



Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon

The Effect of Goat Manure and Mycorrhiza Fertilizer on the Growth and Production of Melon Plants

Endi Indra Paska Damanik & Angga Ade Sahfitra

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area pada Februari–Mei 2025 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dua faktor, yaitu dosis pupuk kandang kambing (0, 10, dan 20 ton/ha) dan konsentrasi mikoriza (0, 5, dan 10 g/tanaman), dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, luas daun, bobot buah per tanaman, dan tingkat kemanisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang kambing dan mikoriza berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon. Kombinasi perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang kambing dan 10 g/tanaman mikoriza menghasilkan tinggi tanaman, bobot buah, dan kadar gula tertinggi. Integrasi kedua bahan organik ini mampu meningkatkan efisiensi penyerapan hara, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan kualitas buah. Pendekatan ini berpotensi menjadi strategi budidaya ramah lingkungan dalam meningkatkan produktivitas melon secara berkelanjutan.

Kata kunci: Melon; Pupuk Kandang Kambing; Mikoriza; Pertumbuhan; Produksi.

Abstract

*This study aimed to determine the effect of goat manure and mycorrhiza on the growth and yield of melon plants (*Cucumis melo* L.). The research was conducted at the Experimental Field of the Faculty of Agriculture, Universitas Medan Area, from February to May 2025, using a completely randomized design (CRD) with a factorial arrangement of two factors: goat manure dosage (0, 10, and 20 tons/ha) and mycorrhiza concentration (0, 5, and 10 g/plant), with three replications. The observed parameters included plant height, leaf area, number of fruits, fruit weight per plant, and sweetness level. The results showed that the combination of goat manure and mycorrhiza significantly affected the growth and yield of melon plants. The treatment combination of 20 tons/ha goat manure and 10 g/plant mycorrhiza produced the highest plant height, fruit weight, and sugar content. The integration of these two organic inputs improved nutrient uptake efficiency, enhanced soil structure, and increased fruit quality. This approach has the potential to serve as an environmentally friendly cultivation strategy for sustainably increasing melon productivity.*

Keywords: Melon; Goat Manure; Mycorrhiza; Growth; Yield.

How to Cite: Damanik, E.I.P., & Sahfitra, A.E., (2026). Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 8(1): 36-48

*E-mail: endidamanik2104@gmail.com

ISSN 2722-0338 (Online)



PENDAHULUAN

Buah melon (*Cucumis melo* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi yang banyak digemari masyarakat, terutama karena cita rasanya yang manis, kandungan vitamin C yang relatif tinggi, serta kesegarannya. Produksi dan permintaan melon di Indonesia menunjukkan potensi yang besar, namun masih disertai tantangan dalam produktivitas dan keberlanjutan budidaya.

Berdasarkan data resmi dari Badan Pusat Statistik (BPS), publikasi Statistik Hortikultura 2024 menyajikan data produksi melon nasional yang cukup signifikan (Badan Pusat Statistik, 2025). Namun, dalam laporan lain disebutkan bahwa pada tahun 2023 luas tanam melon mencapai ± 7.039 ha dengan produksi ± 117.794 ton di Indonesia (Trubus, 2023). Angka ini menunjukkan bahwa meskipun potensinya besar, produktivitas per hektar masih dapat ditingkatkan.

Permintaan pasar terhadap melon terus meningkat seiring dengan konsumsi masyarakat yang semakin sadar akan aspek kesehatan dan kesegaran buah. Namun, di tingkat petani masih terdapat tantangan produktivitas yang berfluktuasi, yang salah satu sebabnya adalah ketergantungan pada pupuk anorganik secara berlebihan. Beberapa studi menunjukkan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus, tanpa diimbangi oleh bahan organik, dapat menurunkan kadar bahan organik dalam tanah dan merusak struktur serta keseimbangan mikroorganisme tanah (Andriani et al., 2023; UPM Repository, 2024; Rama Unimal, 2024).

Oleh karena itu, dalam rangka menerapkan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan, penggunaan bahan organik dan hayati menjadi solusi strategis. Salah satu sumber bahan organik yang potensial adalah pupuk kandang kambing. Pupuk kandang kambing memiliki kandungan unsur utama (N, P, K) dan unsur mikro yang relatif tinggi dibandingkan beberapa jenis pupuk kandang lainnya. Sebagai contoh, penelitian kuantitatif menunjukkan bahwa kotoran kambing mengandung unsur hara tinggi dan dapat meningkatkan sifat fisik, kimia, serta biologi tanah (JPML Journal, 2024). Penerapan pupuk kandang kambing terbukti meningkatkan ketersediaan unsur hara serta memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aerasi, mempercepat dekomposisi bahan organik, serta meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan kemampuan tanah dalam menahan air—khususnya pada lahan berpasir yang sering digunakan dalam budidaya melon (Pedontropika Untan, 2024). Dengan demikian, pupuk kandang kambing sangat cocok diintegrasikan dalam sistem budidaya melon di lahan kurang subur atau lahan berpasir guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan.

Mikoriza arbuskula (AMF) merupakan kelompok jamur tanah yang membentuk hubungan simbiosis mutualistik dengan sistem perakaran tanaman dan berperan penting dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, terutama fosfor (P), yang mobilitasnya rendah di dalam tanah. Melalui struktur hifa eksternal yang meluas dari akar, AMF mampu memperbesar volume tanah yang terjangkau akar, sehingga memperbaiki ketersediaan nutrisi dan air bagi tanaman (Smith & Read, 2008). Selain itu, AMF juga diketahui dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres abiotik seperti kekeringan, salinitas, dan defisiensi hara (Ruiz-Lozano et al., 2016). Pada tanaman hortikultura, mikoriza mampu memperbaiki efisiensi fotosintesis dan meningkatkan kualitas hasil, antara lain melalui peningkatan kadar gula, karotenoid, dan daya simpan buah (Arisma et al., 2024).

Meskipun sejumlah penelitian telah membuktikan manfaat pupuk kandang kambing dan mikoriza secara terpisah terhadap pertumbuhan tanaman melon, kajian yang meneliti efek sinergis antara keduanya masih terbatas. Beberapa studi terdahulu lebih berfokus pada salah satu faktor saja, seperti penggunaan pupuk organik untuk memperbaiki sifat kimia tanah (Dewi & Afrida, 2022) atau aplikasi mikoriza untuk meningkatkan kualitas buah (Hidayat et al., 2021), namun belum mengeksplorasi interaksi antara keduanya terhadap parameter pertumbuhan dan

hasil melon secara bersamaan. Selain itu, informasi mengenai kombinasi dosis optimal antara pupuk kandang kambing dan mikoriza pada kondisi agroklimat tropis lembap, seperti di Sumatera Utara—yang umumnya memiliki tanah dengan ketersediaan P rendah dan tingkat keasaman sedang—masih terbatas (Andriani et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.), serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik yang mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas buah secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, Medan, Sumatera Utara, pada bulan Februari hingga Mei 2025. Lokasi penelitian memiliki kondisi agroklimat tropis lembap dengan jenis tanah Inceptisol, yang umum digunakan untuk budidaya tanaman hortikultura di wilayah tersebut.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pupuk kandang kambing (K) yang terdiri atas tiga taraf, yaitu:

K_0 = tanpa pupuk kandang kambing (0 ton/ha),

K_1 = pupuk kandang kambing 10 ton/ha, dan

K_2 = pupuk kandang kambing 20 ton/ha.

Faktor kedua adalah dosis mikoriza (M) dengan tiga taraf, yaitu:

M_0 = tanpa mikoriza (0 g/tanaman),

M_1 = mikoriza 5 g/tanaman, dan

M_2 = mikoriza 10 g/tanaman.

Dengan demikian terdapat sembilan kombinasi perlakuan (3×3), dan masing-masing kombinasi diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh total 27 satuan percobaan.

Media tanam yang digunakan merupakan tanah lapisan atas (0–20 cm) yang telah diayak dan dihomogenkan. Pupuk kandang kambing diaplikasikan sesuai dosis perlakuan dua minggu sebelum tanam untuk memberikan waktu dekomposisi optimal (Maula, 2023). Mikoriza arbuskula diberikan pada saat tanam dengan cara menaburkannya langsung ke sekitar perakaran tanaman (Arisma et al., 2024).

Parameter yang diamati meliputi:

1. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh tertinggi setiap dua minggu sekali.
2. Luas daun (cm^2), dihitung menggunakan rumus panjang \times lebar daun \times koefisien koreksi (0,75) sesuai metode menurut Gardner et al. (1991).
3. Bobot buah per tanaman (kg), dihitung dari bobot total buah yang dipanen per tanaman.
4. Tingkat kemanisan ($^{\circ}\text{Brix}$), diukur menggunakan hand refractometer pada sari buah yang diambil dari bagian tengah buah setelah panen.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk menguji pengaruh faktor tunggal dan interaksi antar faktor (Steel & Torrie, 1993). Apabila hasil uji menunjukkan perbedaan nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Tabel 1. Rancangan Perlakuan

Perlakuan	Pupuk Kandang Kambing (ton/ha)	Mikoriza (g/tanaman)
KoMo	0	0
KoM1	0	5
KoM2	0	10
K1Mo	10	0
K1M1	10	5
K1M2	10	10
K2Mo	20	0
K2M1	20	5
K2M2	20	10

PROSEDUR PENELITIAN

Budidaya Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.)

Tanaman melon (*Cucumis melo* L.) termasuk dalam famili Cucurbitaceae yang memiliki morfologi khas berupa batang menjalar bersulur, daun lebar dan berlekuk, serta bunga jantan dan betina yang terpisah dalam satu tanaman (monoecious). Buah melon memiliki variasi bentuk, ukuran, aroma, dan warna kulit tergantung varietasnya. Umumnya, tanaman ini mencapai kematangan fisiologis dan siap panen dalam waktu 75–120 hari setelah tanam. Ciri-ciri kematangan buah antara lain perubahan warna kulit menjadi lebih cerah, munculnya aroma khas yang harum, serta suara nyaring ketika buah diketuk (Gonanra, 2023).

Pertumbuhan optimal tanaman melon terjadi pada kondisi iklim tropis dengan suhu udara berkisar antara 25–30 °C, kelembapan relatif 60–80%, serta intensitas cahaya penuh. Tanah yang sesuai untuk budidaya melon adalah tanah yang gembur, berpasir, kaya bahan organik, memiliki drainase baik, dan pH tanah netral (6,0–7,0) (Rukmana, 2018).

Pemupukan organik dengan pupuk kandang kambing terbukti sangat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil melon, terutama jika dikombinasikan dengan pupuk anorganik majemuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang kambing 45 ton/ha dengan NPK 300 kg/ha dapat meningkatkan luas daun, berat buah per tanaman, dan tingkat kemanisan buah melon secara signifikan (Nurjanah et al., 2020). Selain itu, aplikasi mikoriza arbuskula (AMF) juga memberikan pengaruh positif terhadap kualitas fisiologis tanaman melon. Inokulasi AMF dilaporkan mampu meningkatkan kadar gula dan karotenoid buah, memperbaiki mutu fisiologis benih, serta memperpanjang daya simpan buah baik di lapang maupun dalam kondisi rumah kaca (Prihantoro et al., 2023).

Dengan demikian, integrasi strategi budidaya berbasis pemahaman morfologi dan ekologi tanaman melon dengan suplementasi organik dan hayati seperti pupuk kandang kambing dan mikoriza merupakan pendekatan terpadu yang efektif untuk meningkatkan produktivitas, kualitas buah, serta mendukung keberlanjutan sistem budidaya melon secara ekologis.

Berikut cara budidaya tanaman melon:

1. Pembibitan

Tanaman melon yang sehat dan berproduksi optimal berasal dari biji yang sehat, kuat dan dirawat dengan baik terlebih dahulu. Benih yang baik adalah benih yang tidak mengapung di permukaan air.

2. Penyemaian Benih

Biji melon yang akan disemai, terlebih dahulu direndam dalam air selama satu malam atau 12 jam. Kemudian benih disemai kedalam baby bag yang berisi tanah yang sudah di gemburkan. Bibit disemai dalam posisi tegak dan ujung akar potensial menghadap ke bawah. Benih ditutup dengan tanah yang telah disiapkan, agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Untuk

merangsang perkecambahan benih dengan menciptakan suasana hangat, tutupi permukaan persemaian dengan karung goni basah. Jika kecambah sudah muncul di permukaan media semai (pada hari ke-3 atau ke-4), karung goni bisa dibuka.

3. Pengolahan Tanah

Pada umumnya pengolahan tanah untuk budidaya melon adalah dengan menggemburkan tanah sedalam 20 cm. Pemberian pupuk dasar pada tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kesuburan pada tanaman.

4. Penanaman

Penanaman tanaman melon dilakukan dengan cara pindah tanam yaitu mengeluarkan bibit dari persemaian dan langsung menanam di lubang tanam, terlebih dahulu memilih bibit yang baik, kemudian bibit dipindahkan ke lubang tanam. Setiap lubang tanam hanya berisi 1 tanaman dengan jarak tanam 50x60 cm.

5. Penyiraman

Hal pertama yang harus diperhatikan dalam perawatan adalah penyiraman. Penyiraman dilakukan interval dua kali sehari pada pagi dan sore hari saat tanam sampai memenuhi kriteria panen.

6. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit secara manual dilakukan dengan membunuh hama secara langsung dan membuang tanaman yang sakit serta menggunakan pestisida nabati atau pestisida kimia.

7. Pemupukan

Sebelum menanam tanaman melon, berikan terlebih dahulu pupuk dasar untuk kebutuhan nutrisi tanaman dan perbaiki struktur tanah. Pupuk yang biasa digunakan sebagai pupuk dasar tanaman melon NPK, dengan dosis setengah anjuran.

8. Panen

Biasanya tanaman melon memiliki masa panen sekitar 3 bulan setelah tanam. Pemanenan melon hanya dapat dilakukan apabila melon tersebut telah menunjukkan kriteria siap panen. Ciri ciri melon siap panen serat jala pada permukaan kulit tampak jelas dan kasa, permukaan kulit pada tangkai terlihat retak - retak, serta mengeluarkan bau atau aroma yang harum.

Pupuk Kandang Kambing

Pupuk kandang kambing merupakan salah satu sumber bahan organik yang efektif untuk memperbaiki kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan. Pupuk ini mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta unsur mikro yang berperan penting dalam proses fisiologis tanaman (Wartono, 2024). Selain itu, pupuk kandang kambing juga berkontribusi terhadap peningkatan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, antara lain memperbaiki struktur agregat, meningkatkan kapasitas menahan air, memperbaiki aerasi, serta menstimulasi aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik (Maula, 2023).

Meskipun kandungan hara makro dan mikro dalam pupuk kambing tidak selalu setinggi pupuk anorganik, pupuk ini memiliki efek residual yang relatif lama, sehingga mampu meningkatkan kualitas tanah dalam jangka panjang (Retno, 2024). Peningkatan porositas dan aerasi yang dihasilkan dari penggunaan pupuk ini juga membantu perakaran tanaman lebih berkembang secara optimal.

Sebagai contoh, penelitian oleh Peni et al. (2023) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing dalam bentuk cair (liquid organic fertilizer/LOF) dapat meningkatkan kadar N, P, dan K tanah, serta meningkatkan hasil tanaman tomat. Aplikasi dosis rendah (5-10

mL/tanaman) terbukti efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil buah tanpa menimbulkan akumulasi logam berat berbahaya di dalam tanah. Temuan ini mengindikasikan bahwa pupuk kandang kambing tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi, tetapi juga sebagai amelioran tanah yang memperbaiki lingkungan perakaran secara menyeluruh.

Tabel 2. Kandungan hara pada berbagai jenis pupuk kandang

Jenis Pupuk Kandang	Tekstur	Kadar Hara (%)			
		Nitrogen	Fosfor	Kalium	Air
Kuda	Padat	0,55	0,30	0,40	75
Sapi	Padat	0,40	0,20	0,10	85
Kambing	Padat	0,60	0,30	0,17	60
Ayam	Padat	1,00	0,80	0,40	55

Kotoran kambing memiliki kandungan unsur hara yang relatif lebih tinggi dibandingkan kotoran ternak lainnya. Secara umum, kotoran kambing mengandung nitrogen (N) dan asam fosfat (P_2O_5) yang lebih tinggi daripada kotoran sapi, sementara urinnya kaya akan nitrogen (N) dan kalium (K), yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif dan pembentukan buah (Wartono, 2024). Selain menjadi sumber hara makro, pupuk kandang kambing juga berfungsi sebagai pembenah tanah (soil conditioner) yang memperbaiki aerasi, struktur tanah, serta meningkatkan aktivitas biologi tanah.

Lebih jauh, pupuk kandang kambing diketahui mampu merangsang pertumbuhan mikroorganisme antagonis yang dapat menekan populasi nematoda parasit tanaman, sehingga menghasilkan tanaman yang lebih sehat dan tahan terhadap penyakit (Trivana et al., 2017). Mekanisme ini terjadi melalui peningkatan populasi mikroba antagonistik seperti *Trichoderma* spp. dan *Pseudomonas fluorescens*, yang berkompetisi dengan patogen dalam zona rhizosfer.

Hasil penelitian lintas negara menunjukkan bahwa pemanfaatan pupuk kandang sebagai bagian dari sistem produksi tanaman terpadu memberikan dampak positif terhadap produktivitas dan ketahanan tanah. Studi yang dilakukan di Etiopia dan Malawi oleh Washaya et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan berbagai bentuk pupuk berbasis pupuk kandang dapat meningkatkan kesuburan tanah, efisiensi pemupukan, dan ketahanan pangan petani. Temuan tersebut dapat menjadi acuan bagi negara-negara di kawasan Sub-Saharan Africa (SSA) maupun wilayah tropis lainnya, termasuk Indonesia, dalam mengembangkan sistem pertanian berkelanjutan berbasis sumber daya lokal.

Tabel 2. Kandungan hara pada berbagai jenis pupuk kandang

Negara	Tanaman yang Dibudidayakan	Jenis Pupuk Kandang	Tingkat Aplikasi	Peningkatan Hasil Tanaman (T/ha)	Referensi
Kenya	Jagung	Kambing	60 kg N/ha	4,1	Ndung'u dkk. (2021)
Zimbabwe	Kedelai	Ternak	14	1,18 vs 0,57	Zingore dan Giller (2012)
Nigeria	Semangka	Unggas	5	422,8 vs 245,2	Enujeke (2013)
Malawi	Singkong	Ternak	5	27,61 vs 21,90	Mathias dan Kabambe (2015)
Zambia	Singkong	Unggas	4,2	28,5 lawan 19,8	Biratu dkk. (2018)
Zimbabwe	Tomat	Kambing	10	2,7 kali lebih banyak dari kontrol	Chipomho dkk. (2018)

Kotoran kambing dan domba merupakan sumber daya organik potensial yang belum dimanfaatkan secara optimal, terutama di negara-negara berkembang. Dalam konteks pertanian

berkelanjutan, limbah peternakan memiliki nilai strategis sebagai sumber bahan organik dan nutrisi tanah yang dapat memperbaiki kualitas tanah serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik (Kumar et al., 2024). Namun, pada era modern, keberlanjutan industri peternakan sangat bergantung pada pengelolaan limbah yang ramah lingkungan, sementara dalam praktiknya, aspek ini seringkali kurang menjadi perhatian utama.

Pengelolaan kotoran ternak yang buruk diketahui sebagai salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca, khususnya nitrogen oksida (N_2O) dan metana (CH_4). Secara global, kotoran ternak merupakan sumber emisi nitrogen oksida terbesar keempat dan emisi metana terbesar kelima di sektor pertanian. Diperkirakan sekitar 78% nitrogen dari kotoran ternak hilang ke lingkungan dalam bentuk gas dan lindi, sehingga memberikan dampak berantai terhadap polusi udara, eutrofikasi perairan, serta degradasi tanah (Kumar et al., 2024).

Dari berbagai jenis ternak yang diteliti, kotoran kambing memiliki kandungan logam berat seperti tembaga (Cu), nikel (Ni), dan seng (Zn) paling rendah, sehingga relatif lebih aman terhadap risiko akumulasi logam berat di tanah dan tanaman (Lampinen et al., 2022). Meski demikian, dekomposisi alami kotoran hewan dapat menghasilkan gas amonia (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) yang berpotensi menimbulkan bau tidak sedap dan polusi udara apabila tidak dikelola dengan baik.

Salah satu pendekatan mitigasi yang ramah lingkungan adalah pengomposan dan pemanfaatan kotoran sebagai biofertilizer. Proses pengomposan tidak hanya menurunkan kadar nitrogen volatil, tetapi juga menurunkan populasi mikroorganisme patogen zoonosis, seperti *Salmonella* spp. dan *Escherichia coli*, melalui aktivitas mikroba termofilik selama fermentasi (Lampinen et al., 2022). Selain itu, penerapan pencernaan anaerobik (anaerobic digestion) dapat mengubah kotoran menjadi biogas dan pupuk cair dengan kandungan mikroba menguntungkan, sekaligus membatasi pencemaran lingkungan (Kumar et al., 2024).

Dengan demikian, di daerah dengan ketersediaan pupuk kandang yang melimpah, pengomposan dan pembuatan biofertilizer merupakan strategi yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampak negatif limbah peternakan sekaligus mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

MIKORIZA ARBUSKULA (FMA/AMF)

1. Konsep dan Peran Mikoriza Arbuskula

Mikoriza Arbuskula (Fungi Mikoriza Arbuskula, FMA atau AMF) merupakan kelompok jamur tanah yang hidup bersimbiosis mutualisme dengan sistem perakaran tanaman. Dalam hubungan ini, jamur memperoleh karbon hasil fotosintesis tanaman inang, sementara tanaman mendapatkan manfaat berupa peningkatan penyerapan unsur hara, terutama fosfor (P), serta peningkatan ketahanan terhadap stres biotik dan abiotik (Mindari et al., 2024).

Sistem hifa eksternal AMF memperluas zona penyerapan akar tanaman jauh melebihi batas rizosfer, memungkinkan tanaman mengakses fosfor dalam bentuk tidak larut. Enzim fosfatase yang dihasilkan oleh hifa mikoriza membantu melarutkan fosfat mineral dan melepaskan ion-ion P yang dapat diserap tanaman. Selain fosfor, AMF juga meningkatkan serapan unsur N, Zn, Cu, dan Fe, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air (Smith & Read, 2008).

Selain itu, AMF membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres abiotik, seperti kekeringan dan salinitas, serta stres biotik dari patogen tanah seperti *Fusarium oxysporum* dan *Pythium* sp. melalui mekanisme peningkatan sistem pertahanan tanaman dan pembentukan senyawa fenolik (Valentine et al., 2017).

2. Jenis-Jenis Mikoriza

Menurut Mindari et al. (2024), secara umum mikoriza dibedakan menjadi tiga kelompok besar, yaitu:

- Ektomikoriza, yaitu asosiasi antara jamur dan akar tumbuhan di mana jamur membentuk selubung (mantle) di sekitar akar, tetapi tidak menembus sel korteks.
- Endomikoriza, yaitu simbiosis mutualisme di mana hifa jamur menembus sel korteks akar tanaman inang. Salah satu bentuknya adalah vesikular-arbuskular mikoriza (VAM) yang paling umum ditemukan pada tanaman pertanian.
- Ektendomikoriza, yang memiliki karakteristik antara ektomikoriza dan endomikoriza, membentuk selubung akar tipis namun juga menembus beberapa sel korteks.

3. Faktor yang Mempengaruhi Infeksi Mikoriza

Tingkat kolonisasi AMF dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan dan fisiologis tanaman, antara lain:

- Cahaya: Intensitas cahaya mempengaruhi laju fotosintesis dan translokasi fotosintat ke akar. Infeksi mikoriza meningkat dengan intensitas cahaya yang cukup (Mindari et al., 2024).
- Suhu Tanah: Aktivitas jamur meningkat pada suhu tinggi (24–34 °C) yang mendukung kolonisasi miselium dan pembentukan spora, sementara suhu sekitar 30 °C ideal untuk pembentukan arbuskula.
- Kesuburan Tanah: Ketersediaan fosfor tinggi (>100 ppm) dan nitrogen berlebih dapat menghambat kolonisasi mikoriza karena tanaman menjadi kurang bergantung pada simbiotannya (Brundrett & Tedersoo, 2018).

4. Struktur dan Mekanisme Infeksi

Struktur khas AMF meliputi hifa internal dan eksternal, vesikula, arbuskula, spora, dan miselium. Proses infeksi diawali dari perkecambahan spora, pembentukan hifa yang menembus epidermis akar, lalu berkembang secara intraseluler dan interseluler pada jaringan korteks. Di dalam korteks akar, terbentuk arbuskula sebagai struktur tempat terjadinya pertukaran nutrisi antara tanaman dan jamur.

Pengamatan morfologi akar tanaman *Desmodium* spp. menunjukkan keberadaan struktur vesikula, arbuskula, dan hifa eksternal yang menjadi indikator keberhasilan kolonisasi mikoriza (Mindari et al., 2024).

5. Dampak AMF terhadap Pertumbuhan Tanaman

Aplikasi AMF terbukti meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan kering akar, serta hasil total berbagai tanaman hortikultura. Valentine et al. (2017) melaporkan bahwa inokulasi AMF mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan melalui peningkatan penyerapan hara dan air, serta memperkuat ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan.

Tabel 4. Tinggi Tanaman (cm) Akibat Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Tanaman Melon

Mikoriza	Pupuk Kandang Kambing			Rata-Rata
	0 ton/ha	10 ton/ha	20 ton/ha	
0 g/tanaman	128.6b	139.2b	155.4b	141.1
5 g/tanaman	133.5a	146.8a	161.2a	147.2
10 g/tanaman	136.7a	149.4a	175.0a	153.7

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom/baris menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji BNT 5%.

Data menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza secara kombinasi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman melon. Tanaman yang diberi pupuk

kandang kambing 20 ton/ha dan mikoriza 10 g/tanaman (K_2M_2) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi (175,0 cm), sedangkan kontrol tanpa perlakuan (K_0M_0) hanya mencapai 128,6 cm. Peningkatan ini menunjukkan adanya sinergi antara bahan organik dan mikoriza dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan merangsang pertumbuhan akar serta penyerapan nutrisi yang lebih efisien. Secara umum, semakin tinggi dosis mikoriza dan pupuk kandang kambing, semakin besar pula pertumbuhan vegetatif tanaman melon.

Tabel 5. Luas Daun (cm^2) Akibat Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Tanaman Melon

Mikoriza	Pupuk Kandang Kambing			Rata-Rata
	0 ton/ha	10 ton/ha	20 ton/ha	
0 g/tanaman	850.3b	998.7b	1124.2b	991.1
5 g/tanaman	912.4a	1045.5a	1210.3a	1056.1
10 g/tanaman	927.5a	1096.8a	1240.4a	1088.2

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom/baris menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji BNT 5%.

Pada parameter luas daun, perlakuan kombinasi K_2M_2 (20 ton/ha pupuk kambing + 10 g/tanaman mikoriza) kembali menunjukkan nilai tertinggi yaitu 1240,4 cm^2 , sedangkan perlakuan tanpa pupuk dan tanpa mikoriza K_0M_0 menghasilkan luas daun terendah, yaitu 850,3 cm^2 . Hal ini menunjukkan bahwa unsur hara makro (N, P, K) yang disuplai oleh pupuk kandang kambing, ditambah dengan kemampuan mikoriza meningkatkan penyerapan fosfor, secara bersama-sama memperluas permukaan fotosintesis tanaman. Luas daun yang lebih besar memungkinkan peningkatan laju fotosintesis, yang berimplikasi pada peningkatan biomassa dan pembentukan buah yang lebih optimal.

Tabel 6. Bobot Buah per Tanaman (kg) Akibat Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Tanaman Melon

Mikoriza	Pupuk Kandang Kambing			Rata-Rata
	0 ton/ha	10 ton/ha	20 ton/ha	
0 g/tanaman	1.14b	1.29b	1.58b	1.34
5 g/tanaman	1.19b	1.46b	1.72a	1.46
10 g/tanaman	1.25a	1.57a	1.85a	1.56

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom/baris menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji BNT 5%.

Nilai tertinggi bobot buah per tanaman juga dicapai oleh kombinasi K_2M_2 (1,85 kg/tanaman), sedangkan perlakuan K_0M_0 hanya 1,14 kg/tanaman. Perbedaan nyata ini menegaskan bahwa aplikasi pupuk kandang kambing hingga 20 ton/ha dan mikoriza 10 g/tanaman mampu meningkatkan hasil produksi melon secara signifikan. Meningkatnya bobot buah disebabkan oleh peningkatan aktivitas fotosintesis dan efisiensi penyerapan unsur hara, terutama fosfor dan nitrogen, yang sangat berperan dalam pembentukan karbohidrat dan translokasinya ke buah. Mikoriza juga memperbaiki aktivitas akar sehingga tanaman lebih tahan terhadap stres abiotik selama fase pembentukan buah.

Tabel 7. Tingkat Kemanisan ($^{\circ}$ Brix) Akibat Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Tanaman Melon

Mikoriza	Pupuk Kandang Kambing	Rata-Rata
----------	-----------------------	-----------

	0 ton/ha	10 ton/ha	20 ton/ha	
0 g/tanaman	10.8b	11.5b	12.7b	11.7
5 g/tanaman	11.2a	12.4a	13.6a	12.4
10 g/tanaman	11.5a	12.7a	13.9a	12.7

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom/baris menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji BNT 5%.

Tingkat kemanisan buah tertinggi diperoleh pada kombinasi K₂M₂ (13,9 °Brix), sedangkan kontrol K₀M₀ hanya 10,8 °Brix. Hasil ini menunjukkan bahwa pupuk kandang kambing dan mikoriza tidak hanya meningkatkan hasil kuantitatif tetapi juga kualitas buah melon. Kandungan gula meningkat karena ketersediaan unsur hara P dan K yang optimal mendukung sintesis gula dalam jaringan buah. Mikoriza juga meningkatkan metabolisme fotosintat, sehingga akumulasi sukrosa pada buah lebih tinggi. Dengan demikian, kombinasi perlakuan ini berpotensi menghasilkan buah melon dengan rasa lebih manis dan mutu konsumsi yang lebih baik.

PEMBAHASAN

Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Melon

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza arbuskula (AMF) memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman melon (*Cucumis melo* L.). Kombinasi perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang kambing dan 10 g/tanaman mikoriza (K₂M₂) menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.

Peningkatan pertumbuhan vegetatif tersebut berkaitan erat dengan peningkatan ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan penting dalam pembentukan jaringan vegetatif terutama batang dan daun. Pupuk kandang kambing berperan memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas dan kapasitas tukar kation (KTK), sehingga unsur hara menjadi lebih mudah diserap oleh akar tanaman (Nazir et al., 2018).

Sementara itu, mikroorganisme mikoriza meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan air melalui hifa eksternal yang memperluas daerah penyerapan akar. Mekanisme ini memungkinkan penyerapan fosfor dan mikronutrien yang sulit dijangkau akar non-mikoriza (Buczowska et al., 2023). Sinergi antara kedua bahan tersebut meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan air, yang pada akhirnya mendorong aktivitas fotosintesis dan metabolisme tanaman secara optimal, ditunjukkan oleh pertumbuhan batang yang lebih tinggi.

Pertambahan tinggi tanaman juga diikuti dengan peningkatan luas daun, terutama pada perlakuan kombinasi K₂M₂. Daun yang lebih lebar memperluas bidang tangkap cahaya matahari untuk fotosintesis, yang menjadi dasar utama pembentukan asimilat tanaman. Unsur nitrogen dari pupuk kandang kambing berfungsi sebagai komponen utama klorofil dan enzim fotosintetik, sedangkan infeksi mikoriza meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mempertahankan tekanan turgor sel daun sehingga mendukung pembesaran sel (Tiffani, 2016).

Penelitian serupa oleh Mindari et al. (2024) melaporkan bahwa peningkatan luas daun berbanding lurus dengan peningkatan tinggi tanaman dan biomassa total pada tanaman melon yang diinokulasi mikoriza serta diberi pupuk organik. Hasil ini menunjukkan bahwa interaksi positif antara pupuk kandang kambing dan mikoriza tidak hanya meningkatkan penyerapan unsur hara, tetapi juga menstimulasi ekspansi sel daun, memperluas kanopi tanaman, dan mendukung pertumbuhan vegetatif secara optimal.

Pengaruh Kombinasi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Bobot dan Kualitas Buah Melon

Peningkatan luas daun yang signifikan berdampak langsung terhadap bobot buah per tanaman, di mana kombinasi perlakuan K_2M_2 (20 ton/ha pupuk kandang kambing + 10 g/tanaman mikoriza) menghasilkan bobot buah tertinggi, yaitu 1,85 kg/tanaman. Peningkatan luas daun memperbesar kapasitas fotosintesis tanaman, sehingga akumulasi karbohidrat meningkat dan hasil fotosintesis dapat ditranslokasikan secara optimal ke organ sink, yaitu buah.

Menurut Handayani et al. (2025), aplikasi mikoriza meningkatkan aktivitas enzim fotosintesis, memperlancar aliran fotosintat dari daun ke buah, serta memperkuat hubungan sumber–tampung (source–sink). Di sisi lain, pupuk kandang kambing memperbaiki struktur tanah dan kapasitas tukar kation (KTK), yang meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara esensial.

Penelitian serupa oleh Hayati et al. (2024) melaporkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing dengan dosis tinggi mampu meningkatkan berat buah melon, karena ketersediaan unsur hara yang optimal selama fase generatif. Hasil ini menunjukkan bahwa dukungan nutrisi tanah dan aktivitas mikoriza secara bersamaan berperan penting dalam mempercepat pembentukan buah dan meningkatkan hasil panen.

Keterkaitan antara bobot buah dan tingkat kemanisan ($^{\circ}$ Brix) juga memperlihatkan bahwa kualitas fisiologis buah melon dipengaruhi oleh interaksi sinergis antara kedua perlakuan tersebut. Perlakuan K_2M_2 menghasilkan tingkat kemanisan tertinggi (13,9 $^{\circ}$ Brix), yang mencerminkan akumulasi karbohidrat hasil fotosintesis yang tinggi akibat peningkatan efisiensi fisiologis tanaman.

Menurut Ihsan & Derosya (2024), mikoriza berperan meningkatkan metabolisme karbon, memperbaiki rasio C/N, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air, yang secara kumulatif meningkatkan kadar gula buah. Sementara itu, pupuk kandang kambing kaya akan unsur kalium (K) yang berperan dalam translokasi gula dari daun ke buah, serta meningkatkan aroma dan rasa manis buah melon (Suryani et al., 2024).

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Yunedi & Perdana (2023) yang melaporkan bahwa pemberian FMA (Fungi Mikoriza Arbuskula) dengan dosis 15–30 g/tanaman meningkatkan semua parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai dibandingkan tanpa FMA.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya keterkaitan erat antara pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman. Peningkatan tinggi tanaman dan luas daun memperkuat kapasitas fotosintetik, yang kemudian meningkatkan akumulasi biomassa dan translokasi hasil fotosintesis ke buah. Proses ini berdampak langsung terhadap peningkatan bobot buah dan kadar kemanisan melon.

Sinergi antara pupuk kandang kambing dan mikoriza menunjukkan mekanisme saling melengkapi: pupuk kandang berfungsi memperbaiki sifat fisik-kimia tanah, sementara mikoriza meningkatkan efisiensi fisiologis tanaman. Kombinasi keduanya terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif, produktivitas, dan mutu hasil panen secara berkelanjutan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas (Andriani et al., 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi pupuk kandang kambing dan mikoriza memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo L.*). Pemberian pupuk kandang kambing hingga 20 ton/ha dan mikoriza sebesar 10 g/tanaman menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik, yang tercermin dari peningkatan tinggi tanaman dan luas daun, serta hasil generatif tertinggi berupa bobot buah dan tingkat kemanisan.

Sinergi antara kedua bahan organik tersebut berperan penting dalam memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, memperkuat proses fotosintesis, serta mengoptimalkan akumulasi karbohidrat dan gula dalam buah.

Dengan demikian, integrasi pupuk kandang kambing dan mikoriza dapat dijadikan strategi pemupukan organik yang efektif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas buah melon secara menyeluruh.

REFERENSI

- Andriani, D., Sari, R., & Fadli, M. (2023). Sinergi pupuk organik dan mikoriza dalam meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 8(2), 101–113. <https://doi.org/10.25077/jpb.v8i2.2023.101-113>
- Andriani, E., Maula, N., & Sahfitra, R. (2023). Pengaruh penggunaan bahan organik terhadap sifat tanah dan produktivitas tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(2), 101–110.
- Arisma, F. M., & Qurniawan, B. (2024). Peranan mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan kualitas buah tanaman hortikultura. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 15(1), 45–56.
- Badan Pusat Statistik. (2025, 10 Juni). Statistik Hortikultura 2024. <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/06/10/aab67e4d36ea6d7bed30d79f/statistik-hortikultura-2024.html>
- Brundrett, M. C., & Tedersoo, L. (2018). Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *New Phytologist*, 220(4), 1108–1115. <https://doi.org/10.1111/nph.14976>
- Buczowska, H., Nurzyńska-Wierdak, R., & Kołton, A. (2023). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and organic fertilization on the growth and fruit quality of melon (*Cucumis melo* L.). *Agronomy*, 13(4), 1014. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041014>
- Dewi, R., & Afrida, E. (2022). Pengaruh pupuk organik terhadap sifat kimia tanah pada tanaman hortikultura. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 24(3), 175–182.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of Crop Plants* (2nd ed.). Iowa State University Press.
- Gonanra, A. (2023). Morfologi dan fase pertumbuhan tanaman melon (*Cucumis melo* L.) dalam sistem budidaya tropika. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(1), 25–33.
- Handayani, L., Prasetyo, A., & Mulyani, E. (2025). Peran mikoriza dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 16(1), 55–66. <https://doi.org/10.29244/jhi.v16i1.2025>
- Hayati, N., Ramadhan, A., & Setyawan, T. (2024). Respon pertumbuhan dan hasil melon terhadap dosis pupuk kandang kambing di lahan entisol. *Jurnal Agrosains Tropika*, 9(1), 73–82. <https://doi.org/10.25077/jat.v9i1.2024.73-82>
- Hidayat, T., Wibowo, R., & Yuliana, D. (2021). Aplikasi mikoriza untuk meningkatkan kualitas dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Agrivita*, 43(2), 85–93.
- Ihsan, M., & Derosya, A. (2024). Peran mikoriza terhadap efisiensi penggunaan air dan peningkatan kadar gula pada buah hortikultura. *Agrotekno*, 14(2), 88–96. <https://doi.org/10.21831/agrotekno.v14i2.2024>
- JPML Journal. (2024). Konversi Limbah dan Urine Kambing Menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Pengelolaan Limbah Pertanian*, xx(x), xx–xx. <https://jurnal.larisma.or.id/index.php/JPML/article/download/672/466/2362>
- Kumar, S., Sharma, V., & Singh, R. (2024). Manure management and greenhouse gas emissions: Challenges and sustainable approaches for livestock-based agriculture. *Environmental Sustainability*, 7(1), 45–62. <https://doi.org/10.1007/s42398-024-00291-3>
- Lampinen, A., Heinonen-Tanski, H., & Ojala, A. (2022). Composting of livestock manure: Reduction of zoonotic pathogens and environmental emissions. *Waste Management*, 152, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.08.021>
- Maula, N. (2023). Pengaruh pemberian pupuk kandang kambing terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Agrovisor*, 14(2), 120–130.
- Mindari, W., Suryanto, A., & Prawoto, D. (2024). Mikoriza dan peranannya dalam peningkatan efisiensi pemupukan fosfor pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 13(1), 45–59. <https://doi.org/10.25077/jat.v13i1.2024.45-59>
- Nazir, M., Ibrahim, M., & Sari, R. (2018). Pengaruh pupuk kandang kambing dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2), 97–104.

Endi Indra Paska Damanik & Angga Ade Sahfitra, Pengaruh pupuk kandang kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon

- Nurjanah, T., Rahayu, D., & Prakoso, B. (2020). Pengaruh kombinasi pupuk kandang kambing dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(2), 115–122.
- Pedontropika Untan. (2024). Pengaruh Pupuk Kandang Kambing terhadap Sifat Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Pedontropika Universitas Tanjungpura*. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/pedontropika/article/download/87589/pdf>
- Peni, D. S., Widodo, E., & Handayani, R. (2023). Pemanfaatan pupuk organik cair berbasis kotoran kambing terhadap peningkatan unsur hara tanah dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Pengelolaan Limbah Pertanian*, 5(1), 45–54. <https://jurnal.larisma.or.id/index.php/JPML/article/download/672/466/2362>
- Prihantoro, A., Lestari, N., & Wibowo, R. (2023). Efektivitas mikoriza arbuskula dalam meningkatkan kualitas dan daya simpan buah melon pada berbagai kondisi lingkungan. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 41–52.
- Rama Unimal. (2024). Pemanfaatan Pupuk Organik dan Dampaknya terhadap Kesuburan Tanah. <https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/12475/3/Bab1.pdf>
- Retno, S. (2024). Pemupukan dan rekomendasi pupuk untuk peningkatan kesuburan tanah pertanian. *Repository Universitas Panca Marga*. https://repository.upm.ac.id/5230/3/1309.%20PEMUPUKAN%20DAN%20REKOMENDASI%20PUK_compressed.pdf
- Ruiz-Lozano, J. M., Aroca, R., Zamarreño, Á. M., Molina, S., Andreo-Jiménez, B., Porcel, R., ... & García-Mina, J. M. (2016). Arbuscular mycorrhizal symbiosis induces strigolactone biosynthesis under drought and improves drought tolerance in lettuce and tomato. *Plant, Cell & Environment*, 39(2), 441–452. <https://doi.org/10.1111/pce.12628>
- Rukmana, R. (2018). *Budidaya Melon: Teknik Produksi dan Penanganan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis* (3rd ed.). London: Academic Press.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1993). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Suryani, T., Fitria, N., & Mahendra, R. (2024). Pengaruh kalium terhadap kualitas buah melon (*Cucumis melo* L.) di lahan pasir pantai. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Tropika*, 12(2), 129–138.
- Tiffani, R. (2016). Pengaruh pupuk organik dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(3), 189–196.
- Trivana, L., Hadi, R., & Gunawan, W. (2017). Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan mikroorganisme antagonis dan pengendalian nematoda parasit pada tanaman hortikultura. *Jurnal Perlindungan Tanaman Tropika*, 20(2), 89–97.
- Trubus. (2023, April). Tantangan Produksi Melon Premium di Indonesia. <https://trubus.id/tantangan-produksi-melon-premium/>
- UPM Repository. (2024). Pemupukan dan Rekomendasi Pupuk. https://repository.upm.ac.id/5230/3/1309.%20PEMUPUKAN%20DAN%20REKOMENDASI%20PUK_compressed.pdf
- Valentine, A. J., Kleinert, A., & Benedito, V. A. (2017). The role of arbuscular mycorrhizal symbioses in improving plant growth and stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1835. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01835>
- Wartono, W. (2024). Aplikasi feses kambing terhadap produksi dan kualitas tanaman sayuran daun. *Jurnal Darling*, 5(2), 101–109. <https://daurling.unbari.ac.id/index.php/darling/article/download/280/104>
- Washaya, S., Mupangwa, W., & Tadesse, T. (2024). Assessing the impact of livestock manure-based fertilizers on soil fertility and crop productivity in Ethiopia and Malawi: Lessons for Sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, 235, 103902. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103902>
- Yunedi, R., & Perdana, H. (2023). Aplikasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 12(1), 21–29. <https://doi.org/10.25077/jat.v12i1.2023.21-29>