung bagi perkembangan dan keberagaman cendawan *F. oxysporum* dibandingkan dengan media tanah lempung biasa.

4. KESIMPULAN

Perlakuan komposisi media tanah, pasir dan pupuk kandang kambing (C2) dan tanah, arang sekam dan pupuk kandang kambing (C3) mampu memberikan peningkatan hasil tinggi tanaman, jumlah daun, bobot umbi basah, diameter umbi terbesar, dan bobot basah akar bawang merah. Perlakuan media tanam dengan komposisi tanah, pasir dan pupuk kandang

kambing (C2) menunjukkan hasil paling tinggi terhadap bobot umbi terbesar dan bobot umbi kering udara. Penggunaan beberapa dosis *Trichoderma* sp. tidak menunjukkan pengaruh nyata pada semua parameter kecuali peningkatan pH media tanam pada bulan kedua. Perlakuan komposisi media tanam dengan dosis *Trichoderma* sp. tidak menunjukkan adanya interaksi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akib, M., Antonius, S., Kuswinanti, T., Kumala Dewi, T., dan Sutisna, E. (2021). Application of biocompost enriched with arbuscular mycorrhizae for the growth of *Allium cepa* L. *Biosciences and Plant Biology*, 8(12), 9-16.
- Al Jauhary, M. R., dan Munir, M. (2025). Biopore Infiltration Holes with Organic Fertilizer for Enhancing Soil Nutrients and Coffee Production in Acidic Clay Soils. *JTSL (Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan)*, 12(1), 45-55.
- Amira, L., Supriyanto, S., dan 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.
- Anitasari, E., Prihastanti, E. dan Arianto, F. (2020). Pengaruh radiasi plasma dan pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan bawang merah varietas bima brebes. *BioLink: Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 6(2): 114–125.
- Asih, D. N. S. (2022). Dinamika agroekosistem penyakit Moler (*Fusarium oxysporum* F. Sp. *Cepae*) bawang merah di sentra produksi Kabupaten Brebes. *Doctoral dissertation*, IPB University.
- Augustien, N., dan Suhardjono, H. (2023). *Fisiologi Media Tanam Berbasis Limbah Organik*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo. 87 hlm.
- Danial, E., Dewi, N., dan Pranata, S. (2024). Pemberian Pupuk Kandang Kambing Dan Pupuk NPK Majemuk Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Bawang Merah Varietas Tajuk (*Allium Ascalonicum* L.). *Lansium*, 5(2), 23-34.
- Dewi, T., Martono, E. dan Hanudin, E. (2023). The shallot growth and yield from true shallot seed using biochar, compost, and organic pesticide in wanasari, brebes regency. *Jurnal Pangan*, 32(1): 41–52.
- Guo, C., Wang, Y., Bao, X., Fan, H., Sun, Y., He, W., Bai, C., Cui, F., C, Bai., Li, X., dan Zhao, C. (2026). Coupling photosynthetic physiology and C4 enzyme regulation enhances grain yield in no-tillage intercropped maize in an irrigated oasis region. *Frontiers in Plant Science*, 17, 1780528.
- Hanafiah, A. S., Sabrina, T. dan Guchi, H. (2009). *Biologi dan Ekologi Tanah*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 496 hlm.
- Hanafiah, K. A. (2010). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hlm.
- Hidayat, A. dan Sumarni, N. (2005). *Budidaya Bawang Merah*. Balitsa. Bandung. 22 hlm.
- Iswidayani, O., dan Sulhaswardi, S. (2022). Aplikasi biochar sekam padi dan pupuk KCl terhadap pertumbuhan serta produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di tanah gambut. *Jurnal Agroteknologi, Agribisnis, dan Akuakultur*, 2(2), 107-119.
- Kementrian Pertanian. 2024. *Statistik Pertanian (2024)*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta. 378 hlm.
- Marzuki, M. I., dan Assad, W. (2021). Pengaruh aplikasi *Trichoderma* sp terhadap hasil dan penekanan penyakit moler pada tanaman bawang merah di lahan kering pada musim penghujan. *J Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 24(1), 1-11.

- Mau, Y. S., Prayetno, R. S., Kaka, H., Naat, K. D., Henuk, J. B. D., Hahuly, M. V., Widinugraheni, S., dan Gandut, Y. R. Y. (2022). Efficacy of indigenous *Trichoderma* isolates of West Timor, Indonesia, as biocontrol agents of brown spot (*Drechslera oryzae*) on two upland rice varieties. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(62), 1-10.
- Nainggolan, L. P., dan Ginting, I. J. (2023). Sosialisasi “Media Tanam Yang Baik Bagi Tanaman” Kepada Warga Desa Perumnas Simalingkar Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang. *Abdi Parahita*, 2(1), 63-86.
- Nanda, A., Sari, I., dan Yusuf, E. Y. (2022). Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (*Allium Cepa* L) Dengan Pemberian Mikroorganisme Lokal (Mol) Feses Walet Pada Media Gambut. *Jurnal Agro Indragiri*, 7(1), 22-34.
- Purba, T., Ningsih, H., Junaedi, P.A.S., Junairiah, B.G., Firgiyanto, R. dan Arsi. (2021). *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Yayasan Kita Menulis. Medan. 178 hlm.
- Rachman, N. R., dan Manan, A. (2020). Uji kemempnan isolat *Trichoderma* sp. terhadap nematoda puru akar tomat. *Jurnal Agro Wiralodra*, 3(2), 52-59.
- Ramadhan, G. S., Sulakhudin, S., dan Junaidi, J. (2024). Studi Ketersediaan Unsur Hara N, P, K dan Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Akibat Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Abu Boiler pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(3), 1031-1042.
- Rusdiyana, Nurwahyunani, A. dan Marianti, A. (2021). Analisis peran petani dalam konservasi lahan pertanian berbasis kearifan lokal. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1): 42–47.
- Saskia, N., Firnia, D., Utama, P. dan Sodik, A.H. (2024). Efektivitas rhizobakteria dan pupuk kotoran kambing pada pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 9(3): 215–226.
- Sheng, Y., Wang, H., Wang, M., Li, H., Xiang, L., Pan, F., dan Mao, Z. (2020). Effects of soil texture on the growth of young apple trees and soil microbial community structure under replanted conditions. *Horticultural plant journal*, 6(3), 123-131.
- Sitepu, S. M., dan Refnizuida, R. (2023). Peningkatan Produksi Bawang Merah (*Allium asclonicum* L.) Akibat Pemberian NPK Fermentasi Berbagai Jenis Limbah Tanaman. *Jurnal Agroplasma*, 10(1), 345-350.
- Sulistiyowati, R., Dwicaksono, P. F., dan Suyani, I. S. (2025). The Effect of Biochar Application on Soil Under Bamboo Stands on Nutrient Accumulation in the Plant Tissues of Mustard Greens (*Brassica juncea*). *Nabatia*, 13(1), 86-95.
- Suwandi, Sopha, G.A. dan Yufdy, M.P. (2015). Efektivitas Pengelolaan Pupuk Organik, NPK, dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah. *Jurnal Hortikultura*, 25(3): 208–221.
- Tiara, D., Tantawi, A. R., dan Mardiana, S. (2021). Penggunaan *Trichoderma* sp. Untuk Mengendalikan Busuk Umbi Pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 3(1): 64 - 75.
- Ulyani, D. (2025). Keberhasilan Tumbuh Bibit Vanili Dari Penyakit Busuk Batang Pada Berbagai Media Tanam Dan Aplikasi Asap Cair. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Washaya, S., dan Washaya, D. D. (2023). Benefits, concerns and prospects of using goat manure in sub-Saharan Africa. *Pastoralism*, 13(28), 1-13.
- Widhiyanto, B. R., Christie, C. D. Y., Kusuma, H. A. W., dan Lestari, N. A. (2025). Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan Sawi pakcoy (*Brassica Rapa* L). *Jurnal Integrasi Teknologi dan Inovasi*, 1(1), 64-70.

- Wuta, M., dan Nyamugafata, P. (2012). Management of cattle and goat manure in Wedza smallholder farming area, Zimbabwe. *African journal of agricultural Research*, 7(26), 3853-3859.
- Ziliwu, Y. M., dan Lase, N. K. (2025). Peran mikroorganisme dalam proses degradasi bahan organik. Hidroponik: *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 132-141.