

PENGARUH KONSENTRASI ALGINAT DAN AUDIOSONIK 8 KHZ TERHADAP VIABILITAS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DALAM PELET BIOCHAR

The Effect of Alginate Concentration and 8 kHz Audiosonic Treatment on the Viability of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Biochar Pellets

¹ Anne Nurbaity, ² Salsabila, ³ Vira Kusuma Dewi, ¹ Betty Natalie Fitriatin, ¹ Pujawati Suryatmana, ¹ Mieke Rochimi Setiawati

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia

² Mahasiswa Sarjana Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia

³ Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia

*e-mail : a.nurbaity@unpad.ac.id; salsabilaaccc02@gmail.com

ABSTRAK

Efektivitas fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang dapat menghambat perkecambahan dan menurunkan viabilitas spora. Enkapsulasi menggunakan alginat sebagai bahan pelapis, yang dikombinasikan dengan stimulasi audiosonik, berpotensi meningkatkan perlindungan serta aktivitas fisiologis spora. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2025 hingga Februari 2026 di Laboratorium Biologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, untuk mengevaluasi interaksi antara konsentrasi alginat dan perlakuan audiosonik terhadap perkecambahan dan viabilitas spora FMA. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Konsentrasi alginat terdiri atas 1%, 2%, dan 3%, sedangkan perlakuan audiosonik meliputi tanpa paparan audiosonik dan paparan audiosonik berfrekuensi 8 kHz selama 8 jam per hari. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara konsentrasi alginat dan perlakuan audiosonik terhadap viabilitas spora FMA. Konsentrasi alginat 2% menghasilkan viabilitas spora tertinggi.

Kata kunci: Audiosonik, enkapsulasi alginat, fungi mikoriza arbuskula, pelet biochar

ABSTRACT

The effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) as a biofertilizer in enhancing plant growth is influenced by environmental factors that can inhibit germination and reduce spore viability. Encapsulation using alginate as a coating material, combined with audiosonic stimulation, may improve spore protection and physiological activity. This study was conducted from October 2025 to February 2026 at the Soil Biology Laboratory, Department of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, to evaluate the interaction between alginate concentration and audiosonic treatment on AMF spore germination and viability. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and three replicates. Alginate concentrations consisted of 1%, 2%, and 3%, while the audiosonic treatments included no audiosonic exposure and exposure to 8 kHz at a duration of 8 hours per day. The results showed a significant interaction between alginate concentration and audiosonic treatment on AMF viability. The 2% alginate concentration resulted in the greatest spore viability.

Keywords: Audiosonic, Alginate encapsulated, Arbuscula Mycorrhizal Fungi (AMF), Biochar pellets

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi global menyebabkan permintaan terhadap produk pertanian terus meningkat, sehingga diperlukan upaya untuk menjamin keberlanjutan sistem produksi pangan. Pertanian berkelanjutan berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan jangka panjang (Muhie, 2022). Salah satu tantangan dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan adalah tingginya ketergantungan terhadap pupuk kimia. Penggunaan pupuk kimia secara intensif dan berkelanjutan dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti pencemaran tanah, erosi,

serta degradasi kualitas tanah (Susanto dkk., 2023; Nikmah & Ayu, 2024).

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan agen pupuk hayati yang membentuk hubungan simbiosis mutualistik dengan akar tanaman, berkontribusi meningkatkan penyerapan unsur hara esensial (N, P, K, Ca, Mg) dan air, memperkuat toleransi terhadap cekaman kekeringan, serta mendukung produktivitas tanaman pada lahan marginal (Wisnubroto dkk., 2024; Prihantoro dkk., 2023). Beberapa genus yang umum ditemukan, antara lain *Glomus*, *Gigaspora*, dan *Acaulospora*. Namun, efektivitasnya

sebagai biofertilizer sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kekeringan dan toksisitas tanah yang dapat menghambat perkecambahan spora sehingga menurunkan viabilitas, kemampuan kolonisasinya, serta daya simpan spora yang terbatas turut mengurangi efektivitasnya seiring waktu (Pitaktamrong *et al.*, 2018; Prisa *et al.*, 2023; Falcão & da Silva, 2025).

Teknik Enkapsulasi menggunakan alginat menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melindungi spora FMA. Alginat berperan sebagai matriks pelindung yang membantu menjaga kestabilan dan viabilitas spora. Penelitian oleh Pitaktamrong *et al.* (2018) melaporkan bahwa variasi konsentrasi alginat dapat memengaruhi kualitas dan viabilitas spora FMA, sehingga pemilihan konsentrasi alginat menjadi faktor penting dalam menentukan efektivitas enkapsulasi. Selain itu, pelapisan alginat juga dapat meningkatkan perlindungan spora serta memperpanjang daya simpan. Meskipun demikian, efektivitas enkapsulasi tidak hanya bergantung pada bahan pelapis, tetapi juga pada karakteristik *carrier* yang digunakan dalam formulasi.

Biochar sekam padi berpotensi digunakan sebagai *carrier* dalam formulasi pupuk hayati karena memiliki struktur berpori, stabil, dan kaya akan karbon. Struktur berpori ini tidak hanya berfungsi sebagai tempat berlindung mikroba, tetapi juga berperan dalam memperbaiki kondisi tanah. Peran biochar dalam memperbaiki kualitas tanah ditunjukkan melalui kemampuannya sebagai amelioran yang berpotensi untuk meningkatkan kualitas tanah, salah satunya melalui peningkatan kapasitas tukar kation (KTK). KTK merupakan kemampuan tanah untuk mengikat dan menyerap kation penting, seperti kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}), dan kalsium (Ca^{2+}) (Bawamenewi dkk., 2025; Amalina dkk., 2024).

Efektivitas pupuk hayati FMA sangat bergantung pada beberapa faktor, seperti viabilitas, genetik dan kemampuan adaptasi spora (Wisnubroto dkk., 2024). Upaya untuk menjaga viabilitas dan meningkatkan aktivitas spora dapat dilakukan melalui stimulasi gelombang suara. Shah *et al.* (2016) melaporkan bahwa paparan gelombang audible (20 Hz–20 kHz) dapat memengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba. Sejalan dengan itu, Robinson *et al.* (2024) menunjukkan bahwa stimulasi audiosonik 8 kHz mampu meningkatkan biomassa dan aktivitas spora *Trichoderma harzianum*. Oleh karena itu, stimulasi audiosonik berpotensi dikaji lebih lanjut untuk mendukung interaksi mikroba yang menguntungkan.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh konsentrasi alginat, audiosonik, dan interaksinya terhadap viabilitas FMA dalam pelet biochar. Hasil penelitian

diharapkan menjadi dasar pengembangan formulasi pupuk hayati yang efektif dan berkelanjutan untuk mendukung ketersediaan hara dan produktivitas pertanian.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 hingga Februari 2026 di Laboratorium Biologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat

Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini meliputi alat penggiling manual dengan lubang saringan berdiameter 5mm, baki plastik, gelas ukur 25 ml, *beaker glass* 250 ml, timbangan analitik, sendok, wadah plastik, mixer, *magnetic stirrer*, *aluminium foil*, batang pengaduk, cawan petri, saringan, pinset, mikroskop stereo, perangkat audiosonik dengan rentang frekuensi 5 kHz - 10 kHz, kotak pengujian, peredam suara, dan IPEVO V4K *document camera*. Sedangkan bahan yang digunakan terdiri dari inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula (*Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Acaulospora* sp.) dengan media perbanyakan zeolit berukuran 2mm, biochar sekam padi, alginat dengan konsentrasi 1%, 2% dan 3%, akuades steril, gliserol, larutan $CaCl_2$.

Metode Penelitian

Percobaan ini merupakan eksperimental dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama yaitu konsentrasi alginat. Faktor kedua adalah audiosonik. Terdapat 6 perlakuan yang direplikasi sebanyak tiga kali, menghasilkan 18 unit percobaan untuk dianalisis. Susunan perlakuan berdasarkan faktor dijelaskan sebagai berikut:

Faktor pertama (konsentrasi alginat) terdiri atas tiga taraf:

- k_1 = konsentrasi alginat 1%
- k_2 = konsentrasi alginat 2%
- k_3 = konsentrasi alginat 3%

Faktor kedua (audiosonik) terdiri atas dua taraf:

- s_0 = tanpa audiosonik
- s_1 = audiosonik 8 kHz

Analisis Data

Parameter yang diamati yaitu viabilitas spora FMA setelah penyimpanan selama 180 hari. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 9 hari inkubasi menggunakan mikroskop stereo. Persentase germinasi dihitung berdasarkan rata-rata dari 24 pelet ($n = 24$), di mana setiap pelet yang menunjukkan pertumbuhan miselium dianggap telah mengalami perkecambahan. Data

dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas Spora

Viabilitas spora FMA dinilai berdasarkan persentase germinasi spora setelah penyimpanan pelet selama 180 hari. Berdasarkan hasil analisis ragam statistik

Tabel 1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi Alginat dan Audiosonik terhadap Viabilitas Spora pada Hari ke-7 dan Ke-9

Konsentrasi Alginat	Rata-rata Viabilitas Spora (%) hari ke-7		Rata-rata Viabilitas Spora (%) hari ke-9	
	Audiosonik		Audiosonik	
	Tanpa Audiosonik	Audiosonik 8 kHz	Tanpa Audiosonik	Audiosonik 8 kHz
Konsentrasi alginat 1%	38,68 a B	55,75 a A	41,63 a B	56,56 a A
Konsentrasi alginat 2%	38,05 a B	71,54 c A	38,54 b B	72,29 c A
Konsentrasi alginat 3%	38,54 a B	59,44 b A	38,54 b B	59,44 b A

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf besar dibaca secara horizontal, notasi huruf kecil dibaca secara vertikal.

Kombinasi konsentrasi alginat 2% dan audiosonik secara konsisten menghasilkan viabilitas spora tertinggi, yaitu 71,54% pada hari ke-7 dan 72,29% pada hari ke-9. Hasil ini menunjukkan bahwa interaksi kedua perlakuan mampu mempertahankan viabilitas spora selama penyimpanan. Konsentrasi alginat 2% diduga mampu membentuk matriks gel yang optimal untuk menjaga ketersediaan air di sekitar spora, sehingga mendukung viabilitas FMA. Temuan ini sejalan dengan Pitaktamrong et al. (2018) yang melaporkan bahwa konsentrasi alginat 2%

pada hari ke-1, 3, dan 5 menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase awal pengamatan setelah masa penyimpanan, perlakuan belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap respons viabilitas spora. Perbedaan antar perlakuan mulai terlihat pada hari ke-7 dan ke-9 yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi sangat nyata antara perlakuan konsentrasi alginat dan audiosonik terhadap viabilitas spora selama penyimpanan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

merupakan konsentrasi yang efektif dalam mendukung perkecambahan spora.

Pada kondisi ini audiosonik diduga berperan dalam mempertahankan viabilitas spora selama penyimpanan. Temuan ini sejalan dengan Liu et al. (2016) yang melaporkan peningkatan kecepatan germinasi spora hingga 43,7% dan tingkat germinasi akhir sebesar 61,7% akibat stimulasi gelombang suara. Didukung penelitian Robinson et al. (2024) yang melaporkan bahwa frekuensi audiosonik 8 kHz dapat memengaruhi pertumbuhan dan kepadatan spora, sehingga berpotensi meningkatkan aktivitas fisiologis spora.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi alginat dan audiosonik 8 kHz berpengaruh terhadap kualitas FMA dalam pelet biochar. Interaksi kedua perlakuan berpengaruh terhadap viabilitas spora. Kombinasi alginat 2% dan audiosonik memberikan viabilitas spora terbaik setelah penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

Amalina, A. D., Yuliyanti, P. D., Putra, E. R., Ni'mah, R. I., & Azizah, L. 2024. Peran biochar dalam meningkatkan kesuburan tanah dan retensi air. *Jurnal Pertanian, Peternakan, Perikanan*. 2(2), 1-14.

Bawamenewi, T. A., Gea, F. H., & Waruwu, S. 2025. Penggunaan biochar untuk meningkatkan kualitas tanah pada sistem pertanian berkelanjutan. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*. 2(1), 179-187.

Falcão, E. L., & da Silva, F. S. B. (2025). Long storage time affects the infectivity and viability of *Entrophospora etunicata*. *Rhizosphere*, 35. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2025.101149>

Liu, S. L., Wu, W. J., & Yung, P. T. 2015. Effect of sonic stimulation on *Bacillus* endospore germination. *FEMS Microbiology Letters*. 363(1). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnv217>

Muhie, S. H. 2022. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. In *Journal of Agriculture and Food Research*. 10, 1-11

- Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>
- Nikmah, N., & Ayu, I. W. 2024. Pemanfaatan pupuk hayati dari bahan/limbah rumah tangga sebagai teknologi ramah lingkungan. *Jurnal Agroteknologi*. 4(1), 1-7.
- Pitaktamrong, P., Kingkaew, J., Yooyongwech, S., Cha-Um, S., & Phisalaphong, M. 2018. Development of arbuscular mycorrhizal fungi-organic fertilizer pellets encapsulated with alginate film. *Engineering Journal*. 22(6), 65–79. <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.6.65>
- Prihantoro, I., Karti, P. D., Aditia, E. L., & Nisabillah, S. 2023. Kualitas fungi mikoriza arbuskula (fma) yang diproduksi dengan teknik fortifikasi dan fertigasi berbeda pada pertumbuhan *Indigofera zollingeriana*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 28(3), 377–385. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.377>
- Prisa, D., Fresco, R., & Spagnuolo, D. 2023. Microbial biofertilisers in plant production and resistance: a review. In *Agriculture (Switzerland)*. 13 (9), 1-18.
- Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/agriculture13091666>
- Robinson, J. M., Cando-Dumancela, C., & Breed, M. F. 2024. *Sonic restoration: acoustic stimulation enhances soil fungal biomass and activity of plant growth-promoting fungi*. <https://doi.org/10.1101/2024.01.11.575298>
- Susanto, H., Taufiq, A., Sunaryono, S., Gunawan, A., & Sholeh, M. 2023. Pemanfaatan biofertilizer kelor untuk efektivitas smart farming berbasis green house. *Semanggi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(02), 13-22. <https://doi.org/10.38156/sjpm.v2i02.129>
- Wisnubroto, M. P., Armansyah, A., Anwar, A., & Suhendra, D. 2024. Eksplorasi dan identifikasi fungi mikoriza arbuskular (fma) serta karakteristik tanah lahan pasca tambang batu bara pada tingkat kelerengan berbeda di Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto. *Agrikultura*. 35(1), 112-125.