

Optimasi Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Tanah Lahan Bekas Tambang Batubara terhadap Tanaman Jagung (*Zea mays*)

¹Dewi Yunita, ¹Ratna Stia Dewi*, ²Riza Zainuddin Ahmad

¹Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

²Balai Besar Penelitian Veteriner, Kementerian Pertanian, Bogor

*Correspondent email : ratnastiadewi.biounsoed@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 05/02/2022

Disetujui : 06/06/2023

Abstract

Coal mining in Indonesia generally carried out with an open system that has an impact on environmental damage. One strategy to control these problems by using Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). This study aimed to determine the effect of AMF inoculum on the growth of maize plants and to determine the optimum dose of AMF on maize plant growth using ex-mining soil as a planting medium. This research used an experimental method with a completely randomized design (CRD) with 4 doses of AMF (0, 100, 150, 200 g) by using ex-coal mined soil medium which consisted of three repetition. The independent variable was the dose of AMF and the dependent variable was the ability of AMF to infect roots. The main parameter observed was the degree of root infection, while the supporting parameters were plant dry weight, number of leaves and height of corn plants. Data were analyzed using Variance Analysis (ANOVA) test with a standard error of 5% and tested with Honestly Significant Different (HSD). The results showed that the AMF dose treatment on the ex-coal mined land had an effect on the growth of corn plants at 42 days after planting. AMF has a positive effect on the growth of corn plants. The dose of 100 g/polybag is an effective dose to increase the growth of corn plants on ex-coal mining soil. The dose of 200 g/polybag gave the best results on plant height, number of leaves and dry weight of corn plants.

Key Words: *Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), coal mine, soil corn.*

Abstrak

Pertambangan batubara di Indonesia umumnya dilakukan dengan sistem tambang terbuka sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang optimal. Salah satu strategi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan penggunaan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian inokulum FMA terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan mengetahui dosis optimum FMA terhadap pertumbuhan tanaman jagung dengan media tanam tanah bekas lahan tambang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu 4 dosis FMA (0, 100, 150, 200 g) pada medium tanah bekas tambang batubara dengan 3 kali ulangan. Parameter utama yang diamati yaitu derajat infeksi akar, parameter pendukung yaitu bobot kering tanaman, jumlah daun dan tinggi tanaman jagung. Data dianalisa menggunakan uji Analisis Ragam (ANOVA) dengan standar kesalahan 5% dan dilanjutkan Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis FMA pada tanah lahan bekas tambang batubara memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung umur 42 hari setelah tanam (HST). FMA memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Dosis 100 g/polybag merupakan dosis efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah bekas tambang batubara. Dosis 200 g/polybag memberikan hasil terbaik terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot kering tanaman jagung.

Kata kunci: *Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA), Jagung, Tanah Tambang Batubara*

PENDAHULUAN

Sistem penambangan di Indonesia umumnya mengaplikasikan sistem penambangan terbuka (*opened pit mining*) (Widyati, 2009). Sistem terbuka ini menyebabkan tanah menjadi tidak subur sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan produktivitas tanah (Margareththa, 2010). Tanah bekas tambang batubara memiliki sifat kimia pH sangat masam, N-total dan P-tersedia sangat rendah, sedangkan pada tanah pertanian memiliki pH tanah agak masam, N-total dan P-tersedia rendah (Fahrul *et al.*, 2019 ; Margolang *et al.*, 2015). Nilai pH lebih rendah 5,6 menjadikan

pertumbuhan tanaman terhambat akibat rendahnya ketersediaan unsur hara penting seperti fosfor (P) dan nitrogen (N) (Nurhalimah *et al.*, 2014). Berkurangnya unsur hara dalam tanah khususnya P dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman yakni tanaman tumbuh kerdil, pembentukan bunga, buah dan biji terganggu (Oktaviana *et al.*, 2019).

Salah satu upaya pengendalian untuk mengatasi permasalahan pada lahan bekas tambang yaitu menggunakan seperti Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Aplikasi FMA campuran dapat digunakan sebagai alternatif dalam meningkatkan peluang

keberhasilan untuk remediasi lahan bekas tambang dan meningkatkan serapan hara pada tanaman (Gobel *et al.*, 2018).

Simbiosis mutualisme antara fungi dan sistem perakaran tumbuhan merupakan bentuk dari FMA. Asosiasi FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada tingkat kesuburan tanah yang rendah dan membantu memperluas fungsi sistem perakaran dalam memperoleh nutrisi (Suharno & Sancayaningsih, 2013). Keterpaduan antara FMA dengan inangnya dapat dilihat melalui derajat infeksi akar inangnya. Tingginya derajat infeksi akar tidak selalu mencerminkan tingginya hifa eksternal yang terbentuk (Rini *et al.*, 2017). Hasanah *et al.* (2017), menyatakan bahwa infeksi FMA pada tanaman diketahui dengan adanya vesikula, hifa, arbuskula, dan spora pada akar tanaman, dan apabila ditemukan adanya satu atau lebih struktur FMA tersebut, maka dapat dikatakan terjadi infeksi akar oleh FMA.

Salah satu jenis tanaman yang banyak dijadikan objek dalam penelitian mengenai mikoriza adalah tanaman jagung (*Zea mays*) (Margarettha, 2010). Tanaman jagung merupakan tanaman yang sangat respon terhadap pemupukan (Subardja *et al.*, 2017). Tanaman jagung memiliki penyebaran yang sangat luas karena mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai lingkungan (Gobel *et al.*, 2018).

Menurut Musfal (2017), infeksi FMA pada akar tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh dosis FMA yang diberikan. Berdasarkan penelitian Margarettha (2010), pada tanah bekas tambang batubara menunjukkan pemberian mikoriza dengan takaran 200 g/pot memberikan pengaruh tertinggi terhadap derajat infeksi akar, dan perlakuan 100 g/pot memberikan pengaruh tertinggi terhadap kolonisasi mikoriza di rhizosfer tanaman jagung manis. Selain itu, hasil penelitian Sampurno *et al.* (2010), dari berbagai dosis mikoriza yang diberi 50, 100, 150 g/polybag dalam 8 kg tanah pemberian mikoriza berpengaruh nyata pada jumlah daun dan berat total akar.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian inokulum FMA terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Z. mays*) pada tanah bekas tambang batubara dan mengetahui dosis optimum inokulum FMA terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Z. mays*) pada tanah bekas tambang batubara. Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi sebagai pengaruh pemberian inokulum FMA dengan dosis tertentu terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada medium tanah bekas tambang.

MATERI DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop cahaya, timbangan, *soil tester*, *beaker glass*, *object glass*, *cover glass*, gelas ukur, cawan petri, sendok *stainless steel*, batang pengaduk, *sprayer*, gunting, dan penggaris.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah inokulum FMA campuran komersil (*Glomus manihotis*, *G. intraradices*, *G. aggregatum*, *Acaulospora* sp. dan *Gigaspora* sp.) dengan suhu penyimpanan pada 5-30 °C, tanah bekas tambang batubara yang berasal dari area reklamasi tambang batubara Kalimantan Selatan tahun 2017 (sektor 1) dan reklamasi 2015 (sektor 2) daerah Kalimantan Tengah, benih jagung (*Z. mays*), larutan 1% *sodium hypochlorite* (NaClO), larutan KOH 10%, *polybag* ukuran 30 x 30 cm dengan ketebalan 0.08 µm, larutan tinta cuka, akuades, tissue, kertas label dan kantong plastik bening ukuran 23 x 40 cm.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu 4 dosis FMA (0, 100, 150, 200 g) pada medium tanah bekas tambang batubara. Terdapat 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan, jumlah seluruhnya terdapat 12 unit percobaan.

Variabel bebas yaitu dosis FMA. Variabel terikat yaitu kemampuan FMA dalam menginfeksi akar. Parameter utama yang diamati yaitu derajat infeksi akar, sedangkan parameter pendukungnya yaitu bobot kering tanaman, jumlah daun dan tinggi tanaman jagung

a. Persiapan Media Tanam (Lubis *et al.*, 2013 modifikasi Istiqomah *et al.*, 2017)

Tanah dikeringanginkan selama 3-4 hari, selanjutnya diayak menggunakan saringan tanah berukuran 2 mm. Tanah disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Selanjutnya tanah tersebut dimasukkan ke dalam polybag berukuran 30 cm sebanyak 5 kg.

b. Persiapan Benih (Gobel *et al.*, 2018)

Biji jagung disterilisasi dengan larutan 1% *sodium hypochlorite* (NaOCl) selama 10 menit kemudian dibilas dengan air sampai bersih. Sebanyak tiga biji jagung ditanam pada *polybag* berukuran 30 cm yang berisi tanah sebanyak 5 kg. Setelah benih jagung berumur satu minggu dipilih satu benih yang memiliki tingkat keseragaman tinggi terhadap benih pada *polybag* yang lain, kemudian sisanya dicabut.

c. Inokulasi Mikoriza dan Penanaman (Rini & Rozalinda, 2010).

Fungi mikoriza arbuskular yang digunakan adalah FMA komersil campuran. Aplikasi FMA dilakukan pada saat penanaman benih. Pada bagian tengah pot yang telah berisi media tanah dibuat lubang dengan diameter ± 5 cm dengan kedalaman ± 10 cm, lalu pada lubang tersebut dimasukkan inokulum FMA sesuai perlakuan sebanyak 100, 150, 200 g/polybag kemudian lubang ditutup dengan media tanah setinggi ± 2 cm. Selanjutnya, biji tanaman inang diletakkan di atas tanah tersebut, kemudian ditutup kembali dengan tanah sehingga mencapai volume bahan tanam yang diinginkan. Setelah selesai penanaman dan pelabelan perlakuan, *polybag* disusun di atas meja dalam rumah kaca dan dipelihara.

d. Pengamatan Derajat Infeksi (Pradana *et al.*, 2020).

Pengamatan derajat infeksi dilakukan dengan menggunakan metode *clearing and staining*. Akar dari setiap tanaman dicuci bersih dengan air, dipotong pada bagian pangkal, tengah dan ujung akar dengan ukuran 1 cm lalu akar direndam dalam tabung reaksi yang berisi KOH selanjutnya dimasukkan ke dalam penangas air selama 10 menit. Larutan KOH 10% dibuang dan akar dibilas dengan aquades sebanyak 3-5 kali hingga warnanya jernih. Potongan akar direndam dengan larutan tinta cuka 5 % selama 12 jam, kemudian akar dibilas dalam aquades untuk menghilangkan kelebihan larutan pewarna dan diletakkan berjajar pada *object glass*, selanjutnya diamati di bawah mikroskop untuk pengamatan derajat infeksi. Setiap 5 potong akar ditutup dengan *cover glass*, kemudian diamati struktur mikorizanya (arbuskula, vesikula, ataupun spora). Derajat infeksi FMA dihitung berdasarkan metode Giovannetti dan Mosse (1980) dengan rumus :

$$\% \text{ Derajat infeksi} = \frac{\text{jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{jumlah akar yang diamati}} \times 100 \%$$

Kriteria persen kolonisasi (%) (Setiadi 2003 : Raisani *et al.*, 2019):

- 0-5 : Sangat rendah
- 6-25 : Rendah yaitu
- 26-50 : Sedang
- 51-75 : Tinggi
- 76-100 : Sangat tinggi.

e. Pemeliharaan Tanaman (Leskona *et al.*, 2013).

Pemeliharaan yang dilakukan berupa penyiangan gulma dan penyiraman. Penyiangan gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh di dalam *polybag*. Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari dengan volume air yang sama.

f. Pengukuran Tinggi Tanaman (Alatas *et al.*, 2019).

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur dari permukaan tanah sampai ujung tertinggi tanaman dengan menarik daun terpanjang. Pengukuran dilakukan saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (MST) sampai muncul bunga jantan pada umur 42 hari setelah tanam (HST) dengan interval waktu pengukuran 2 minggu sekali.

g. Pengukuran Jumlah Daun (Erlita & Hariani, 2017).

Jumlah daun dihitung pada daun yang telah membuka secara sempurna. Pengukuran dilakukan setelah tanaman berumur 2 MST sampai muncul bunga jantan pada umur 42 HST dengan interval waktu pengukuran 2 minggu sekali.

h. Penimbangan Bobot Kering Tanaman (Zulya *et al.*, 2016).

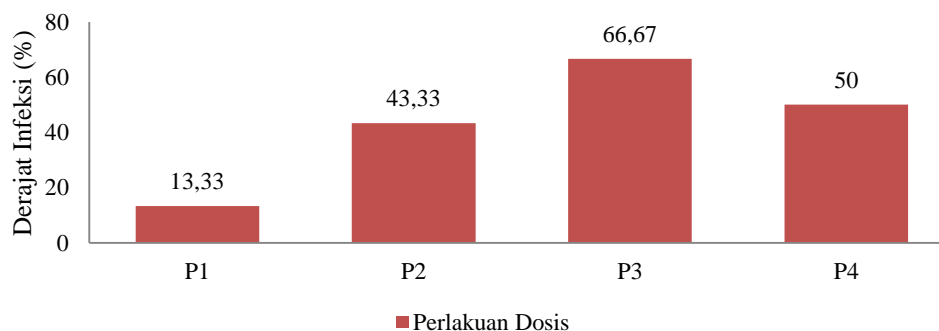
Penghitungan bobot kering tanaman dilakukan pada akhir pengamatan. Sampel berat basah tanaman terdiri dari batang dan daun dipotong-potong lalu ditimbang. Potongan dari setiap bagian tanaman dibungkus dengan kertas koran dan dikeringkan menggunakan oven listrik pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam kemudian ditimbang berat keringnya sampai beratnya konstan.

Analisis Data

Data derajat infeksi dianalisa menggunakan uji Ragam (ANOVA) dengan standar kesalahan 5% kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan Standar Kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata derajat infeksi tanaman jagung pada tanah bekas tambang batubara yang diinokulasi FMA campuran dengan dosis yang berbeda menunjukkan bahwa rata-rata derajat infeksi berkisar 13,33% - 66,67%. Data derajat infeksi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Derajat Infeksi FMA pada Akar Tanaman Jagung yang Ditumbuhkan pada Tanah Bekas Tambang Batubara. Keterangan : (P1) tanpa inokulasi FMA; (P2) inokulasi FMA dengan dosis 100 g ; (P3) inokulasi FMA dengan dosis 150 g ; (P4) inokulasi FMA dengan dosis 200 g.

Persentase derajat infeksi akar meningkat seiring dengan peningkatan dosis FMA sampai 150 *g/polybag* dan terjadi penurunan persentase derajat infeksi FMA pada dosis FMA 200 gram/*polybag*. Derajat infeksi tertinggi terdapat pada perlakuan FMA 150 *g/polybag* sebesar 66,67% dan terendah terdapat pada perlakuan kontrol atau tanpa pemberian FMA sebesar 13,33%. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan uji F untuk mengetahui pengaruh pemberian inokulum FMA terhadap derajat infeksi akar tanaman jagung. Hasil Analisa Ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan dosis FMA campuran berpengaruh nyata terhadap derajat infeksi FMA pada tanaman jagung. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian inokulum FMA pada setiap perlakuan berpengaruh terhadap persentase derajat infeksi akar tanaman jagung. Peningkatan pertumbuhan jagung dipengaruhi dengan meningkatnya serapan hara oleh FMA. Musfal (2010) menyatakan bahwa infeksi FMA pada akar tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh dosis FMA yang diberikan. Hasil yang berpengaruh nyata terhadap persentase derajat infeksi menandakan bahwa terjadi simbiosis antara FMA dengan akar tanaman, selanjutnya analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perbedaan di antara semua perlakuan dosis FMA pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Inokulasi FMA terhadap Derajat Infeksi (%) Akar Tanaman Jagung

Dosis FMA (g)	Derajat infeksi
0	13,33 ^a
100	43,33 ^{ab}
150	66,67 ^b
200	50,00 ^b

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 1. menunjukkan bahwa perlakuan pemberian inokulum FMA campuran dengan dosis 150 *g/polybag* (P3) berbeda tidak nyata dengan perlakuan dosis 100 *g/polybag* (P2) dan 200 *g/polybag* (P4) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian FMA (P1). Dosis 100 *g/polybag* merupakan dosis efektif bagi tanaman jagung untuk dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman namun dosis 150 *g/polybag* merupakan dosis dengan persentase derajat infeksi tertinggi. Terjadinya penurunan derajat infeksi akar pada dosis 200 *g/polybag* membuktikan bahwa hipotesis kedua ditolak.

Hasil dari pengamatan persentase derajat infeksi akar pada tanah bekas tambang batubara dapat dikategorikan berdasarkan Setiadi (2003), yaitu : 0-5% (sangat rendah), 6-25% (rendah), 26-50% (sedang), 51-75% (tinggi) dan 76-100% (sangat

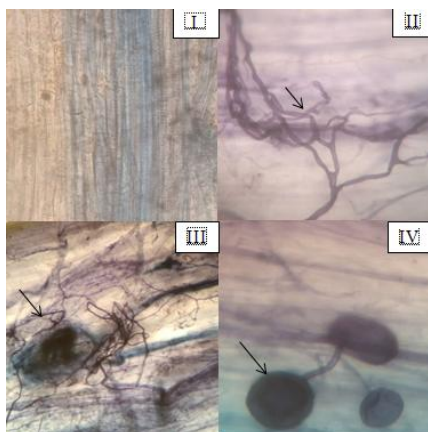
tinggi). Pemberian dosis 100 *g/polybag* termasuk dosis efektif bagi tanaman jagung dan tergolong dalam kategori sedang namun dosis 150 *g/polybag* merupakan dosis tertinggi yang menghasilkan persentase derajat infeksi sebesar 66,67% dengan kriteria tinggi dalam persentase derajat infeksi akar.

Pemberian dosis inokulum FMA 150 g menghasilkan persentase derajat infeksi yang tinggi terhadap akar tanaman jagung dibandingkan dosis lainnya. Hal ini diduga bahwa inokulasi FMA dosis 150 *g/polybag* merupakan dosis yang dibutuhkan oleh tanaman jagung. Hal ini didukung dengan penelitian Amnah & Frizka (2018), dosis FMA 150/*polybag* berpengaruh nyata terhadap rata-rata pertambahan tinggi dan jumlah daun dan Erlita & Hariani (2017) menunjukkan hasil bahwa volume akar tanaman jagung meningkat hingga pemberian dosis FMA 150 g.

Perlakuan dosis 200 gram/*polybag* mengalami penurunan persentase derajat infeksi FMA. Infeksi FMA pada akar tanaman dapat mencapai maksimum jika FMA diinokulasikan sampai batas dosis tertentu. Masfufah *et al.* (2016), pemberian dosis FMA yang terlalu tinggi dapat menurunkan tingkat infeksi FMA, dikarenakan terjadi persaingan interspesifik antara inokulan FMA. Infeksi akar dapat dipengaruhi oleh kondisi tanaman inang dan status hara tanaman, intensitas cahaya, pemberian air, kondisi tanah serta lingkungan (Sinaga *et al.*, 2015; Hayman, 1983).

Perlakuan kontrol tanpa pemberian FMA berbeda nyata terhadap perlakuan dosis 150 dan 200 *g/polybag* namun berbeda tidak nyata dengan dosis 100 *g/polybag*. Berdasarkan hasil yang diperoleh, perlakuan P1 (tanpa pemberian FMA) memiliki derajat infeksi sebesar 13,33% yang menunjukkan bahwa walaupun tanah dalam keadaan steril tidak menutup kemungkinan akan adanya keberadaan mikoriza indigenus dalam tanah tersebut. Mikoriza indigenus merupakan jenis mikoriza yang ditemukan berasosiasi dengan perakaran tumbuhan secara alami dan memiliki sifat toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi lingkungan dengan cekaman yang tinggi (Sinaga *et al.*, 2015). Susila *et al.* (2016), bahwa ketika media tanah disterilkan masih terdapat spora FMA dalam kondisi dorman dan saat media tanah ditanami kembali dengan tanaman inang, spora yang dorman dalam media menjadi aktif kembali.

Asosiasi FMA dengan akar tanaman menyebabkan terjadinya infeksi pada akar tanaman inang yang dapat diketahui dengan ada tidaknya struktur yang dihasilkan oleh FMA. Hasanah *et al.* (2017), bahwa infeksi FMA pada tanaman diketahui dengan adanya vesikula, hifa, arbuskula, dan spora pada akar tanaman dan apabila ditemukan adanya satu atau lebih struktur FMA tersebut, maka dapat dikatakan terjadi infeksi akar oleh FMA. Hasil pengamatan ditemukan beberapa struktur FMA pada akar tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 2.



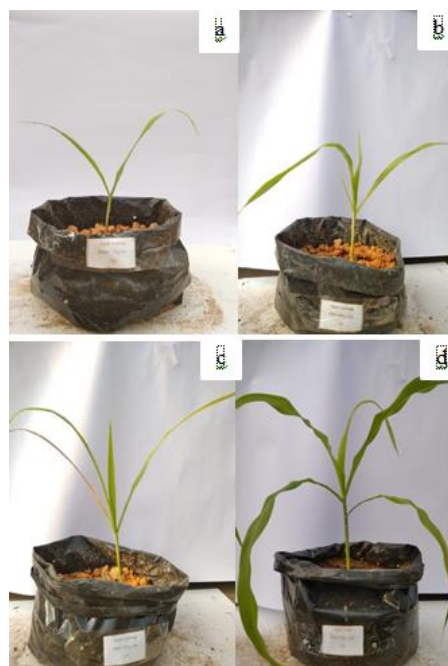
Gambar 2. Struktur FMA pada Akar Tanaman Jagung Perbesaran 400× Keterangan : (I) Akar yang tidak terinfeksi FMA; (II) Hifa internal ; (III) Struktur Arbuskula; (IV) Stuktur Vesikula

Pengamatan akar yang terinfeksi FMA di bawah mikroskop dengan perbesaran 400X menunjukkan bahwa struktur FMA yang terbentuk meliputi hifa, arbuskula, dan vesikula. Hifa yang menginfeksi akar dapat terlihat dengan jelas melalui pewarnaan tinta cuka seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Fungsi utama dari hifa ini adalah untuk menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah. Hifa mengalami perkembangan menjadi vesikular dan arbuskular (Farida & Chozin, 2015).

Struktur vesikula yang ditemukan berbentuk oval dan berwarna biru disebabkan karena menyerap zat pewarna. Vesikula merupakan benstuk percabangan hifa dengan struktur khusus berbentuk oval yang lonjong atau tidak teratur dan mengandung senyawa lipid dapat berfungsi sebagai cadangan makanan atau berkembang menjadi klamidospora, yang berfungsi sebagai organ reproduksi atau struktur tahan. Arbuskula yang ditemukan berbentuk menggumpal dan berwarna gelap (Hidayati *et al.*, 2015; Suamba *et al.*, 2014). Arbuskula berasal dari percabangan hifa di dalam korteks akar yang berfungsi sebagai tempat pertukaran zat metabolit primer (terutama glukosa dan fosfor) antara fungi dan akar tanaman (Margarettha *et al.*, 2017).

Asosiasi FMA pada akar tanaman mampu meningkatkan penyerapan unsur hara dan air oleh hifa eksternal FMA dengan menyediakan permukaan yang lebih efektif dalam menyerap unsur hara dari tanah dan menyerap unsur hara yang terdapat dalam pori tanah yang lebih kecil dimana rambut akar tidak mampu menjangkaunya (Muis *et al.*, 2016). Simbiosis inokulum FMA campuran dengan akar tanaman jagung efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang marginal seperti lahan bekas tambang batubara. Hal ini sejalan dengan penelitian Kartika *et al.* (2018), aplikasi FMA pada tanaman jarak pagar menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa inokulasi FMA pada

lahan bekas tambang batu bara. Selain itu, Zulfikar *et al.* (2019), membuktikan bahwa FMA dengan dosis 40 g memberikan pengaruh terbaik pada tinggi tanaman kedelai (*Glycine max*) yang ditanam pada tanah bekas tambang batubara.

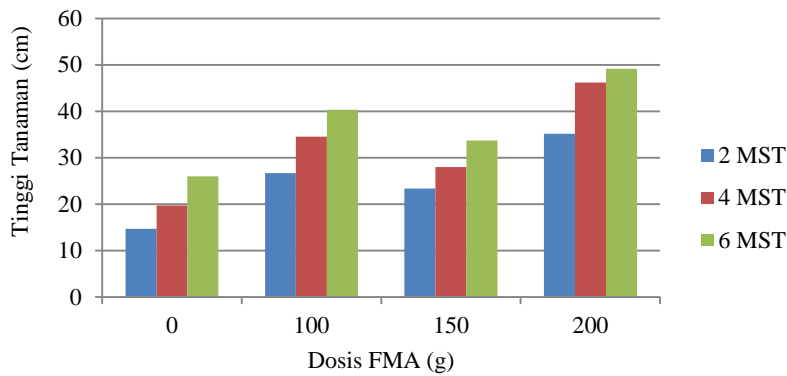


Gambar 3. Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Bekas Tambang Batubara.

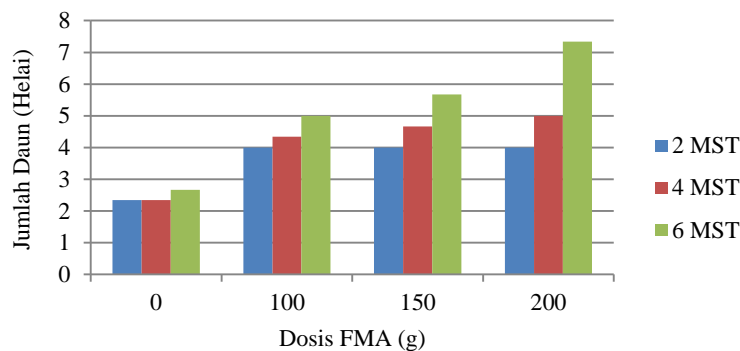
Keterangan : (a) tanpa inokulasi FMA ; (b) inokulasi FMA dengan dosis 100 g ; (c) inokulasi FMA dengan dosis 150 g ; (d) inokulasi FMA dengan dosis 200 g.

Tanaman jagung yang diinokulasi FMA memiliki pertumbuhan lebih baik dibandingkan tanpa inokulasi FMA. Berdasarkan hasil yang diperoleh, perlakuan dosis 100 g/polybag efektif mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung pada tanah bekas tambang dengan didukung oleh data parameter pendukung yang meliputi tinggi, jumlah daun dan berat kering tanaman. Hasil pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman pada perlakuan P1 sampai P4 menunjukkan rata-rata nilai yang berbeda.

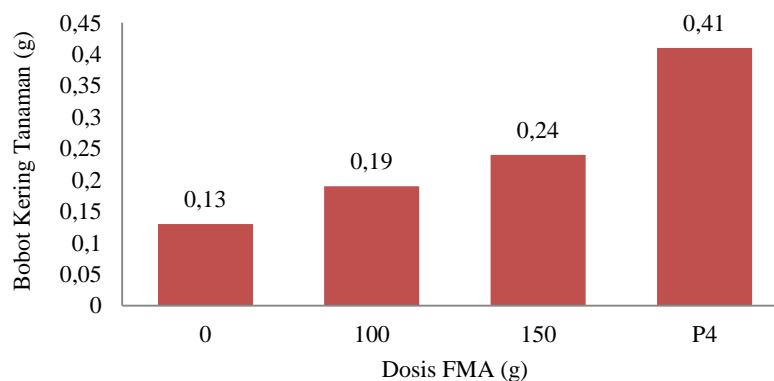
Pemberian FMA campuran dengan dosis 100 sampai 150 g/polybag memberikan hasil yang semakin baik disemua parameter pendukung pada tanaman jagung sampai umur 6 MST. Hal ini disebabkan karena akar yang telah terinfeksi FMA akan menyerap air dan unsur hara lebih banyak dibandingkan tanpa FMA sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Sasmita *et al.* (2020), bahwa pemberian dosis FMA secara efektif mampu meningkatkan penyerapan unsur hara yang dapat memperluas bidang serapan akar. Menurut Purba *et al.* (2014), inokulasi FMA mampu meningkatkan penyerapan air dan unsur hara yang optimal berkaitan dengan pertumbuhan



Gambar 4. Histogram Tinggi Tanaman Tanaman Jagung pada Tanah Bekas Tambang Batubara



Gambar 5. Histogram Jumlah Daun Tanaman Jagung pada Tanah Bekas Tambang Batubara.



Gambar 6. Histogram Bobot Kering Tanaman Jagung pada Tanah Bekas Tambang Batubara.

vegetatif meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman jagung. Tanaman jagung yang diinokulasi dengan FMA memiliki pertumbuhan vegetatif lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa FMA hal ini menunjukkan bahwa pemberian mikoriza memberikan respon positif terhadap tanaman inang dan mampu berinteraksi dengan mikoriza secara baik sehingga memberikan pengaruh pertumbuhan tanaman yang cukup optimal. Hasil menunjukkan bertambahnya perlakuan dosis FMA yang diberikan, maka terjadi peningkatan pertumbuhan tanaman jagung yang diikuti dengan meningkatkannya tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman jagung.

Data tinggi tanaman pada Gambar 4 mengalami peningkatan dengan pemberian FMA campuran mulai dari dosis 100 *g/polybag*. Peningkatan tinggi tanaman dikarenakan FMA yang menginfeksi perakaran. Akar yang terinfeksi akan memproduksi jaringan hifa eksternal yang meningkatkan kapasitas penyerapan air dan unsur hara sehingga fotosintesis dan metabolisme semakin baik, diikuti dengan peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Muis *et al.*, 2016 ; Prasasti *et al.*, 2013). Gambar 4 menunjukkan rataan tinggi tanaman yang semakin meningkat, hal ini karena terjadinya proses pembelahan, pemanjangan dan pembesaran sel. Menurut Nainggolan *et al.* (2020), tanaman yang terinfeksi mikoriza memiliki kandungan auksin dan

sitokinin lebih tinggi yang membantu dalam pembelahan sel serta pemanjangan sel dibandingkan tanaman yang tidak terinfeksi mikoriza sehingga dapat memicu pertumbuhan tanaman.

Nilai rerata jumlah daun setiap pengamatannya ditunjukkan pada Gambar 5. Jumlah daun pada umur 2 MST cenderung stagnan, sedangkan pada 4 sampai 6 MST jumlah daun terjadi penambahan namun tidak signifikan. Hal ini diduga karena jumlah daun lebih dipengaruhi oleh faktor genetik, sehingga didapatkan jumlah daun yang hampir sama dari setiap tanaman jagung manis. Menurut Hartanti, (2013), bahwa pengaruh pemberian pupuk terhadap jumlah daun pada umumnya kurang memberikan hasil yang jelas karena pertumbuhan daun memiliki hubungan erat dengan faktor genetik. Selain faktor genetik, rendahnya kandungan unsur hara N yang berperan dalam fase pertumbuhan vegetatif tanaman terutama dalam pembentukan daun. Lakitan (2004) menyatakan bahwa unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun adalah unsur N.

Hasil pengukuran bobot kering tanaman menunjukkan rerata berat kering tanaman tertinggi yaitu sebesar 0,41 g dan rerata terendah sebesar 0,13 g yang disajikan pada Gambar 6. Pertumbuhan vegetatif tanaman akan berkaitan terhadap bahan kering total tanaman. Tanaman jagung dengan pertumbuhan vegetatif baik akan mempunyai bobot kering yang tinggi (Rahayu *et al.*, 2006). Pemberian FMA pada tanaman jagung meningkatkan penyerapan hara tanaman sehingga meningkatkan laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman dengan meningkatnya produksi biomassa atau berat kering tanaman. Menurut Sianipar (2019), peningkatan nilai berat kering tanaman menunjukkan semakin efisien proses fotosintesis dan produktivitas serta perkembangan sel jaringan semakin cepat sehingga pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan semakin baik.

SIMPULAN

Pemberian inokulum FMA campuran berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada tanah bekas tambang batubara. Dosis efektif inokulum FMA terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada tanah bekas tambang batubara yaitu 100 gram per *polybag*

DAFTAR PUSTAKA

Alatas, S., Siradjuddin, I., Irfan, M. & Annisava, A. R., 2019. Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata Sturt.) yang Ditanam dengan Tanaman Sela Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) pada beberapa Taraf Dosis Pupuk Anorganik. *Jurnal Agroteknologi*, 10 (1), pp.23-32.

Amnah, R. & Friska, M., 2018. Penggunaan Mikoriza Arbuskular dalam Pertumbuhan Bibit Anakan

Salak Sidimpuan (*Salacca sumatrana* Becc.). *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(3), pp. 455-461.

- Erlita & Hariani, F., 2017. Pemberian Mikoriza dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays*). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 20(3), pp. 268-272.
- Fahrul, M., Jannah, R. & Patmawati, P., 2019. Perbaikan Beberapa Sifat Kimia pada Tanah Pasca Tambang Batubara dengan Pemberian Dosis Bokashi Kiapu (*Pristia stationes* L.) dan Krinyu (*Choromolaena odorata* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(1), pp.29-37.
- Farida, R. & Chozin, M.A., 2015. Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea mays* L.). *Buletin Agrohorti*, 3(3), pp.323-329.
- Giovannetti, M. & Mosse, B., 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring VAM Infection in Roots. *New Phytol*, 84(1), pp. 489-500.
- Gobel, S. A., Yusran, Y. & Harso, W., 2018. Penggunaan Jamur Mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Tercemar Merkuri. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 7(1), pp. 81-88.
- Halim, H., Arma, M. J., Rembon, F. S. & Resman, R., 2020. Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula Indigen terhadap Kerapatan Gulma, Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata (Sturt.) Bailey). *Jurnal Biologi Papua*, 12(2), pp.69-77.
- Hartanti, I., Hapsah, H. & Yoseva, S., 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza dan Rock Phosphate terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata Sturt). *Doctoral dissertation*, 1(1), pp. 1-14.
- Hasanah, U., Purnomowati, P. & Dwiputranto, U., 2017. Pengaruh Inokulasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Campuran terhadap Kemunculan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Scripta Biologica*, 4(1), pp.31-35.
- Hayman, D., 1983. The Physiology of Vesicular-Arbuscular Endomycorrhizal Symbiosis. *Journal of Botanical*, 61(1), pp. 944-963.
- Hidayati, N., Faridah, E. & Sumardi, S., 2015. Peran Mikoriza pada Semai Beberapa Sumber Benih Mangium (*Acacia mangium* Willd.) yang

- Tumbuh pada Tanah Kering. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 9(1), pp.13-15.
- Istiqomah, F. N., Budi, S. W. & Wulandari, A. S., 2017. Peran Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Asam Humat terhadap Pertumbuhan Balsa (*Ochroma Bicolor* Rowlee.) pada Tanah Terkontaminasi Timbal (Pb). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(1), pp.72-78.
- Kartika, E., Lizawati, L. & Hamzah, H., 2018. Respons Tanaman Jarak Pagar terhadap Mikoriza Indigenus dan Pupuk P di Lahan Bekas Tambang Batubara. *Biospecies*, 1(1), pp.10-18.
- Leskona, D., Linda, R. & Mukarlina, 2013. Pertumbuhan Jagung (*Zea mays* L.) dengan Pemberian *Glomus aggregatum* dan Biofertilizer pada Tanah Bekas Penambangan Emas. *Protobiont*, 2(3), pp. 176-180.
- Lubis, A.I., Jumini, J. & Syafruddin, S., 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) Akibat Pengaruh Dosis Pupuk N dan P pada Kondisi Media Tanam Tercemar Hidrokarbon. *Jurnal Agrista*, 17(3), pp.119-126.
- Margarettha, M., 2010. Pemanfaatan Tanah Bekas Tambang Batubara dengan Pupuk Hayati Mikoriza sebagai Media Tanam Jagung Manis. *Jurnal Hidrolitan*, 3(1), pp. 1-11.
- Margarettha, M., Syarif, M. & Nasution, H., 2017. Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskula Indigen untuk Padi Gogo Di Lahan Kering Marjinal. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 1(2), pp. 185-192.
- Masfufah, R., Proborini, M. W. & Kawuri, R., 2016. Uji Kemampuan Spora Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Lokal Bali pada Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Simbiosis*, 4(1), pp. 26-30.
- Margolang, R. D. M. R. D., Jamilah, J. & Sembiring, M., 2014. Karakteristik beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah pada Sistem Pertanian Organik. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(2), pp. 717-723.
- Muis, R., Ghulamahdi, M., Melati, M., Purwono, P. & Mansur, I., 2016. Kompatibilitas Fungi Mikoriza Arbuskular dengan Tanaman Kedelai pada Budi Daya Jenuh Air. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(3), pp. 229-238.
- Musfal, M., 2017. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), pp. 154-158.
- Nurhalimah, S., Nurhatika, S. & Muhibuddin, A., 2014. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigenus pada Tanah Regosol di Pamekasan, Madura. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(1), pp.30-34.
- Oktaviana, G., Yusran, Y. & Harso, W., 2019. Pemberian Dosis Inokulum Jamur Mikoriza Arbuskula (JMA) dan Pupuk P yang Berbeda terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman (*Zea mays* L.). *Biocelebes*, 13(2), pp. 142-151.
- Pradana, W. D., Dwiputranto, U. & Muljowati, J. S., 2020. Pemberian Inokulum Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Campuran terhadap Kemunculan Penyakit Busuk Pangkal Batang Sclerotium pada Tanaman Cabai Rawit dan Cabai Merah. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(2), pp. 186 – 193.
- Prasasti, O. H., Purwani, K. I. & Nurhatika, S., 2013. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Tanah yang Terinfeksi Patogen *Sclerotium rolfsii*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), pp. 74-78.
- Purba, P. R. O., Rahmawati, N., Kardhinata, E. H. & Sahar, A. 2014. Efektivitas Beberapa Jenis Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet (*Hevea Brassiliensis* Muell. Arg.) Di Pembibitan. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(2), pp. 919 – 932.
- Rahayu, M., Prajitno, D. & Syukur, A., 2006. Pertumbuhan Vegetatif Padi Gogo dan beberapa Varietas Nanas dalam Sistem Tumpangsari di Lahan Kering Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biodiversitas*, 7(1), pp. 73-76.
- Raisani, N. P. M., Proborini, M. W., Suriani, N. L. & Kriswiyanti, E., Biokontrol Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) *Glomus* spp. terhadap Infeksi *Fusarium oxysporum* Schlecht et Fr. pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi Udayana*, 24(1), pp. 38-46.
- Rini, M. V. & Rozalinda, V., 2010. Pengaruh Tanaman Inang dan Media Tanam pada Produksi Fungi Mikoriza Arbuskular. *Jurnal Agrotropika*, 15(1), pp. 37-43.
- Rini, M. V., Pertiwi, K. O. & Saputra, H., 2017. Seleksi Lima Isolat Fungi Mikoriza Arbuskular untuk Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Pembibitan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(3), pp. 138 – 143.
- Sampurno, Elsie, & Riana, O., 2010. Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) pada beberapa Jenis Tanah terhadap Pertumbuhan

- Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 9(1), pp. 28-37.
- Sasmita, M. W. S., Nurhatika, S. & Muhibuddin, A., 2020. Pengaruh Dosis Mikoriza Arbuskular pada Media AMB-POK terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* var. Somporis). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), pp. 43-48.
- Sianipar, H. F., 2019. Pengaruh Pemberian Berbagai Tingkat Mikoriza Arbuskula pada Tanah Terakumulasi Logam Pb terhadap Pertumbuhan Tanaman Petai (*Parkia Speciosa*). *Jurnal Biopedia*, 1(1), pp. 1-8.
- Sinaga, M. I. A. H., Guchi, H. & Lubis, A., 2015. Hubungan Ketinggian Tempat dan C-organik Tanah dengan Infeksi FAM pada Perakaran Tanaman Kopi (*Coffea* Sp) di Kabupaten Dairi. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(4), pp. 1575- 1584.
- Suamba, I. W., Wirawan, I. G. P. & Adiartayasa, W., 2014. Isolasi dan Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) secara Mikroskopis pada Rhizosfer Tanaman Jeruk (*Citrus* sp.) di Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 3(4), pp. 201-208.
- Subardja, V., Muharam, & Nugraha, S., 2017. Karakteristik Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis Di lahan Marginal dengan Dosis Pemupukan N yang Berbeda. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(1), pp. 7-12.
- Suharno, S. & Sancayaningsih, R. P., 2013. Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi Teknologi Mikorizoremediasi Logam Berat dalam Rehabilitasi Lahan Tambang. *Bioteknologi Biotechnological Studies*, 10(1), pp. 23-34.
- Susila, E. S., Elita, N. & Yefriwati. 2016. Uji Isolat FMA Indigenous terhadap Pertumbuhan dan Infeksi Akar Tanaman Padi Metode SRI. *Biodiversity Indonesia*, 2(1), pp. 71-75
- Zulfikar, Z., Eliyani, E. & Nazari, A. P. D., 2019. Aplikasi Mikoriza pada Tanah Lahan Reklamasi Tambang Batubara terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal AGRIFOR*, 18(2), pp. 395-404.
- Zulya, F., Noli, Z. A. & Maideliza, T., 2016. Respon Bibit Surian (*Toona Sinensis* (Juss.) M. Roem.) terhadap Inokulasi Beberapa Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula pada Media Tanah Ultisol yang Dicampur Pupuk Kompos. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 9(1), pp.10-18.