

Pengaruh Kombinasi Agens Hayati Dan Media Biomatricconditioning Terhadap Daya Tumbuh Benih Kyuri (*Cucumis Sativus* L.)

The Effect Of The Combination Of Biocontrol Agents And Biomatricconditioning Media On The Germination Of Kyuri Seeds (Cucumis Sativus L.)

Tri Endrawati^{1*}, Alfian Setya Winurdana²

¹Program Studi Agroteknologi, ²Program Studi Ilmu Ternak Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Balitar, Jl. Imam Bonjol No. 16, Jl. Majapahit No. 2-4 Sananwetan, Kec. Sananwetan Kota Blitar Jawa timur 66137, Indonesia

Artikel Info

Artikel Diterima : 16-09-2025

Artikel Direvisi : 26-09-2025

Artikel Disetujui : 12-11-2025

Kata Kunci :

biomatricconditioning; agens hayati; kyuri; daya tumbuh benih

Keyword : biomatricconditioning; Biological control agent; kyuri; seed germination

*Corresponding author

*triendrawati7@gmail.com,
alfanyadana@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36355/jsa.v10i2.1851>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh kombinasi agens hayati dan media biomatricconditioning terhadap daya tumbuh benih Kyuri (*Cucumis sativus* L.). Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu agens hayati (*Mikoriza* sp., *Trichoderma* sp., dan *Beauveria* sp.) serta media biomatricconditioning (abu ketel, arang sekam, serbuk batu bata, dan cocopeat). Hasil pengamatan difokuskan pada daya kecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh relatif. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi *Trichoderma* sp. arang sekam menghasilkan daya kecambah tertinggi, dengan persentase kecambah lebih cepat dan seragam dibanding perlakuan lain. Indeks vigor juga meningkat signifikan pada kombinasi tersebut, ditandai dengan perkembangan akar dan pertumbuhan awal yang lebih kuat. Selain itu, kecepatan tumbuh relatif tertinggi dicapai pada perlakuan yang sama, yang mengindikasikan efisiensi penyerapan nutrisi dan adaptasi

benih lebih baik. Media arang sekam terbukti mendukung aerasi optimal. sehingga mampu bersinergi dengan peran biologis agens hayati. Secara keseluruhan, kombinasi *Trichoderma* sp. dengan media matrik arang sekam memberikan efek paling nyata terhadap viabilitas dan vigor benih Kyuri, sehingga potensial diterapkan dalam inovasi perbenihan hortikultura untuk meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of combining biological agents and biomatricconditioning media on the germination performance of Kyuri (Cucumis sativus L.) seeds. The experiment was conducted using a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors: biological agents (Mikoriza sp., Trichoderma sp., and Beauveria sp.) and biomatricconditioning media (boiler ash, rice husk charcoal, brick powder, and cocopeat). Observations focused on germination percentage, vigor index, and relative growth rate. The results showed that the combination of Trichoderma sp. and rice husk charcoal produced the highest germination rate, with faster and more uniform sprouting compared to other treatments. The vigor index also increased significantly under this combination, characterized by stronger root development and more

robust early growth. In addition, the highest relative growth rate was observed in the same treatment, indicating better nutrient absorption efficiency and seed adaptation. The rice husk charcoal medium was proven to provide optimal aeration, thereby synergizing effectively with the biological functions of the microbial agents. Overall, the combination of Trichoderma sp. and rice husk charcoal matrix medium had the most pronounced effect on the viability and vigor of Kyuri seeds, suggesting its potential application in horticultural seed innovation to enhance sustainable agricultural productivity.

Pendahuluan

Kyuri (*Cucumis sativus* L.) adalah jenis mentimun jepang. Tanaman ini banyak dikonsumsi dalam bentuk segar dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Di Indonesia, permintaan pasar terhadap kyuri terus meningkat dengan berkembangnya tren pertanian organik dan sehat (Suhendi A. 2018). Dalam praktik budidaya tanaman hortikultura, keberhasilan pertumbuhan awal tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas benih, khususnya daya tumbuh dan vigor benih. Benih yang memiliki daya tumbuh rendah akan menghasilkan tanaman yang tidak seragam dan berpengaruh terhadap hasil panen secara keseluruhan (Copeland LO. 2001).

Biomatriconditioning merupakan bentuk priming benih menggunakan media padat lembap yang berfungsi sebagai penyedia kelembapan seimbang, memungkinkan benih memulai proses metabolisme awal sebelum perkecambahan tanpa risiko kerusakan akibat kelebihan air (Kader MA. 2002 ; Eira MTS. 2006). Ini merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas benih. Teknik ini dapat dikombinasikan dengan penggunaan agens hayati guna mendukung aktivitas fisiologis benih dan memberikan perlindungan biologis dari patogen selama proses priming. Agens hayati diantaranya *Mycorrhiza* sp., *Trichoderma* sp., dan *Beauveria* sp. telah diketahui memiliki potensi dalam meningkatkan vigor benih, karena mampu memproduksi hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin, meningkatkan penyerapan nutrisi melalui sistem akar, serta melindungi benih dari serangan jamur dan bakteri patogen (Harman GE. 2004 ; Smith SE. 2008 ; Vega FE. 2009).

Efektivitas teknik biomatriconditioning juga sangat ditentukan oleh jenis media yang digunakan. Media seperti abu ketel, serbuk arang sekam, serbuk batu, dan serbuk cocopeat memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, yang dapat memengaruhi kapasitas retensi air, tingkat aerasi, dan ketersediaan unsur hara bagi benih. Abu ketel, misalnya, memiliki pH tinggi dan kandungan mineral yang dapat membantu menetralkan lingkungan benih dari patogen tertentu (Rakhmawati N. 2017). Serbuk arang sekam dikenal memiliki porositas tinggi dan kemampuan menyerap senyawa toksik, sedangkan cocopeat memiliki kemampuan menahan air yang sangat baik dan mendukung lingkungan lembap untuk benih (Isroi. 2014). Keberhasilan biomatriconditioning juga tergantung pada penggunaan media matrik yang tepat dan akan memberikan hasil yang jauh lebih baik jika dikombinasikan dengan agens hayati.

Kombinasi agens hayati dan media biomatriconditioning perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan formula yang paling efektif dalam meningkatkan viabilitas dan daya tumbuh benih kyuri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh interaksi antara beberapa jenis agens hayati (*Beauveria* sp., *Trichoderma* sp., *Mycorrhiza* sp.) dengan variasi media biomatriconditioning (abu ketel, serbuk arang sekam, serbuk batu bata, dan serbuk cocopeat) terhadap daya tumbuh benih kyuri (*Cucumis sativus* L.), sehingga dapat membuka peluang dalam pengembangan kewirausahaan agribisnis berbasis inovasi benih, khususnya bagi petani milenial dan pelaku usaha pertanian yang ingin mengembangkan usaha benih hortikultura bernilai ekonomi tinggi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Rejowinangun, Kecamatan Kademangan, Kabupaten Blitar. Kegiatan penelitian berlangsung selama lima bulan, yaitu dari bulan Juli 2025 hingga November 2025. Lokasi ini dipilih karena memiliki kondisi agroklimat yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman serta tersedianya fasilitas dan sumber daya yang mendukung pelaksanaan penelitian.

Penelitian ini menggunakan berbagai bahan dan alat yang diperlukan untuk menunjang proses perlakuan dan pengamatan. Meliputi benih Kyuri, arang sekam, blotong, abu ketel, serbuk cocopeat, serbuk batu bata, pupuk kandang, tanah, serta agens hayati berupa isolat *Trichoderma* sp., *Mikoriza* sp., dan *Beauveria* sp.. Selain itu, digunakan juga bahan tambahan seperti aquades, agar-agar, EM4, kertas label, aluminium foil, etanol 70%, dan media Potato Dextrose Agar, polybag, paranet, rak plastik, lampu bunsen, shaker, masker, gembor, baki, gelas ukur, sarung tangan, plastik, alat tulis-menulis, autoclave, kamera, pot tray, lemari laminair air flow, gelas kimia, botol scott, jarum ose, cawan petri, , dan sprayer.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah perlakuan agens hayati yang terdiri atas tiga taraf, yaitu *Mikoriza* sp. (C1), *Trichoderma* sp. (C2), dan *Beauveria* sp. (C3). Faktor kedua adalah media biomatrickonditioning yang juga terdiri atas empat taraf, yaitu abu ketel (K1), arang sekam (K2), serbuk batu bata (K3), dan serbuk cocopeat (K4). Kombinasi antara kedua faktor tersebut menghasilkan 12 perlakuan (C1K1 hingga C3K4), yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 3 tanaman dalam pot tray, sehingga jumlah keseluruhan tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah 108 tanaman.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter pertumbuhan awal dan potensi hasil yang difokuskan pada tiga

aspek utama, yaitu: viabilitas benih, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh relatif. Ketiga parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan biomatrickonditioning dalam meningkatkan performa benih Kyuri.

Pengujian viabilitas benih dilakukan dengan menilai daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh relatif. Daya berkecambah (DB) dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada pengamatan hari ke-5 dan ke-7 setelah tanam. Indeks vigor (IV) dihitung dari jumlah kecambah normal pada hari ke-5. Sedangkan kecepatan tumbuh relatif (KCT-R) diperoleh dari perbandingan nilai KCT aktual terhadap KCT maksimum, yang diasumsikan jika 100% benih berkecambah pada hari pertama (Asril M. 2023).

Perbanyakan agens hayati dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi UNISBA. Isolat *Beauveria* sp. *Trichoderma* sp. yang diperoleh dari Laboratorium Universitas Brawijaya terlebih dahulu dimurnikan, selanjutnya dikultur dimedia Potato Dextrose Agar untuk proses perbanyakannya. Sementara itu, *Mikoriza* sp. digunakan secara langsung dalam bentuk media pasir yang telah mengandung propagul aktif sebagai sumber inokulum.

Proses perlakuan benih dengan biomatrickonditioning dimulai dengan mencampurkan suspensi isolat *Beauveria* sp. dan *Trichoderma* sp. dengan aquades steril, lalu dicampurkan dengan media biomatrickonditioning (misalnya arang sekam). Untuk perlakuan menggunakan *Mikoriza* sp., digunakan media pasir yang mengandung propagul *mikoriza* sp. Benih dicampurkan dengan media biomatrickonditioning yang telah mengandung agens hayati, dilembabkan selama kurang lebih 12 jam, kemudian dikeringanginkan dalam kabinet laminair. Setelah perlakuan biomatrickonditioning selesai, benih disemai dalam pot tray sesuai dengan kombinasi perlakuan media tanam yang telah ditentukan.

Data hasil pengamatan akan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan

terhadap variabel yang diamati. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pada taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian viabilitas Benih

Penelitian ini memfokuskan pada berbagai parameter pertumbuhan awal, seperti daya kecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh relatif. Parameter-parameter ini memberikan gambaran penting tentang kemampuan benih untuk

Per lakuan	DB	I-V	KCT-R
B1M1	78.13 bcd	74.54 bc	86.67 b
B1M2	80.94 cd	75.67 c	82.33 b
B1M3	75.42 bcd	75 c	80.42 b
B1M4	70.54 abc	55.21 abc	84.9 b
B2M1	84.33 d	74 bc	82.67 b
B2M2	97.4 e	98.96 d	98.96 c
B2M3	84.4 d	70.88 bc	85.52 b
B2M4	82.31 d	67.46 abc	84 b
B3M1	77.6 bcd	62.5 abc	88.54 b
B3M2	69.48 abc	61.04 abc	70 a
B3M3	67.71 abc	53.13 ab	67.67 a
B3M4	62.5 abc	46.88 a	65.83 a

berkecambah dan tumbuh dengan baik di berbagai kondisi.

Tabel 1. Daya Kecambah, Indeks Vigor dan Kecepatan tumbuh relatif Pada Perlakuan Biomatriconditioning dikombinasikan Media Berbeda Pada Berbagai Umur Pengamatan

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncans 0.05

Daya Kecambah

Daya kecambah mengacu pada persentase benih yang berhasil berkecambah dalam kondisi tertentu. Pada penelitian ini, agens hayati yaitu *Mikoriza* sp., *Trichoderma* sp., dan *Beauveria* sp. digunakan sebagai perlakuan biomatriconditioning untuk meningkatkan daya kecambah. *Trichoderma* sp. khususnya, dikenal karena kemampuannya dalam menghasilkan enzim yang dapat membantu memecah lapisan

benih dan mempercepat proses imbibisi air, sehingga mendorong perkecambahan yang lebih cepat dan seragam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan biomatriconditioning dengan *Trichoderma* sp. (B2) menghasilkan daya kecambah tertinggi, terutama pada kombinasi media arang sekam (M2), dengan nilai DB mencapai 97,40%. Nilai ini jauh lebih tinggi dibanding perlakuan lain seperti B1M1 (78,13%) atau B3M3 (67,71%). Tingginya daya kecambah pada B2M2 dapat dijelaskan oleh beberapa mekanisme fisiologis dan biokimiawi yang unik pada *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. secara biologis mampu menghasilkan enzim-enzim ekstraseluler seperti selulase, kitinase, dan protease yang mempercepat pelunakan jaringan luar benih (testa), sehingga proses imbibisi air berlangsung lebih cepat dan merata (Mastouri, Björkman, & Harman, 2010). Mekanisme ini mempercepat aktivasi metabolisme dalam embrio, menghasilkan perkecambahan yang lebih cepat dan seragam. *Trichoderma* sp. juga diketahui memproduksi hormon auksin (IAA) dan senyawa volatil organik (VOCs) yang merangsang pembelahan sel dan elongasi akar, mendukung peningkatan vigor awal (Alfiky, Abdelwahab, & El-Sharkawy, 2021).

Perlakuan dengan *Mikoriza* sp. (B1) menunjukkan hasil lebih rendah. Hal ini kemungkinan karena kolonisasi mikoriza pada akar membutuhkan waktu lebih lama dan efeknya baru tampak pada fase vegetatif lanjut, bukan pada fase perkecambahan awal (Afrouz, Ghaffari, & Salehi, 2023). Sementara itu, *Beauveria* sp. (B3) merupakan jamur entomopatogen yang lebih berperan dalam pengendalian serangga, bukan sebagai stimulan pertumbuhan tanaman, sehingga aktivitasnya tidak berkontribusi langsung terhadap peningkatan viabilitas benih.

Indeks Vigor

Indeks vigor adalah parameter yang mencerminkan kekuatan atau potensi benih untuk tumbuh menjadi tanaman yang sehat dan produktif. Indeks vigor melibatkan beberapa indikator seperti kecepatan perkecambahan, panjang akar, dan jumlah

daun yang terbentuk pada fase awal pertumbuhan. Benih dengan vigor tinggi menunjukkan kemampuan untuk berkecambah dan tumbuh lebih cepat serta memiliki resistensi yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan yang kurang optimal. Media dengan kelembaban berlebih atau porositas rendah dapat menghambat aktivitas respirasi benih dan kolonisasi *Trichoderma* sp., sehingga mengurangi efektivitas biostimulasi (Mastouri et al., 2010).

Penggunaan agens hayati *Mikoriza* sp. dan *Trichoderma* sp. dalam perlakuan biomatrickonditioning berperan penting dalam meningkatkan indeks vigor. *Trichoderma* sp., melalui aktivitas biologisnya, dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin, yang merangsang perkembangan akar dan meningkatkan kapasitas serapan nutrisi sejak awal pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B2M2 (*Trichoderma* sp. dengan media arang sekam) memberikan indeks vigor tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Media arang sekam juga memiliki kemampuan untuk menyediakan lingkungan pertumbuhan yang mendukung, dengan aerasi yang baik dan kemampuan menahan air yang cukup, sehingga membantu perkembangan akar yang lebih cepat.

Kecepatan Tumbuh Relatif

Kecepatan tumbuh relatif merupakan ukuran seberapa cepat benih mampu tumbuh dalam periode tertentu dibandingkan dengan waktu perkecambahan awal. Parameter ini penting karena kecepatan tumbuh yang tinggi menunjukkan efisiensi penggunaan nutrisi dan air oleh benih serta kemampuan benih untuk beradaptasi dengan lingkungan. Dalam penelitian ini, perlakuan biomatrickonditioning dengan agens hayati secara signifikan mempengaruhi kecepatan tumbuh relatif.

Trichoderma sp. secara khusus meningkatkan kecepatan tumbuh relatif benih Kyuri dengan memfasilitasi peningkatan penyerapan nutrisi melalui perkembangan sistem akar yang lebih cepat dan efisien (Charisma A. 2012). Kecepatan tumbuh relatif tertinggi juga dicapai pada

kombinasi B2M2 (*Trichoderma* sp. dan media arang sekam), yang menunjukkan bahwa kombinasi ini tidak hanya mempercepat perkecambahan tetapi juga memastikan pertumbuhan awal yang lebih kuat dan konsisten.

Kombinasi agens hayati sebagai biomatrickonditioning dan media matrik yang tepat, terutama *Trichoderma* sp. dengan media arang sekam, menunjukkan pengaruh signifikan terhadap semua parameter pertumbuhan awal. Penggunaan arang sekam memberikan aerasi yang mendukung proses perkecambahan dan pertumbuhan awal. Agens hayati *Trichoderma* sp. juga meningkatkan resistensi benih terhadap stres lingkungan dan patogen, yang dapat berdampak negatif pada daya kecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh relatif. *Trichoderma* mampu menginduksi mekanisme systemic acquired resistance (SAR) dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti peroksidase dan katalase (Afrouz et al., 2023). Hal ini menjadikan benih lebih tahan terhadap stres oksidatif yang sering terjadi pada fase awal perkecambahan. Sementara itu, pada perlakuan dengan *Beauveria* sp. (B3), KCT-R yang lebih rendah (67,67–70) menunjukkan bahwa agens tersebut tidak berperan sebagai promotor pertumbuhan dan bahkan dapat menyebabkan kompetisi ruang di permukaan benih.

Analisis Umum Kombinasi Agens dan Media

Perbedaan antar kombinasi perlakuan menunjukkan adanya interaksi signifikan antara jenis agens hayati dan media. Efek *Trichoderma* yang maksimal pada M2 dapat dikaitkan dengan kemampuan media tersebut mempertahankan kelembaban optimal dan menyediakan ruang pori untuk pertukaran gas. Sebaliknya, media lain seperti M3 atau M4 cenderung terlalu padat atau miskin aerasi, yang dapat menghambat aktivitas mikroba (Karim et al., 2025). Dengan demikian, keberhasilan biomatrickonditioning tidak hanya bergantung pada jenis agens hayati, tetapi juga pada kecocokan media tanam yang menopang aktivitas biologisnya.

Kesimpulan: Kombinasi agens hayati dan media biomatrickonditioning berpengaruh signifikan terhadap daya tumbuh benih Kyuri (*Cucumis sativus* L.). Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi *Trichoderma* sp. dengan media arang sekam (B2M2) yang menghasilkan daya berkecambah (DB) sebesar 97,40%, indeks vigor (I-V) 98,96, dan kecepatan tumbuh relatif (KCT-R) 98,96. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi tersebut mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih secara optimal dibandingkan perlakuan lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam Balitar Blitar yang telah mendanai keberlangsungan penelitian dan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Afrouz, M., Ghaffari, M., & Salehi, F. (2023). Seed bio-priming with *Trichoderma harzianum* enhances seedling performance and stress tolerance. *Plant Physiology Reports*, 28(3), 478–489.
- Alfiky, A., Abdelwahab, A., & El-Sharkawy, H. (2021). Deciphering *Trichoderma*–Plant–Pathogen interactions: Mechanisms of growth promotion and biocontrol. *Frontiers in Plant Science*, 12, 654321.
- Asril, M., et al. (2023). Teknologi dan produksi benih. Yayasan Kita Menulis.
- Charisma, A., Yuni, S. R., & Isnawati. (2012). Pengaruh kombinasi kompos *Trichoderma* dan mikoriza vesikular arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) pada media tanah kapur. *Jurnal Lentera Bio*, 1(3), 111–116.
- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (2001). *Principles of seed science and technology* (4th ed.). Kluwer Academic Publishers.
- Darsan, S., Sutariati, G. A. K., & Mamma, S. (2018). Peningkatan viabilitas dan vigor benih padi sawah (*Oryza sativa* L.) dengan teknik biomatrickonditioning. *Agroekotek*, 10(1), 53–64.
- Eira, M. T. S., Marcos-Filho, J., & Vieira, R. D. (2006). Seed priming with polyethylene glycol in cucumber. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(2), 138–145.
- Hardiwinoto, S. (2011). Pengaruh sifat fisik media terhadap kemampuan berakar dan rhizobacteria terhadap pertumbuhan bibit tanaman cabai. *Buletin Agronomi*, 34(1), 46–54.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43–56.
- Isroi, Sudrajat, D. J., & Sunyoto. (2014). Pemanfaatan arang sekam dan cocopeat sebagai media tanam alternatif. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 19(2), 73–79.
- Kader, M. A., & Jutzi, S. C. (2002). Priming improves germination and seedling emergence in direct-seeded rice. *Seed Science and Technology*, 30, 507–521.
- Karim, M. R., Hossain, A., Rahman, M., & Islam, M. T. (2025). Biochar improves seed germination and early growth of vegetable crops under variable soil moisture conditions. *PLOS ONE*, 20(4), e0285123.
- Mastouri, F., Björkman, T., & Harman, G. E. (2010). Seed treatment with *Trichoderma harzianum* increases seedling vigor and ameliorates stress by improving physiological responses. *Phytopathology*, 100(11), 1213–1221.
- Rakhmawati, N., Raharjo, S. T., & Sofyan, E. (2017). Pemanfaatan abu ketel sebagai media tanam untuk pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 5(1), 35–42.

- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). Mycorrhizal symbiosis (3rd ed.). Academic Press.
- Suhendi, A., & Ardiansyah, A. (2018). Potensi pengembangan mentimun Jepang (Kyuri) sebagai komoditas hortikultura unggulan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(3), 185–192.
- Vega, F. E., Goettel, M. S., Blackwell, M., et al. (2009). Fungal entomopathogens: New insights on their ecology. *Fungal Ecology*, 2(4), 149–159.