

# Perbanyak Mikoriza Indigenus Taman Nasional Gunung Ciremai dengan Berbagai Tanaman Inang

## (Propagation of Indigenous Mycorrhiza of Ciremai Mountain National Park Using Various Host Plants)

Ai Nurlaila\*, Ika Karyaningsih, Dede Kosasih, Ilham Adhya, Meindhika Giwantara, Wiwit Walinda

(Diterima Januari 2023/Disetujui November 2023)

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menentukan efektivitas penggunaan tanaman inang dalam upaya memperbanyak propagul mikoriza indigenus Taman Nasional Gunung Ciremai. Metode percobaan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah lokasi sumber inokulum sebanyak 3 taraf: hutan campuran, semak belukar, dan tegakan pinus. Faktor kedua adalah jenis tanaman inang sebanyak 4 taraf: jagung (*Zea mays*), sorgum (*Sorghum bicolor*. (L.) Moench), kacang sentro (*Centrosema pubescens*), dan kacang ruji (*Pueraria javanica*). Setiap perlakuan diulang 5 kali sehingga terdapat 60 satuan percobaan. Spora diisolasi dengan metode penyaringan basah dan dekantasi yang diadaptasi dari Gerdemann dan Nicolson (1963), dilanjutkan dengan metode sentrifugasi gula yang dimodifikasi dari Jenkins (1964). Parameter yang diamati adalah jumlah spora mikoriza. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji sidik ragam (uji *F*). Untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan dan untuk membandingkan perlakuan terpilih digunakan uji lanjut Duncan pada taraf 5%. Kombinasi lokasi inokulum semak belukar dan tanaman inang kacang sentro menunjukkan populasi spora terbanyak, yaitu 222.60 per 50 g sampel tanah. Teknik pemerangkapan (*trapping*) dengan menggunakan tanaman inang jagung, sorgum, kacang sentro, dan kacang ruji memperlihatkan hasil yang belum optimum. Genus yang terbanyak ditemukan adalah *Glomus* (80%; 4 spesies), *Gigaspora* (10%, 1 spesies), dan *Acaulospora* (10%, 1 spesies). *Glomus* merata ditemukan pada semua hasil pemerangkapan.

Kata kunci: *Acaulospora*, *Glomus*, mikoriza, propagul, spora

### ABSTRACT

This study aimed to determine the effectiveness of the use of host plants in an effort to multiply mycorrhizal propagules indigenous to Gunung Ciremai National Park. The experimental method used a factorial complete randomized design with 2 factors. The first factor was the location of the source of inoculum by 3 levels: mixed forests, shrubs, and pine stands. The second factor was 4 types of host plant many as 4 levels: corn (*Zea mays*), sorghum (*Sorghum bicolor*. (L.) Moench), centro beans (*Centrosema pubescens*), and ruji beans (*Pueraria javanica*). Each treatment was repeated five times, so there were 60 experimental units. The spores were isolated by wet filtration and decantation methods adapted from Gerdemann and Nicolson (1963), followed by the modified sugar centrifugation method from Jenkins (1964). The observed parameter was the number of mycorrhizal spores. The data obtained were analyzed by a variance test (*F test*). To evaluate the treatment's effect and compare the selected treatments, Duncan's follow-up test was used at the level of 5%. The combination of the location of the shrub inoculum and the centro bean host plant showed the largest spore population, which was 222.60 per 50 g soil sample. Trapping techniques using host plants of corn, sorghum, centro beans, and ruji beans showed suboptimal results. The most common genera were *Glomus* (80%; 4 species), *Gigaspora* (10%, 1 species), and *Acaulospora* (10%, 1 species). *Glomus* was evenly found in all trapping results.

Keywords: *Acaulospora*, *Glomus*, mycorrhiza, propagules, spores

### PENDAHULUAN

Kegiatan budi daya pertanian, perkebunan, dan kehutanan sering menghadapi berbagai masalah sehingga produksinya kerap fluktuatif baik kuantitas maupun kualitasnya. Masalah pertama dalam budi

daya di ketiga sektor tersebut adalah tingginya kebergantungan petani pada pupuk, terutama yang bersubsidi. Hal ini menjadi faktor pembatas dalam upaya peningkatan produksi. Menurut Mudassir (2022), kebutuhan akan pupuk secara nasional mencapai 22,57 juta ton hingga 26,18 juta ton per tahun, sedangkan anggaran negara hanya dapat memenuhi sekitar 40% kebutuhan pupuk bersubsidi, yaitu 8,87 juta ton hingga 9,55 juta ton, senilai Rp25 triliun. Masalah kedua yang membatasi produksi pertanian beberapa tahun terakhir adalah perubahan iklim yang cukup ekstrem, yang berpengaruh negatif pada

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Universitas Kuningan, Jl. Cut Nyak Dhien No.36A, Cijoho, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat 45513

\* Penulis Korespondensi: Email: ai.nurlaila@uniku.ac.id

produksi pertanian (Utami *et al.* 2011). Seperti yang terjadi pada lahan pertanian di Desa Karang Sari yang berbatasan langsung dengan kawasan Taman Nasional Gunung Ciremai (TNGC), ketika kemarau panjang atau hujan terus menerus maka produksi sangat berkurang bahkan terjadi gagal panen, meskipun belum diketahui angka pasti dari total kerugiannya. Masalah ketiga adalah keberadaan hama yang kerap dihadapi oleh petani. Nurlaila *et al.* (2021) mengemukakan bahwa 573 individu serangga yang ditemukan di lahan pertanian yang berbatasan dengan kawasan TNGC, terdiri atas 11 ordo, 40 famili, dan 57 spesies, didominasi oleh serangga yang termasuk kelompok fungsional sebagai hama. Mikoriza merupakan jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman yang bermanfaat untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen serta meningkatkan laju pertumbuhan. Meskipun tidak secara langsung dapat menekan hama, mikoriza berperan dalam meningkatkan pasokan unsur hara sehingga tanaman tahan terhadap penyakit jamur dan bakteri yang ditularkan melalui daun, tanah, dan hama. Status nutrisi tanaman dapat memengaruhi ketahanan, toleransi tanaman, atau virulensi patogen. Tanaman dengan status nutrisi optimal mempunyai ketahanan tertinggi terhadap hama/penyakit dan kerentanannya meningkat seiring dengan penyimpangan status nutrisi dari nilai optimal tersebut.

Masalah tersebut dapat diatasi dengan berbagai potensi yang tersedia di alam baik yang berperan sebagai bahan pembenah tanah, pupuk hayati, pupuk organik, atau pengendali hama dan penyakit. Salah satu potensi yang ada di kawasan TNGC adalah fungi mikoriza arbuskula (FMA). Simbiosis FMA banyak bermanfaat bagi tanaman, seperti membantu penyerapan nutrisi, terutama fosfor dan kelangsungan hidup tanaman dalam kondisi kekeringan (Fitriatin *et al.* 2021). Asosiasi FMA dan rhizobakteri membentuk komponen kunci dari populasi mikrob tanah (Nanjundappa *et al.* 2019) dan dapat meningkatkan toleransi tanaman pada cekaman salinitas (Klinsukon *et al.* 2021). Mikoriza, baik yang komersial maupun mikoriza asli setempat, terbukti dapat meningkatkan hasil panen di lapangan (Hijri *et al.* 2018). Mikoriza digunakan untuk domestikasi spesies yang sudah langka seperti *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst dengan teknik stek akar (Ishaq *et al.* 2021).

Pada beberapa tipe tutupan lahan di TNGC, populasi mikoriza indegenus TNGC cukup tinggi. Karyaningsih *et al.* (2021) menemukan mikoriza pada tipe hutan campuran sebanyak 371/50 g sampel tanah, semak belukar sebanyak 769/50 g sampel tanah, dan pada tegakan pinus 548/50 g sampel tanah. Juga, Nurlaila *et al.* (2021) menemukan 693/50 g sampel tanah pada rizosfer kaliandra dan *Glomus* merupakan genus yang terbanyak ditemukan. Populasi FMA di dalam tanah dapat berubah sesuai dengan kondisi lingkungan. Praktik pengolahan tanah tradisional menunjukkan kepadatan spora yang lebih tinggi dibandingkan pada tanah yang diolah lebih intensif (modern)

(Setyawan 2017). Spora FMA yang diproduksi menggunakan teknik inokulasi spora tunggal dapat berfungsi sebagai bioinokulan potensial dengan keuntungan lebih mudah diadopsi oleh petani. Spora FMA yang diperoleh dari metode ini dapat secara efektif mengkolonisasi akar tanaman dan dapat dengan mudah diperkenalkan ke lingkungan baru (Selvakumar *et al.* 2018).

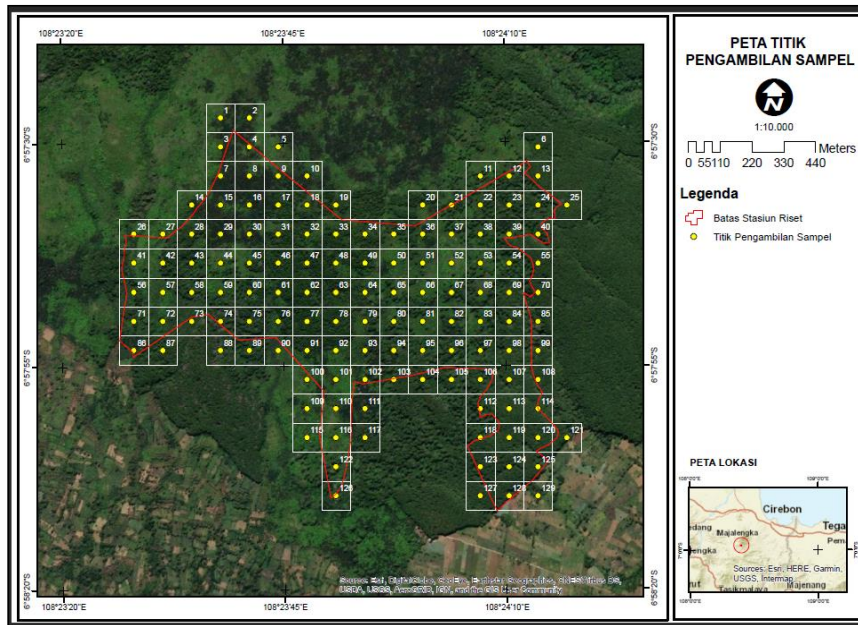
Mikoriza indegenus TNGC akan sangat bermanfaat jika digunakan pada lahan-lahan pertanian di Kabupaten Kuningan karena mempunyai kesesuaian habitat untuk hidupnya. Agar potensi mikoriza dapat dimanfaatkan secara luas, maka diperlukan rangkaian penelitian agar mikoriza menjadi produk pupuk yang siap pakai. Berhubung mikoriza membutuhkan inang untuk perkembangbiakannya, tahap awal dalam perbanyak mikoriza adalah pemilihan tanaman inang yang efektif dalam perbanyak propagul mikoriza. Perbanyak menggunakan empat jenis tanaman inang, yaitu jagung (*Zea mays*), sorgum (*Sorghum bicolor*. (L.) Moench), kacang sentro (*Centrosema pubescens*), dan kacang ruji (*Pueraria javanica*), karena dikenal sebagai inang generalis, tahan hama dan kekeringan, mudah didapatkan dan dibudidayakan. Kecuali jagung, tanaman tersebut merupakan tanaman yang dimanfaatkan sebagai penutup tanah sehingga dalam penggunaannya tidak akan berkompetisi dengan tanaman pangan. Perbanyak inokulan mikoriza dengan empat jenis tanaman inang tersebut diharapkan dapat meningkatkan jumlah mikoriza sehingga layak dikembangkan menjadi pupuk hayati mikoriza. Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan tanaman inang dalam upaya memperbanyak propagul mikoriza indegenus TNGC.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Oktober 2022 di Laboratorium Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Universitas Kuningan. Inokulum mikoriza diambil dari blok stasiun riset Karang Sari TNGC. Lokasi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

Alat ukur yang digunakan adalah saringan bertingkat (1 mm, 425  $\mu$ m, 106  $\mu$ m, 45  $\mu$ m, dan 25  $\mu$ m), sentrifuse, mikroskop, dan neraca digital. Bahan yang digunakan adalah tanah sebagai sumber inokulum yang diambil dari 3 lokasi (hutan campuran, semak belukar, dan tegakan pinus), larutan Melzer, larutan PVLG, dan biru tripan.

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah 3 lokasi sumber inokulum: hutan campuran, semak belukar, dan tegakan pinus. Faktor kedua adalah 4 jenis tanaman inang: jagung (*Zea mays*), sorgum (*Sorghum bicolor*. (L.) Moench), kacang sentro (*Centrosema pubescens*), dan kacang ruji (*Pueraria*



Gambar 1 Lokasi dan titik pengambilan sampel.

*javanica*). Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 60 satuan percobaan.

**Pengambilan Inokulum dari Berbagai Tipe Tutupan Lahan**

Luas stasiun riset Karang Sari adalah 90 ha, yang dibagi menjadi 3 tutupan lahan. Sampel tanah diambil secara proporsional berdasarkan jenis tutupan sehingga didapat 37 plot pada semak belukar, 49 plot pada tegakan pinus, dan 4 plot pada hutan campuran. Total terdapat 90 plot. Luas plot adalah 100 m x 100 m. Tanah yang digunakan sebagai inokulum diambil di bawah rizosfer tanaman pada jarak 50–100 cm dari pangkal tanaman dengan kedalaman 15–20 cm, masing-masing 200 g. Pada lokasi semak belukar, tanaman yang diambil sampel tanahnya terdiri atas beberapa jenis seperti kaliandra harendong (*Melastoma affine*), jeruk (*Citrus* sp.), kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*), kaliandra putih (*C. tetragona*), kiseureuh (*Cinamomum parthenoxylon*), kopi (*Coffea canephora*), manglid (*Manglietia glauca* Bl.), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), rukem (*Flacourtia rukam*), dan seuseureuhan (*Piper aduncum* L.). Pada lokasi hutan campuran tanah diambil dari rizosfer berbagai jenis pohon seperti pinus (*Pinus merkusii*), kaliandra (*Calliandra*), alpukat (*Persea americana*), kondang (*Ficus variegata*), tisuk (*Hibiscus macrophyllus*), suren (*Toona sureni*), kayu afrika (*Maeopsis eminii*), beringin (*Ficus benjamina*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), fikus (*Ficus* sp.), mengkudu (*Morinda citrifolia*), kemukus (*Piper cubeba*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), sonokeling (*Dalbergia latifolia*), dan jati putih (*Gmelina arborea*). Adapun pada lokasi tegakan pinus tanah diambil dari bawah rizosfer pohon pinus. Pada umumnya, FMA dapat bersimbiosis dengan tanaman tersebut, kecuali pada pinus beberapa penelitian melaporkan mikoriza yang bersimbiosis adalah jenis ektomikoriza. Hal ini untuk menda-patkan

spora yang banyak tumbuh pada akar tanaman yang masih muda atau pada rambut-rambut akar. Tanah tersebut digunakan sebagai inokulum yang berisi propagul mikoriza yang terdiri atas spora, hifa, miselium, tanah, dan akar yang terinfeksi. Tanah dari setiap jenis tutupan dicampur secara merata kemudian diberi label.

**Pemerangkapan**

Inokulum dari berbagai rizosfer diperbanyak menggunakan berbagai tanaman inang. Sebagai campuran media tumbuh digunakan pasir zeolit steril. Teknik pengisian media adalah pot diisi zeolit steril 1/3 bagian, kemudian 1/3 bagian diisi inokulum tanah, dan 1/3 bagian terakhir ditutup dengan zeolit steril sehingga media tanam tersusun atas zeolit steril-inokulum tanah-zeolit steril. Pot yang digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan larutan Klorox. Benih tanaman inang dibibitkan pada media pasir steril dalam baki pembibitan, yang sebelumnya direndam dahulu dengan air hangat untuk memecahkan dormansi yang mungkin terjadi. Setelah bibit tanaman inang berumur 1 pekan, tanaman dipindahkan ke pot-pot tanaman yang telah disediakan. Tanaman dipelihara dengan memberikan pupuk hyponex dengan dosis 100 mg/L untuk 120 pot tanaman dengan interval 3 kali sepekan pada saat umur tanaman 1 bulan, setelah tanam berumur 2 bulan dipupuk 2 kali sepekan, dan setelah berumur 3 bulan pemupukan sekali dalam sepekan. Setelah tanam berumur 3 bulan, yaitu pada masa akhir vegetatif atau awal generatif, pemeliharaan dihentikan. Tanaman *distressing* dengan cara dikeringkan (tidak disiram) selama 1–2 pekan untuk meningkatkan aktivitas mikoriza, kemudian dipanen dengan memotong akar dan mencampurnya dengan media tanamnya untuk kemudian dihitung spora dan infeksi akarnya.

**Isolasi Spora**

Spora diisolasi dengan metode penyaringan basah dan dekantasi yang diadaptasi dari Gerdemann dan Nicolson (1963). Sampel tanah disaring dengan saringan bertingkat hingga didapatkan spora mikoriza pada saringan terkecil. Saringan logam berbagai ukuran dipakai untuk dapat memisahkan spora. Metode sentrifugula yang dimodifikasi dari Jenkins (1964) digunakan dengan tambahan tahapan sentrifusi gula untuk melepaskan spora dari pelet partikel tanah. Suspensi dari saringan berukuran 450 um atau 106 um dipindahkan ke dalam tabung sentrifus dan disentrifus pada 2.000 rpm selama 5 menit. Larutan supernatan didekantasi dengan hati-hati dan peletnya disuspensikan kembali pada larutan gula, disentrifus lagi pada 2.000 rpm selama 1 menit. Supernatan dituang ke kertas Whatman dengan corong di atas labu Erlenmeyer dan selanjutnya dibilas dengan air 2–3 kali untuk membersihkan gula dari spora Spora diletakkan dalam cawan petri dan diamati di bawah mikroskop.

**Analisis Data**

Parameter yang diamati adalah jumlah spora mikoriza. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji sidik ragam (uji *F*). Untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan dan untuk membandingkan perlakuan terpilih digunakan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

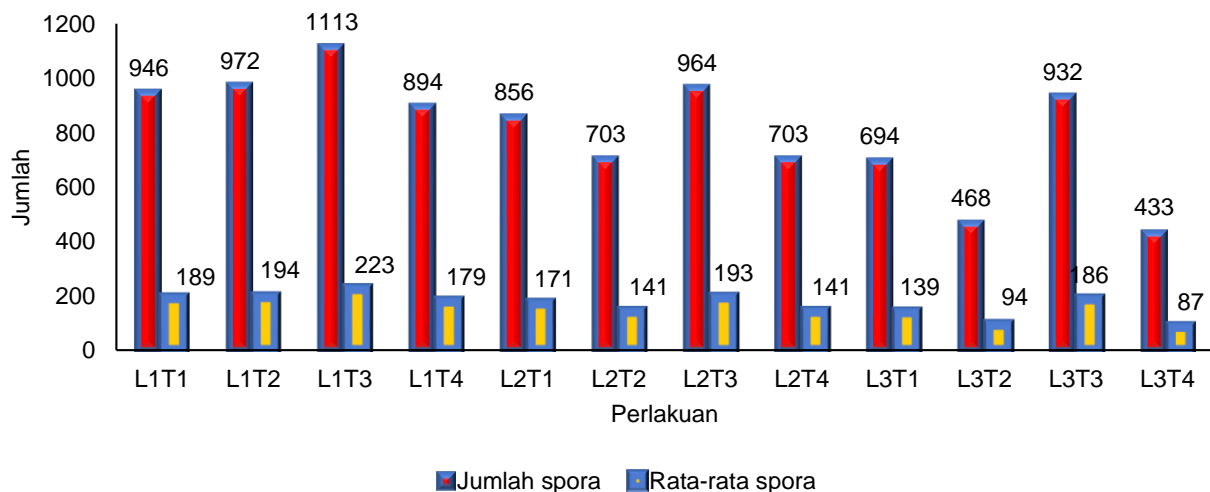
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Populasi Spora**

Terdapat perbedaan jumlah dan rata-rata populasi spora FMA pada setiap perlakuan (Gambar 2). Hasil

penelitian menunjukkan bahwa secara mandiri, baik lokasi inokulum maupun jenis tanaman inang, keduanya menunjukkan pengaruh yang nyata pada jumlah spora yang ditemukan pada taraf  $\alpha$  5%. Lokasi inokulum dan jenis tanaman inang secara interaksi menunjukkan pengaruh yang nyata pada jumlah spora. Kombinasi perlakuan lokasi inokulum semak belukar dan tanaman inang kacang sentro menunjukkan populasi spora terbanyak, yaitu 222.60 per 50 g sampel tanah (Tabel 1). Semak belukar didominasi tumbuhan kaliandra bunga merah dan kaliandra bunga putih yang merupakan tanaman polong-polongan yang sudah diketahui bahwa mikoriza bersimbiosis dengan baik dengan akar tanaman polong-polongan. Pada lokasi yang sama, Karyaningsih *et al.* (2020) melaporkan bahwa jumlah spora tertinggi terdapat pada lokasi semak belukar sebanyak 769/50 g sampel inokulum disusul pada tegakan pinus 548/50 g sampel inokulum dan pada hutan campuran 371/50 g sampel inokulum. Hal ini memungkinkan sebab inokulum yang diperbanyak dari lokasi semak belukar akan menghasilkan jumlah spora yang lebih banyak daripada inokulum yang diambil dari lokasi tegakan pinus dan hutan campuran.

Jagung, sorgum, kacang sentro, dan kacang ruji merupakan jenis inang generalis yang biasa digunakan dalam perbanyakan mikoriza. Perbanyakan dengan inang tanaman jagung meningkatkan kepadatan spora dan persentase kolonisasi mikoriza (Selvakumar *et al.* 2016; Husein *et al.* 2018). Hasil pemerangkapan (*trapping*) spora tunggal (Halim *et al.* 2019) menunjukkan rata-rata jumlah spora tertinggi pada kacang ruji + *Glomus* sp. sebanyak 38 spora dan terendah pada kacang sentro + *Glomus* sp. dan jagung



Gambar 2 Jumlah dan rerata spora FMA.

Tabel 1 Hasil analisis sidik ragam

	L1 (semak belukar)	L2 (tegakan pinus)	L3 (hutan campuran)
T1 (Jagung)	189.20 <sup>ab</sup>	171.20 <sup>abc</sup>	138.80 <sup>bcd</sup>
T2 (Sorgum)	194.40 <sup>ab</sup>	140.60 <sup>bcd</sup>	93.60 <sup>d</sup>
T3 (Kacang sentro)	222.60 <sup>a</sup>	192.80 <sup>ab</sup>	186.40 <sup>ab</sup>
T4 (Kacang ruji)	178.80 <sup>abc</sup>	106.80 <sup>cd</sup>	86.60 <sup>d</sup>



+ *Glomus* sp. masing-masing 28 spora. Jumlah dan rata-rata spora dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil penelitian ini menunjukkan inang kacang sentro mempunyai kompatibilitas yang lebih tinggi dengan FMA indigenus Gunung Ciremai daripada 3 tanaman inang lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik akar dan kualitas pertumbuhan tanaman inang.

Berdasarkan pengamatan, tanaman kacang sentro dan kacang ruji memperlihatkan pertumbuhan terbaik dilihat dari warna daun, bentuk normal, dan tidak ada tanaman yang mati. Jagung dan sorgum menunjukkan pertumbuhan yang kurang optimal, dilihat dari pertumbuhan akar lateral yang sedikit dan batang yang lebih kecil daripada ukuran normal. Tanaman kacang sentro memiliki sistem perakaran yang dalam dengan akar tunggang dan akar lateral, dapat mencapai kedalaman hingga 30 cm, sering kali berasosiasi dengan *Rhizobium*, bakteri pengikat nitrogen. Sistem perakaran sorgum tidak membentuk akar tunggang, hanya membentuk akar lateral yang halus tetapi akar lateral mencapai kedalaman 1,3–1,8 m, sedangkan panjangnya mencapai 10,8 m (Rismunandar 2006). Sistem perakaran tanaman jagung terdiri atas akar-akar seminal, koronal, dan akar udara. Akar seminal merupakan akar radikal atau akar primer ditambah dengan sejumlah akar lateral yang muncul sebagai akar adventif. Akar seminal ini tumbuh pada saat biji berkecambah. Pertumbuhan akar seminal pada umumnya menuju arah bawah berjumlah 3–5 akar atau beragam antara 1 dan 13 akar. Akar koronal merupakan akar yang tumbuh dari bagian dasar pangkal batang. Akar ini tumbuh ke arah atas dari jaringan batang setelah plumula muncul. Akar udara merupakan akar yang tumbuh dari buku-buku di atas permukaan tanah tetapi dapat masuk ke dalam tanah. Akar udara berfungsi sebagai akar pendukung untuk memperkokoh batang terhadap kerebahan dan juga berperan dalam proses asimilasi (Rukmana 1997). Tanaman kacang ruji berakar dalam dan akar agak berumbi.

Teknik pemerangkapan dengan menggunakan tanaman inang jagung, sorgum, kacang sentro, dan kacang ruji menunjukkan hasil yang belum optimal. Jika dibandingkan, populasi FMA hasil pemerangkapan inokulan semak belukar jumlahnya 29% dari populasi FMA pada semak belukar di TNGC (Karyaningsih *et al.* 2020), dan 32% dari populasi FMA pada rizosfer kaliandra di TNGC (Nurlaila *et al.* 2021). Begitu pula jika dibandingkan dengan temuan Dharmaputeri *et al.* (2016) yang menunjukkan kolonisasi hasil perbanyakan FMA pada akar tanaman jagung asal tanaman lamtoro adalah 60% dan hasil perbanyakan FMA asal tanaman kaliandra adalah 70%. Jenis tanaman inang yang digunakan belum efektif untuk meningkatkan jumlah FMA, meskipun tanaman inang tersebut merupakan jenis generalis dalam teknik pemerangkapan FMA. Penggunaan tanaman inang yang generalis seringkali menghasilkan kelimpahan dan keragaman yang jauh berbeda (Eom

*et al.* 2000; Vogelsang & Bever 2009). Nusantara *et al.* (2016) mengemukakan bahwa tanaman yang ada di lapangan tempat pengambilan sampel tanah akan lebih baik digunakan sebagai tanaman inang jika ingin menyelidiki kelimpahan dan keragaman FMA pada suatu ekosistem. Derajat infeksi spora yang berasal dari rizosfer tanaman yang sama dengan tanaman inangnya cenderung lebih baik daripada spora yang berasal dari rizosfer tanaman yang berbeda dengan tanaman inangnya (Nurhayati 2012). Tanaman asli berdampak lebih besar pada kekayaan, kelimpahan, dan komposisi spesies daripada tanaman asing (Majewska *et al.* 2018). Nusantara *et al.* (2016) juga mengemukakan bahwa propagul FMA di dalam tanah tidak semua aktif pada waktu yang sama. Ada yang melimpah saat musim hujan dan ada yang melimpah saat musim kemarau sehingga memengaruhi jumlah propagul yang terdapat pada sampel tanah sebagai sumber inokulan. Demikian juga, Melo (2019) mengemukakan bahwa keragaman lingkungan dan fenologi inang dapat memengaruhi kolonisasi FMA dan kepadatan spora yang dihasilkan dalam perubahan komposisi komunitas AMF sepanjang musim.

### Infeksi Akar

Dalam pengamatan ini, tidak terdapat infeksi FMA pada akar keempat tanaman inang. Keberadaan vesikula, arbuskula, dan spora di dalam akar tidak terdeteksi. Hal ini dapat karena FMA masih membutuhkan waktu untuk menginfeksi akar. Menurut Baptista (2011), FMA berkolonisasi melalui beberapa tahap, yaitu prekolonisasi, kontak dan penembusan, perkembangan kolonisasi, pergantian arbuskula, pertumbuhan hifa eksternal, dan produksi spora. Prekolonisasi diawali dengan pertumbuhan baik hifa, spora, maupun potongan akar yang terinfeksi FMA. Meskipun ada peningkatan pertumbuhan miselium pada akar, hifa tidak langsung tumbuh menuju akar sampai hifa tersebut benar-benar dekat akar. Selanjutnya, terjadi kontak hifa dengan akar yang diikuti pelekatan hingga membentuk apresorium yang membengkak. Kemudian, hifa masuk menembus dinding sel dengan penekanan yang ditandai hifa semakin mengecil dan berbentuk runcing sehingga percabangan hifa ke dalam korteks bagian tengah dan dalam akar memanjang membentuk kolonisasi sehingga terjadi mutualistik fungsi-tanaman. Hasil kolonisasi ini membentuk bidang kontak antarsel dan intrasel. Chalimah (2007) mengemukakan bahwa umur tanaman inang memengaruhi populasi FMA tempat produksi spora meningkat sejalan dengan bertambahnya umur tanaman inang.

### Jenis FMA

Genus yang terbanyak ditemukan adalah *Glomus* sebanyak 3 spesies, genus *Gigaspora* satu spesies, dan genus *Acaulospora* satu spesies. Populasi *Glomus* sebanyak 80%, dan merata ditemukan pada semua hasil pemerangkapan, 10% sisanya adalah genus *Gigaspora* dan *Acaulospora*. Sejalan dengan beberapa

penelitian, *Glomus* sp. merupakan spesies yang terbanyak ditemukan pada beberapa tipe penggunaan lahan (Tuheteru *et al.* 2020; Chairul *et al.* 2019; Leal *et al.* 2016; Wardhika, 2015; Pangaribuan 2014; Asrianti *et al.* 2016). Dari 8 genus yang teridentifikasi pada padang rumput, stepa, dan gurun, *Glomus* memiliki kelimpahan relatif tertinggi (Wang *et al.* 2019). Pada kultur perangkap jangka panjang (8 tahun) dengan tanaman inang *Bracchiaria comata*, ordo Glomerales selain sebagai spesies dominan juga merupakan ordo yang paling gigih bertahan sementara yang lain mengalami penurunan keanekaragaman (Aguilar *et al.* 2013). Keanekaragaman spora 44,2% dipengaruhi oleh sifat-sifat hutan seperti komunitas tumbuhan, sifat tanah, dan mikrob. Keanekaragaman tanaman dan biomassa adalah prediktor terkuat keragaman FMA. Keragaman FMA dominan diatur oleh faktor biotik di lapangan (Zhang *et al.* 2021).

**Glomus**

Genus ini ditemukan merata pada semua hasil pemerangkapan dengan keempat tanaman inang yang diteliti. Berdasarkan identifikasi morfologi, terdapat empat spesies *Glomus*, yaitu *Glomus* sp 1, *Racocetra coralloida*, dan *Funneliformis verruculosum*. Spora *Glomus* terbentuk dari pembengkakan pada ujung hifa yang membesar sampai batas maksimumnya, yang kemudian lepas dan menjadi spora. Oleh karena spora berasal dari perkembangan hifa, maka disebut klamidospora. Sporokarp terbentuk dari hifa yang bercabang-cabang dan membentuk klamidospora (INVAM 2023).

*Glomus* sp 1 (Gambar 3) mempunyai ciri sporokarp berwarna cokelat tua hingga hitam, bentuk subglobose hingga sangat beragam, berukuran 315–690 × 424–776 µm, terdiri atas satu lapisan spora yang berasal

dari inti pusat hifa yang terjalin tebal, tidak terdapat peridium. Agregat sporokarp berukuran hingga 18 mm × 12 mm × 2 mm. Beberapa sporokarp berasal dari dan dihubungkan oleh hifa berdinding tebal (20 µm) yang lebar (3 µm). Dinding spora terdiri atas tiga lapisan. Lapisan luar adalah subyalin, tebal 2–4 µm, memanjang sepanjang perlekatan hifa ke bagian tengah sporokarp. Lapisan tengah terdiri atas sublapisan yang melekat halus, tebal 3–14 µm, berwarna cokelat tua sampai hitam, menyatu dengan perlekatan hifa. Lapisan paling dalam tipis dan fleksibel (tebal < 1 µm); berasal dari sublapisan terdalam dari dinding hifa yang melengkung (INVAM 2023).

*Racocetra coralloida* (Gambar 4) mempunyai ciri warna pucat hingga tembaga gelap hingga warna krem yang sedikit lebih gelap, bentuk bulat hingga agak bulat (*subglobose*), berukuran 240–360 µm. Dinding spora terdiri atas dua lapisan yang melekat pada spora remaja dan memiliki tebal yang sama, dengan lapisan dalam yang menebal ketika dinding spora tumbuh dan berdiferensiasi. Lapisan luar kaku, berwarna kuning kecokelatan, dengan tebal 0,7–1,8 µm. Permukaannya terdiri atas banyak kutil bulat dengan lebar 0,5 µm dan tinggi 0,2–0,5 µm. Lapisan dalam terdiri atas sublapisan berwarna jingga-cokelat hingga jingga-cokelat tua atau laminae yang bertambah banyak seiring dengan bertambahnya ketebalan, tebal 6,2–8,4 µm (rata-rata 7,6 µm) pada spora yang sudah matang (INVAM 2023).

*Funneliformis verruculosum* (Gambar 5) berciri warna jingga cerah, jingga kekuningan cerah hingga jingga kecokelatan gelap, berbentuk bulat, *subglobose*, kadang-kadang bulat telur, berukuran 100–240 µm. Dinding spora terdiri atas dua lapisan yang berdiferensiasi secara berurutan saat spora berkembang. Lapisan luar hialin yang semifleksibel,



Gambar 3 *Glomus* sp. 1.



Gambar 4 *Racocetra coralloida*.

setebal 1–2  $\mu\text{m}$ ; biasanya mengelupas dan oleh karena itu tidak ada pada spesimen yang dikumpulkan di lapangan dan banyak spora pada kultur pot yang sudah matang. Lapisan dalam merupakan lapisan kaku yang terdiri atas sublapisan (atau laminae) yang melekat halus, berwarna kuning hingga jingga, tebal 5–14  $\mu\text{m}$ . Kutil yang terdistribusi secara merata, tinggi 0,8–1,7  $\mu\text{m}$  pada penampang melintang, diameter 0,5–0,7  $\mu\text{m}$  pada penampang melintang (INVAM 2023).

**Gigaspora**

Genus Gigaspora yang ditemukan adalah *Dentiscutata erythropha* (Gambar 6) yang berciri warna merah-cokelat hingga merah-cokelat tua, berbentuk *subglobose* hingga lonjong, berukuran 160–320  $\mu\text{m}$ . Dinding spora terdiri atas dua lapisan yang melekat pada spora remaja memiliki tebal yang sama, dengan lapisan laminasi yang menebal seiring dengan diferensiasi dinding spora. Lapisan luar kaku permanen dengan permukaan halus, berwarna merah-cokelat tua, tebal 0,8–1,2  $\mu\text{m}$  dan melekat erat dengan lapisan dalam. Lapisan dalam terdiri atas sublapisan (atau laminae) berwarna jingga tua hingga merah-

cokelat yang bertambah banyak seiring bertambahnya ketebalan; tebal 3,2–7,4  $\mu\text{m}$  (rata-rata 6,8  $\mu\text{m}$ ) pada spora yang sudah matang (INVAM 2023).

**Acalauspora**

Genus *Acalauspora* yang ditemukan adalah spesies *Acaulospora dilatata* (Gambar 7) yang berciri warna kuning–coklat pucat hingga kuning–coklat pucat, berbentuk bulat hingga *subglobose*, berukuran 100–130  $\mu\text{m}$ . Dinding spora terdiri atas tiga lapisan. Lapisan luar hialin, tipis (< 0,5  $\mu\text{m}$ ), dan mengelupas dengan terlepasnya sakulus dari spora; jarang terlihat pada spora yang terlepas. Lapisan tengah terdiri atas sublapisan yang sangat halus dan melekat (atau laminae), berwarna kuning kecokelatan pucat, tebal 2,8–5,5  $\mu\text{m}$  (rata-rata 4,7  $\mu\text{m}$ ). Permukaan lapisan menjadi halus setelah lapisan luar mengelupas, yang biasanya terjadi (terutama setelah sentrifugasi dan pencucian dengan kepadatan sukrosa). Lapisan dalam kuning kecokelatan pucat, tipis (1–4  $\mu\text{m}$ ) dan agak lentur saat memisahkan diri dari lapisan tengah pada dinding spora (INVAM 2023).



Gambar 5 *Funneliformis verruculosum*.



Gambar 6 *Dentiscutata erythropha*.



Gambar 7 *Acaulospora dilatata*.

## KESIMPULAN

Meskipun pemerangkapan dengan menggunakan tanaman inang jagung, sorgum, kacang sentro, dan kacang ruji menunjukkan hasil yang belum optimal, jumlah sporanya cukup tinggi pada setiap sampel. Kombinasi perlakuan lokasi inokulum semak belukar dan tanaman inang kacang sentro menunjukkan populasi spora terbanyak, yaitu 222.60 per 50 g sampel tanah, dengan 80% spora adalah genus *Glomus* (3 spesies), 10% adalah genus *Gigaspora* (1 spesies), dan genus *Acaulospora* satu spesies. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan tanaman inang yang berasal dari lokasi inokulum dan waktu pemerangkapan yang lebih panjang sehingga memungkinkan spora dapat berkembang optimal serta terjadi infeksi FMA pada akar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar TJ, Liliana LC, Ignacio E, Maldonado M, Ramon ZR, Wendy SC, Maria EML, Simoneta NY, Isabelle B. 2013. Loss of arbuscular mycorrhizal fungal diversity in trap cultures during long-term subculturing. *Ima Fungus*. 4(2): 161–167. <https://doi.org/10.5598/imafungus.2013.04.02.01>
- Asrianti, Arif, Tuheteru, FD, Husna, Kandari AM, Mekuo IS, Masnun. Status and culture of arbuscular mycorrhizal fungi isolated from rhizosphere of endemic and endangered species of kalapi (*Kalappia celebica* Kosterm). *European Journal of Sustainable Development*. 5(4): 395–402. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2016.v5n4p395>
- Baptista P, Tavares RM, Neto TL. 2011. Signaling in ectomycorrhizal symbiosis establishment. Dalam: Rai M dan Varma A, editor. *Diversity and Biotechnology of Ectomycorrhizae*. Portugal: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15196-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15196-5_8)
- Chairul, Noli ZA, Suwirman, Syamsuardi, Reini, 2019. Exploration of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi on post-mining soil as rehabilitation strategy. *Journal of Biological Sciences*. 19: 218–223. <https://doi.org/10.3923/jbs.2019.218.223>
- Chalimah S, Muhadiono, Latifah A, Said H, Nurita T-M. 2007. Propagation of *Gigaspora* sp dan *Acaulospora* sp by pot culture in a greenhouse. *Biodiversitas*. 7(4): 12–19.
- Dharmaputri NWP, Wijaya IN, Adiartayasa W. 2016. Identifikasi mikoriza vesikular arbuskular pada rhizosfer tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) serta perbanyakannya dengan media zeolit. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 5(2): 171–180
- Eom AH, Hartnett DC, Wilson GWT. 2000. Host Plant Species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. *Oecologia*. 122: 435–444. <https://doi.org/10.1007/s004420050050>
- Fitriatin BN, Reginawanti H, Iis NA, Rita H, Dwi SR. 2021. Production of mycorrhiza inoculum enriched by using mycorrhizal helper bacteria. *Haya The Saudi Journal of Life Sciences*. 6(11): 256–261.
- Gerdemann JW, Nicolson TH. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*. 46: 235–244. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0)
- Halim, Makmur JA, Sarawa, Tresjia CR, Muhammad T, Resman, Fransiscus SR, Waode SAH, Syair, Mariadi, Aminuddin MK. 2019. Propagation spores of arbuscular mycorrhiza fungi and rooting colonization characteristics on different host plants. *Biological and Pharmaceutical Sciences*. 8(1): 78–83. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2019.8.1.0114>
- Hijri M, Bâ A. 2018. Editorial: Mycorrhiza in tropical and neotropical ecosystems. *Frontiers in Plant Science*. 9:308. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00308>
- Husein M, Umami N, Pertiwinigrum A, Rahman MM, Anant aD. 2022. The role of arbuscular mycorrhizal fungi density and diversity on the growth and biomass of corn and sorghum forage in trapping culture. *Tropical Animal Science Journal*. 45(1): 37–43.
- Ishaq L, Tae ASJA, Airthur MA, Bako PO. 2021. Effect of single and mixed inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer application on corn growth in calcareous soil. *Biodiversitas*. 22(4): 1920–1926. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220439>
- Jenkins .R. 1964. A Rapid Centrifugal-Flotation Technique for Separating Nematodes from Soil. *Plant Disease Report*. 48: 692.
- Karyaningsih I, Widhiono, Nurlaila A. 2021. Identifikasi jens mikoriza pada berbagai tutupan lahan di Hutan Taman Nasional Gunung Ciremai. Seminar Nasional Fakultas Kehutanan “Konservasi Untuk Kesejahteraan Masyarakat II”. Kuningan, 28 Oktober 2021.
- Klinsukon C, Saisamorn L, Thomas WK, Sophon B. 2021. Colonization by arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) seedlings. *Scientific Reports* 11: 4362. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84002-5>
- Leal PL, Varon-Lopez M, de Oliveira Prado IG, dos Santos JV, Soares CRFS, Siquera JO, deSouza Moreira FM. 2016. Enrichment of arbuscular mycorrhizal fungi in contaminated soil after rehabilitation. *Brazilian Journal of Microbiology*.



- 4(7): 853–862. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.06.001>
- Majewska ML, Kaja R, Anna MS, Marcin N, Janusz B, Szymon Z. 2018. Do the impacts of alien invasive plants differ from expansive native ones? An experimental study on arbuscular mycorrhizal fungi communities. *Biology and Fertility of Soils*. 54: 631–643. <https://doi.org/10.1007/s00374-018-1283-8>
- Mudassir R. 2022. Kebutuhan Pupuk Bersubsidi Capai 25,18 Juta Ton, Kementan Cuma Penuhi 9,5 Juta Ton. [internet]. [Diakses pada tanggal 20 Januari 2022]. Tersedia pada: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220129/12/1494793/kebutuhan-pupuk-bersubsidi-capai-2518-juta-ton-kementan-cuma-penuhi-95-juta-ton>.
- Nanjundappa A, Davis JB, Anil KS, Murugan K, Hillol C. 2019. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Bacillus* spp. in soil enhancing growth of crop plants. *Fungal Biol Biotechnol*. 6: 23. <https://doi.org/10.1186/s40694-019-0086-5>
- Nurhayati. 2012. Infektivitas mikoriza pada berbagai jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum. *Jurnal Floratek* 7: 25–31.
- Nurlaila A, Karyaningsih I, Herlina N, Nasihin I, Yudayana B. 2021 Diversity of insect pollinators on farmland near to mount Ciremai National Park. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 819 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012062>
- Nurlaila A, Karyaningsih I, Herlina N, Amalia M, Redi. 2021. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer kaliandra (*Calliandra* sp.) di Taman Nasional Gunung Ciremai (TNGC). Seminar Nasional Fakultas Kehutanan “Konservasi Untuk Kesejahteraan Masyarakat II”. Kuningan, 28 Oktober 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012062>
- Nusantara AD, Bertham YH, Mansur I. 2016. Bekerja dengan fungi mikoriza arbuskula. *Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology*. Bogor (ID).
- Pangaribuan N. 2014. Penjaringan cendawan mikoriza arbuskula indigenous dari lahan penanaman jagung dan kacang kedelai pada gambut kalimantan barat. *Jurnal Agro*. 1(1): 50–60. <https://doi.org/10.15575/81>
- Rismunandar. 2006. *Sorgum Tanaman Serba Guna*. Bandung (ID): Sinar Baru.
- Rukmana R. 1997. *Botani Tanaman*. Bogor (ID): IPB Press.
- Selvakumar G, Kiyoon K, Denver W, Mak C, Yeongyeong K, Bongnam C, Tongmin S. 2016. Trap culture technique for propagation of arbuscular mycorrhizal fungi using different host plants. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 49(5): 608–613. <https://doi.org/10.7745/KJSSF.2016.49.5.608>
- Selvakumar CC, Shagol Y, Kang BN, Chung SG, Han, Sa TM. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi spore propagation using single spore as starter inoculum and a plant host. *Journal of Applied Microbiology*. 124: 1556–1565. <https://doi.org/10.1111/jam.13714>
- Setyawan. 2017. Komunikasi Singkat: Kelimpahan spora jamur mikoriza Arbuskular berasosiasi dengan tanaman jagung dengan sistem pertanian tradisional dan lebih modern di Nusa Tenggara Timur, Indonesia. *Keanekaragaman Hayati*. 18: 887–892.
- Tuheteru FD, Husna, Albasri, Asrianti A, Kartini K, Geoffrey S. 2020. Composition and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi spore associated with different land-use types in tropical gold mine. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 8(1): 2503–2512. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2020.081.2503>
- Vogelsang KM, Bever JD. 2009. Mycorrhizal densities decline in association with nonnative plants and contribute to plant invasion. *Ecology*. 90: 399–407. <https://doi.org/10.1890/07-2144.1>
- Wang Qi, Yuying B, Ji N, Daolong X. 2020. AM fungal diversity and its impact across three types of mid-temperate steppe in Inner Mongolia, China. *Mycorrhiza*. 30: 97–108. <https://doi.org/10.1007/s00572-019-00926-x>
- Wardhika CM, Bambang H, Jaka W. 2015. Potensi jamur mikoriza Arbuskular unggul dalam peningkatan pertumbuhan dan kesehatan bibit tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Ilmu Pertanian*. 18(2): 84–91. <https://doi.org/10.22146/ipas.9088>
- Zhang J, Changxin Q, Lingling M, Guowei C, Zhanfeng L, Xuli T. 2021. Plant community and soil properties drive arbuscular mycorrhizal fungal diversity: A case study in tropical forests. *Soil Ecology Letters*. 3(1): 52–62. <https://doi.org/10.1007/s42832-020-0049-z>