

KAJIAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DAN POPULASI BAKTERI PADA MIKORHIZOSFER SEMAI MAHONI (*Swietenia macrophylla* King.) DALAM POT ORGANIK

Study of Arbuscular Mycorrhizal and Bacterial Populations on Mycorrhizosphere of Mahogany (Swietenia macrophylla King.) Seedlings in Organic Pots

Sri Wilarso Budi^{1*} dan Ayudia Febrina¹

(Diterima 30 Juli 2023 /Disetujui 27 September 2023)

ABSTRACT

The mycorrhizosphere is the zone of soil influenced by roots colonized by mycorrhizal fungi and contains many microorganisms. This study aims to analyze mycorrhizal and bacterial populations in the mycorrhizosphere of mahogany (Swietenia macrophylla King.) seedlings growing in silica sand post-mining media by using organic pot as container growth media. The experimental design used was a Completely Randomized Design (CRD) consisting of two treatments, namely the composition and size of organic pot materials. The results showed that the composition of the organic pot could affect the presence of AMF spores. The organic pots composition of 50% newspaper, 35% compost, and 15% cocopeat showed the best results for the development of AMF spores and bacterial colonies, the development of AMF spores and bacterial colony populations in growing media was better than the development of AMF spores and bacterial colonies in organic pots. There are seven different morphological characters of bacterial colonies which are dominated by round, thready, flat, and white.

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), bacteria, correlation, mahogany, mycorrhizosphere

ABSTRAK

Mikorhizosfer merupakan zona tanah di sekitar perakaran tumbuhan yang bermikoriza dan umumnya terdapat banyak mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis populasi mikoriza dan bakteri pada daerah mikorhizosfer semai mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) yang tumbuh di media pascatambang pasir silika menggunakan wadah media pot organik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua perlakuan, yaitu komposisi dan ukuran bahan pot organik. Hasil penelitian menunjukkan komposisi pot organik mampu mempengaruhi keberadaan spora FMA. Komposisi pot organik 50% koran, 35% kompos, dan 15% *cocopeat* menunjukkan hasil terbaik untuk perkembangan spora FMA dan koloni bakteri, perkembangan spora FMA dan populasi koloni bakteri dalam media tanam lebih baik dibandingkan dengan perkembangan spora FMA dan koloni bakteri dalam pot organik. Terdapat tujuh karakter morfologi koloni bakteri berbeda yang didominasi oleh bundar, berbenang, rata, dan berwarna putih.

Kata kunci: bakteri, fungi mikoriza arbuskula (FMA), korelasi, mahoni, mikorizosfer

^{1,2} Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

* Penulis korespondensi:
e-mail: swilarso@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Mikorhizosfer merupakan zona tanah di sekitar perakaran tumbuhan yang bermikoriza, menjadi lingkungan yang kritis bagi perkembangan mikroorganisme. Faktor-faktor seperti eksudat akar, yang mengandung karbon organik, memainkan peran penting sebagai sumber makanan dan energi bagi mikroorganisme di mikorhizosfer (Sylvia *et al.* 2005; Guckert *et al.* 1991; Rao 1994). Namun, gangguan pada daerah mikorhizosfer dapat menyebabkan penurunan perkembangan mikroorganisme tersebut.

Penambangan terbuka sebagai kegiatan ekstraksi hasil bumi telah mengakibatkan degradasi lahan secara fisik, kimia, dan biologi (Munawaroh *et al.* 2020). Kerusakan tersebut dapat menekan perkembangan mikroorganisme di daerah mikorizosfer. Salah satu hasil tambang yang sedang terus meningkat permintaannya yaitu pasir silika. Peningkatan permintaan pasir silika, salah satu hasil tambang sebagai material utama dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai wujud pencapaian energi baru terbarukan (EBT) (Fatmawati *et al.* 2020). Peningkatan permintaan ini menimbulkan kebutuhan untuk mengembalikan lahan pascatambang pasir silika yang terdegradasi. Namun, pulihnya lahan pascatambang pasir silika menjadi kendala, dan perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kandungan hara pada lahan tersebut.

Penggunaan pot organik sebagai wadah semai dapat menjadi alternatif untuk menambahkan hara dalam tanah. Pot organik, berbahan dasar organik, dapat menyediakan unsur hara yang beragam (Budi *et al.* 2012). Proses pembuatan pot organik dengan ukuran partikel yang berbeda dapat memengaruhi porositas, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam tanah (Nurwidyanto *et al.* 2006; Hartanto *et al.* 2022).

Jenis tanaman yang dipilih harus dapat beradaptasi dengan kondisi yang ekstrim dari lahan pascatambang pasir silika menjadi penting. Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) dipilih karena potensinya untuk beradaptasi dengan kondisi tanah dan iklim yang beragam (Ambardini *et al.* 2018).

Penelitian mengenai populasi mikoriza dan bakteri pada daerah mikorhizosfer mahoni dengan menggunakan pot organik sebagai wadah semai belum dilakukan. Informasi yang tersedia sangat terbatas, dan oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk menganalisis populasi mikoriza dan bakteri pada daerah mikorhizosfer semai mahoni yang tumbuh di media pascatambang pasir silika dengan berbagai komposisi pot organik dan ukuran bahan pot.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan September 2022 sampai Februari 2023 di Rumah Kaca Silviculture dan Laboratorium Mikoriza dan Teknologi Peningkatan Kualitas Bibit, Departemen Silviculture, Fakultas IPB.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup saringan dengan ukuran 5 mesh dan 10 mesh, pencetak pot organik, saringan bertingkat dengan ukuran 250 μ m, 125 μ m, dan 63 μ m, autoklaf, mikroskop stereo dan binokuler, optilab, tanah hasil pascatambang pasir silika, bubuk koran, cocopeat, kompos, kapur, bibit semai mahoni daun lebar, gandasil D, serta peralatan tulis.

Prosedur Penelitian

Persiapan Pot Organik

Bubur koran, kompos, dan cocopeat disaring menggunakan saringan dengan ukuran yang sesuai dengan variabel perlakuan yang ditetapkan. Setelah melalui proses penyaringan, ketiganya kemudian dicampur dalam proporsi yang sesuai dengan variabel perlakuan yang diuji. Campuran dari ketiga bahan tersebut selanjutnya dicetak dan dibiarkan mengering di bawah sinar matahari hingga mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan.

Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah media pascatambang pasir silika yang diperoleh dari PT Solusi Bangun Indonesia, Cibadak. Media ini kemudian menjalani proses sterilisasi menggunakan autoklaf, dan setelah itu dicampur dengan kompos sebanyak 10% serta kapur sebanyak 5%.

Penyapihan Semai dan Pemeliharaan

Tanaman semai yang dipilih adalah semai mahoni daun lebar (*S. macrophylla*) yang berusia 25 hari, diperoleh dari Pusat Persemaian Modern Rumpin. Proses penyapihan pada semai dilakukan pada sore hari. Selama periode 4 bulan, tanaman semai dipelihara dengan rutin disiram 1-2 kali sehari dan diberikan pemupukan menggunakan gandasil D.

Pengambilan Sampel Media, Pot Organik, dan Akar

Pot organik dihancurkan dan langkah selanjutnya adalah memisahkan antara akar, media, dan pot organik. Sampel media diambil dari tiga titik rhizosfer yang berbeda. Sementara itu, sampel pot organik diambil dari beberapa titik pot organik yang memiliki akar melekat padanya. Proses pengambilan sampel akar dilakukan pada beberapa akar sekunder dengan percabangan yang beragam.

Penghitungan Jumlah Spora dan Persentase Kolonisasi FMA

Metode yang diterapkan mengikuti pendekatan teknik tuang saring basah sebagaimana diuraikan oleh Pacioni (1992), yang kemudian dilanjutkan dengan menerapkan teknik sentrifugasi seperti yang dijelaskan oleh Brundrett *et al.* (1996). Untuk menghitung persentase kolonisasi akar, digunakan rumus yang telah dikembangkan oleh Brundrett *et al.* (1996):

$$\% \text{ Kolonisasi} = \frac{\sum \text{bidang pandang yang terkoloni}}{\sum \text{keseluruhan bidang pandang}} \times 100\%$$

Penghitungan Jumlah dan Karakterisasi Koloni Bakteri

Pendekatan yang diterapkan untuk isolasi bakteri disesuaikan dengan metode teknik pengenceran bertingkat sebagaimana dijelaskan oleh Wasteson dan Hornes (2009), yang kemudian dilanjutkan dengan penerapan metode pour plate (metode tuang) sesuai dengan metode yang diuraikan oleh Yunita *et al.* (2015). Untuk menghitung jumlah koloni, dilakukan sesuai dengan metode penghitungan yang dijelaskan oleh Soesetyaningsih dan Azizah (2020):

$$\text{Koloni/g} = \sum \text{koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Karakterisasi morfologi koloni bakteri menurut Pikoli *et al.* (2020) meliputi bentuk koloni, tepi koloni, elevasi koloni, dan warna koloni bakteri.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu faktor K yang merupakan komposisi pot organik, dan faktor M yang merupakan ukuran bahan pot. Faktor K memiliki tiga taraf, yaitu K0: koran 25% + kompos 70% + cocopeat 5%, K1: koran 50% + kompos 35% + cocopeat 15%, dan K2: koran 100% + kompos 0% + cocopeat 0%. Sementara itu, faktor M terdiri atas dua taraf, M0: 5 mesh dan M1: 10 mesh. Setiap taraf pada faktor K dikombinasikan dengan taraf dari faktor M, menghasilkan enam kombinasi. Tiap kombinasi diulang sebanyak tiga kali, sehingga keseluruhan percobaan membutuhkan 18 unit pot organik dan semai mahoni. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan *SAS Institute*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam

Rekapitulasi data variasi dalam jumlah spora FMA di media tanam dan pot, populasi koloni bakteri di media tanam dan pot, serta persentase kolonisasi akar pada rhizosfer *S. macrophylla* yang telah diberikan perlakuan komposisi pot organik dan ukuran bahan pot

Tabel 2 Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam *S. macrophylla*

No	Parameter	K	M	KXM
1	Jumlah Spora FMA pada Media Tanam	*	tn	tn
2	Jumlah Spora FMA pada Pot	*	tn	tn
3	Jumlah Koloni Bakteri pada Media Tanam	tn	tn	tn
4	Jumlah Koloni Bakteri pada Pot	tn	tn	tn
5	Persentase Kolonisasi FMA	*	tn	tn

Keterangan: K= Komposisi pot organik, M= Ukuran saringan; *= Berpengaruh nyata pada (P<0,05), dan tn= Tidak berpengaruh nyata pada (P>0,05)

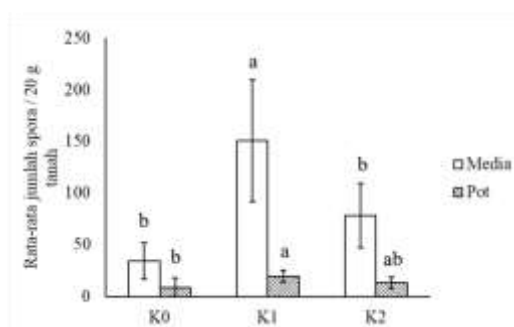
menunjukkan adanya pengaruh yang beragam, sebagaimana tercatat dalam Tabel 1.

Hasil analisis sidik ragam mengungkapkan bahwa perlakuan tunggal pada komposisi pot organik memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah spora FMA di kedua media tersebut, serta terhadap persentase kolonisasi akar. Sementara, pengaruh tunggal dari ukuran bahan pot dan kombinasi kedua faktor perlakuan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap seluruh parameter yang diukur. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan komposisi pot organik secara tunggal mampu meningkatkan jumlah spora FMA, tetapi tidak memiliki dampak signifikan pada jumlah koloni bakteri.

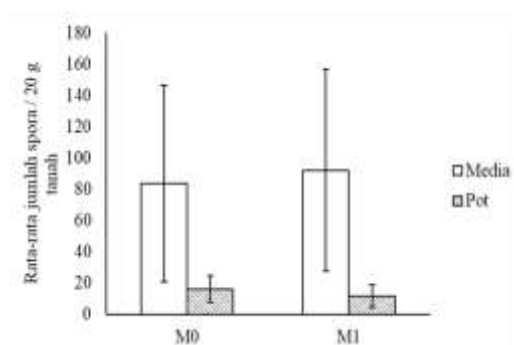
Jumlah Spora FMA

Pemberian perlakuan tunggal komposisi pot organik secara signifikan memengaruhi jumlah spora FMA, sebagaimana tercatat dalam Tabel 1. Dampak dari perlakuan tunggal komposisi pot organik terhadap jumlah spora FMA tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis data menunjukkan bahwa rata-rata jumlah spora tertinggi terdapat pada perlakuan K1, baik di media



Gambar 2 Perbandingan rata-rata pengaruh komposisi pot organik terhadap jumlah spora FMA



Gambar 2 Perbandingan rata-rata pengaruh ukuran bahan pot terhadap jumlah

Tabel 1 Pengaruh interaksi perlakuan terhadap jumlah spora FMA pada semai *S. macrophylla*

Perlakuan	Rata-rata	
	Media Tanam	Pot
K0M0	41 ± 8,89	14 ± 11,36
K0M1	27,67 ± 24,11	3,67 ± 2,31
K1M0	146,67 ± 75,51	22,33 ± 2,52
K1M1	155 ± 53,70	17 ± 7,55
K2M0	63 ± 26,29	12 ± 7,94
K2M1	93,67 ± 32,19	14,33 ± 2,08

tanam maupun di pot, masing-masing sebanyak 151 dan 20. Sebaliknya, rata-rata jumlah spora terendah tercatat pada perlakuan K0, dengan jumlah berturut-turut sebanyak 34 dan 9. Fenomena ini dikaitkan dengan kandungan kompos yang paling tinggi pada perlakuan K0 dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Yuniwati *et al.* (2012), kompos memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang lengkap, yang dapat mendukung pertumbuhan mikoriza. Mikoriza, pada gilirannya, cenderung membentuk spora lebih banyak ketika kondisi lingkungan tertekan.

Pengaruh perlakuan tunggal ukuran bahan pot, berdasarkan analisis sidik ragam (Tabel 1), tidak menunjukkan dampak yang signifikan terhadap keberadaan mikoriza. Perhitungan rata-rata jumlah spora FMA, seperti yang tergambar dalam Gambar 2, memperlihatkan bahwa rata-rata jumlah spora tertinggi di media tanam terdapat pada perlakuan M1 sebanyak 92, sedangkan di pot, rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan M0 sebanyak 16. Hasil ini sejalan dengan penelitian Gaur dan Adholeya (2000), yang tidak menemukan korelasi antara jumlah spora FMA dengan ukuran partikel tanah.

Kombinasi dua faktor perlakuan, yakni komposisi dan ukuran bahan pot, tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap jumlah spora FMA (Tabel 1). Perhitungan rata-rata jumlah spora pada setiap perlakuan (Tabel 2) menunjukkan variasi yang signifikan.

Rata-rata jumlah spora terbanyak di media tanam terdapat pada perlakuan K1M1 sebanyak 155, sedangkan di pot, rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan K1M0 sebanyak 22,33. Sementara itu, rata-rata jumlah spora terendah, baik di media tanam maupun di pot, terdapat pada perlakuan KOM1, dengan jumlah berturut-turut sebanyak 27,67 dan 3,67. Varian ini diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan pada perlakuan K1M0 dan K1M1 yang lebih sesuai, optimal, dan kompatibel dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan spora (Puspitasari *et al.* 2012). Uji korelasi Pearson antara jumlah spora FMA di media tanam dan di pot, sebagaimana tertera pada Tabel 3, menunjukkan korelasi yang lemah sebesar 0,381. Meskipun nilai korelasi relatif rendah, tetapi bersifat positif.

Kolonisasi FMA pada Perakaran Bibit

Rekapitulasi hasil sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan dari kombinasi perlakuan antara komposisi dan ukuran bahan pot terhadap persentase kolonisasi akar. Analisis perhitungan persentase kolonisasi akar memperlihatkan variasi hasil pada setiap perlakuan (Tabel 4).

Hasil analisis persentase kolonisasi menunjukkan variasi dari tingkat rendah hingga sangat tinggi. Rata-rata persentase kolonisasi tertinggi tercatat pada perlakuan

K1M0, mencapai 80%, yang termasuk dalam kelas V atau sangat tinggi. Temuan ini sejalan dengan hasil jumlah spora FMA yang tinggi pada perlakuan yang sama, baik di media tanam maupun di pot. Di sisi lain, rata-rata persentase kolonisasi terendah ditemukan pada perlakuan KOM1, mencapai 20%, yang masuk dalam kelas II atau rendah. Hasil ini juga konsisten dengan jumlah spora FMA yang rendah pada perlakuan yang sama di kedua lingkungan tanam. Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa jumlah spora FMA berkorelasi positif dengan persentase kolonisasi akar, yang berarti semakin tinggi jumlah spora FMA, persentase kolonisasi akar juga meningkat, dan sebaliknya, semakin sedikit jumlah spora FMA, persentase kolonisasi akar cenderung menurun. Temuan ini sesuai dengan penelitian Nurbaity *et al.* (2011), yang menunjukkan bahwa penambahan spora FMA meningkatkan persentase kolonisasi akar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa aktivitas mikoriza dalam menginfeksi akar dan meningkatkan serapan air dan unsur hara dapat tercermin dari peningkatan persentase kolonisasi akar seiring dengan peningkatan jumlah spora FMA, sebagaimana juga diamati dalam penelitian Sanggilora *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis mikoriza dapat meningkatkan persentase infeksi.

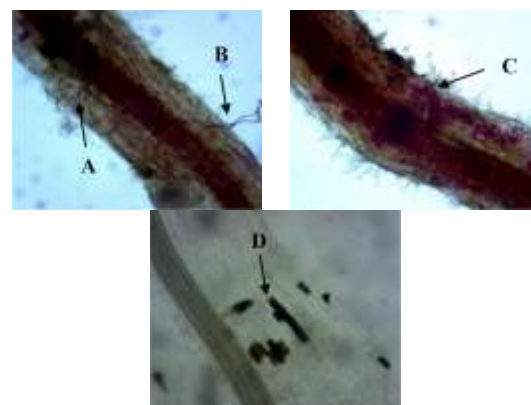
Pengamatan mikroskopis (Gambar 3) menunjukkan adanya struktur-struktur seperti hifa ekstraseluler, hifa intraseluler, vesikula, dan arbuskula pada akar tanaman *S. macrophylla*. Keberadaan struktur-struktur FMA ini mengindikasikan bahwa akar tanaman telah terinfeksi

Tabel 3 Pengaruh interaksi perlakuan terhadap persentase kolonisasi FMA pada semai *S. macrophylla*

Perlakuan	Rata-rata (%)
KOM0	33 ^s
KOM1	20 ^f
K1M0	80 st
K1M1	60 ^f
K2M0	33 ^s
K2M1	43 ^s

Keterangan: r: rendah (6-25%), s: sedang (26-50), st: sangat tinggi (76-100%)

Sumber: Rajapakse dan Miller (1992)



Gambar 3 Struktur FMA pada akar tanaman *S. macrophylla*. (A) Hifa intraseluler, (B) Hifa ekstraseluler, (C) Arbuskula, (D) Vesikula (perbesaran 10×)

Tabel 4 Korelasi jumlah spora FMA di media tanam dengan di pot

Parameter	Nilai
Korelasi pearson	0,381 ^l
Signifikansi	0,119

Keterangan: l: lemah (0,20-0,399)

Sumber: Tyastirin dan Hidayati 2017)

oleh FMA. Hasil uji korelasi Pearson antara jumlah spora dan persentase kolonisasi FMA, baik di media tanam maupun di pot (Tabel 5), menunjukkan nilai korelasi yang cukup dan bersifat positif.

Jumlah Populasi Koloni Bakteri

Hasil rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) menegaskan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari kombinasi perlakuan antara komposisi dan ukuran bahan pot terhadap jumlah populasi koloni bakteri. Perhitungan rata-rata populasi koloni bakteri pada media tanam dan pot dijabarkan dalam Tabel 6.

Rata-rata populasi koloni bakteri tertinggi di media tanam terdapat pada perlakuan K1M0, mencapai 164,14; sementara itu, rata-rata jumlah koloni bakteri tertinggi di pot tercatat pada perlakuan K0M1, yaitu sebanyak 128. Di sisi lain, rata-rata populasi koloni bakteri terendah di media tanam terdapat pada perlakuan K2M1 sebanyak 22,10; sedangkan di pot, rata-rata jumlah koloni bakteri terendah terdapat pada perlakuan K1M1, sebanyak 42,13. Varian ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, termasuk ketersediaan hara, sebagaimana diindikasikan oleh Hanafiah dan Kemas (2012). Dengan demikian, kondisi lingkungan pada perlakuan K1M0 dan K0M1 mungkin lebih mendukung pertumbuhan dan perkembangan koloni bakteri.

Rekapitulasi sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan tunggal komposisi pot organik tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap jumlah populasi koloni bakteri, baik di media tanam maupun di pot. Hasil perhitungan rata-rata jumlah populasi koloni bakteri diilustrasikan dalam Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, rata-rata jumlah populasi koloni bakteri tertinggi di media tanam terdapat pada perlakuan K1, sementara di pot, jumlah tertinggi terdapat pada perlakuan K0. Hal ini mungkin disebabkan oleh dosis kompos yang paling tinggi pada perlakuan K0, yakni sebanyak 70%, dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian Lyimo *et al.* (2012) menunjukkan bahwa pemberian kompos unggas dan sapi dapat meningkatkan pH tanah, yang menguntungkan untuk pertumbuhan

Tabel 5 Korelasi jumlah spora FMA dengan persentase kolonisasi FMA

Parameter	Nilai	
	Media	Pot
Korelasi pearson	0,591 ^c	0,536 ^c
Signifikansi	0,010	0,022

Keterangan: c: cukup (0,40-0,599)
 Sumber: Tyastirin dan Hidayati 2017)

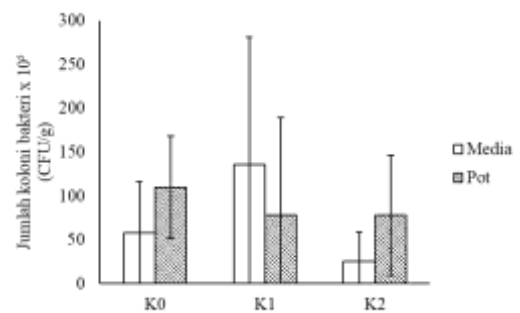
Tabel 6 Pengaruh interaksi perlakuan terhadap jumlah koloni bakteri pada semai *S. macrophylla*

Perlakuan	Rata-rata	
	Media Tanam	Pot
K0M0	24,83 ± 15,20	91,83 ± 73,94
K0M1	90,30 ± 72,59	128 ± 120
K1M0	164,14 ± 150,47	114 ± 161,69
K1M1	107,94 ± 166,68	42,13 ± 27,62
K2M0	28,55 ± 47,16	102,67 ± 53,30
K2M1	22,10 ± 24,18	53,15 ± 83,98

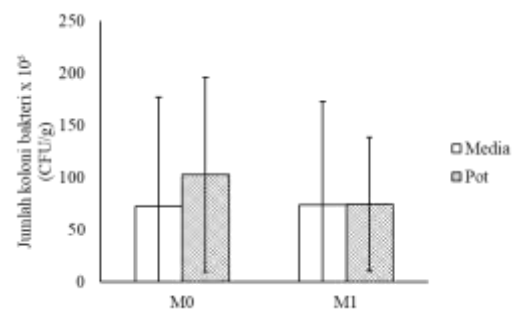
bakteri karena bakteri cenderung berlimpah pada pH tanah yang bersifat basa netral (Sari 2015). Rata-rata populasi koloni bakteri terendah, baik di media tanam maupun di pot, terdapat pada perlakuan yang sama, yaitu K2, berturut-turut sebanyak 25 dan 78. Perlakuan K2, yang tidak mengandung kompos dan cocopeat, diduga dapat menekan pertumbuhan bakteri karena kedua bahan tersebut berkontribusi pada peningkatan ketersediaan hara dalam tanah (Waskito *et al.* 2022).

Pengaruh perlakuan tunggal ukuran bahan pot terhadap populasi koloni bakteri, baik di media tanam maupun di pot, menunjukkan dampak yang tidak signifikan (Tabel 1). Rata-rata populasi koloni bakteri pada setiap taraf perlakuan diilustrasikan dalam Gambar 5. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata jumlah populasi koloni bakteri pada perlakuan M1, baik di media tanam maupun di pot, sama dan mencapai 73. Di sisi lain, rata-rata jumlah populasi koloni bakteri tertinggi di pot tercatat pada perlakuan M0 sebanyak 103. Oleh karena itu, semakin kecil ukuran bahan pot, semakin sedikit populasi koloni bakteri yang ditemukan. Temuan ini sesuai dengan penelitian Chau *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa struktur tanah yang semakin kecil dapat menghambat kolonisasi dan mobilitas bakteri dalam tanah karena tanah menjadi semakin lengket dan padat.

Hasil uji korelasi Pearson antara jumlah populasi koloni bakteri di media tanam dan di pot, seperti yang tertera pada Tabel 7, menunjukkan korelasi yang lemah dengan nilai sebesar 0,028 dan bersifat negatif. Korelasi negatif ini dapat diinterpretasikan sebagai adanya hubungan yang berlawanan arah menurut Tyastirin dan Hidayati (2017). Korelasi antara jumlah spora FMA di



Gambar 4 Perbandingan rata-rata pengaruh komposisi pot organik terhadap populasi koloni bakteri



Gambar 5 Perbandingan rata-rata pengaruh ukuran bahan pot terhadap populasi koloni bakteri

media tanam dengan bakteri di media tanam yang disajikan pada Tabel 8 memiliki nilai yang tergolong sangat lemah dengan nilai sebesar 0,135 dan berkorelasi negatif. Nilai korelasi antara jumlah spora FMA di pot dengan bakteri di pot seperti pada Tabel 9 tergolong lemah sebesar 0,204 dengan korelasi yang negatif. Hasil yang lemah tersebut menurut Permana (2022) menunjukkan bahwa setiap peningkatan jumlah spora FMA tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan jumlah populasi koloni bakteri. Namun karena hasilnya berkorelasi negatif berarti setiap peningkatan jumlah spora FMA terjadi penurunan jumlah populasi koloni bakteri yang tidak signifikan. Nilai yang berkorelasi negatif tersebut dapat terjadi karena kepadatan spora tidak mempengaruhi populasi bakteri (Rahman *et al.* 2019).

Karakterisasi Bakteri

Karakterisasi bakteri dapat dilihat melalui morfologi koloninya dan koloni bakteri mewakili biakan dari bakteri. Morfologi koloni tersebut diamati secara langsung yang meliputi bentuk, tepi, elevasi, dan warna

Tabel 7 Korelasi jumlah populasi koloni bakteri di media tanam dengan di pot

Parameter	Nilai
Korelasi pearson	-0,228 ^l
Signifikansi	0,362

Keterangan: l: lemah (0,20-0,399)

Sumber: Tyastirin dan Hidayati (2017)

Tabel 8 Korelasi jumlah spora FMA di media tanam dengan bakteri di media tanam

Parameter	Nilai
Korelasi pearson	-0,135 ^{sl}
Signifikansi	0,594

Keterangan: sl: sangat lemah (0,00-0,199)

Sumber: Tyastirin dan Hidayati (2017)

Tabel 9 Korelasi jumlah spora FMA di pot dengan bakteri di pot

Parameter	Nilai
Korelasi pearson	-0,204 ^l
Signifikansi	0,416

Keterangan: l: lemah (0,20-0,399)

Sumber: Tyastirin dan Hidayati (2017)

Tabel 10 Karakterisasi morfologi bakteri pada rhizosfer semai *S. macrophylla*

No.	Bentuk Koloni	Tepi Koloni	Elevasi Koloni	Warna
1	Bundar	Berbenang	Timbul	Putih
2	Bundar	Berbenang	Cembung	Putih
3	Bundar	Berbenang	Rata	Putih
4	Bundar	Licin	Cembung	Putih kekuningan
5	Tidak berpola	Ber-gelombang	Rata	Putih
6	Tidak berpola	Berbenang	Rata	Putih
7	Lensa	Licin	Rata	Putih

(Pikoli *et al.* 2020). Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 10.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat 7 karakter morfologi koloni yang berbeda. Bentuk, tepi, elevasi, dan warna koloni yang mendominasi berturut-turut bundar, berbenang, rata, dan berwarna putih. Hal tersebut selaras dengan penelitian Jufri (2017) bahwa morfologi koloni bakteri rhizosfer yang ditemukan didominasi dengan bentuk bulat dan berwarna putih. Berdasarkan karakterisasi morfologi koloni bakteri yang ditemukan diduga jenis bakteri tersebut berturut-turut adalah *Bacillus brevis*, *Staphylococcus* sp., *Bacillus subtilis*, *Aeromonas schubertii*, *Klebsiella* sp., *Sarcina* sp., dan *Bifidobacterium* spp. (Budi dan May 2013; Putri 2019; Diarti *et al.* 2017; Utami 2017; Putri 2022). Dua dari koloni bakteri yang ditemukan diduga berasal dari kelompok *Bacillus*, hal tersebut sejalan dengan pernyataan Laila (2018) bahwa kelompok bakteri yang banyak ditemukan di rhizosfer salah satunya adalah dari kelompok *Bacillus*.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Komposisi pot organik mampu meningkatkan keberadaan spora FMA. Komposisi pot organik 50% koran, 35% kompos, dan 15% *cocopeat* menunjukkan hasil terbaik untuk perkembangan spora FMAa dan koloni bakteri, perkembangan spora FMA dan populasi koloni bakteri dalam media tanam lebih baik dibandingkan dengan perkembangan spora FMA dan koloni bakteri dalam pot organik. Ukuran bahan pot tidak mampu mempengaruhi keberadaan spora FMA maupun populasi koloni bakteri. Kombinasi perlakuan komposisi pot dan ukuran bahan pot juga tidak mampu mempengaruhi keberadaan spora FMA dan populasi koloni bakteri. Terdapat tujuh karakter morfologi koloni bakteri berbeda yang didominasi oleh bundar, berbenang, rata, dan berwarna putih.

Saran

Pot organik dapat menjadi pilihan untuk mengurangi penumpukan sampah *polybag* dan dapat meningkatkan kesuburan tanaman. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai komposisi pot organik yang tepat guna meningkatkan mikroorganisme di daerah rhizosfer. Identifikasi spora FMA dan bakteri sampai tingkat spesies juga perlu dilakukan untuk mengetahui potensi pemanfaatannya bagi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambardini S, Ningsih R, Kali YR. 2018. Pertumbuhan dan alokasi biomassa organ tanaman mahoni (*Swietenia mahagoni L.*) yang ditanam pada tanah bekas tambang emas dengan perlakuan pupuk kandang. *Jurnal Bionature*. 19(1):8-14.
- Brundrett MC, Bougher N, Dells B, Grove T, Malajozuk N. 1996. *Working with Mycorrhizal Forestry and*

- Agriculture*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Budi SW, May NL. 2013. Bacteria from arbuscular mycorrhizal fungi spores *Gigaspora* sp. and *Glomus* sp.: their antagonistic effects towards soilborne fungal pathogens and growth stimulation of *Gigaspora* sp. in vitro. *BIOTROPIA*. 20(1):38-49.
- Budi SW, Sukendro A, Karlinasari L. 2012. Penggunaan pot berbahan dasar organik untuk pembibitan *Gmelina arborea* Rob. di Persemaian. *Indonesia J Agron*. 40(3):239-245.
- Chau JF, Bagtzozlou AC, Wilig MR. 2011. The effect of oil texture on richness and diversity of bacterial community. *Environ Forensic*. 12:333-341.
- Diarti MW, Rohmi, Achmad YSK, Jiwintarum Y. 2017. Karakteristik morfologi, koloni dan biokimia bakteri yang diisolasi dari sedimen laguna perindukan nyamuk. *Jurnal Kesehatan Prima*. 11(2):124-136.
- Fatmawati LI, Latif A, Nanda FS. 2020. Studi ekstraksi silikon dari pasir silika Indonesia dengan metode metalotermik. *Prosiding TPT XXIX PERHAPI 2020*.
- Gaur A, Adholeya A. 2000. Effects of the particle size of soil-less substrates upon AM fungus inoculum production. *Mycorrhiza*. 10:43-48.
- Guckert FM, Chavanon M, Morel JL, Villemin G. 1991. *Root Exudation in Beta vulgaris: A Comparison with Zea mays in Plant Roots and their Environment*. New York: Elsevier Scientific Publishing.
- Hanafiah, Kemas A. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hartanto N, Zulkarnain, Wicaksono AA. 2022. Analisis beberapa sifat fisik tanah sebagai indikator kerusakan tanah pada lahan kering. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 4(2):107-112.
- Jufri SW. 2017. Identifikasi dan karakterisasi mikroba rhizosfer pada hutan rakyat tanaman bitti (*Vitex cofassus* Reinw), jati (*Tectona grandis*), dan jabon merah (*Anthocephalus macropyllus*) [skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Laila RR. 2018. Diversitas dan potensi bakteri produksi IAA rhizosfer *Pinus* sp. dari Hutan Universitas Brawijaya Kabupaten Malang [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Lyimo HJF, Pratt RC, Mnyuku RSOW. 2012. Composted cattle and poultry manures provide excellent fertility and improved management of gray spot in maize. *Field Crops Research*. 126:97-103.
- Munawaroh K, Budi SW, Pamoengkas P. 2020. Aplikasi amelioran tanah dan mycosilvi pada *Falcataria* sp. dan *Ochroma bicolor* Rowlee. untuk reklamasi lahan pascatambang pasir silika. *JUPI*. 25(3):334-341.
- Nurbaity A, Sunarto T, Hindersah R, Solihin A, Kalay M. 2011. Fungi mikoriza arbuskula asal Pangalengan Jawa Barat sebagai agens hayati pengendali nematode sista kentang. *Jurnal Agrotropika*. 16(2):57-61.
- Nurwidyanto MI, Yustiana M, Widada S. 2006. Pengaruh ukuran butir terhadap porositas dan permeabilitas pada batupasir. *Berkala Fisika*. 9(4):191-195.
- Pacioni G. 1992. Wet-sieving and decanting techniques for extraction of spores of vesicular-arbuscular fungi. *Journal of Methods in Microbiology*. 24:317-332.
- Permana SP. 2022. Peran mikoriza arbuskula dan amelioran tanah terhadap bakteri pada rhizosfer sengon laut di media pascatambang batu bara [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pikoli MR, Rahmah FA, Sari AF, Asturi P, Solihat NA. 2020. *Memancing Mikroba dari Sampah: Isolasi Mikroorganisme Pendeградasi Mikoplastik dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*. Depok: Kinzamedia Rizfa Aksara.
- Puspitasari D, Indah K, Anton H. 2012. Eksplorasi vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) indigenous pada lahan jagung sampan Madura. *Jurnal Sains dan Seni*. 1(2):19-22.
- Putri RA. 2019. Uji hipersensitif bakteri endofit pada akar tanaman kaktus (*Cereus repandus* MILL.) terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* MILL.) sebagai penuntun praktikum mikrobiologi terapan [tesis]. Jambi: Universitas Jambi.
- Putri AS. 2022. Keragaman bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi mikroplastik di TPA Piyungan, Bantul, DIY [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Rajapakse S, Miller JJC. 1992. Methods for studying vesicular arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. *Journal of Methods in Microbiology*. 24:302-316.
- Rahman MA, Nurbaity A, Simarmata T. 2019. Inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat dan serapan hara P tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) pada inceptisol. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 4(1):30-32.
- Rao NS. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: UI Press.
- Sari DS. 2015. Isolasi dan identifikasi bakteri tanah yang terdapat di sekitar perakaran tanaman. *Bio-site*. 1(1):21-27.
- Soesetyaningsih E, Azizah. 2020. Akurasi perhitungan bakteri pada daging sapi menggunakan metode hitung cawan. *BST*. 8(3):75-79.
- Sylvia D, Fuhrmann J, Hartel P, Zuberer D. 2005. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Tyastirin E, Hidayati I. 2017. *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kesehatan*. Surabaya: Program Studi Arsitektur UIN Sunan Ampel.
- Utami RE. 2017. *Skrinning* bakteri dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang berasal dari PT. Sungai Bahar Pasifik Utama Maro Sebo Kabupaten Muaro Jambi sebagai bahan pengayaan praktikum mikrobiologi [skripsi]. Jambi: Universitas Jambi.
- Waskito H, Purwanti EW, Sa'diyah I, Budianto. 2022. Pengaruh interval pemberian konsorsium bakteri endofit dan jenis pupuk kandang terhadap

- pertumbuhan dan produksi jagung manis. *Jurnal Triton*. 13(1):37-42.
- Wasteson Y, Hornes E. 2009. Pathogenic *Escherichia Coli* Found in Food. *International Journal of Food Microbiology*. 12:103-114.
- Yunita M, Hendrawan Y, Yulianingsih R. 2015. Analisis kuantitatif mikrobiologi pada makanan penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indonesia berdasarkan TPC (*total plate count*) dengan metode *pour plate*. *JKPTB*. 3(3):237-248.
- Yuniwati M, Iskarima F, Padulemba A. 2012. Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. *Jurtek*. 5(2):172-181.