



Pengaruh Media Pembawa Mikoriza melalui Metode *Seed Coating* terhadap Pertumbuhan dan Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) terhadap Penyakit Bulai

Cyntia Febriani

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

E-mail: cyntiafebriani11@gmail.com

Abstrak

Penyakit bulai *Peronosclerospora* sp merupakan kendala utama budidaya jagung yang dapat memicu kegagalan panen total. Pengendalian menggunakan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) secara konvensional terkendala oleh tingginya dosis inokulum tanah yang dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas metode *seed coating* menggunakan variasi media pembawa dan dosisnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, menginduksi ketahanan terhadap penyakit bulai, serta meninjau efisiensi kolonisasi perakarannya. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang menguji dua faktor: jenis media pembawa (Zeolit dan Kompos) dan dosis (0,2 g/benih dan 0,3 g/benih), serta dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara statistik kombinasi perlakuan *seed coating* mikoriza memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada parameter pertumbuhan vegetatif, biomassa akar, dan keparahan penyakit bulai antar-kombinasi perlakuan. Namun uji lanjut terhadap kontrol negatif menunjukkan peningkatan pertumbuhan yang signifikan. Formulasi P1M1 (Zeolit + Dosis 0,2 g/benih) menunjukkan kecenderungan tinggi tanaman tertinggi (157,33 cm) pada umur 35 HST. Perlakuan P1M1 juga paling efektif menekan epidemi bulai dengan menahan kejadian penyakit di angka 50% serta menghasilkan keparahan terendah sebesar 38,01% pada 21 HSI. Aplikasi *seed coating* pada perlakuan P2M2 mampu menghasilkan persentase kolonisasi akar mencapai 86,67% yang setara dengan metode sebar tanah konvensional dosis standar yaitu 10 g/tanaman.

Kata kunci : Bulai, Jagung, Mikoriza, *Seed Coating*, Zeolit.

Abstract

Downy mildew (*Peronosclerospora* sp.) is a major constraint on corn cultivation, potentially triggering total crop failure. Conventional control using Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) is hampered by the high dose of soil inoculum required. This study aimed to test the effectiveness of the seed coating method using a variety of carrier media and doses in increasing plant growth, inducing resistance to downy mildew, and assessing the efficiency of root colonization. The study was designed using a Factorial Completely Randomized Design (CRD) that tested two factors: carrier media type (Zeolite and Compost) and dose (0.2 g/seed and 0.3 g/seed), and compared with the control. The results showed that statistically, the combination of mycorrhizal seed coating treatments had no significant effect on vegetative growth parameters, root biomass, and downy mildew severity between treatment combinations. However, further testing on the negative control showed a significant increase in growth. The P1M1 formulation (Zeolite + Dose 0.2 g/seed) showed a tendency for the highest plant height (157.33 cm) at 35 days after planting. The P1M1 treatment was also the most effective in suppressing downy mildew epidemics by holding the disease incidence at 50% and producing the lowest severity of 38.01% at 21 days after planting. The application of seed coating in the P2M2 treatment was able to produce a root colonization percentage of 86.67% which is equivalent to the conventional soil spreading method with a standard dose of 10 g/plant.

Keywords: Downy Mildew, Corn, Mycorrhiza, *Seed Coating*, Zeolite.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, jagung (*Zea mays* L.) dikategorikan sebagai salah satu komoditas pangan utama yang juga turut menyumbang pada beberapa sektor industri seperti pakan ternak. Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik terjadi penurunan pada luas panen jagung pipilan di Mei 2025 sebesar 13,26% menjadi 0,17 juta hektare dibanding Mei 2024 sebesar 0,20 juta hektare. Meskipun demikian, potensi luas panen jagung pipilan untuk periode Juni sampai Agustus 2025 diduga sebesar 0,66 juta hektare dengan peluang produksi sampai 3,85 juta ton. Kondisi ini menunjukkan bahwa permintaan terhadap jagung yang tinggi belum diimbangi dengan

peningkatan produksi secara optimal, sehingga diperlukan upaya strategis untuk meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan. Produktivitas jagung kerap terhambat oleh berbagai faktor biotik, salah satunya adalah infeksi penyakit bulai yang menjadi hambatan krusial bagi tanaman jagung hingga terjadi penurunan produktivitas secara signifikan terutama sejak awal pertumbuhan pada varietas rentan. Di Indonesia, serangan ini dipicu oleh tiga spesies yaitu *Peronosclerospora sorghi*, *P. philippinensis*, dan *P. maydis* [1].

Upaya penanggulangan penyakit bulai dapat dilakukan melalui pendekatan terpadu yang ramah lingkungan guna mengantisipasi dampak negatif fungisida sintetik, salah satunya dengan meningkatkan sifat ketahanan tanaman menggunakan elisitor seperti mikoriza [2]. Mikoriza adalah salah satu jamur tanah yang berasosiasi dengan perakaran tanaman untuk mengoptimalkan penyerapan nutrisi khususnya fosfor serta meningkatkan daya tahan terhadap tekanan lingkungan maupun serangan organisme pengganggu tanaman. Mekanisme tersebut melibatkan koordinasi ekspresi gen spesifik yang ditandai dengan peningkatan senyawa pertahanan internal seperti asam salisilat dan asam jasmonat [3]. Salah satu metode aplikasi mikoriza yang dinilai lebih praktis, murah, serta efisien dalam penggunaan inokulum adalah teknik *seed coating*, yaitu pelapisan benih dengan media pembawa (seperti zeolit dan kompos) yang mengandung spora mikoriza sehingga berada sangat dekat dengan akar muda sejak awal pertumbuhan. Melalui interaksi antara inang, patogen, dan elisitor mikoriza via metode *seed coating* ini, diharapkan pertumbuhan tanaman dapat terpacu sekaligus memperkuat imunitas tanaman jagung terhadap infeksi patogen bulai. Mikoriza merupakan cendawan tanah bermanfaat yang membangun hubungan simbiosis mutualisme dengan sistem perakaran tumbuhan tingkat tinggi. Cendawan dari Genus *Glomus* merupakan salah satu jenis FMA yang memiliki spesies terbesar dan keragaman genetik paling luas di alam. Eksistensi mikoriza arbuskular telah terbukti memberikan pengaruh positif yang signifikan, baik dalam mengisolasi sistem perakaran tanaman, menghitung persentase kolonisasinya pada akar inang, maupun memicu efek pertumbuhan sekunder pada tanaman pangan seperti sorgum. Inokulasi mikoriza pada perakaran terbukti efektif sebagai biostimulator yang mampu memacu biosintesis hormon endogen, seperti auksin, sitokinin, dan giberelin dalam jumlah yang lebih tinggi.

Peningkatan kadar hormon giberelin ini sangat krusial dalam merangsang pembelahan sel dan pemanjangan batang, yang secara fisiologis berdampak langsung pada optimalisasi tinggi tanaman dan ekspansi daun vegetatif. Pemanfaatan FMA juga efektif meningkatkan berat basah dan berat kering akar tanaman jagung, sekaligus memicu resistensi biologis untuk menurunkan intensitas infeksi penyakit jamur seperti *Curvularia* sp. Selain sebagai pemacu pertumbuhan, mikoriza bertindak sebagai agen penginduksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance*) melalui aktivasi elisitor mikroba. Meskipun potensi mikoriza sangat besar, efektivitas aplikasinya di lahan pertanian sangat ditentukan oleh teknik inokulasi dan jenis media pembawa (*carrier*) yang digunakan. Penggunaan teknik pelapisan benih atau *seed coating* menawarkan solusi inovatif untuk menambahkan lapisan bahan aktif mikroba secara langsung pada permukaan benih jagung sebelum ditanam. Keberhasilan metode *seed coating* ini juga dipengaruhi secara signifikan oleh jenis media pembawa dan interaksinya dengan mikroba komplementer lain dalam menghambat patogen bulai jagung. Media pembawa yang umum digunakan adalah pasir zeolit karena strukturnya yang berpori mampu mempertahankan viabilitas spora dalam kondisi kering, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta menstabilkan pelepasan unsur hara hifa [4]. Sebagai alternatif yang lebih ekonomis dan kaya akan bahan organik, penggunaan kompos dapat dikombinasikan untuk memacu aktivitas biologis tanah sekitar perakaran. Oleh sebab itu, penelitian ini direncanakan untuk menguji efektivitas berbagai formula kombinasi media pembawa (zeolit dan kompos) dan dosis inokulum mikoriza melalui metode *seed coating* sebagai upaya strategis terpadu dalam memacu pertumbuhan vegetatif sekaligus menginduksi ketahanan tanaman jagung Pioneer 27 terhadap infeksi penyakit bulai. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada pengaruh metode *seed coating* dengan media pembawa mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan apakah ada pengaruh metode *seed coating* dengan media pembawa mikoriza terhadap ketahanan tanaman jagung akibat infeksi penyakit bulai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis media pembawa mikoriza terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung dan mengetahui efektivitas metode *seed coating* dengan mikoriza dalam meningkatkan ketahanan imun tanaman jagung terhadap infeksi patogen bulai (*Peronosclerospora* sp.).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2026 di Lahan Pertanaman Jagung yang berlokasi di Desa Pekuwon, Kecamatan Bangsal, Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. Daerah ini termasuk dataran rendah dengan ketinggian 31 MDPL. Pengamatan mikoriza dilaksanakan di Laboratorium Mikoriza Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya yang berlokasi di Jl. Raya Mojoagung No.52, Gambiran Selatan, Kecamatan Mojoagung, Kabupaten Jombang, Jawa Timur.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cangkul, sendok, tiang label tanaman, sabit, steel tape, gunting, *Sentrifuge*, timbangan analitik, *object glass*, cawan petri, *cover glass*, *hot plate*, botol vial, *makrotube*,

saringan bertingkat 200 mesh dan 270 mesh, *handcounter*, pinset, pipet tetes, gelas ukur, *beaker glass*, mikroskop compound, *thinwall*, dan kuas. Bahan yang digunakan meliputi pupuk mikoriza glomofert kobateksi, mikoplus, CMC, Benih jagung varietas pioneer 27, alkohol 70%, HCL 10%, larutan gula 60%, KOH 10%, alkalin H₂O₂, tissue towel, *Lactoglycerintrypanblue*, aquades, kapas, dan plastik.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Faktorial 2x2 serta kontrol sebagai pembanding. Faktor perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut:

Faktor I : Jenis Media Pembawa (P), tersedia dari 2 taraf

- P1 : Zeolit
- P2 : Kompos

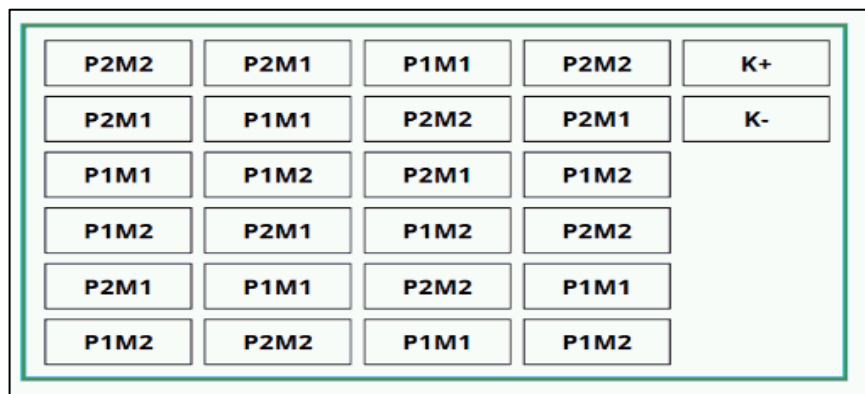
Faktor II : Dosis Pupuk (M), tersedia dari 2 taraf

- M1 : 0,2 gram/benih
- M2 : 0,3 gram/benih

Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 4 kombinasi perlakuan yaitu:

1. P1M1 : Zeolit + 0,2 gram/benih
2. P1M2 : Zeolit + 0,3 gram/benih
3. P2M1 : Kompos + 0,2 gram/benih
4. P2M2 : Kompos + 0,3 gram/benih

Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 6 kali sehingga terdapat 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 5 tanaman sehingga terdapat 120 tanaman serta Kontrol positif (diberikan pupuk hayati mikoriza tanpa *seed coating*) dan Kontrol Negatif (Tidak diberi apapun). Denah percobaan dengan penempatan yang disusun secara acak (Gambar 3.2)



Gambar 3.1. Denah Percobaan

Pelaksanaan Penelitian

[1] Persiapan Lahan

Persiapan lahan dimulai dengan pembersihan area lahan dari gulma dan sisa tanaman. Proses pengolahan selanjutnya dilakukan melalui dua tahap pencangkulan sedalam 30 cm yaitu tahap pertama bertujuan untuk membalikkan masa tanah dan tahap kedua difokuskan pada penggemburan tanah agar siap ditanam. Pemberian pupuk dasar diberikan secara merata.

[2] Pelapisan Benih

Metode pelapisan benih dilakukan perendaman benih dengan aquades selama empat jam untuk memicu imbibisi yang berfungsi melunakkan permukaan benih dan meningkatkan daya rekat [5]. Menyiapkan bahan pengikat yaitu CMC sebanyak 0,15 gram/15 ml air kemudian dicampur dengan benih dan bahan *seed coat* yaitu

zeolit hingga menyelimuti setiap benih, pengulangan dilakukan untuk bahan seed coating yaitu kompos. Media pembawa zeolit menggunakan mikoriza “Glomofert Kobateksi” yang mengandung 18,1 spora/gram dan media kompos menggunakan mikoriza “Mikoplus” yang mengandung 8,5 spora/gram. Benih yang sudah terlapisi inilah yang kemudian ditanam di petak penelitian.

[3] Penanaman Jagung

Penanaman jagung menggunakan sistem tanam lajar 2:1 mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Setiap unit percobaan diberi 5 lubang tanam dan diberi satu benih kemudian ditutup kembali dengan tanah secara merata. Perlakuan Kontrol positif diberikan pemupukan Glomofert Kobateksi yang mengandung propagul mikoriza diaplikasikan pada saat penanaman dengan dosis 10 gram/tanaman. Setiap petak perlakuan diberi label identitas untuk mempermudah tata letak penanaman dan akurasi pengamatan di lapangan.

[4] Penyediaan Sumber Inokulum *Peronosclerospora* sp.

Penyediaan sumber inokulum *Peronosclerospora* sp. diperoleh dari daun tanaman jagung bergejala bulai di area lahan pertanian Desa Sumbersekar, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang Jawa Timur. Daun bergejala yang dipilih adalah daun segar yang memiliki lapisan tepung putih pada permukaan daunnya. Daun kemudian dibersihkan dan dipotong dengan ukuran 1-2 cm.

[5] Inokulasi *Peronosclerospora* sp. pada Petak Percobaan

Metode inokulasi *Peronosclerospora* sp. dilaksanakan pada tanaman jagung berusia 14 HST. Pemilihan waktu didasarkan pada fase vegetatif awal yang merupakan periode kritis bagi perkembangan infeksi penyakit bulai[6]. Prosedur inokulasi dimulai pada pukul 17.00 WIB dimulai dengan inokulasi massal pada seluruh unit percobaan. Metode inokulasi dilakukan dengan menyisipkan potongan daun bergejala pada daun jagung yang membentuk corong dan memberikan kapas yang telah dibasahi oleh aquades di sekitar tanaman. Tanaman kemudian disungkup dengan plastik selama satu malam. Perkembangan penyakit pada tanaman diamati berdasarkan parameter pengamatan.

[6] Pemupukan

Dosis pupuk didasarkan pada Peraturan Menteri Pertanian No 13 tahun 2022 yaitu pemberian pupuk urea 4 g/tanaman dan KCL 1 g/tanaman. Pemupukan urea dan KCL diberikan dua kali yaitu pada saat tanaman berumur 10 HST dan 20 HST dengan membenamkan pada lubang sedalam 5 cm yang berjarak 5 cm dari tanaman. Efisiensi pemupukan NPK seringkali terbatas akibat sifat hara Nitrogen (N) yang mudah teruap dan tercuci, sedangkan Fosfor (P) rentan terfiksasi oleh mineral tanah sehingga integrasi pupuk hayati dimaksudkan untuk mengoptimalkan ketersediaan dan penyerapan unsur hara oleh tanaman.

[7] Pemanenan Mikoriza

Pemanenan dilakukan menurut BBPPTP Surabaya setelah tanaman berumur 35 hari dengan mengambil tanah sedalam 20-30 cm disekitar perakaran dan akar tanaman jagung untuk pengamatan kolonisasi mikoriza dan jumlah spora.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan tanaman sampel. Setiap unit percobaan terdiri dari 1 tanaman sampel yang dipilih secara acak sehingga total terdapat 24 tanaman sampel. Pengamatan dilakukan secara periodik selama 35 Hari Setelah Tanam (HST). Parameter pengamatan terdiri dari:

[1] Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada setiap tanaman sampel dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tertinggi menggunakan penggaris atau meteran dalam satuan sentimeter (cm). Pengamatan dilakukan sebanyak lima kali pada saat tanaman berumur 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST, dan 35 HST.

[2] Jumlah Daun (Helai)

Perhitungan jumlah daun dilakukan dengan menjumlahkan seluruh daun yang telah membuka sempurna pada setiap tanaman sampel. Data yang diperoleh kemudian dirata-rata untuk menentukan jumlah daun per tanaman pada setiap unit percobaan. Pengamatan jumlah daun dilakukan sebanyak lima kali yaitu 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST, dan 35 HST.

[3] Bobot Basah dan Kering Akar (gram)

Perhitungan bobot basah dan kering akar dilakukan menurut Sugiana *et al* (2023) dimana dilakukan satu kali yaitu pada tanaman berumur 35 Hari Setelah Tanam (HST). Perhitungan bobot basah akar dilakukan dengan mencabut tanaman dan membersihkan akar dari sisa tanah menggunakan air mengalir tanpa merusak jaringan. Akar dikeringkan hingga kering permukaan kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik. Perhitungan bobot kering diperoleh dengan mengering anginkan selama 24 jam pada suhu ruang kemudian akar ditimbang kembali. Data bobot basah dan bobot kering akar digunakan sebagai indikator pertumbuhan serta efisiensi penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman.

[4] Intensitas Serangan Penyakit Bulai (%)

Perhitungan Intensitas serangan penyakit bulai digunakan untuk mengetahui tingkat keparahan serangan patogen *Peronosclerospora* sp. terhadap tanaman. Penyakit ini ditandai dengan munculnya gejala klorosis atau belang kuning pada daun muda yang kemudian berkembang menjadi nekrosis, menyebabkan terganggunya proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Pengamatan dilakukan secara berkala sebanyak tiga kali dengan interval 1 minggu atau 7 hari. Pengamatan dimulai pada saat gejala awal muncul yaitu pada 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI), 14 HSI, dan 21 HSI.

$$\text{Intensitas Serangan (\%)} = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100$$

Keterangan:

n = Jumlah tanaman pada setiap kategori

v = Nilai skala pada kategori tersebut

N = Jumlah total tanaman yang diamati

V = Nilai skala tertinggi

Tabel 3.1. Kategori Penyakit dalam Pengamatan

Skor	Tingkat Keparahan Penyakit (%)
0	Tidak terdapat gejala
1	Serangan 0-20
2	Serangan >20 sampai 40
3	Serangan >40 sampai 50
4	Serangan >50 sampai 75
5	Serangan >75 sampai 100

Sumber : Agustamia *et al* (2016)

[5] Jumlah Spora (Spora/g)

Perhitungan jumlah spora mikoriza dilakukan sebanyak 1 kali ketika tanaman jagung berumur 35 Hari Setelah Tanam (HST). Perhitungan Jumlah Spora menggunakan teknik penyaringan basah untuk mengisolasi mikoriza dari tanah perakaran sesuai metode yang dikembangkan oleh Rini *et al* (2020). Mengambil tanah dari sampel perakaran sebanyak 10 gram, kemudian melarutkan ke dalam beaker glass berisi 500 mL air. Mengaduk suspensi hingga homogen dan mendiamkannya selama 30 detik agar partikel kasar mengendap. Melanjutkan proses dengan menyaring larutan menggunakan saringan biasa, kemudian menggunakan saringan bertingkat berukuran 200 dan 270 mesh. Membilas endapan yang tertinggal secara perlahan dan memasukkannya ke dalam makrotube. Menambahkan larutan sukrosa 60% hingga mencapai sepertiga volume makrotube. Menghomogenkan sampel menggunakan sentrifuge dengan kecepatan 20 rpm selama 2 menit. Setelah itu, memindahkan hasil sentrifugasi ke dalam cawan petri kecil, lalu menghitung jumlah spora mikoriza menggunakan mikroskop.

[6] Kolonisasi Akar (%)

Perhitungan Kolonisasi akar dilakukan pada tanaman yang berumur 35 Hari Setelah Tanam (HST). Pengamatan kolonisasi akar dilakukan mengikuti metode Philips dan Hayman (1970) dengan menggunakan larutan *Lactoglycerintrypan blue*. Langkah pertama dilakukan dengan mencuci sampel akar menggunakan air mengalir sebanyak tiga kali hingga bersih, kemudian memotong akar sepanjang 1 cm. Akar yang telah dipotong direndam dalam larutan KOH 10% selama 10 menit untuk melunakkan jaringan. Setelah itu, merebus dan mencuci akar, lalu merendamnya kembali dalam larutan alkalin H₂O₂ selama 10 menit dan membilasnya dengan air bersih. Melanjutkan proses dengan merendam akar dalam larutan HCl 1% selama 3 menit dan kemudian merendam akar dalam larutan *Lactoglycerintrypan blue* hingga seluruh bagian akar terendam sempurna, lalu mendiamkannya selama 24 jam. Setelah pewarnaan selesai, mengatur potongan akar pada kaca preparat sebanyak sepuluh helai dan ditutup dengan *cover glass*. Mengamati akar menggunakan mikroskop untuk menghitung persentase infeksi mikoriza. Perhitungan persentase kolonisasi dilakukan dengan melihat ada tidaknya propagul mikoriza yaitu spora atau hifa pada satu potongan akar.

$$\text{Presentase Kolonisasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah akar yang terkolonisasi}}{\text{Jumlah seluruh akar di kaca obyek}} \times 100$$

Analisa Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan software IBM SPSS Statistics versi 32.0. Parameter yang berdistribusi normal diuji dengan ANOVA Faktorial dan dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5% jika berpengaruh nyata. Parameter pengamatan yang menunjukkan tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis tanpa uji lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman jagung setelah dilakukan analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap tinggi tanaman pada seluruh waktu pengamatan. Rata-rata tinggi tanaman jagung selama 35 HST yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan selanjutnya disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Jagung

Perlakuan	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
P1M1	22,50	45,50	74,16	115,16	157,33
P1M2	25,50	47,33	74,33	112,66	155,00
P2M1	21,33	42,50	70,66	103,50	139,66
P2M2	23,50	43,50	73,66	108,16	149,83

Keterangan : angka di dalam tabel merupakan nilai rata-rata murni berdasarkan hasil uji ANOVA taraf 5%

Berdasarkan rata-rata tinggi tanaman selama pengamatan, seluruh kombinasi perlakuan menunjukkan adanya peningkatan yang konsisten seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Perlakuan P1M1 (Zeolit dengan dosis 0,2 g/benih) memberikan kecenderungan rata-rata tertinggi sebesar 157,33 cm dan terendah pada perlakuan P2M1 (Kompos dengan dosis 0,2 g/benih) sebesar 139,66 cm. Hal tersebut mengindikasikan adanya tren positif bahwa kombinasi zeolit dengan dosis 0,2 g/benih mampu menciptakan lingkungan tumbuh yang stabil meskipun secara statistik tidak berbeda nyata antar kombinasi perlakuan. Tidak adanya perbedaan yang nyata pada seluruh kombinasi perlakuan dapat disebabkan oleh ketersediaan unsur hara makro seperti Nitrogen dan Fosfor pada media tanam berada dalam kondisi cukup untuk menunjang fase vegetatif awal tanaman jagung. Hasil berbeda ditunjukkan oleh perlakuan dengan kontrol negatif, dimana hasil uji T menunjukkan bahwa tanaman dengan perlakuan mikoriza berbeda nyata signifikan dibanding tanaman kontrol tanpa mikoriza hingga akhir waktu pengamatan yaitu 35 Hari Setelah Tanam (HST). Rendahnya tinggi tanaman pada perlakuan negatif menunjukkan bahwa peran mikroorganisme seperti mikoriza mampu meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman melalui peningkatan ketersediaan unsur hara dan produksi zat pengatur tumbuh sehingga perlakuan kontrol negatif tidak memperoleh stimulasi awal sehingga pertumbuhan vegetatif berlangsung lebih lambat [7].

Media pembawa mikoriza berupa kompos berkontribusi dalam ketersediaan bahan organik yang kaya unsur hara sehingga memicu pembelahan sel tanaman. Di sisi lain media pembawa mikoriza berupa zeolit berperan dalam menjaga kelembapan dan kapasitas menahan air di sekitar perakaran sehingga bibit dapat terhindar dari kemungkinan stress kekeringan selama fase krisis adaptasi. Namun perlakuan media pembawa dan dosis menunjukkan ketidakadaan perbedaan nyata signifikan seiring bertambahnya umur tanaman. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa tanaman telah mencapai titik optimal pertumbuhan vegetatif yang dipicu oleh perlakuan tersebut. Meskipun demikian keunggulan kombinasi perlakuan terlihat sangat jelas ketika dibandingkan dengan kontrol negatif disebabkan tanpa adanya kehadiran agensia hayati mikoriza pertumbuhan tanaman terhambat secara signifikan sehingga mikoriza memegang peran penting dalam menjaga dan menjamin ketersediaan dan penyerapan hara guna mendukung pertumbuhan vegetatif. Inokulasi mikoriza mampu memicu biosintesis hormon pertumbuhan pada tanaman inang seperti auksin, sitokinin, dan giberelin. Interaksi hormon giberelin dan fosfor sangat krusial dalam pembelahan serta pemanjangan sel pada meristem apikal dimana hal tersebut akan berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman jagung. Hormon giberelin menstimulasi pemanjangan batang melalui induksi enzim amilase yang menghidrolisis pati sehingga kadar gula dan tekanan osmosis cairan meningkat menyebabkan air masuk ke dalam sel dan memicu pemanjangan sel hingga berujung pada peningkatan tinggi tanaman secara menyeluruh [8]. Hal ini sejalan dengan penelitian Kiuk et al bahwa spora FMA yang diinokulasikan pada pertanaman jagung baik dalam bentuk kultur tunggal maupun kultur campuran mampu bekerja secara efektif dan memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan tanaman khususnya tinggi tanaman [9].

Pengamatan Jumlah Daun

Hasil pengamatan jumlah daun jagung setelah dilakukan analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan pada 7 Hari Setelah Tanam (HST) memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun, namun tidak memberikan pengaruh nyata pada 14 Hari Setelah Tanam (HST) hingga akhir pengamatan yaitu 35 Hari Setelah

Perlakuan	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
P1M1	3,67	5,83	6,00	8,67	10,00
P1M2	4,17	6,00	6,17	8,83	10,17
P2M1	4,17	5,67	6,17	8,50	9,67
P2M2	4,00	5,50	6,00	8,17	9,50

Tanam (HST). Rata-rata jumlah daun jagung selama periode pengamatan selanjutnya disajikan pada tabel 2

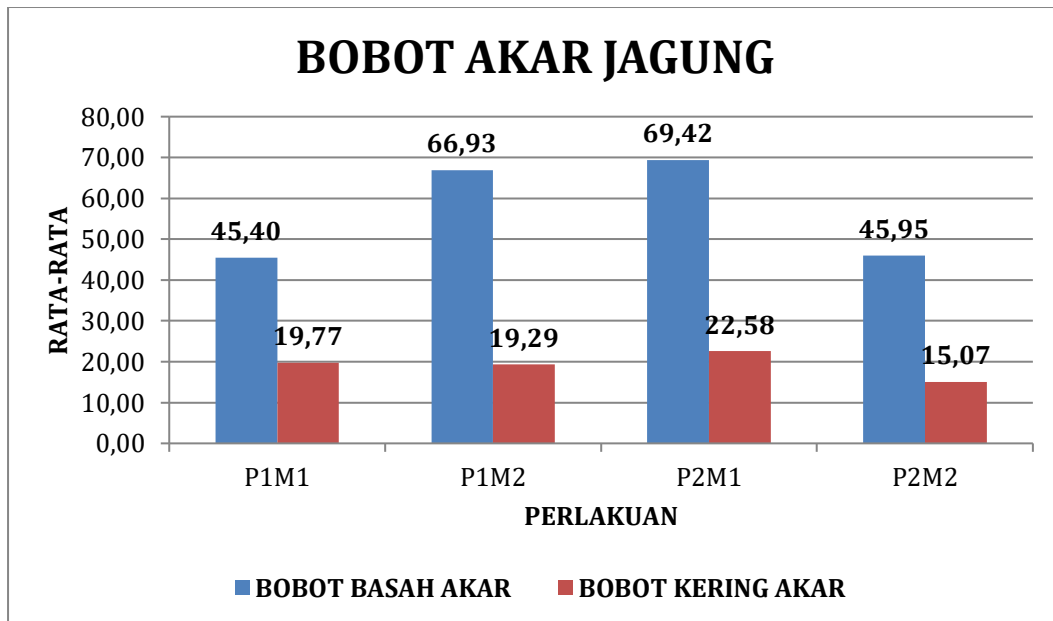
Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun Jagung

Keterangan : angka di dalam tabel merupakan nilai rata-rata murni berdasarkan hasil uji ANOVA taraf 5%

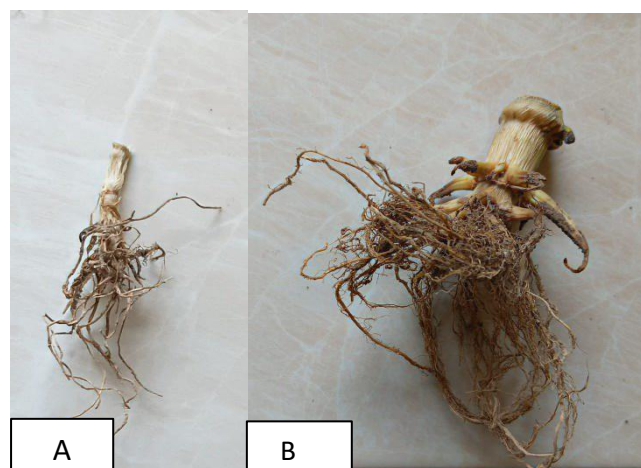
Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun jagung selama 35 Hari Setelah Tanam (HST) menunjukkan urutan perlakuan terbaik yaitu perlakuan P1M2 menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 10,17 helai, diikuti oleh P1M1 (10,00 helai), P2M1 (9,67 helai), dan P2M2 menghasilkan jumlah daun terendah yaitu 9,50 helai. Tingginya jumlah daun pada perlakuan P1M2 dinilai lebih efektif dalam meningkatkan jumlah daun karena adanya hubungan yang kuat antara karakteristik media pembawa zeolit dengan dosis mikoriza di awal pertumbuhan. Hasil uji T antara perlakuan dengan kontrol positif (tanpa seed coating) memberikan pengaruh nyata hanya pada 21 Hari Setelah Tanam (HST) dengan nilai signifikansi sebesar 0,038. Hasil tersebut dapat disebabkan karena pada 21 Hari Setelah Tanam (HST) kontrol positif mengalami pembentukan daun yang optimal sebesar 7 helai dan memiliki nilai selisih hingga 0,92 helai dibandingkan perlakuan yaitu 6,08 helai. Namun, memasuki umur 28 Hari Setelah Tanam (HST) hingga akhir pengamatan kelompok perlakuan kembali menunjukkan respon yang seragam atau tidak berbeda nyata. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mikoriza sebagai bahan seed coating dinilai dapat menghasilkan hasil yang sama dibanding tanpa seed coating dan dosis standar pada jumlah daun karena bersifat aktif secara biologis, mampu memacu pertumbuhan vegetatif melalui produksi hormon tumbuh seperti giberelin. Kondisi tersebut mendukung proses fotosintesis yang lebih optimal dan peningkatan pembentukan daun sejak fase awal pertumbuhan dibandingkan mikoriza tanpa seed coating. Penerapan seed coating memastikan spora mikoriza aktif tepat saat radikula muncul [5].

Pengamatan Bobot Basah dan Kering Akar

Hasil pengamatan bobot basah akar jagung setelah dilakukan analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata. Rata-rata bobot basah dan kering akar tanaman jagung dari seluruh perlakuan disajikan pada gambar 1.



Rata-rata bobot basah akar tinggi ditunjukkan pada perlakuan P2M1 sebesar 69,42 gram dan bobot kering tertinggi sebesar 22,58 gram. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh interaksi dari setiap perlakuan memberikan pengaruh tidak nyata, lebih lanjut hasil uji T antara perlakuan dengan kontrol negatif maupun kontrol positif juga menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Faktor lingkungan seperti media tanam, ketersediaan hara, serta suplai air yang bersifat homogen menyebabkan laju pertumbuhan kontrol maupun perlakuan pengujian berjalan seimbang. Tidak adanya respon kontras terhadap kontrol positif dan negatif menandakan bahwa pengaruh perlakuan belum terekspresikan secara optimal pada waktu pengamatan atau stimulasi akan terlihat jelas apabila tanaman berada dalam kondisi cekaman, seperti perakaran pada tanaman yang mengalami keparahan dalam serangan penyakit bulai menunjukkan bobot basah dan kering yang lebih kecil dan tidak berkembang diduga karena adanya faktor berupa infeksi patogen yang mempengaruhi proses fotosintesis tanaman. Proses fotosintesis tanaman yang terganggu akibat infeksi patogen akan berdampak pada pertumbuhan serta hasil tanaman jagung termasuk volume akar. Fenomena penurunan biomassa akibat infeksi patogen ini sejalan dengan penelitian pada komoditas pangan lain yang menunjukkan bahwa serangan patogen pada fase vegetatif secara signifikan menurunkan kemampuan tanaman dalam membentuk biomassa serta merusak respon pertumbuhan organ vegetatif. Ketika tanaman terinfeksi oleh patogen terjadi gangguan fisiologis yang menghambat translokasi hara dan hasil asimilasi ke akar, serta memaksa tanaman mengalihkan energinya untuk pertahanan seluler sehingga sistem perakaran tanaman sakit menghasilkan bobot yang lebih kecil dibandingkan tanaman sehat [10]. Perbedaan perakaran tanaman terserang penyakit bulai dan tanaman sehat disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Akar Tanaman Jagung terserang bulai (A): Akar Tanaman Jagung Sehat (B)

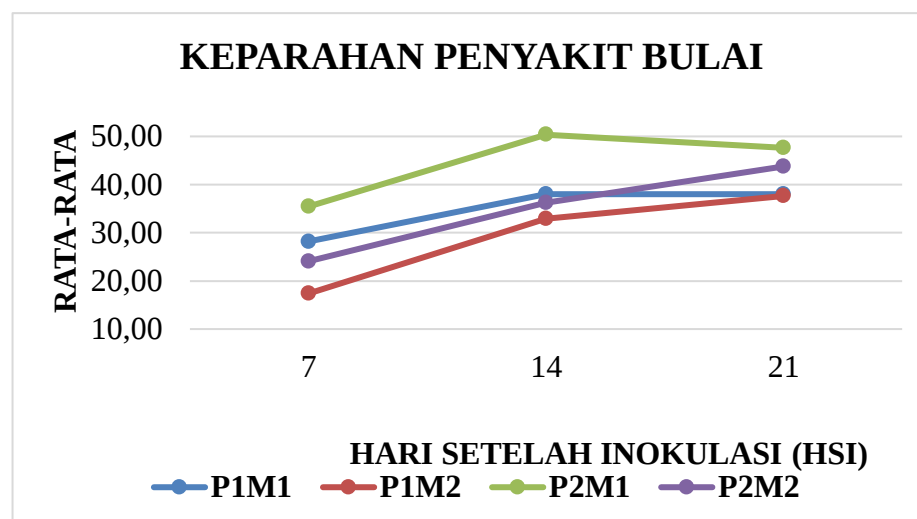
Pengamatan Keparahan Penyakit Bulai Jagung

Hasil pengamatan keparahan penyakit bulai jagung setelah dilakukan analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata pada selama masa pengamatan. Rata-rata keparahan penyakit bulai jagung dari seluruh perlakuan disajikan pada table 4.

Tabel 4. Rata-rata Keparahan Penyakit Bulai Jagung

Perlakuan	7 HSI	14 HSI	21 HSI
P1M1	28,20	38,01	38,01
P1M2	17,39	32,94	39,13
P2M1	35,45	60,35	47,83
P2M2	24,09	36,19	43,76

Perlakuan P1M1 menunjukkan kecenderungan tingkat kerusakan jaringan daun terendah secara numerik pada akhir pengamatan yaitu sebesar 38,01%. Hasil uji T antara perlakuan seed coating mikoriza dan kontrol negatif menunjukkan tidak berbeda nyata. Namun hasil berbeda ditunjukkan pada perlakuan kontrol positif zeolit dimana menunjukkan perbedaan nyata signifikan pada 14 HSI dan 21 HSI. Tingkat keparahan antara tanaman seed coating dengan tanaman tanpa seed coating diduga masih relatif sama dikarenakan patogen bulai baru mulai menginfeksi jaringan tanaman. Namun memasuki 14 hingga 21 HSI terdapat perbedaan nyata dapat disebabkan oleh formula seed coating membutuhkan waktu untuk bekerja secara optimal sebagai penghambat internal. Kondisi ini menunjukkan bahwa sekali patogen berhasil menginfeksi maka laju kerusakan jaringan pada rentang waktu tertentu berjalan dengan kecepatan relatif sama di antara kelompok perlakuan diakibatkan oleh tekanan penyakit di lingkungan perakaran yang besar. Meskipun demikian, melalui Uji T pembandingan, ditemukan bahwa Media Pembawa Zeolit secara signifikan mampu menekan tingkat Keparahan Penyakit pada pengamatan 14 dan 21 HSI dibandingkan dengan Kontrol. Sebaliknya, aplikasi dengan perlakuan Kompos memberikan tingkat keparahan yang tidak berbeda nyata dengan tanaman kontrol. Walaupun tanaman sama-sama terinfeksi patogen (kejadian penyakit sama), perlakuan berbasis Zeolit berhasil membatasi kerusakan jaringan akibat patogen (keparahan penyakit lebih rendah). Mekanisme ini terkait dengan *Induced Systemic Resistance* (ISR) yang dipicu oleh simbiosis Mikoriza aktif yang sebelumnya terbukti tinggi pada kolonisasi akar. Tingginya simbiosis mikoriza membantu tanaman memproduksi senyawa pertahanan (seperti fitoaleksin atau enzim peroksidase) yang menghambat kolonisasi patogen di dalam jaringan tanaman, sehingga gejala penyakit tidak separah tanaman kontrol. Fluktuasi keparahan penyakit bulai pada setiap kombinasi perlakuan



disajikan pada gambar 3.

Gambar 3. Fluktuasi Keparahen Penyakit Bulai Jagung

Gejala awal yang timbul akibat serangan jamur patogen *Peronosclerospora* sp. yaitu munculnya garis klorotik memanjang sejajar dengan tulang daun dimulai dari pangkal daun kemudian gejala menyebar ke seluruh permukaan daun. Bagian bagian bawah tanaman yang terserang akan muncul butiran putih seperti tepung pada daun yang merupakan spora patogen tersebut. Media pembawa mampu menekan keparahan penyakit bulai, meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung. Dosis *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan tinggi dan jumlah daun tanaman jagung, namun tidak mampu menekan penyakit bulai. Perlakuan dosis *Trichoderma* sp. dan media pembawa tepung beras mampu meningkatkan tinggi, jumlah daun dan bobot kering berangkasan tanaman jagung, namun tidak mampu menekan penyakit bulai [11]. Konidia *Peronosclerospora* sp. Disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Konidia *Peronosclerospora* sp.

Karakteristik Biologis Simbiosis Mikoriza

Hasil pengamatan kolonisasi akar jagung dan jumlah spora setelah dilakukan analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata. Rata-rata kolonisasi akar dan jumlah spora dari seluruh perlakuan disajikan pada tabel 4.6.

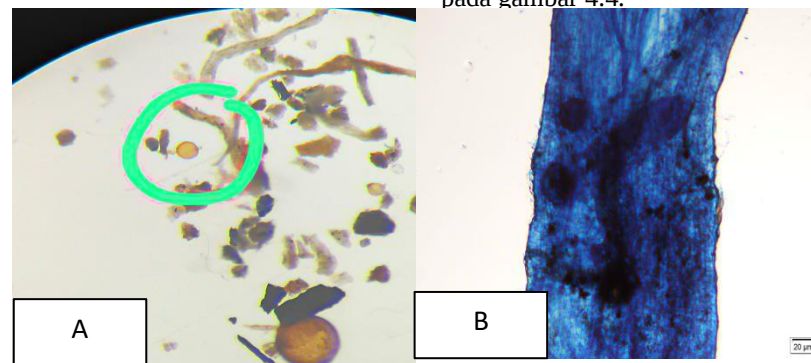
Tabel 5. Rata-rata Kolonisasi akar dan Jumlah Spora Mikoriza

Perlakuan	Kolonisasi Akar (%)	Jumlah Spora (spora/g)
P1M1	61,67	8,67
P1M2	60,00	11,50
P2M1	71,67	14,00
P2M2	86,67	12,00

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi perlakuan memberikan respon yang relatif seragam pada tanaman jagung. Perlakuan P2M2 menunjukkan rata-rata kolonisasi akar tertinggi sebesar 86,67%, diikuti oleh P2M1 (71,67%), P1M1 (61,67%), dan terendah pada perlakuan P1M2 sebesar 60,00%. Tingginya persentase kolonisasi akar pada P2M2 menunjukkan kompatibilitas yang baik antara media pembawa kompos (P2) dengan dosis 0,3 g/benih (M2) pada sistem perakaran tanaman jagung dalam merangsang infeksi dan perkembangan hifa mikoriza. Parameter jumlah spora tertinggi ditemukan pada perlakuan P2M1 sebesar 14,00 spora/g, diikuti oleh P2M2 (12,00 spora/g), P1M2 (11,50 spora/g), dan terendah pada perlakuan P1M1 (8,67 spora/g). Perbedaan hasil antara kolonisasi akar dan jumlah spora menunjukkan bahwa pembentukan spora atau sporulasi dipengaruhi oleh cekaman eksternal atau fase perkembangan mikoriza itu sendiri sehingga kolonisasi akar tidak selalu diikuti oleh jumlah spora yang telah terbentuk. Hasil uji T pada kolonisasi akar menunjukkan perbedaan nyata signifikan terhadap kontrol negatif. Hal tersebut membuktikan bahwa inokulasi mikoriza pada kombinasi perlakuan efektif menginfeksi akar tanaman jagung, namun jumlah spora hasilnya tidak berbeda nyata dengan kontrol negatif dikarenakan spora alami atau mikoriza yang telah ada di lahan tersebut serta waktu pengamatan yang belum cukup bagi mikoriza untuk menghasilkan spora.

Jumlah mikoriza sangat melimpah di alam dan ditemukan hampir 80% dapat bersimbiosis dengan tumbuhan angiospermae, serta berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman agrikultur, hortikultura dan tanaman hutan. Mikoriza arbuskula terdapat beberapa genus salah satunya adalah Genus *Glomus* yang memiliki spora warna yang bervariasi mulai dari mulai dari kuning kecoklatan, coklat

kekuningan, coklat muda hingga coklat kehitaman [5]. Hasil pengamatan kolonisasi akar dan spora Mikoriza disajikan pada gambar 5. Hasil uji T terhadap kontrol positif menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata membuktikan bahwa aplikasi seed coating mikoriza dengan dosis 0,2 g/benih ataupun 0,3 g/benih mampu menghasilkan persentase kolonisasi akar dan jumlah spora yang setara dengan standar pemberian pupuk hayati mikoriza sebanyak 15-20 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa metode seed coating dengan penambahan inokulum mikoriza dapat langsung menginfeksi akar saat benih mulai berkecambah secara cepat dan tepat sasaran sehingga mampu menghemat kebutuhan inokulum mikoriza tanpa menurunkan kualitas simbiosis mutualisme antara mikoriza dan tanaman jagung. Efisiensi pemanfaatan ruang dan bahan perekat dalam seed coating terbukti mampu menjaga kepadatan spora aktif tepat pada target sasaran perakaran sesuai dengan prinsip efisiensi formulasi coating [7]. Jumlah mikoriza sangat melimpah di alam dan ditemukan hampir 80% dapat bersimbiosis dengan tumbuhan angiospermae, serta berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman agrikultur, hortikultura dan tanaman hutan. Mikoriza arbuskula terdapat beberapa genus salah satunya adalah Genus *Glomus* yang memiliki spora warna yang bervariasi mulai dari kuning kecoklatan, coklat kekuningan, coklat muda hingga coklat kehitaman [7]. Hasil pengamatan kolonisasi akar dan spora Mikoriza disajikan pada gambar 4.4.



Gambar 5. Spora *Glomus* Mikoriza (A): Kolonisasi Akar Jagung oleh Mikoriza (B)

Hasil uji T terhadap kontrol positif menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata membuktikan bahwa aplikasi seed coating mikoriza dengan dosis 0,2 g/benih ataupun 0,3 g/benih mampu menghasilkan persentase kolonisasi akar dan jumlah spora yang setara dengan standar pemberian pupuk hayati mikoriza sebanyak 15-20 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa metode seed coating dengan penambahan inokulum mikoriza dapat langsung menginfeksi akar saat benih mulai berkecambah secara cepat dan tepat sasaran sehingga mampu menghemat kebutuhan inokulum mikoriza tanpa menurunkan kualitas simbiosis mutualisme antara mikoriza dan tanaman jagung.

SIMPULAN

Metode seed coating dengan berbagai formulasi media pembawa dan dosis mikoriza memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata secara statistik antar kombinasi perlakuan pada parameter pertumbuhan dan penekanan keparahan penyakit bulai. Meski demikian, seluruh perlakuan seed coating menunjukkan performa pertumbuhan yang nyata lebih baik dibandingkan dengan kontrol negatif. Secara rata-rata numerik, perlakuan P1M1 (Zeolit dengan dosis 0,2 g/benih) menunjukkan kecenderungan pertumbuhan terbaik dengan tinggi tanaman mencapai 157,33 cm pada umur 35 Hari Setelah Tanam (HST), serta paling optimal membatasi tingkat keparahan penyakit di angka 38,01% pada 21 Hari Setelah Inokulasi (HSI). Metode seed coating terbukti efisien karena dosis rendah (0,2 dan 0,3 g/benih) mampu menghasilkan kolonisasi akar yang setara dengan kontrol positif dosis standar (10 g/tanaman). Saran yang dapat diberikan yaitu perlu dilakukan pengujian formula seed coating pada skala lahan yang lebih luas guna menguji konsistensi efektivitasnya di berbagai kondisi iklim dan jenis tanah serta perlu dilakukan pengujian masa simpan benih jagung yang telah dilapisi mikoriza guna mengetahui viabilitas spora mikoriza.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hikmahwati, T. Kuswinanti, and M. Melina, "Karakterisasi Molekuler Isolat-Isolat Penyebab Bulai (*Peronosclerospora* spp) Pada Tanaman Jagung Berbasis Simple Sequence Repeat (SSR)," *AGROVITAL J. Ilmu Pertan.*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2019, doi:

- 10.35329/agrovital.v3i1.212.
- [2] S. Pakki, S. Saenong, and A. Muis, “Pengaruh Kombinasi Varietas Tahan dan Fungisida Metalaksil terhadap Insidensi Penyakit Bulai Peronosclerospora philippinensis pada Jagung The Effect of Combination of a Resistant Maize Variety and Metalaxil Fungicide on the Incidence of Maize Downy Mildew,” 2019.
 - [3] Y. Wang *et al.*, “Research progress on the physiological response and molecular mechanism of cold response in plants,” *Front. Plant Sci.*, vol. 15, no. January, pp. 1–17, 2024, doi: 10.3389/fpls.2024.1334913.
 - [4] T. M. Dewi, A. Nurbaity, P. Suryatmana, and E. T. Sofyan, “Efek Sterilisasi dan Komposisi Media Produksi Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula terhadap Kolonisasi Akar, Panjang Akar dan Bobot Kering Akar Sorgum,” *J. AGRO*, vol. 4, no. 1, pp. 24–31, 2017, doi: 10.15575/1205.
 - [5] A. Edi, J. Jamilah, and M. Ernita, “Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Seed Coat of Soybean Grown on Ultisol Applied with Various Doses of Lime,” *Planta Trop.*, vol. 11, no. 1, pp. 25–32, 2023, doi: 10.18196/pt.v11i1.11195.
 - [6] C. Agustamia, A. Widiastuti, and C. Sumardiyono, “Stomata and chlorophyll’s influence on the resistance of several maize varieties against downy mildew,” *J. Perlindungan Tanam. Indones.*, vol. 20, no. 2, pp. 89–94, 2016.
 - [7] A. R. Maulana, I. R. Moeljani, and N. Triani, “Pengaruh Formulasi Bahan Coating Terhadap Mutu Benih Tiga Komoditas Hortikultura,” *Plumula Berk. Ilm. Agroteknologi*, vol. 10, no. 2, pp. 101–110, 2022, doi: 10.33005/plumula.v10i2.95.
 - [8] Riko, S. N. Aini, and E. Asriani, “Aplikasi Berbagai Konsentrasi Giberelin (GA3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (Brassica oleracea L .) pada Sistem Budidaya Hidroponik [Application of Various Concentrations of Gibberellin (GA 3) on Kailan (Brassica oleracea L .) Growth with Hy,” *Hortic. J.*, vol. 29, no. 2, pp. 181–188, 2019.
 - [9] Y. Kiuk, P. O. Bako, and L. F. Ishaq, “Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Indigeneous dan Pupuk Fosfor Anorganik dalam Upaya Peningkatan Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Jagung di Lahan Berkapur Pulau Timor,” *Agrikultura*, vol. 33, no. 1, p. 25, 2022, doi: 10.24198/agrikultura.v33i1.35881.
 - [10] S. Pratami, A. F. Hemon, and H. Haryanto, “Respon Beberapa Genotipe Kacang Tanah yang Terinfeksi Sclerotium roflsii Sacc . pada Fase Vegetatif dan Generatif Response Of Several Peanut Genotypes Infected By Sclerotium roflsii Sacc . in Vegetative and Generative Phases,” vol. 4, no. 3, pp. 1002–1011, 2025.
 - [11] A. M. Hariri, K. D. Saraswati, Suskandini Ratih Dirmawati, and Y. Fitriana, “Jurnal Agrotek Tropika Jurnal Agrotek Tropika,” *J. Agrotek Trop.*, vol. 12, no. 2, pp. 259–269, 2016.