

EFEKTIVITAS INOKULASI TRICHODERMA DAN MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BIOMASSA AWAL REGROWTH PERTAMA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) DI LAHAN MARJINAL

EFFECTIVENESS OF TRICHODERMA AND MYCORRHIZA INOCULATION ON GROWTH AND BIOMASS PRODUCTION OF EARLY FIRST REGROWTH OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.) IN MARGINAL LAND

Muhammad Husein^{1*}, Ali Mursyid Wahyu Mulyono¹, Ludfia Windyasmara¹, Salnan Irba Novaela Samur²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jl. Letjen Sujono Humardani No.1, Sukoharjo 57521- Indonesia

²Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Balitar, Jl. Imam Bonjol No.16, Blitar 66137-Indonesia.

*E-mail korespondensi: muhhusein0102@gmail.com

ABSTRAK

Percobaan ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas inokulasi dan sinergi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Trichoderma harzianum terhadap pertumbuhan, produktivitas, dan efektivitas inokulasi hijauan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) di lahan marginal pada fase awal *regrowth* pertama. Percobaan ini menggunakan agen hayati, mikoriza dan Trichoderma. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan pola satu arah yang terdiri dari empat perlakuan dan lima ulangan, yaitu T0: tanpa inokulasi; T1: Mikoriza 300 spora/polybag; T2: Trichoderma 5 gram, 1×10^6 spora/gram; T3: Kombinasi Mikoriza 300 spora/polybag dan Trichoderma 5 gram, 1×10^6 spora/gram. Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi FMA pada perlakuan T1 memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap panjang tanaman (cm), jumlah cabang (helai per cabang), biomassa segar tajuk dan efektivitas inokulasi. Perlakuan T2 dan T3 tidak berbeda nyata dengan T0 ($p > 0,05$) dalam hal panjang tanaman, tetapi dalam hal jumlah cabang. T2 dan T3 menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), yang lebih tinggi daripada kontrol, tetapi tidak dengan hasil biomassa segar tajuk dan efektivitas inokulasi. T2 memberikan hasil yang tidak signifikan dan tidak lebih baik daripada perlakuan T1 dan T3. Inokulasi mikoriza T1 memberikan respons positif terhadap pertumbuhan tanaman, biomassa segar tajuk dan efektivitas inokulasi pada stres kekeringan, meskipun perlakuan kombinasi T3 juga memberikan *feedback* yang baik.

Kata Kunci: *Medicago sativa*, Jamur Mikoriza Arbuskular, Trichoderma harzianum, Tanah Marjinal, Hijauan Makanan Ternak.

ABSTRACT

This experiment aims to evaluate the effectiveness of inoculation and synergy of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and *Trichoderma harzianum* on the growth, productivity, and effectiveness of inoculation of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) forage in marginal land in the early phase of the first regrowth. This experiment used biological agents, mycorrhizae, and *Trichoderma*. This study used a completely randomised design with a one-way pattern consisting of four treatments and five replications, namely T0: without inoculation; T1: Mycorrhizae 300 spores/polybag; T2: *Trichoderma* 5 grams, 1×10^6 spores/gram; T3: Combination of Mycorrhizae 300 spores/polybag and *Trichoderma* 5 grams, 1×10^6 spores/gram. Data were analysed using Analysis of Variance (ANOVA). The results showed that AMF inoculation in treatment T1 had a significant effect ($p < 0.05$) on plant length (cm), number of branches (strands per branch), fresh biomass of the canopy and the effectiveness of inoculation. Treatments T2 and T3 were not significantly different from T0 ($p > 0.05$) regarding plant length, but the number of branches differed. T2 and T3 showed significant differences ($p < 0.05$), which were higher than the control, but not with the results of fresh shoot biomass and inoculation effectiveness. T2 gave insignificant results and was not better than treatments T1 and T3. Mycorrhizal inoculation T1 positively responded to plant growth, fresh shoot biomass and inoculation effectiveness under drought stress, although the combination treatment T3 also provided good feedback.

Keywords: *Medicago sativa*, Arbuscular Mycorrhizal Fungi, *Trichoderma harzianum*, Marginal Land, Forage.

PENDAHULUAN

Ketersediaan hijauan pakan berkualitas merupakan salah satu aspek penting dalam keberlanjutan usaha peternakan. Keterbatasan lahan subur, menjadikan pengembangan hijauan yang adaptif di lahan marginal menjadi strategi penting untuk memperluas basis pakan tanpa menambah beban degradasi lingkungan tetapi memperbaiki kondisi lingkungan (Tulu *et al.*, 2023). Alfalfa (*Medicago sativa* L.), sebagai leguminosa dengan kandungan protein tinggi dan nilai nutrisi unggul, memiliki potensi besar sebagai hijauan pakan, namun secara fisiologis memerlukan dukungan lingkungan tertentu agar dapat tumbuh optimal (Atumo *et al.*, 2021; Feng *et al.*, 2022).

Lahan marginal yang dicirikan oleh keterbatasan air, rendahnya kesuburan, dan tekanan stres abiotik lainnya menjadi tantangan bagi budidaya alfalfa (Csikós &

Tóth, 2023; Quinn *et al.*, 2015). Untuk menjadikan alfalfa berpotensi tumbuh produktif dalam kondisi tersebut, diperlukan intervensi yang meningkatkan kemampuan adaptasi dan efisiensi penggunaan sumber daya oleh tanaman. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan agen hayati, khususnya jamur *Trichoderma harzianum* dan mikoriza (Fungi Mikoriza Arbuskula/FMA), yang dapat memperkuat fisiologi tanaman dan dinamika nutrisi dalam sistem rizosfer secara sinergis.

Trichoderma harzianum diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui stimulasi hormon, pengurangan stres, dan peningkatan ketersediaan unsur hara melalui aktivitas enzimatik dan pelarutan nutrisi (Abdenaceur *et al.*, 2022). Sementara itu, mikoriza membentuk asosiasi simbiotik dengan sistem perakaran, memperluas jangkauan serapan air dan unsur hara, terutama fosfor, serta meningkatkan toleransi

terhadap kondisi lingkungan yang membatasi (Bhantana *et al.*, 2021). Kombinasi kedua agen biologis ini berpotensi menciptakan efek sinergis yang memperkuat kemampuan alfalfa untuk mengekspresikan potensi produksinya di lahan yang secara alami kurang mendukung.

Penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi potensi hijauan alfalfa yang dibudidayakan di lahan marginal melalui aplikasi *Trichoderma* dan mikoriza, baik secara individual maupun kombinasi. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi sejauh mana agen hayati tersebut mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi biomassa alfalfa, sehingga alfalfa tidak hanya mampu bertahan tetapi juga menunjukkan kinerja agronomis yang menjanjikan dalam konteks lahan marginal.

MATERI DAN METODE

Persiapan Substrat: Benih alfalfa (*Medicago sativa* L.), inokulum mikoriza dan *Trichoderma harzianum*, tanah, fungisida, dan polibag. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik, meteran, sprayer, ayakan, cangkul, dan ember.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data: Rancangan acak lengkap dengan pola searah yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 kali ulangan dengan kombinasi perlakuan, yaitu

T0: tanpa inokulasi;

T1: Mikoriza 300 spora/tanaman/polibag;

T2: *Trichoderma harzianum* 5 g, 1 X 10⁶ spora/gram;

T3: Kombinasi Mikoriza 300 spora/tanaman/polibag dan *Trichoderma harzianum* 5 gram, 1 X 10⁶ spora/gram.

Tahap Budidaya: Tahap budidaya meliputi:

1. Persiapan media tanam, di mana tanah bekas tanam disterilkan untuk menghilangkan pengaruh mikroorganisme.
2. Persiapan bibit dan penanaman dilakukan setelah bibit mencapai tinggi 5 cm setelah disemai.
3. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan, dan pengendalian hama, yang dilakukan selama kurang lebih 60 hari. Pengukuran (jumlah daun, lebar daun, dan panjang tanaman) dilakukan setiap bulan.
4. Panen dilakukan pada umur 60 hari, dilakukan pengukuran (panjang tanaman dan jumlah cabang), serta perhitungan biomassa daun segar dan efektivitas inokulasi menggunakan metode Ortas (Ortas, 2012).

Analisis Data

Data pertumbuhan (Panjang tanaman, jumlah cabang), produktivitas (biomassa segar tajuk), dan efektivitas inokulasi dianalisis menggunakan Analisis Varians (ANOVA), dengan bantuan aplikasi Statistical Package for the Social Sciences versi 16 dan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) jika terdapat perbedaan antarpelakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman dilihat dari panjang tanaman dan jumlah cabang pada Tabel 1. Inokulasi FMA pada perlakuan T1 memberikan pengaruh nyata, ($p < 0,05$) terhadap panjang tanaman (cm) dan jumlah cabang (helai/cabang). Perlakuan T2 dan T3 tidak menunjukkan perbedaan nyata pada panjang tanaman, tetapi keduanya meningkatkan jumlah cabang tanaman Alfalfa secara nyata pada $p < 0,05$. Perlakuan T1 memberikan respons terbaik dalam hal pertumbuhan tanaman, diikuti oleh T2 dan T3.

Tabel 1. Rerata panjang tanaman (cm) dan jumlah cabang (*strands*/ranting) hijauan Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Parameter	Perlakuan				SEM	p
	T0	T1	T2	T3		
Panjang tanaman (cm)	10,66 ^a	21,33 ^b	15,22 ^a	15,55 ^a	1,46	0,015
Jumlah dahan (ranting)	5,33 ^a	10,22 ^c	8,00 ^b	7,67 ^b	0,56	0,001

^{a,b} Superskrip yang berbeda dalam baris menunjukkan perbedaan pada $p < 0,05$. T0: tanpa inokulasi; T1: Mikoriza 300 spora/polybag; T2: Trichoderma 5 g, 1×10^6 spora/gram; T3: Kombinasi Mikoriza 300 spora/polybag dan Trichoderma 5 g, 1×10^6 spora/gram

Inokulasi 300 spora FMA pada perlakuan T1 meningkatkan panjang dan jumlah cabang tanaman melalui penyerapan hara akibat simbiosis akar dengan FMA. Simbiosis FMA pada akar menyebabkan pertukaran hara dua arah, terutama fosfor (P), bagi tanaman dan meningkatkan produktivitas (Deja-Sikora et al., 2020; Han et al., 2022). Peningkatan panjang dan jumlah cabang tanaman disebabkan oleh akar tanaman yang memperoleh kebutuhan hara optimal, meskipun ketersediaan air terbatas. Pozo et al. (2015) menyatakan bahwa mikoriza dapat meningkatkan penyerapan hara tanaman dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin dan giberelin. Auksin berfungsi merangsang perkembangan akar, sehingga meningkatkan penyerapan hara. Giberelin merangsang pertumbuhan primer melalui pembesaran dan pembelahan sel, yang memengaruhi tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun. Produksi auksin telah terbukti mendorong pertumbuhan akar dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Ahmed & Hasnain, 2014; Olatunji et al., 2017). Optimalisasi produksi hormon pertumbuhan alami tanaman bergantung pada masing-masing tanaman. FMA membantu meningkatkan hormon pertumbuhan tanaman

seperti giberelin, auksin, dan sitokinin (Pozo et al., 2015). Selain itu, pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh tingkat ketergantungan tanaman terhadap FMA. Ketergantungan tanaman terhadap FMA terutama ditentukan oleh tanaman itu sendiri (Basu et al., 2018; Husein et al., 2022).

Produksi Biomassa dan Efektivitas Inokulasi

Produksi biomassa menggambarkan kemampuan tanaman beradaptasi terhadap lingkungan dan efektivitas inokulasi. Efektivitas inokulasi merupakan salah satu cara untuk menilai kemampuan inokulum yang ditambahkan untuk menghasilkan pengaruh terhadap pertumbuhan atau hasil suatu tanaman. Hasil analisis statistik menunjukkan inokulasi AMF memberi pengaruh signifikan terhadap produksi biomassa segar tajuk (g/tanaman) dan efektivitas inokulasi AMF (%) perlakuan T1 $P < 0,05$, kemudian hasil yang signifikan berikutnya juga terjadi pada perlakuan inokulasi kombinasi T3, sedangkan pada T2 tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan dibandingkan dengan T0, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rarata biomassa segar tajuk (g) dan efektivitas inokulasi (%) hijauan Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Parameter	Perlakuan				SEM	p
	T0	T1	T2	T3		
Biomassa Segar Tajuk	12,60 ^a	34,70 ^c	12,83 ^a	17,66 ^b	0,63	0,001
Efektivitas Inokulasi	0,00 ^a	63,51 ^c	1,76 ^a	28,52 ^b	1,66	0,001

^{a,b} Superskrip yang berbeda dalam baris menunjukkan perbedaan pada $p < 0,05$. T0: tanpa inokulasi; T1: Mikoriza 300 spora/polybag; T2: Trichoderma 5 gram, 1×10^6 spora/gram; T3: Kombinasi Mikoriza 300 spora/polybag dan Trichoderma 5 gram, 1×10^6 spora/gram

Inokulasi mikoriza pada perlakuan T1 memberikan peningkatan biomassa segar tajuk (g/tanaman) dan efektivitas inokulasi (%) yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol T0, T2, dan T3. Hasil analisis statistik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa biomassa tunas segar dan efektivitas inokulasi pada perlakuan T2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T0. Perlakuan T3 memberikan respon yang lebih baik dibanding dengan kontrol T0 dan T2. Hal ini dapat menggambarkan bahwa mikoriza yang diaplikasikan secara tunggal memiliki feedback yang lebih nyata dibandingkan pada perlakuan T2 dan kombinasi T3 pada kondisi stress kekeringan.

Peningkatan biomassa segar tajuk dapat dikatakan *feedback* dari hasil simbiosis akar tanaman dengan agen hayati mikoriza dan trichoderma. Mikoriza dapat menghasilkan hormon pertumbuhan yang meningkatkan penyerapan hara dan pembelahan sel, sehingga mempengaruhi tinggi tanaman dan jumlah daun secara positif (Pozo et al., 2015). Tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter tanaman yang dihasilkan berdampak pada biomassa yang dihasilkan. Biomassa tajuk segar yang tinggi pada perlakuan T1 merupakan respons positif dari asosiasi FMA dengan akar tanaman. Respon positif ini digambarkan oleh persentase efektivitas inokulasi agen hayati mikoriza dan trichoderma.

Inokulasi agen hayati perlakuan T1 mikoriza dan T3 kombinasi Mikoriza Trichoderma memberikan efektivitas inokulasi yang baik (%) berkisar antara 1,76% - 63,51%.

Efektivitas tertinggi diperoleh pada perlakuan T1, yaitu 63.51%, diikuti oleh T3 sebesar 28.52% dan T2 sebesar 1.76%. Kombinasi inokulasi kombinasi mikoriza dengan Trichoderma, hal tersebut justru memberikan *feedback* yang kurang signifikan dibandingkan dengan inokulasi tunggal dengan mikoriza. Perlakuan T2 inokulasi tunggal dengan jamur *trichoderma* justru tidak memberi *feedback* signifikan dan tidak berbeda dengan kontrol perlakuan. Perbedaan tingkat efektivitas dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti ketergantungan tanaman terhadap keragaman jenis agen hayati, unsur hara dan kemampuan spesifik jamur tersebut dalam membantu tanaman untuk *survive* di lahan marjinal (Ikhsan et al., 2025).

Trichoderma golongan jamur yang lebih spesifik dalam menjaga tanaman dari serangan *pathogen* dan jamur antagonis bagi tanaman, tetapi tidak untuk membantu tanaman *survive* di lahan marjinal yang kritis. Trichoderma juga berperan sebagai antifungal pada tanaman melalui metabolit sekunder sehingga tanaman mampu terlindungi dari jamur yang bersifat merusak (Mao & Jiang, 2021; Win et al., 2021; Wu et al., 2017). Mikoriza akan menunjukkan pengaruhnya pada kondisi tanah marginal dengan pasokan hara rendah. Efektivitas inokulasi yang tinggi disebabkan, jamur mikoriza berperan dalam siklus biogeokimia di dalam tanah sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) sehingga tanaman mampu tumbuh lebih baik dan hasil yang lebih baik.

KESIMPULAN

Hijauan alfalfa dapat bersimbiosis dengan baik dengan FMA dan *Trichoderma harzianum*. Efektivitas simbiosis FMA pada perlakuan T1 lebih signifikan dibandingkan dengan T2 dengan inokulum *Trichoderma* dan T3 dengan kombinasi dalam meningkatkan pertumbuhan dan hijauan alfalfa pada kondisi marginal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Univet Bantara atas dukungan dana Penelitian Kompetitif Universitas (PKU) Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdenaceur, R., Farida, B., Mourad, D., Rima, H., Zahia, O., & Fatma, S.-H. (2022). Effective biofertilizer *Trichoderma* spp. isolates with enzymatic activity and metabolites enhancing plant growth. *International Microbiology*, 25(4), 817–829.
- Ahmed, A., & Hasnain, S. (2014). Auxins as one of the factors of plant growth improvement by plant growth promoting rhizobacteria. *Polish Journal of Microbiology*, 63(3), 261. <http://www.pjmonline.org/wp-content/uploads/archive/vol6332014261.pdf>
- Atumo, T. T., Kauffman, R., Gemiyo Talore, D., Abera, M., Tesfaye, T., Tunkala, B. Z., Zeleke, M., & Kebede Kalsa, G. (2021). Adaptability, forage yield and nutritional quality of alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes. *Sustainable Environment*, 7(1), 1895475.
- Basu, S., Rabara, R. C., & Negi, S. (2018). AMF: The future prospect for sustainable agriculture. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 102, 36–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pmp.2017.11.007>
- Bhantana, P., Rana, M. S., Sun, X., Moussa, M. G., Saleem, M. H., Syaifudin, M., Shah, A., Poudel, A., Pun, A. B., & Bhat, M. A. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. *Symbiosis*, 84(1), 19–37.
- Csikós, N., & Tóth, G. (2023). Concepts of agricultural marginal lands and their utilisation: A review. *Agricultural Systems*, 204, 103560.
- Deja-Sikora, E., Kowalczyk, A., Trejgell, A., Szmidt-Jaworska, A., Baum, C., Mercy, L., & Hryniewicz, K. (2020). Arbuscular Mycorrhiza Changes the Impact of Potato Virus Y on Growth and Stress Tolerance of *Solanum tuberosum* L. in vitro. *Frontiers in Microbiology*, 10(January), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02971>
- Feng, Y., Shi, Y., Zhao, M., Shen, H., Xu, L., Luo, Y., Liu, Y., Xing, A., Kang, J., & Jing, H. (2022). Yield and quality properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and their influencing factors in China. *European Journal of Agronomy*, 141, 126637.
- Han, Y., White, P. J., & Cheng, L. (2022). Mechanisms for improving phosphorus utilization efficiency in plants. *Annals of Botany*, 129(3), 247–258. <https://doi.org/10.1093/aob/mcab145>
- Husein, M., Umami, N., Pertiwiningrum, A., Rahman, M. M., & Ananta, D. (2022). The Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Density and Diversity on the Growth and Biomass of Corn and Sorghum Forage in Trapping Culture. 45(1), 37–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.5398/tasj.2022.45.1.37>
- Ikhsan, Z., Sepsamli, L., Yulianti, R., Rosida, N., Ibrahim, E., Laeshita, P., Ismayanti, R., & Lathifah, N. (2025). *Pengendalian Hayati dan Pengelolaan Habitat*. PT Penerbit Qriset Indonesia.
- Mao, T., & Jiang, X. (2021). Changes in microbial community and enzyme

- activity in soil under continuous pepper cropping in response to *Trichoderma hamatum* MHT1134 application. *Scientific Reports*, 11(1), 21585.
- Olatunji, D., Geelen, D., & Verstraeten, I. (2017). Control of Endogenous Auxin Levels in Plant Root Development. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 18, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/ijms18122587>
- Ortas, I. (2012). The effect of mycorrhizal fungal inoculation on plant yield, nutrient uptake and inoculation effectiveness under long-term field conditions. *Field Crops Research*, 125, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.08.005>
- Pozo, M. J., López-Ráez, J. A., Azcón-Aguilar, C., & García-Garrido, J. M. (2015). Phytohormones as integrators of environmental signals in the regulation of mycorrhizal symbioses. *New Phytologist*, 205(4), 1431–1436. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00203-022-02882-1>
- Quinn, L. D., Straker, K. C., Guo, J., Kim, S., Thapa, S., Kling, G., Lee, D. K., & Voigt, T. B. (2015). Stress-tolerant feedstocks for sustainable bioenergy production on marginal land. *BioEnergy Research*, 8(3), 1081–1100.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H., & Dickey, D. A. (1996). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. McGraw-Hill.
- Tulu, D., Gadissa, S., Hundessa, F., & Kebede, E. (2023). Contribution of climate-smart forage and fodder production for sustainable livestock production and environment: Lessons and challenges from Ethiopia. *Advances in Agriculture*, 2023(1), 8067776.
- Win, T. T., Bo, B., Malec, P., Khan, S., & Fu, P. (2021). Newly isolated strain of *Trichoderma asperellum* from disease suppressive soil is a potential bio-control agent to suppress *Fusarium* soil borne fungal phytopathogens. *Journal of Plant Pathology*, 103(2), 549–561.
- Wu, Q., Sun, R., Ni, M., Yu, J., Li, Y., Yu, C., Dou, K., Ren, J., & Chen, J. (2017). Identification of a novel fungus, *Trichoderma asperellum* GDFS1009, and comprehensive evaluation of its biocontrol efficacy. *PloS One*, 12(6), e0179957.