

FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DAN POPULASI BAKTERI PADA MIKORHIZOSFER SEMAI TREMBESI (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill)

Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Bacterial Populations on Mycorrhizosphere of trembesi (Samanea saman (Jacq.) Merrill)

Sri Wilarso Budi^{1*} dan Shinta Kartika Octaverina²

(Diterima 25 November 2024 /Disetujui 19 Desember 2024)

ABSTRACT

Mycorrhizosphere is the area around the roots of plants that have mycorrhizae and generally contain many microorganisms. The aim of this research was to analyze the number of Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF) spores, populations, and morphological characteristics of bacteria in the mycorrhizosphere of trembesi seedlings growing in post-mining media in organic pot containers. The experimental design used was a Completely Randomized Design (CRD) with split plot design consisting of 3 factors, namely AMF, organic pot composition, and size of potting material. The results showed that the interaction of AMF inoculation factors and pot composition had a significant effect on the number of AMF spores, the percentage of root colonization, and the number of bacterial colonies. The combination of treatment with AMF inoculation using a pot composition of 45% newspaper, 35% compost (bokashi), 0% Cocopeat, 0% Rock phosphate was able to increase the number of AMF spores in organic pots and media as well as the percentage of root colonization. The dominant character of the bacterial colony is milky white, round in shape, smooth/flat edges, and convex elevation.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizae Fungi, bacteria, correlation, rhizosphere, trembesi

ABSTRAK

Mikorhizosfer merupakan wilayah di sekitar perakaran tumbuhan yang bermikoriza dan umumnya terdapat banyak mikroorganisme. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis jumlah spora FMA, populasi bakteri, dan karakter morfologi bakteri pada mikorhizosfer semai trembesi yang tumbuh pada media pasca tambang dengan wadah pot organik sebagai wadah semai. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan petak terbagi (*split plot design*) yang terdiri atas 3 faktor, yaitu FMA, komposisi pot organik, dan ukuran bahan pot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi faktor inokulasi FMA dan komposisi pot berpengaruh nyata pada jumlah spora FMA, persentase kolonisasi akar, dan jumlah koloni bakteri. Kombinasi perlakuan dengan inokulasi FMA menggunakan komposisi pot 45% koran, 35% kompos (bokashi), 0% *Cocopeat*, 0% *Rock phosphate* mampu meningkatkan jumlah spora FMA pada pot organik maupun pada media tanam serta persentase kolonisasi akar. Karakter koloni bakteri yang mendominasi ialah berwarna putih susu, berbentuk bulat, tepian licin/rata, dan elevasi cembung.

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

^{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

Rhizosfer merupakan suatu zona lingkungan mikro yang berada di sekitar akar tanaman (Ayu 2021). Luas daerah rhizosfer dibatasi oleh seberapa luasnya daerah yang masih tercakup oleh pengaruh aktivitas perakaran tanaman beserta dengan mikroorganisme yang berasosiasi pada daerah tersebut (Simatupang 2008). Wilayah di sekitar akar tumbuhan yang terdapat FMA dapat berperan dalam membantu tumbuhan memperoleh nutrisi dari tanah disebut sebagai mikorhizosfer (Arora 2013). Mikorhizosfer berasal dari kata mikoriza dan rhizosfer, sehingga mikorhizosfer dapat didefinisikan daerah rhizosfer yang berdekatan dengan mikoriza dan dipengaruhi oleh eksudat dari kedua jaringan akar dan hifa jamur (Febrina 2023).

Interaksi simbiosis mikoriza tidak hanya melibatkan antara fungi dan perakaran tanaman saja, tetapi juga melibatkan organisme terkait (Frey-Klett dan Garbaye 2005). Kelimpahan mikroorganisme di daerah rhizosfer dan mikorizosfer dipengaruhi oleh adanya eksudat akar (Ohiwal *et al.* 2017). Eksudat akar merupakan cairan yang disekresikan oleh tanaman melalui akar untuk memanggil atau mengusir mikroba yang diinginkan (Widyati 2017). Eksudat akar merangsang terjadinya interaksi antara tumbuhan dengan mikroba di rhizosfer.

Keberadaan mikroorganisme di daerah rhizosfer juga dipengaruhi oleh bahan organik. Semakin banyak kandungan bahan organik pada rhizosfer, maka mikroba tanah yang menguntungkan semakin beragam dan berlimpah (Wisdawati *et al.* 2019). Penggunaan pot organik dapat menjadi alternatif pengganti *polybag* yang lebih ramah lingkungan, dapat menambah unsur hara, serta meningkatkan diversitas mikroorganisme tanah dan dapat langsung ditanam ke dalam tanah tanpa mengeluarkan bibit seperti pada *polybag* plastik. Selain itu pot organik dapat terdekomposisi secara cepat dan tidak menimbulkan kerusakan lingkungan (Sari *et al.* 2021).

Informasi mengenai populasi mikoriza serta bakteri pada tanah pasca tambang pasir silika yang diberi amelioran tanah dalam bentuk pot organik masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk menganalisis populasi mikoriza dan bakteri pada daerah mikorizosfer semai trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) yang tumbuh di media pasca tambang pasir silika dengan menggunakan wadah media tanam dari pot organik yang berbeda komposisi dan ukuran bahannya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September-Desember 2023 bertempat di Rumah Kaca Departemen Silviculture, dan Laboratorium Mikoriza dan Peningkatan Kualitas Bibit Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Analisis sampel media tanam dan pot organik dilakukan di Laboratorium *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology* (ICCB), Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain, saringan 5, 10, dan 18 *mesh*, pencetak pot organik, saringan bertingkat 250 μ m, 125 μ m, dan 63 μ m, *centrifuge*, oven, mikropipet, autoklaf, mikroskop stereo dan binokuler, optilab, laptop yang dilengkapi dengan *software Microsoft Word, Microsoft Excel, dan SAS Institute*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah pasca tambang pasir silika, kertas koran, *cocopeat*, *rock phosphate*, kompos, kapur, semai trembesi, gandasil D, aquades, alkohol 70%, KOH 10%, HCl 2%, *trypan blue* 0,02%, media *nutrient agar*, kertas saring, spiritus, dan alat tulis.

Prosedur Penelitian

Persiapan Pot Organik

Koran bekas dipotong menjadi bagian-bagian kecil kemudian direndam dalam air selama 1-2 hari lalu dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk. Bubur koran, kompos bokashi, *cocopeat*, dan *rock phosphate* disaring menggunakan saringan 5, 10, dan 18 *mesh*. Pot organik dicetak menggunakan pencetak pot dengan komposisi sesuai dengan faktor perlakuan. Setelah dicetak, pot diletakkan di bawah sinar matahari hingga kering.

Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan merupakan tanah pasca tambang pasir silika yang berasal dari PT. Solusi Bangun Indonesia, Tbk. bertempat di Cibadak, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. 70% tanah pasca tambang tersebut dicampur dengan *top soil* 25% dan bokashi 5%, kemudian dilakukan sterilisasi. Sebelum dilakukan penanaman, dilakukan analisis sifat fisik dan kimia media tanam.

Penyapihan Semai dan Pemeliharaan

Penyapihan menggunakan bibit trembesi berusia 2 minggu dengan kriteria sehat serta memiliki tinggi rata-rata yang seragam. Penyapihan dilakukan pada sore hari yang bertujuan untuk mengurangi penguapan. Pemeliharaan dilakukan dengan menyiram tanaman 1-2 kali sehari selama 4-5 bulan. Selain penyiraman, dilakukan juga pemupukan dengan menggunakan gandasil D.

Pengambilan Sampel Media, Pot Organik, dan Akar

Pot organik dihancurkan dan dilanjutkan dengan memisahkan akar, media, dan pot organik. Pengambilan sampel media dilakukan pada tiga titik rhizosfer yang berbeda. Adapun sampel pot organik diambil dari beberapa titik pot organik yang memiliki akar menembus atau menempel pada pot. Pengambilan sampel akar dilakukan dari beberapa akar sekunder yang percabangannya berbeda.

Persiapan Media Pertumbuhan Bakteri

Media yang digunakan untuk isolasi bakteri adalah *Nutrient agar* (NA). Sebanyak 20 g NA dilarutkan ke dalam 1 liter akuades dan diaduk hingga homogen. Larutan dipindahkan ke erlenmeyer dan dipanaskan di atas *hot plate* hingga berubah warna menjadi kuning bening. Larutan tersebut ditutup menggunakan kapas dan

aluminium foil untuk selanjutnya dilakukan proses sterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C

Penghitungan Jumlah Spora dan Persentase Kolonisasi FMA

Metode yang digunakan mengikuti metode teknik tuang saring basah (Pacioni 1992) yang dilanjut dengan teknik sentrifugasi (Brundrett *et al.* 1996). Sebanyak 20 g sampel tanah dimasukkan gelas beaker berisi 1 liter air dan diaduk sampai homogen. Tanah yang sudah tercampur disaring menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran 250µm, 125µm, dan 63µm. Tanah yang tertinggal di saringan kedua dan ketiga dituangkan ke dalam tabung *centrifuge* untuk dilakukan teknik sentrifugasi selama 1-2 menit dengan kecepatan 3.000 rpm. Supernatan hasil sentrifugasi dituang ke dalam kertas saring dan dipindahkan ke dalam cawan petri. Spora FMA dapat langsung diamati menggunakan mikroskop stereo.

Akar yang telah dipanen dicuci hingga bersih terlebih dahulu, kemudian dipotong sepanjang ± 1-2 cm. Potongan akar kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan KOH 10% hingga akar terendam. Akar dipanaskan pada *waterbath* selama ± 2 jam dengan suhu 80°C atau hingga akar berwarna putih. Larutan KOH dibuang dan akar dicuci. Ditambahkan HCl 2% hingga terendam lalu dipanaskan pada *waterbath* selama ± 5 menit dengan suhu 80°C. Larutan HCl dibuang dan ditambahkan larutan pewarna *trypan blue* 0,05% selama 24 jam. Sebanyak 10 potongan akar disusun sejajar pada *object glass*, ditesi dengan larutan PVLG, dan ditutup dengan *cover glass*. kemudian diamati menggunakan mikroskop binokuler. Kolonisasi akar dihitung menggunakan rumus (Nugroho dan Prasetya 2023):

$$\% \text{ Koloni mikoriza pada akar} = \frac{\Sigma \text{ Akar terkoloni mikoriza}}{\Sigma \text{ Total akar yang diamati}} \times 100\%$$

Penghitungan Jumlah Koloni Bakteri

Metode yang digunakan mengikuti metode teknik pengenceran bertingkat (Wasteson dan Hornes 2009) yang dilanjut dengan metode *pour plate* (metode tuang) (Yunita *et al.* 2015). Sampel tanah ditimbang sebanyak 1 g dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah diisi dengan 9 ml aquades, (pengenceran tersebut adalah pengenceran 10⁻¹). Kemudian 1 ml sampel diambil dari hasil pengenceran 10⁻¹ menggunakan mikro pipet ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan untuk mendapat pengenceran 10⁻². Cara yang sama dilakukan hingga pengenceran 10⁻⁵. Kemudian 1 ml suspensi dari setiap pengenceran dipindahkan menggunakan mikro pipet ke

cawan petri kosong. Lalu tuang media biakan dan campur sampel dengan memutar cawan petri. Inkubasi sampel di suhu ruangan selama 24 jam dan dapat langsung diamati. Jumlah koloni bakteri dihitung menggunakan rumus dari Azizah dan Soesetyaningsih (2020) yaitu:

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

Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

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

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan petak terbagi (*split plot design*). Terdapat tiga perlakuan yang diberikan, yakni pemberian FMA, komposisi pot organik, dan ukuran saringan. Petak utama berupa FMA terdiri atas 2 taraf. Anak petak terdiri dari komposisi pot organik dan ukuran saringan. Komposisi pot organik terdiri dari 3 taraf dan ukuran saringan juga terdiri atas 3 taraf. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 ulangan, maka dibutuhkan 54 unit pot organik dan semai trembesi.

Analisis data dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel* dan *SAS Institute*. Metode analisis ragam atau ANOVA dengan selang kepercayaan 95% digunakan untuk mengamati pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam

Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan tunggal FMA dan komposisi pot berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% terhadap setiap parameter, sedangkan ukuran bahan hanya berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% terhadap jumlah koloni bakteri saja. Hal ini menggambarkan bahwa ukuran bahan hanya mampu meningkatkan jumlah koloni bakteri, namun tidak mampu dalam meningkatkan jumlah spora dan kolonisasi FMA. Interaksi antara ketiga faktor, yakni FMA, komposisi pot, dan ukuran bahan menunjukkan tidak memiliki pengaruh yang nyata pada selang kepercayaan 95% terhadap seluruh parameter yang diamati.

Tabel 1 Rekapitulasi analisis sidik ragam *S. saman*

Parameter	F	K	M	FxK	FxM	KxM	FxKxM
Jumlah spora pada media tanam	*	*	tn	tn	tn	tn	tn
Jumlah spora pada pot	*	*	tn	*	*	tn	tn
Persentase kolonisasi FMA	*	*	tn	*	tn	tn	tn
Jumlah koloni bakteri pada media tanam	*	*	*	tn	tn	*	tn
Jumlah koloni bakteri pada pot	*	*	*	*	tn	*	tn

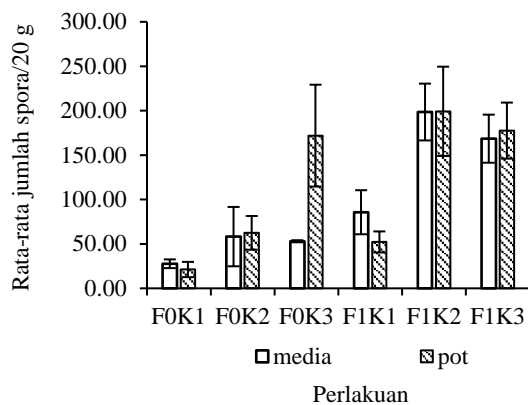
F : FMA, K : Komposisi pot, M : Ukuran bahan, tn : Tidak berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% (P>0,05), * : berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% (P<0,05)

Jumlah Spora FMA

Hasil uji lanjut pengaruh interaksi FMA dan komposisi pot terhadap jumlah spora mikoriza pada media tanam dan pot organik disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan rata-rata jumlah spora ketika diberi perlakuan FMA cenderung lebih tinggi daripada tanpa pemberian FMA. Kombinasi perlakuan FIK2 (inokulasi FMA, 45% koran, 35% kompos (bokashi), 15% *cocopeat*, 10% *rock phosphate*) memberikan pengaruh yang paling besar terhadap jumlah spora pada media maupun pot organik. Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi pot K2 merupakan komposisi yang optimal. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Krisnarini *et al.* (2014) bahwa aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan kinerja FMA.

Hasil penelitian terhadap parameter jumlah spora FMA pada rhizosfer *S. saman* menunjukkan rata-rata terbesar ditemukan pada perlakuan F1K2M3 dengan jumlah sebanyak 234,33 spora. Jumlah spora paling sedikit pada media tanam adalah F0K1M1 yakni sebesar 24,67 spora. Hal ini menunjukkan terdapat pengaruh interaksi ketiga perlakuan terhadap perkembangan spora di media tanam (Tabel 2).



Gambar 1 Perbandingan rata-rata pengaruh komposisi pot organik terhadap jumlah spora FMA

Sementara itu, jumlah spora terbanyak yang ditemukan pada pot organik terdapat pada perlakuan F1K2M2 yakni sebanyak 257 spora, dan yang paling sedikit adalah perlakuan F0K1M2 dengan jumlah 15 spora. Komposisi pot organik 45% koran, 35% kompos (bokashi), 15% *cocopeat*, 5% *rock phosphate* dengan inokulasi FMA merupakan kondisi lingkungan optimal yang dibutuhkan untuk perkembangan spora FMA pada media tanam maupun pot. Tingginya perolehan jumlah spora salah satunya dipengaruhi oleh pH tanah. pH tanah pada penelitian ini ialah sebesar 5,2 yang mana tergolong masam. Mikoriza umumnya bersifat *acidophylis* yaitu senang di lingkungan yang agak masam (pH 3,5-6,0).

Hasil Uji Korelasi *Pearson* (Tabel 3) menunjukkan bahwa jumlah spora FMA pada media tanam dan pot memiliki korelasi positif dengan nilai korelasi sebesar 0,628 yang termasuk kategori kuat.

Hal ini mengartikan bahwa terdapat hubungan linier antara jumlah spora FMA maupun pot. Oleh karena itu, semakin banyak spora yang ditemukan di media, akan semakin banyak pula spora yang ditemukan di pot organik.

Kolonisasi FMA pada Perakaran Bibit

Persen kolonisasi akar berkaitan dengan kemampuan perkembangan FMA pada rhizosfer tanaman. Hasil perhitungan persentase kolonisasi FMA pada akar *S. saman* menunjukkan persentase yang berbeda-beda yang tersaji pada Tabel 4.

Persentase kolonisasi FMA pada perakaran *S. saman* pada penelitian ini tergolong sedang hingga tinggi.

Tabel 3 Korelasi jumlah spora FMA pada media tanam dan pot

Parameter	Nilai
Korelasi Pearson	0.628 ^k
Signifikansi	0.005

sl: sangat lemah (0,00-0,199), l: lemah (0,20-0,399), c: cukup (0,40-0,599), k: kuat (0,60-0,799), sk: sangat kuat (0,80-1,00) (Jabnabillah dan Margina 2022).

Tabel 2 Pengaruh interaksi ketiga faktor terhadap perolehan jumlah spora FMA pada media dan pot organik

Perlakuan	Rata-rata jumlah spora	
	Media tanam	Pot organik
F0K1M1	24,67 ± 13,01 ^f	31,00 ± 8,72 ^g
F0K1M2	33,33 ± 19,86 ^f	15,00 ± 6,24 ^g
F0K1M3	25,00 ± 11,27 ^f	17,67 ± 8,14 ^g
F0K2M1	96,67 ± 6,81 ^{bcdef}	31,00 ± 6,93 ^g
F0K2M2	36,33 ± 3,79 ^f	69,33 ± 42,39 ^{fg}
F0K2M3	41,67 ± 3,21 ^{ef}	77,00 ± 45,90 ^{efg}
F0K3M1	53,67 ± 29,02 ^{ef}	237,67 ± 39,11 ^{ab}
F0K3M2	51,67 ± 26,73 ^{ef}	145,33 ± 58,65 ^{cde}
F0K3M3	53,67 ± 16,26 ^{ef}	132,67 ± 28,01 ^{def}
F1K1M1	81,33 ± 34,08 ^{cdef}	40,00 ± 16,52 ^g
F1K1M2	112,33 ± 10,26 ^{bcdef}	53,00 ± 17,00 ^g
F1K1M3	63,33 ± 46,72 ^{def}	63,67 ± 29,37 ^{fg}
F0K3M3	53,67 ± 16,26 ^{ef}	132,67 ± 28,01 ^{def}
F1K1M1	81,33 ± 34,08 ^{cdef}	40,00 ± 16,52 ^g
F1K1M2	112,33 ± 10,26 ^{bcdef}	53,00 ± 17,00 ^g
F1K1M3	63,33 ± 46,72 ^{def}	63,67 ± 29,37 ^{fg}
F1K2M1	173,00 ± 62,86 ^{abc}	175,33 ± 6,93 ^{bcd}
F1K2M2	188,00 ± 3,79 ^{ab}	257,00 ± 17,00 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Kolonisasi tertinggi ditemukan pada kombinasi perlakuan F1K3M3 dengan rata-rata sebesar 60%. Seluruh kombinasi perlakuan tanpa inokulasi FMA menunjukkan tidak adanya kolonisasi yang ditemukan pada perakaran *S. saman*. Sama halnya dengan jumlah spora, persentase kolonisasi yang tergolong sedang hingga tinggi ini diduga karena kondisi lingkungan seperti pH tanah yang sesuai untuk pertumbuhan mikoriza (Prosanti 2023).

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan adanya struktur hifa ekstraseluler, hifa intraseluler, vesikel, dan spora yang terdapat pada perakaran *S. saman* (Gambar 2). Struktur mikoriza yang ditemukan pada pengamatan ini terbentuk secara bertahap yang dapat mengindikasikan terjadinya simbiosis mutualisme antara FMA dengan tanaman *S. saman*.

Hubungan antara kolonisasi mikoriza dengan jumlah spora FMA pada pot maupun media menunjukkan hasil korelasi dengan kategori sedang hingga kuat dan berkorelasi positif dengan nilai berturut-turut sebesar 0,851 dan 0,431 (Tabel 5).

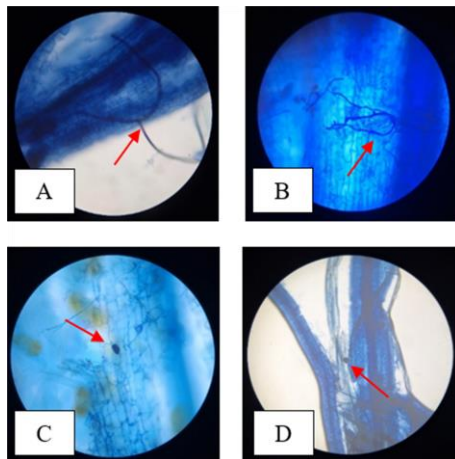
Hasil ini menunjukkan peningkatan jumlah spora FMA pada media dan pot organik akan diikuti dengan peningkatan persen kolonisasi akar.

Jumlah Koloni Bakteri

Tabel 4 Pengaruh interaksi perlakuan terhadap persentase kolonisasi FMA pada semai *S.saman*

Perlakuan	Persentase kolonisasi mikoriza (%)	Kriteria*
F1K1M1	50	Sedang
F1K1M2	43	Sedang
F1K1M3	33,33	Sedang
F1K2M1	50	Sedang
F1K2M2	46,67	Sedang
F1K2M3	57,67	Tinggi
F1K3M1	40	Sedang
F1K3M2	53	Tinggi
F1K3M3	60	Tinggi

*Sumber: Rajapakse dan Miller (1992)



Gambar 2 Struktur FMA pada akar tanaman *S. saman*. (A) Hifa eksternal; (B) Hifa internal; (C) Vesikula; (D) Spora (perbesaran 10x)

Populasi bakteri pada rhizosfer *S. saman* dihitung menggunakan metode *pour plate* dengan satuan *Colony Forming Unit* (CFU)/g sampel tanah yang berprinsip sel bakteri yang hidup pada media akan membentuk sebuah koloni. Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan pengaruh faktor tunggal FMA dan komposisi serta interaksi FMA terhadap jumlah koloni bakteri sangat nyata. Rincian jumlah koloni bakteri yang teramati pada semua perlakuan tersaji pada Tabel 6. Rata-rata populasi koloni terbanyak pada media tanam ditemukan pada perlakuan F1K3M2 yakni sejumlah 140,89 x10⁵ CFU/g. Sedangkan rata-rata populasi bakteri terendah diperoleh pada perlakuan F0K2M3 dengan jumlah koloni 37,20 x10⁵ CFU/g.

Jumlah populasi bakteri terbanyak yang ditemukan pada pot organik terdapat pada perlakuan F1K2M1 yakni dengan rata-rata 162 x10⁵ CFU/g. Sedangkan rata-rata jumlah koloni bakteri terendah didapatkan pada perlakuan F0K1M1 dengan jumlah 39,20 x10⁵ CFU/g. Hasil

Tabel 5 Korelasi antara kolonisasi mikoriza dengan jumlah spora FMA

Parameter	Nilai	
	Media	Pot organik
Korelasi Pearson	0,851 ^k	0,431 ^s
Signifikansi	0,008	0,047

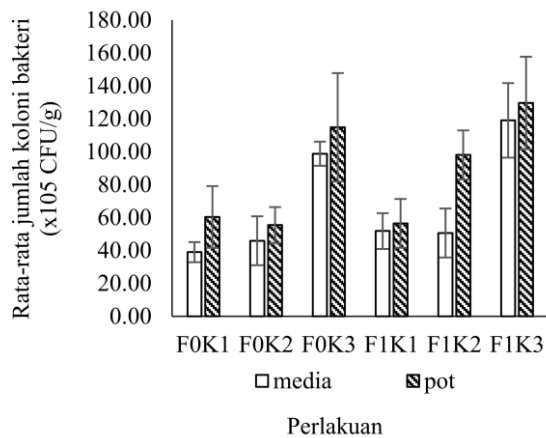
^{sl} : sangat lemah (0,00-0,199), ^l : lemah (0,20-0,399), ^c : cukup (0,40-0,599), ^k : kuat (0,60-0,799), ^{sk} : sangat kuat (0,80-1,00) (Jabnabillah dan Margina

Tabel 6 Jumlah Koloni Bakteri berdasarkan perlakuan

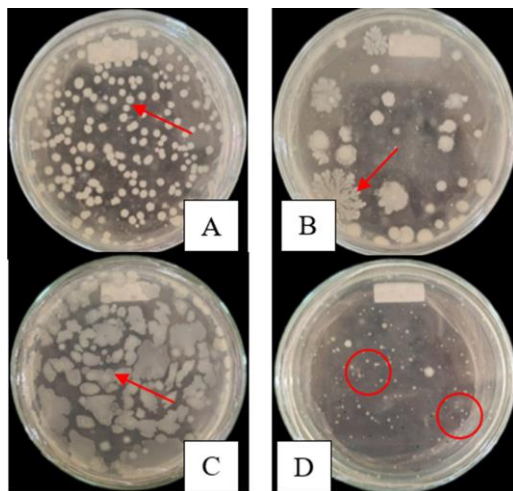
Perlakuan	Rata-rata jumlah koloni bakteri (x10 ⁵ CFU/g)	
	Media tanam	Pot organik
F0K1M1	41,67 ± 1,15 ^{efg}	39,20 ± 8,66 ^h
F0K1M2	32,00 ± 1,44 ^{fg}	75,00 ± 10,35 ^{defgh}
F0K1M3	43,30 ± 15,68 ^{efg}	66,83 ± 31,09 ^{defgh}
F0K2M1	63,07 ± 11,50 ^{ef}	66,47 ± 27,82 ^{defgh}
F0K2M2	37,47 ± 2,60 ^{fg}	44,60 ± 6,92 ^{gh}
F0K2M3	37,20 ± 4,78 ^{fg}	55,33 ± 7,26 ^{efgh}
F0K3M1	90,75 ± 2,84 ^{cd}	152,47 ± 45,20 ^a
F0K3M2	105,00 ± 34,53 ^{bc}	91,13 ± 19,44 ^{bcd}
F0K3M3	100,67 ± 31,86 ^{bc}	100,80 ± 8,38 ^{bcd}
F1K1M1	62,50 ± 9,01 ^{efg}	43,00 ± 11,86 ^{gh}
F1K1M2	40,75 ± 2,63 ^{efg}	54,22 ± 10,31 ^{efgh}
F1K1M3	52,20 ± 12,98 ^{efg}	72,33 ± 32,77 ^{defgh}
F1K2M1	67,80 ± 11,04 ^{de}	114,11 ± 42,19 ^b
F1K2M2	42,80 ± 2,84 ^{fg}	84,60 ± 24,57 ^{bcd}
F1K2M3	41,33 ± 3,00 ^{efg}	95,42 ± 7,17 ^{bcd}
F1K3M1	95,67 ± 8,63 ^{bc}	162,00 ± 45,20 ^a
F1K3M2	140,89 ± 10,32 ^a	115,73 ± 28,31 ^b
F1K3M3	120,67 ± 29,42 ^{ab}	111,40 ± 8,38 ^{bc}

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

penelitian menunjukkan perlakuan F1K3M2 memiliki rata-rata jumlah populasi bakteri yang lebih tinggi daripada perlakuan F0K3M2, hal ini dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari inokulasi mikoriza yang dapat meningkatkan populasi rhizobakteri. Basri (2018)



Gambar 3 Perbandingan rata-rata pemberian interaksi FMA dan komposisi pot terhadap jumlah koloni bakteri pada media tanam dan pot organik.



Gambar 4 Karakter morfologi bakteri pada mikorhizosfer *S. saman*. (A) Koloni berwarna putih susu, bentuk bulat, tepian licin, elevasi rata; (B) Koloni berwarna putih susu, bentuk berakar, tepian berlekuk, elevasi timbul; (C) Koloni berwarna putih susu, bentuk tidak berpola, tepian bergelombang, elevasi rata; (D) Koloni berwarna putih susu, bentuk titik-titik, tepian licin, elevasi rata.

menyatakan bahwa mikoriza dapat berinteraksi positif dengan bakteri rhizosfer yang berperan sebagai pelarut fosfat maupun penambat nitrogen.

Gambar 3 menunjukkan bahwa populasi bakteri akar paling besar ialah pada interaksi antara pemberian FMA dan komposisi pot dengan campuran 15% koran, 70% kompos (bokashi), 35% cocopeat, 5% rock phosphate. Komposisi K3 merupakan komposisi dengan dosis kompos paling besar diantara K1 dan K2. Pemberian bahan organik seperti kompos, rock phosphate, dan cocopeat sebagai bahan campuran pot organik dapat membantu memperbaiki sifat kimia pada media tanam seperti memperkaya unsur makro (N, P, K). Pemberian bahan organik seperti kompos, rock phosphate, dan cocopeat sebagai bahan campuran pot organik dapat membantu memperbaiki sifat kimia pada media tanam seperti memperkaya unsur makro (N, P, K) (Warsito 2016).

Jumlah koloni bakteri media berkorelasi positif dengan jumlah koloni bakteri pada pot organik. Nilai korelasi yang dihasilkan ialah sebesar 0,662 yang tergolong kuat (Tabel 7).

Hal ini mengartikan bahwa terdapat hubungan linier antara jumlah koloni bakteri pada media maupun pot. Oleh karena itu, semakin banyak koloni bakteri yang ditemukan di media, akan semakin banyak pula spora yang ditemukan di pot organik

Hasil uji korelasi antara jumlah koloni bakteri dengan jumlah spora FMA pada media maupun pot organik menunjukkan adanya korelasi negatif yang

Tabel 7 Korelasi antara jumlah koloni bakteri pada media tanam dengan pot organik

Parameter	Nilai
Korelasi Pearson	0,662 ^k
Signifikansi	0,003

^{sl} : sangat lemah (0,00-0,199), ^l : lemah (0,20-0,399), ^c : cukup (0,40-0,599), ^k : kuat (0,60-0,799), ^{sk} : sangat kuat (0,80-1,00) (Jabnabillah dan Margina 2022).

Tabel 8 Korelasi antara jumlah koloni bakteri dengan jumlah spora FMA

Parameter	Nilai	
	Media	Pot organik
Korelasi Pearson	0,435 ^c	0,304 ^l
Signifikansi	0,071	0,220

^{sl} : sangat lemah (0,00-0,199), ^l : lemah (0,20-0,399), ^c : cukup (0,40-0,599), ^k : kuat (0,60-0,799), ^{sk} : sangat kuat (0,80-1,00) (Jabnabillah dan Margina 2022).

Tabel 9 Karakteristik morfologi bakteri pada mikorhizosfer semai *S. saman*

No	Warna	Bentuk Koloni	Tepi Koloni	Elevasi
1.	Putih	Bulat	Licin	Cembung
2.	Putih	Bulat	Licin	Rata
3.	Putih	Bulat	Licin	Timbul
5.	Putih	Berakar	Berlekuk	Rata
6.	Putih	Tidak berpola	Berge-lombang	Rata
7.	Putih	Titik-titik	Licin	Rata

Karakter morfologi yang ditemukan diduga memiliki kemiripan dengan beberapa genus bakteri seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, dan *Azotobacter*. Tangpao (2019) menyatakan bahwa genus *Azotobacter*, *Pseudomonas*, dan *Bacillus* merupakan bakteri yang umum ditemukan di daerah rhizosfer.

lemah dan cukup lemah dengan nilai korelasi berturut-turut sebesar 0,435 dan 0,314 (Tabel 8). Hal ini mengartikan bahwa hubungan antara keduanya berbanding terbalik, dimana jumlah koloni bakteri akan menurun seiring dengan peningkatan jumlah spora FMA, dan begitu pula sebaliknya.

Karakteristik morfologi bakteri diamati secara makroskopis melalui morfologi koloninya. Tipe morfologi yang diamati meliputi warna, bentuk koloni, tepi koloni, dan elevasi. Hasil pengamatan morfologi bakteri tersaji pada Gambar 4.

Tabel 9 menunjukkan terdapat 7 karakter morfologi bakteri yang berbeda. Bentuk koloni yang ditemukan pada sampel penelitian ada 5, yakni bulat, berakar, tidak berpola, titik-titik, dan berbenang. Sebagian besar sampel yang diamati, morfologi bakteri yang paling mendominasi ialah bentuk koloni bundar, tepi koloni licin, elevasi koloni rata, dan berwarna putih.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Perlakuan dengan inokulasi FMA menggunakan komposisi pot 45% koran, 35% kompos (bokashi), 0% *Cocopeat*, dan 0% *Rock phosphate* mampu meningkatkan jumlah spora FMA pada pot organik maupun media serta persentase kolonisasi akar dengan perolehan rata-rata jumlah spora tertinggi sebesar 234,33 spora. Jumlah populasi bakteri tertinggi ialah sebesar $140,89 \times 10^5$ CFU/g ditemukan pada komposisi pot komposisi 15% koran, 70% kompos (bokashi), 5% *Cocopeat*, 10% *Rock phosphate* serta ditambahkan inokulasi FMA. Terdapat 7 karakter morfologi bakteri yang ditemukan pada penelitian ini. Karakter koloni bakteri yang mendominasi ialah berwarna putih susu, berbentuk bulat, tepian licin/rata, dan elevasi cembung.

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 lanjut secara molekuler perlu dilakukan untuk mengetahui secara spesifik jenis bakteri dan peranannya pada pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora NK. 2013. *Plant Microbe Symbiosis: Fundamentals and Advances*. New Delhi (IN): Springer.
- Ayu IP. 2021. Amplifikasi primer 16S rRNA untuk kepentingan identifikasi bakteri rhizosfer di Hutan Alam PT Vale [Tesis]. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Azizah, Soesetyaningsih E. 2020. Akurasi perhitungan bakteri pada daging sapi menggunakan metode hitung cawan. *Berkala Sainstek*. 7(3):75-79.
- Basri AHH. 2018. Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *Agrica Ekstensia*. 12(2):74-78.
- Febrina A. 2023. Kajian fungi mikoriza arbuskula dan populasi bakteri pada mikorhizosfer semai mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) dalam pot organik [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Frey-Klett, Garbaye J. 2005. Mycorrhiza helper bacteria: a promising model for the genomic analysis of fungal bacterial interactions. *New Phytologist*. 168(1):4-8.
- Jabnabillah F, Marfina N. 2022. Analisis korelasi pearson dalam menentukan hubungan antara motivasi belajar dengan kemandirian belajar pada pembelajaran daring. *Jurnal Sintak*. 1(1):14-17.
- Krisnarini K, Rini MV, Timotiwu PB. 2014. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan aplikasi jenis Fungi Mikoriza Arbuskular pada berbagai dosis bahan organik. *Jurnal Agrotropika*. 22(1):1-12.
- Nugroho WA, Prasetya B. 2023. Eksplorasi mikoriza arbuskular pada beberapa sistem penggunaan lahan pertanian di Desa Ngawonggo, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 10(1):25-35.
- Ohiwal M, Widyastuti R, Sabiham S. 2017. Populasi mikroba fungsional pada rhizosfer kelapa sawit di lahan gambut Riau. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 19(2):74-80.
- Pacioni G. 1992. Wet-sieving and decanting techniques for extraction of spores of vesicular-arbuscular fungi. *Journal of Methods in Microbiology*. 24:317-332.
- Pikoli MR, Rahmah FA, Sari AF, Astuti P, Solihat NA. 2020. *Memancing Mikroba dari Sampah : Isolasi Mikroorganisme Pendegradasi Mikroplastik dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*. Depok : Kinzamedia Rizfa Aksara.
- Prosanti DA, Prasetya B, Soemarno. 2023. Aplikasi lubang resapan biopori berkompos di kebun kopi meningkatkan jumlah spora mikoriza arbuskula dan koloni akar. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 10(2):341-351.
- Sari NM, Violet, Nisa K, Ajar S. 2021. Karakteristik dan uji pot organik berbahan dasar limbah kulit galem (*Malaleuca cajuputi*) dan enceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai pengganti *polybag*. *Jurnal Hutan Tropis*. 9(3):310-315.
- Simatupag DS. 2008. Berbagai mikroorganisme rizosfer pada tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tangpao AM. 2019. Analisis struktur komunitas mikroba yang berasosiasi dengan mangrove di Kota Manado dengan metode *culture-dependent* [disertasi]. Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- Warsito J, Sabang SM, Mustapa K. 2016. Pembuatan pupuk organik dari limbah 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):172-18.