

PENGARUH FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) DAN MYCORRHIZAL HELPER BACTERIA (MHB) TERHADAP PERTUMBUHAN JABON (*Anthocephalus cadamba* Roxb.)

The Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Mycorrhizal Helper Bacteria (MHB) on Growth of Jabon (Anthocephalus cadamba Roxb.)

Hutami Indah Pertiwi, Sri Wilarso Budi, dan Arum Sekar Wulandari

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Jabon (Anthocephalus cadamba Roxb.) is one of the fast-growing species that naturally spread in some areas of Indonesia. Known as well adapted to some types of soil, and attributes to a quite high of economical prospects value. Interaction of Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) symbiotic involve not only between fungi and plant's root but also involving supporting organisms (bacteria). This bacteria capable to stimulating the development of mycorrhizal hyphae namely as Mycorrhiza Helper Bacteria (MHB). The aims of this research was to discover of bacterial isolates that can stimulate the development of AMF in Jabon seedling and to examine the effectiveness of MHB isolate and AMF toward Jabon growth. The experiment was conducted in Completely Randomized-split plot design with two factors. The main plot was AMF with two levels; without AMF (M0) and with AMF respectively. Bacteria as the sub-plot with 19 levels consist of the control (B0), Isolate of Glomus sp with coding B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, and B18 respectively. Our experiment result showed that AMF inoculated of Jabon seedling had significantly effect on root colonization and root dry weight. The average of root colonization was 20.2%. Root dry weight increased 4.69% compared to control. Bacteria were suspected as MHB has not provided significant results

Key words: arbuscular mycorrhizal fungi, jabon, mycorrhizal helper bacteria

PENDAHULUAN

Mikoriza merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualistik antara fungi dengan perakaran tanaman. Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan salah satu jenis mikoriza yang bersimbiosis dengan sebagian besar tanaman darat pada hampir semua ekosistem darat (Smith & Read 2008), termasuk pada lahan masam (Sasli & Ruliansyah 2012). Asosiasi simbiosis FMA memberikan banyak manfaat bagi tanaman. FMA mampu membantu penyerapan unsur hara terutama unsur hara P, membantu tanaman untuk dapat tahan pada kondisi kekeringan karena adanya hifa-hifa FMA yang mampu menembus pori-pori tanah dan memperluas daerah penyerapan air serta sebagai proteksi dari serangan patogen akar (Brundrett *et al.* 1996).

Interaksi simbiosis mikoriza bukan hanya melibatkan antara dua pihak saja (fungi dan perakaran tanaman) namun juga melibatkan organisme terkait (pendukung). Organisme yang terkait dengan mikoriza tersebut diketahui saling mempengaruhi satu sama lain, yang disebut sebagai "mikorizosfer" (Frey-Klett & Garbaye 2005). Mikorizosfer tersusun atas mikoriza, miselium eksternal, dan organisme pendukung (Barea *et al.* 2005). Menurut Garbaye (1994), suatu bakteri yang mampu meningkatkan perkembangan mikoriza secara kolektif disebut sebagai *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB). May (2011) melaporkan bahwa terdapat 3 jenis bakteri (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas diminuta* dan *Enterobacter hormaechei*) yang berpotensi menjadi

MHB *plus*. Bakteri-bakteri tersebut ditetapkan sebagai MHB *plus* karena merupakan bakteri hasil isolasi dari spora FMA *Gigaspora* sp. dan *Glomus* sp. (endofit), mampu menstimulir perkembangan hifa FMA, mempunyai kemampuan menghasilkan enzim hidrolitik dan mempunyai sifat antagonis terhadap patogen tular tanah.

Setiap jenis FMA mempunyai asosiasi dengan bakteri yang berbeda-beda. Marschner dan Crowley (1996) menyatakan bahwa setiap FMA memiliki efek yang berbeda terhadap bakteri dan populasi fungi. Hal ini berkaitan dengan persaingan spesifik terhadap substrat pertumbuhan. Budi & May (2013) menemukan 7 bakteri yang diisolasi dari spora *Gigaspora* sp. dan 5 bakteri dari spora *Glomus* sp. Selain itu, asosiasi setiap jenis FMA dengan bakteri juga memberikan respon yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penelitian tentang isolasi bakteri dari spora FMA dari jenis yang lain perlu dilakukan dan mengujinya kembali. Brundett *et al.* (1996) menyatakan bahwa FMA memiliki pengaruh yang berbeda pada setiap jenis tanaman. Untuk melihat respon yang baik terkait interaksi antara FMA dan bakteri yang ditemukan serta untuk benar-benar meyakinkan respon tersebut maka perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan jenis tanaman lain seperti tanaman jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb.). Jabon merupakan salah satu jenis pohon cepat tumbuh yang tersebar secara alami pada beberapa wilayah di Indonesia (Mansur & Tuheteru 2010). Jabon dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu lapis, papan partikel, papan semen, papan blok, pulp dan kertas,

kayu kontruksi ringan, bahan baku kerajinan, perahu, batang korek api, batang sumpit dan pensil (Soerianegara & Lemmens 1993). Tujuan dari penelitian ini adalah ditemukannya isolat bakteri yang dapat menstimulir perkembangan FMA pada bibit tanaman jabon serta untuk menguji keefektifan isolat MHB dan FMA terhadap pertumbuhan jabon.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor dari bulan Maret 2016 sampai dengan Maret 2017.

Prosedur Penelitian

Isolasi spora FMA dan kolonisasi FMA

Spora yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis *Glomus* sp. yang berasal dari SEAMEO BIOTROP yang merupakan hasil perbanyakan dari kultur tunggal. Isolasi spora FMA dilakukan dengan metode tuang saring dari Pacioni (1992) dan dilanjutkan dengan sentrifugasi dari Brundrett *et al.* (1996). Spora yang telah ditemukan kemudian dimasukkan ke dalam botol yang telah diisi aquades steril, masing-masing sebanyak 50 spora per botol dan disimpan di dalam *refrigerator* sampai digunakan (May 2011). Spora yang ditemukan kemudian disterilkan permukaannya menggunakan metode Budi *et al.* (1999). Setelah jabon berumur 12 minggu setelah tanam (MST) tanaman dipanen dan akar diwarnai menggunakan teknik perwarnaan dari Clap *et al.* (1996) untuk mengamati kolonisasi FMA pada akar tanaman.

Isolasi dan identifikasi bakteri dari spora FMA

Sebanyak 50 spora FMA yang telah dipisahkan disterilkan permukaannya dengan menggunakan metode Budi *et al.* (1999). Spora yang permukaannya telah disterilkan tersebut kemudian ditempatkan pada media *nutrient agar* dan diinkubasi pada suhu 30 °C selama tiga hari (May 2011). Bakteri kemudian diisolasi dan dimurnikan. Setiap koloni tunggal selanjutnya dipindahkan ke media agar miring dan disimpan pada suhu 4 °C sampai digunakan (Budi *et al.* 2012). Identifikasi koloni bakteri berdasarkan morfologi dilakukan dengan pengamatan pada warna, bentuk, tepian dan elevasi bakteri (Hadjoetomo 1993).

Persiapan media perkecambahan dan media tanam

Media perkecambahan yang digunakan adalah pasir yang sebelumnya disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm selama 30 menit. Media kemudian didinginkan dan ditempatkan pada bak perkecambahan. Media tanam yang digunakan adalah media tanah yang telah disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm selama 60 menit kemudian didiamkan sampai dingin.

Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 20 x 15 cm.

Perkecambahan dan persiapan bibit Jabon

Media yang digunakan untuk perkecambahan benih jabon adalah pasir steril. Benih jabon kemudian ditabur di atas media pasir steril yang telah didinginkan. Benih jabon yang telah berkecambah dapat dipindahkan ke dalam media tanam *polybag* yang telah disediakan. Bibit yang digunakan adalah bibit yang sehat, memiliki 2 daun dan tidak terserang hama maupun penyakit.

Perbanyakan dan pemanenan isolat bakteri

Isolat bakteri diperbanyak dengan mengisolasi satu ose ke dalam labu erlenmeyer yang telah berisi media cair (*nutrient broth*) dan dikocok selama 24 jam dengan kecepatan 80 rpm. Pemanenan sel bakteri dilakukan dengan cara memisahkan kultur bakteri dari media dengan sentrifus yang berkecepatan 10000 rpm selama 1 menit. Bagian supernatan dibuang sehingga menyisakan bagian pelet sel bakteri. Pelet sel bakteri kemudian dilarutkan dengan menambahkan larutan fisiologis NaCl 0.85 % (b/v) dan divortex selama beberapa menit. Bakteri hasil vortex kemudian diinokulasi pada akar bibit jabon.

Dual inokulasi spora FMA dan bakteri serta pemeliharaan

Tanaman diinokulasi dengan 50 spora FMA yang permukaannya telah disterilkan dan 5 mL larutan bakteri yang mengandung 10^8 *colony forming unit* (CFU) mL⁻¹ yang diletakkan di akar tanaman (Budi *et al.* 2012). Bibit dipelihara di rumah kaca dan diamati selama 3 bulan. Penyiraman dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman dengan melihat kondisi kelembaban media tanam. Selain itu juga dilakukan pembersihan dari gulma. Pengendalian hama dilakukan secara manual yaitu dengan memusnahkan hama tersebut

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati yaitu kolonisasi FMA (%), tinggi (cm), diameter (mm), berat kering pucuk (g), dan berat kering akar (g).

Rancangan Percobaan dan Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan petak terbagi (*split plot design*). Pemberian mikoriza sebagai petak utama dua taraf terdiri dari kontrol (M0) dan FMA (M1) serta pemberian bakteri yang diisolasi dari spora *Glomus* sp. sebagai anak petak 19 taraf terdiri dari kontrol (B0), Isolat bakteri *Glomus* sp. 1 (B1), isolat bakteri *Glomus* sp. 2 (B2), Isolat bakteri *Glomus* sp. 3 (B3), Isolat bakteri *Glomus* sp. 4 (B4), Isolat bakteri *Glomus* sp. 5 (B5), Isolat bakteri *Glomus* sp. 6 (B6), Isolat bakteri *Glomus* sp. 7 (B7), Isolat bakteri *Glomus* sp. 8 (B8), Isolat bakteri *Glomus* sp. 9 (B9), Isolat bakteri *Glomus* sp. 10 (B10), Isolat bakteri *Glomus* sp. 11 (B11), Isolat bakteri *Glomus* sp. 12 (B12), Isolat bakteri *Glomus* sp. 13 (B13), Isolat bakteri *Glomus* sp. 14 (B14), Isolat

bakteri *Glomus* sp. 15 (B15), Isolat bakteri *Glomus* sp. 16 (B16), isolat bakteri *Glomus* sp. 17 (B17), dan isolat bakteri *Glomus* sp. 18 (B18). Dengan demikian didapat 38 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 114 unit percobaan dan setiap unit percobaan terdapat 2 tanaman sampel untuk diamati. Total keseluruhan tanaman adalah 228 tanaman. Data hasil dianalisis menggunakan sidik ragam *software* SAS 9.0 pada taraf nyata 5%, jika perlakuan berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan identifikasi bakteri asal spora FMA

Bakteri yang diisolasi dari spora *Glomus* sp. yang telah disterilkan permukaannya kemudian diidentifikasi berdasarkan karakter morfologinya (warna, bentuk tepian dan elevasi) yang disajikan pada Tabel 1 (Hadioetomo 1993).

Tabel 1 menunjukkan isolat bakteri yang berasal dari spora *Glomus* sp. yang telah disterilkan permukaannya dan diidentifikasi karakter morfologinya menghasilkan sebanyak 18 isolat bakteri. Jumlah bakteri yang diisolasi dari spora *Glomus* sp. tersebut diduga dipengaruhi oleh ukuran spora dari jenis FMA yang digunakan. Setiap jenis FMA memiliki ukuran yang berbeda-beda. Penelitian ini menggunakan spora *Glomus* sp. dengan ukuran 20-200 μm (May 2011). Berdasarkan penelitian Budi *et al.* (1999) mengisolasi bakteri asal sporocarp *Glomus mosseae* mendapatkan 8 jenis bakteri. Budi *et al.* (2012) menemukan 12 isolat bakteri yang berasal dari spora *Gigaspora* sp. dan *Glomus* sp.

Pertumbuhan Bibit Jabon

Rekapitulasi sidik ragam pertumbuhan bibit jabon umur 12 MST dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 interaksi perlakuan FMA dan bakteri tidak berpengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Perlakuan tunggal FMA berpengaruh nyata terhadap parameter berat kering akar dan berpengaruh sangat nyata terhadap parameter kolonisasi akar. Perlakuan

tunggal bakteri berpengaruh tidak nyata pada semua parameter pengamatan.

Tabel 2 Rekapitulasi sidik ragam pertumbuhan bibit jabon umur 12 MST

Parameter	A	B	A x B
Kolonisasi FMA (%)	**	tn	tn
Pertambahan tinggi (cm)	tn	tn	tn
Pertambahan diameter (mm)	tn	tn	tn
Berat kering pucuk (g)	tn	tn	tn
Berat kering akar (g)	*	tn	tn

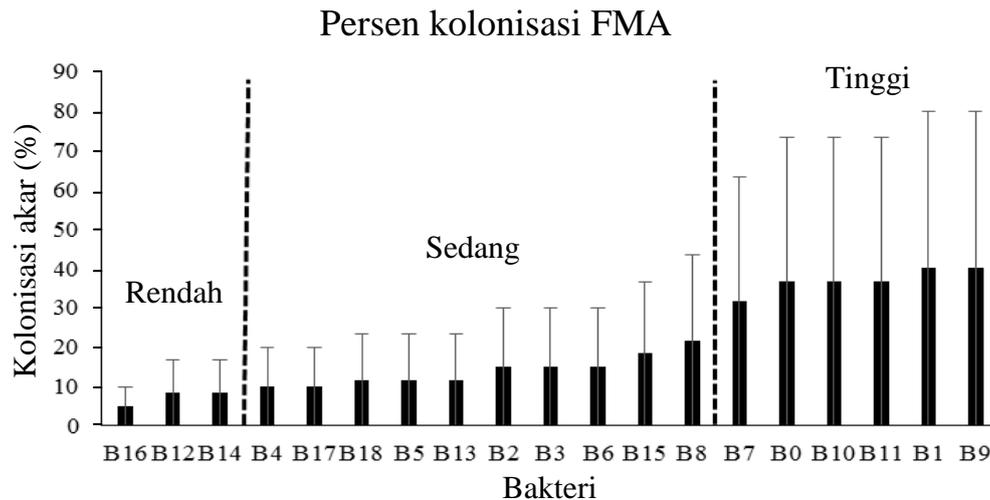
Ket: A= FMA, B= Bakteri, **= berpengaruh sangat nyata pada ($P \leq 0.01$), *= berpengaruh nyata pada ($0.01 < P \leq 0.05$), dan tn= berpengaruh tidak nyata pada ($P > 0.05$).

Kolonisasi Akar

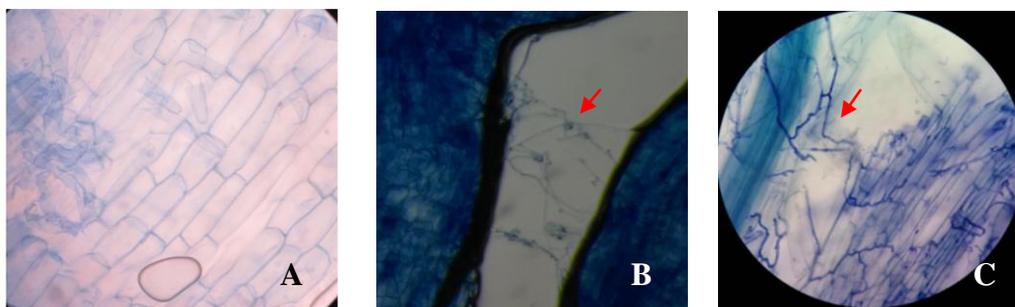
Gambar 1 menunjukkan rata-rata kolonisasi akar bibit jabon pada perlakuan FMA yaitu 20.2%. Selain itu pada penelitian ini kolonisasi akar bibit jabon umur 12 MST tergolong rendah, sedang dan tinggi. Kolonisasi akar diklasifikasikan berdasarkan kriteria O'Connor *et al.* (2001) yaitu 0% tidak terkolonisasi, < 10% rendah, 10-30% sedang, > 30% tinggi. Setiap jenis FMA memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mengkoloni akar tanaman. Berdasarkan penelitian Istiqomah (2017), FMA yang berasal dari hutan sekunder adalah FMA yang paling efektif dalam mengkolonisasi bibit balsa umur 22 MST. Wood (1995) mengemukakan besarnya persentase kolonisasi akar dipengaruhi oleh jenis FMA, pH, temperatur, kelembaban, logam berat, dan kandungan unsur hara. Selain itu menurut Hayman (1982), setiap mikoriza memerlukan pH optimum yang berbeda-beda untuk perkembangannya. *Glomus fasciculatum* dan *Acaulospora levis* berkembang paling baik pada tanah masam, tetapi *Glomus mosseae* berkembang pada tanah netral sampai alkalis. Ferguson dan Woodhead (1982) menyatakan bahwa *Glomus* berkembang dengan baik pada pH 5.5 sampai 6.5, *Acaulospora* pH 5.0. Pada pH 4.5 hanya hifa halus saja dapat menginfeksi jaringan akar tanaman inang. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai pH 4.7 yang tergolong masam.

Tabel 1 Identifikasi isolat bakteri berdasarkan karakter morfologi (warna, bentuk, tepian dan elevasi).

Kode Isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Elevasi
B1	Putih susu	Bundar	Tak beraturan	Timbul
B2	Putih susu	Bundar	Licin	Datar
B3	Putih susu	Tak beraturan dan menyebar	Tak beraturan	Datar
B4	Kuning	Bundar dengan tepian timbul	Tak beraturan	Seperti kawah
B5	Putih susu	Bundar	Licin	Cembung
B6	Putih gading	Bundar	Licin	Timbul
B7	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul
B8	Kuning	Bundar	Licin	Seperti tombol
B9	Putih gading	Bundar	Licin	Timbul
B10	Putih susu	Bundar dengan tepian timbul	Tak beraturan	Timbul
B11	Putih susu	Bundar dengan tepian timbul	Tak beraturan	Cembung
B12	Putih susu	Tak beraturan dan menyebar	Tak beraturan	Datar
B13	Putih susu	Bundar dengan tepian timbul	Tak beraturan	Datar
B14	Putih susu	Bundar	Licin	Datar
B15	Putih susu	Bundar	Licin	Seperti tetesan
B16	Putih susu	Bundar dengan tepian kerang	Berombak	Seperti kawah
B17	Putih susu	Tak beraturan dan menyebar	Tak beraturan	Datar
B18	Putih susu	Bundar dengan tepian timbul	Tak beraturan	Seperti tombol



Gambar 1 Tingkatan kolonisasi akar bibit jabon umur 12 MST.



Gambar 2 Akar jabon yang tidak terkolonisasi dan terkolonisasi FMA. (A) akar jabon yang tidak terkolonisasi (B) akar jabon yang terkolonisasi hifa eksternal (C) akar jabon yang terkolonisasi hifa internal FMA pada umur 12 MST (perbesaran 400 kali).

Penelitian ini menggunakan metode pewarnaan akar non vital. Menurut Merryweather dan Fitter (1991), metode pewarnaan non vital mampu mendeteksi semua struktur mikoriza tanpa membedakan struktur yang aktif maupun yang tidak aktif. Gambar 2 menunjukkan akar jabon umur 12 MST yang tidak terkolonisasi dan yang terkolonisasi.

Tinggi dan Diameter Bibit Jabon

Tabel 2 menunjukkan interaksi antara FMA dan bakteri serta pengaruh tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi dan diameter bibit jabon. Gambar 1 menunjukkan pengaruh FMA terhadap kolonisasi akar tergolong tinggi namun belum mampu meningkatkan pertumbuhan bibit jabon 12 MST. Gambar 3 menunjukkan pengaruh FMA terhadap rata-rata pertambahan tinggi dan diameter bibit jabon yaitu 1.1 cm dan 0.77 mm lebih baik dibanding kontrol. Penelitian Istiqomah (2017) menunjukkan pemberian FMA tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit balsa umur 22 MST. Allen (2001) mengemukakan bahwa persentase kolonisasi akar hanya menggambarkan adanya kesesuaian tanaman inang dengan FMA, tidak mutlak sebagai indikator tinggi rendahnya pertumbuhan tanaman inang. Menurut Hart dan Reader (2002), perhitungan kolonisasi FMA di dalam akar hanya menentukan ada atau tidaknya FMA

yang mengkoloni akar dan melewati hifa-hifa eksternal yang tersebar di dalam tanah. Besar kecilnya kolonisasi FMA di dalam akar hanya mencerminkan sebagian kemampuannya dalam membantu penyerapan nutrisi bagi tanaman.

Rendahnya pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya faktor media tanam yang digunakan. Berdasarkan Tabel 3 media yang digunakan tergolong tidak subur dan masam sehingga mempengaruhi pertumbuhan tinggi dan diameter bibit jabon. Media tanah yang digunakan memiliki kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) yang rendah sehingga unsur hara yang tersedia tercuci dan tidak dapat diserap oleh tanaman. Kandungan unsur hara makro (N, K, C, P, Ca, dan Mg) pada tanah tergolong rendah sampai sangat rendah. FMA sangat tergantung pada pengiriman karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya. Simamora & Salundik (2006), menyatakan bakteri membutuhkan unsur karbon (C) sebagai sumber energi dalam metabolisme dan perbanyakan sel, sedangkan unsur nitrogen (N) dimanfaatkan untuk mensintesis protein atau pembentukan protoplasma. Karyaningsih (2009), menjelaskan bahan organik yang mempunyai kandungan C terlalu tinggi menyebabkan proses peruraian terlalu lama, sebaliknya jika C rendah sisa nitrogen akan membentuk amonia yang dapat meracuni bakteri. Pada penelitian ini kandungan N dan C-organik

tergolong sangat rendah, sehingga diduga menyebabkan persaingan terhadap ketersediaan N dan C-organik antara FMA dan bakteri. Selain itu, efektifitas FMA yang digunakan dalam penelitian ini belum teruji sehingga mempengaruhi isolat bakteri dalam meningkatkan pertumbuhan bibit jabon. Menurut Hardjowigeno (2010), bakteri berkembang dengan baik pada pH 5.5 atau lebih sedang, pada pH kurang dari 5.5 perkembangannya terhambat. Simanungkalit *et al.* (2006) menyatakan pertumbuhan optimum rhizobia terjadi pada pH 6.8-7.

Berat kering pucuk (BKP) dan Berat kering akar (BKA)

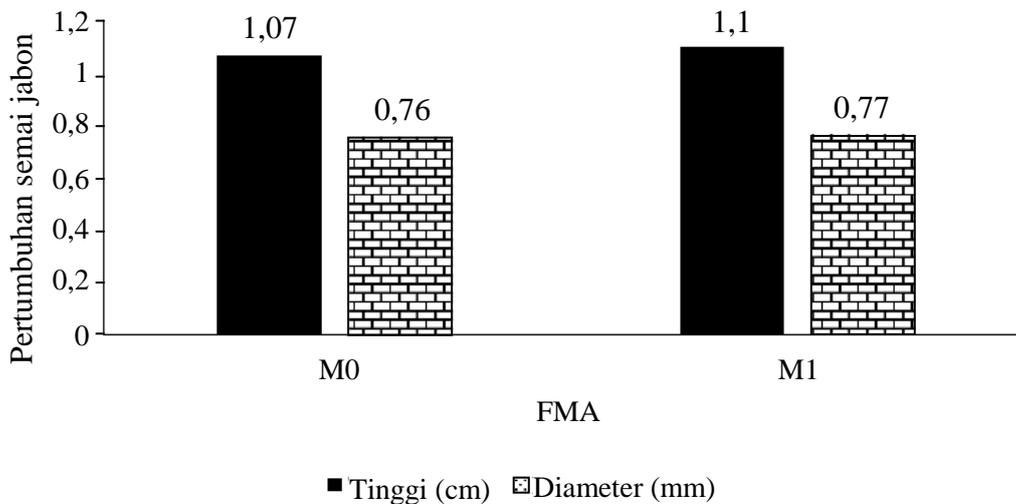
Interaksi FMA dan bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap BKP dan BKA bibit jabon umur 12 MST, namun faktor tunggal FMA berpengaruh nyata terhadap parameter BKA. Gambar 4 menunjukkan pengaruh FMA terhadap rata-rata nilai BKP bibit jabon tergolong

kecil yaitu 0.18 gram. Hal ini diduga karena pertumbuhan daun bibit jabon yang tidak normal karena terserang oleh penyakit. Berdasarkan hasil isolasi daun yang terserang penyakit, bibit jabon diduga terserang oleh penyakit yang disebabkan oleh bakteri, namun tidak dilakukan identifikasi lebih lanjut. Gejala yang ditimbulkan pada daun bibit jabon yaitu terdapat bercak kecoklatan pada bagian pinggir dan tengah daun, baik daun muda ataupun daun tua. Munculnya gejala penyakit diduga dipicu oleh kondisi perbibitan yang terlalu lembab dan terlalu rapat pada pengaturan polibag-polibag bibit sehingga memudahkan bakteri penyebab penyakit ini muncul dan menular. Penelitian di rumah kaca dilaksanakan dari bulan Desember 2016 hingga Maret 2017 yang memiliki intensitas curah hujan dan kelembaban yang cukup tinggi sehingga bibit jabon rentan terserang penyakit. Gambar 4 menunjukkan pengaruh FMA terhadap rata-rata BKP bibit jabon umur 12 MST.

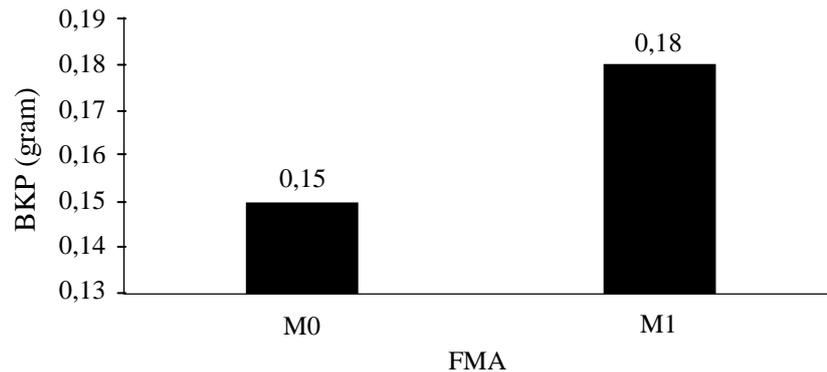
Tabel 3 Hasil analisis tanah sifat fisik dan kimia tanah media tanam jabon

Sifat tanah	Hasil analisis	Status hara*
Fisik		
Tekstur		
Pasir	70%	-
Debu	5%	-
Liat	25%	-
Kimia		
N-total	0.01%	Sangat rendah
P-total	0.03%	Sangat rendah
P-tersedia	0.027 mg/100g	Sedang
K-total	0.006%	Sangat rendah
K dd	0.12 cmol _c /kg	Rendah
Mg dd	0.40 cmol _c /kg	Rendah
Ca dd	1.19 cmol _c /kg	Sangat rendah
C-organik	0.2586%	Sangat rendah
KB	21%	Rendah
KTK tanah	8.78 cmol _c /kg	Rendah
pH tanah	4.7	Masam

* = Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009).



Gambar 3 Rata-rata pertumbuhan bibit jabon terhadap pemberian FMA (M1) dan tanpa FMA (M0).



Gambar 4 Rata-rata berat kering pucuk bibit jabon umur 12 MST terhadap pemberian FMA (M1) dan tanpa FMA (M0).

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian FMA berpengaruh nyata dibandingkan tanpa FMA terhadap BKA bibit jabon umur 12 MST. FMA dapat meningkatkan BKA bibit jabon 4.69% lebih baik dibanding tanpa FMA. BKA dapat menunjukkan efektifitas penyerapan nutrisi oleh tanaman dari dalam tanah. BKA merupakan akumulasi senyawa organik dan berkaitan dengan pertumbuhan panjang akar, semakin panjang akar maka bobot kering akar menjadi lebih besar. Akar tanaman yang bermikoriza akan membuat volume dan panjang akar yang semakin luas sehingga unsur hara yang diserap oleh akar dapat mempengaruhi berat kering akar tanaman. Luturmas (2017) menyatakan bahwa pengaruh tunggal inokulasi FMA jenis *Glomus* sp. 1 pada bibit jabon umur 12 MST dapat meningkatkan berat kering akar 6.09 g dibandingkan tanpa FMA.

Tabel 4 Hasil uji lanjut Duncan pengaruh tunggal FMA terhadap berat kering akar bibit jabon 12 MST

Perlakuan	Berat kering akar (g)	Peningkatan (%)
M1	0.76 ^a	4.69
M0	0.73 ^b	0.00

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf α 5% (M0= tanpa FMA, M1= pemberian FMA).

SIMPULAN

1. Dihasilkan 18 isolat bakteri yang diisolasi dari spora FMA yang telah disterilkan permukaannya.
2. Isolat yang ditemukan tidak dapat ditetapkan sebagai MHB meskipun kolonisasi akar bibit jabon tergolong tinggi. Pemberian FMA berpengaruh nyata terhadap parameter kolonisasi akar dengan rata-rata 20.2% dan berat kering akar mengalami peningkatan 4.69% dibanding kontrol.
3. Inokulasi FMA dan Isolat bakteri asal spora FMA belum efektif dalam meningkatkan pertumbuhan bibit jabon.

SARAN

1. Pemberian perlakuan tertentu perlu dilakukan pada tanah yang tergolong tidak subur dan masam sehingga FMA dan bakteri bekerja secara optimal.
2. Melakukan uji efektifitas FMA sebelum digunakan sebagai isolat untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen MF. 2001. Modeling arbuscular mycorrhizal infection; is percent infection an appropriate variabel. *Mycorrhiza J.* 10:255-258.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis: Analisis Kimia Tanah Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- Barea JM, Pozo MJ, Azcon R, Azcon-Aguilar C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. *J Exp Bot.* 56:1761-1778.
- Budi SW, Blal B, Gianinazzi S. 1999. Surface sterilization of *Glomus mosseae* sporocarps for studying endomycorrhization *in vitro*. *Mycorrhizae.* 8:15-18.
- Budi SW, Bakhtiar Y, May NL. 2012. Bacteria associated with arbuscula mycorrhizal spores *Gigaspora maragrita* and their potential for stimulating root mycorrhizal colonization and neem (*Melia azedarach* Linn) seedling growth. *Microbiol Indones.* 6(4):180-188.
- 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.
- Brundrett MC, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N. 1996. *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Canberra (AU): Australian Centre for International Agricultural Research.
- Clap JP, Fitter AH, Merryweather JM. 1996. Arbuscular Mycorrhizal dalam Hall GS, Lasserre P, Hawksworth DL. (eds.) *Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments*. Wallingford, Oxon (UK):CAB International. 145-161.

- Ferguson, JJ. Woodhead, HH. 1982. Production of endomycorrhizal inoculum. A. Increase and maintenance of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. dalam Schenck, NC. Editor. *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. American phytopathological. 47-55.
- Frey-Klett, Garbaye J. 2005. Mycorrhiza helper bacteria: a promising model for the genomic analysis of fungal bacterial interactions. *New Phytol.* 168:4-8.
- Garbaye J. 1994. Mycorrhiza helper bacteria: A new dimension to the mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.* 128:197-210.
- Hadioetomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Hart MM, Reader RJ. 2002. Host plant benefit from association with arbuscular mycorrhizal fungi: variation due to differences in size of mycelium. *Biol Fert Soils* . 36:357-366.
- Hayman DS. 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology.* 72:1119-1125.
- Hardjowigeno S. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta (ID): Akademika Pressindo.
- Istiqomah FN. 2017. Peran fungi mikoriza arbuskula dan asam humat terhadap pertumbuhan balsa (*Ochroma bicolor rowlee.*) pada tanah terkontaminasi timbal. *JPSL.* 7(1):72-78
- Karyaningsih I. 2009. Pembenh tanah dan fungi mikorhiza arbuskula (FMA) untuk peningkatan kualitas bibit tanaman kehutanan pada areal bekas tambang batubara. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Luturmas FYR. 2017. Efektifitas fungi mikoriza arbuskula (FMA) serta pupuk nitrogen dan fosfat terhadap pertumbuhan bibit jabon (*Anthocephallus cadamba Roxb.*). *JST.* 8(1):20-25
- Mansur I, Tuheteru FD. 2010. *Kayu Jabon*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Marschner P, Crowley DE. 1996. Root colonization of mycorrhizal and nonmycorrhizal pepper (*Capsicum annuum*) by *Pseudomonas fluorescens 2-79RL*. *New Phytol.* 134:115-122.
- May NL. 2011. Diversitas bakteri asal spora fungi mikoriza arbuskula *Gigaspora* Sp. dan *Glomus* sp. serta potensinya sebagai Mycorrhiza helper bacteria [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Merryweather JW, Fitter AH.1991. A modified method for elucidating the structure of the fungal partner in a vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Mycol Res.* 95:1435-1437.
- O'Connor PJ, Smith SE, Smith FA. 2001. Arbuscular mycorrhizal associations in the southern southern simpson desert. *Aust J Bot.* 49:493-499.
- Pacioni G. 1992. Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuskular fungi. 317-322. In : Norris JR. Read DJ. Varma AK. editor. *Methods In Microbiology*. London (GB): Academic Press.
- Sasli I, Ruliansyah A. 2012. Pemanfaatan mikoriza arbuskula spesifik lokasi untk efisiensi pemupukan pada tanaman jagung di lahan gambut tropis. *AGROVIGOR.* 5(2): 65-74.
- Simamora H, Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Jakarta : PT Agro Media Pustaka.
- Simanungkalit RDM, Saraswati R, Hastuti RD, Husen E. 2006. *Bakteri Penambat Nitrogen, Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Third Edition. New York (USA) : Academic Press.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ. 1993. *Plant Resources of South-East Asia 5(1): Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Belanda: Pudoc Scientific Publishers.
- Wood M. 1995. *Enviromental Soil Biology*^{2nd}. Cambridge (UK): Chapman & Hall.