



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Artikel Penelitian

Aplikasi Bokashi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Fungi Mikoriza Arbuskula untuk Perbaikan Sifat Fisika Tanah Pasca Galian C dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.)

Application of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Bokashi and Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Improve Soil Physical Properties of Post-Mine Sandpits and Yield of Chili (*Capsicum frutescens* L.)

Cecep Hidayat^{1*}, Asep Supriadin², Fanyana Huwaida'a¹, Yati Setiati Rachmawati¹

¹Prodi Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Jl. A.H. Nasution 105, Bandung 40614

²Prodi Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Jl. A.H. Nasution 105, Bandung 40614

Diterima: 10 Maret 2020/Disetujui: 04 September 2020

ABSTRACT

Post-mine sandpits with low physical, chemical, and biological properties glance to be used as an alternative to vegetable cultivation but require input technology in organic matter and application of FMA. The Research aimed to know the effect of AMF and water hyacinth bokashi (*Eichhornia crassipes*) on the improvement of physical soil properties growth and yield of Chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) on post-mine sandpits soil. A field-polybag trial had been carried out using a randomized block design two factors with factorial pattern and three replications. The first factor was water hyacinth bokashi dosage (control, 15 t ha⁻¹, 20 t ha⁻¹, and 25 t ha⁻¹). The second factor was AMF dosage (without inoculation, 5 g polybag⁻¹, and 10 g polybag⁻¹). The results showed that application AMF and water hyacinth bokashi improve the soil's physical properties (bulk density, soil porosity, and soil permeability), harvest index, and the wet weight of fruit. The main effect of bokashi occurs on the amount of chlorophyll, as for the root infection degree affected by FMA inoculation. The experiment indicated that application AMF 5 g and water hyacinth bokashi 15 t ha⁻¹ could be used in Chilli pepper cultivation on post-mine sandpits.

Keywords: AMF; Chilli pepper; *Eichhornia crassipes* bokashi; Post-mine sandpits.

ABSTRAK

Tanah galian C yang memiliki sifat fisik, kimia dan biologi tanah kurang baik dilirik untuk digunakan sebagai alternatif budidaya tanaman sayuran, namun perlu mendapat masukan teknologi berupa penambahan bahan organik dan pemanfaatan FMA. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian bokashi eceng gondok dan FMA dalam perbaikan sifat fisik tanah hasil tanaman cabai rawit Varietas Dewata. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial 2 faktor. Faktor pertama pemberian bokashi eceng gondok dengan 4 taraf; tanpa pemberian, 15 t ha⁻¹, 20 t ha⁻¹ dan 25 t ha⁻¹. Faktor kedua pemberian FMA campuran sebanyak 3 taraf; tanpa pemberian, 5 g polybag⁻¹ dan 10 g polybag⁻¹. Parameter yang diamati adalah bobot isi, porositas tanah, permeabilitas tanah, derajat infeksi, indeks panen, dan bobot basah buah. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi bokashi dan FMA memperbaiki sifat fisik tanah (bobot isi, porositas tanah dan permeabilitas tanah), indeks panen, dan bobot basah buah. Pengaruh mandiri aplikasi bokashi terjadi pada jumlah klorofil, adapun terhadap derajat infeksi yang berpengaruh inokulasi FMA. Aplikasi bokashi eceng gondok 15 t ha⁻¹ dan FMA 5 g dapat digunakan pada budidaya tanaman cabai pada tanah galian C.

Kata kunci: Bokashi *Eichhornia crassipes*; Cabai; FMA; Tanah pasca galian C.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : cephidayat62@uinsgd.ac.id (C. Hidayat)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.124>

1. Pendahuluan

Bahan tambang berupa kerikil dan pasir atau dikenal sebagai bahan galian C dieksploitasi untuk keperluan bahan bangunan dan sekaligus merupakan sumber pendapatan ahli daerah. Oleh karena itu banyak ditemukan aktivitas penambangan galian C di wilayah Jawa Barat yang menyisakan rona lahan berupa lubang-lubang besar yang menimbulkan kerusakan ekosistem dan rawan erosi. Pada sisi lain terdapat Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 76 tahun 2008 tentang rehabilitasi dan reklamasi hutan, mengharuskan kegiatan revegetasi pada lahan pasca tambang meskipun kegiatan pertambangan masih berlangsung. Hal ini dapat dipandang sebagai peluang sumber lahan pertanian untuk keperluan peningkatan produksi tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan diperlukan banyak, salah satunya cabai. Namun tanah pasca tambang galian C termasuk kategori tanah marginal yang telah kehilangan solum dan C-organik rendah (Allo, 2016), didominasi pasir (Ramadhan *et al.* 2015) tidak dapat menahan air lama (Ginting *et al.* 2018) dan belum membentuk agregat sehingga peka erosi.

Untuk mengatasi persoalan rendahnya kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah pasca tambang dapat ditempuh dengan aplikasi bahan organik dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Penambahan bahan organik diperlukan untuk meningkatkan kandungan C-organik minimal mencapai 2 %. Bahan organik mampu mengikat partikel tanah, menambah porositas, dan meningkatkan kapasitas menahan air (Nurbaity *et al.* 2013). Kehadiran bahan organik dalam tanah juga menjadi sumber karbon bagi mikroba. Sumber bahan organik dapat berasal dari sisa-sisa tanaman atau tumbuhan yang tumbuhnya tidak dikehendaki, seperti eceng gondok yang menjadi masalah di waduk Saguling (Ridwan & Nursalikah, 2019) sehingga pemanfaatannya bersifat multi fungsi, yaitu sebagai sumber unsur hara tanaman dan pada sisi lain dapat mengatasi persoalan tutupan eceng gondok pada perairan.

FMA merupakan jenis mikroba yang dapat berasosiasi dengan sebagian besar tanaman budidaya dan banyak ditemukan pada rhizosfir (Cardoso & Kuyper, 2006) dengan hifa eksternal 30 meter per gram tanah (Smith & Read, 2008) yang mampu mengikat partikel-partikel tanah sehingga menciptakan tanah lebih stabil. Hidayat *et al.* (2019) menemukan keterlibatan *Glomus* dalam pembentukan agregat makro. Disamping karena panjang, hifa eksternal memiliki ukuran lebih kecil dibanding akar, yaitu 2 µm - 20 µm dan akar 300 µm (Smith & Smith, 2011), sehingga membantu

penyerapan unsur hara *immobile* seperti P yang terdapat dalam jumlah sedikit di dalam tanah.

Apabila aplikasi bahan organik diberikan bersamaan dengan inokulasi FMA diharapkan terjadi pengaruh sinergis secara langsung dari kedua faktor lingkungan tersebut terhadap sifat fisik tanah dan hasil tanaman, seperti ditunjukkan oleh Hidayat *et al.* (2017) yang mendapatkan penurunan bobot isi, penambahan porositas tanah, dan peningkatan hasil jagung manis yang ditanam pada Inseptisol yang diberi FMA dan pupuk kandang. Bahan organik bagi FMA berperan dalam menyediakan sumber makanan yang tidak dapat dibuatnya sendiri, sehingga FMA dapat tumbuh berkembang dan menjalankan fungsi meningkatkan agregasi tanah dan penyerapan unsur P yang terdapat dalam bentuk tidak tersedia menjadi tersedia. FMA membantu proses dekomposisi bahan organik berupa bokashi sehingga mampu menyediakan hara dan melaksanakan fungsi perbaikan sifat fisik tanah. Bokashi merupakan metode pengomposan yang memiliki waktu dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan kompos (Kusmiyarti, 2013). Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bokashi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan FMA terhadap perbaikan sifat tanah pasca galian C dan hasil tanaman cabai (*Capsicum frutescens* L.).

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yakni tanah pasca galian C pertambangan batu dan tanah pertambangan pasir di Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat (S 07°25.532', E 108°06.083'), inokulum FMA campuran (*Gigaspora*, *Glomus* dan *Entrophospora*), larutan glukosa 60%, aceton, aquadest, KOH (10%), HCl (2%), tinta tulis biru, EM4, benih cabai rawit hibrida varietas Dewata, bokashi eceng gondok, pupuk urea, TSP, KCl dan air. Adapun alat-alat yang dipakai pada saat penelitian yaitu ring sample, pengayak tanah, polybag berukuran 40 x 50 cm, botol piknometer bervolume 50 ml, botol pembilas 500 ml, mikroskop, timbangan digital, emrat, termohigrometer.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Ciara Kecamatan Nagreg Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat pada ketinggian 750 m dpl (S=702'18, 13207", E= 107054'49,001") dari bulan April sampai dengan September 2019. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor dan diulang tiga kali. Faktor pertama pemberian bahan organik eceng gondok dan faktor kedua inokulasi FMA dengan susunan sebagai berikut:

Faktor 1 : pemberian bokashi eceng gondok

b0 : Kontrol (tanpa pemberian Bokashi)

b1 : Bokashi eceng gondok dosis 15 t ha⁻¹ (120 g polybag⁻¹)b2 : Bokashi eceng gondok dosis 20 t ha⁻¹ (160 g polybag⁻¹)b3 : Bokashi eceng gondok dosis 25 t ha⁻¹ (200 g polybag⁻¹)

Dosis bokashi eceng gondok per polibag diperoleh menggunakan rumus:

$$\frac{\text{berat tanah polibag}}{\text{bobot isi} \times \text{berat tanah 1 ha}} \times \text{bokashi 1 ha}$$

Faktor 2 : inokulasi FMA

mo : Kontrol (tanpa pemberian mikoriza)

m1 : 5 g polybag⁻¹ Inokulum FMA.m2 : 10 g polybag⁻¹ Inokulum FMA**Parameter yang diamati :***Parameter Penunjang*

Parameter penunjang yang diamati adalah iklim dan tanah. Data iklim yang diamati berupa suhu dan kelembaban harian. Data tanah berupa sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dengan cara mengambil sampel pada kedalaman 0-30 cm menggunakan pola zigzag pada tanah pasca galian C dan tanah untuk budidaya tanaman cabai. Pada lokasi galian C diinventarisasi tumbuhan yang ada. Pada rhizosfir tumbuhan tersebut dilakukan penjarangan spora FMA.

Parameter Utama

- Bobot isi tanah (*Bulk density*) (g cm⁻³) merupakan nisbah antara masa total tanah dalam keadaan kering atau berat kering mutlak (Mtk) dengan volume total tanah atau volume ring (Kurnia et al. 2006) .
- Porositas tanah dengan menghitung ruang pori total tanah dengan satuan persen (%) dan rumus (Kurnia et al. 2006):

$$\text{Ruang pori total (\%)} = 1 - \left[\frac{\text{Bulk density}}{\text{Particel density}} \right] \times 100\%$$

- Permeabilitas tanah dalam larutan jenuh di laboratorium dengan dasar hukum Darcy (Siregar et al. 2013) dalam satuan (cm jam⁻¹):

$$\text{Permeabilitas (K)} = \frac{QL}{AhL} \text{ cm jam}^{-1}$$

Keterangan: Q = Debit air (cm³.jam⁻¹); L = Tebal contoh tanah (cm); hL = Tinggi permukaan air contoh tanah dan tebal tanah (cm); A =Luas permukaan contoh tanah (cm²)

- Derajat Infeksi FMA pada akar tanaman pada saat panen dihitung dengan satuan (%), menggunakan metode *grid line intersect method* (Brundrett et al. 1998).

$$\% \text{ Kolonisasi} = \frac{\text{jumlah akar terinfeksi}}{\text{jumlah seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

- Indeks panen dilakukan pada saat panen dengan cara membagi bobot kering organ panen dengan bobot kering total tanaman.

$$\text{HI} = \frac{Y}{W}$$

Keterangan: HI = Harvest Index; Y = Hasil Tanaman (Berat kering); W = Berat kering total tanaman

- Bobot buah segar (Cardoso & Kuyper, 2006) (g) dilakukan pada saat panen dengan menimbang buah basah per tanaman menggunakan timbangan digital.

Parameter yang diamati dianalisis dengan Analisis varians pada taraf 5 % untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila didapatkan pengaruh perlakuan maka dilanjutkan dengan uji lanjut jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

Penelitian diawali dengan pengambilan tanah galian C kedalaman 0-20 cm dari Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Sampel tanah dianalisis kandungan bahan organik, P tersedia, P total, tekstur, bobot isi, porositas, dan permeabilitas. Selanjutnya tanah diayak dan dicampurkan dengan bokashi eceng gondok dengan dosis sesuai perlakuan dan dimasukkan kedalam polybag berukuran 30 cm x 40 cm sebanyak 16 kg dua minggu sebelum tanam, diberikan pupuk urea sebanyak 0,536 g polybag⁻¹, TSP sebanyak 0,1216 g polybag⁻¹ dan KCl sebanyak 0,4256 g polybag⁻¹ (Setiawati et al. 2007). Aplikasi FMA dilakukan bersamaan dengan penanaman bibit tanaman cabai dengan dosis sesuai perlakuan. Inokulum FMA ditempatkan 5 cm di bawah bibit. Pemeliharaan tanaman cabai yang dilakukan meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan, pemupukan susulan serta pengendalian hama penyakit tanaman. Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari, volume air ditentukan berdasarkan perhitungan kapasitas lapang (1,2 l polybag⁻¹), apabila hujan maka dilakukan sesuai kondisi. Penyulaman dilakukan ketika tanaman berumur 1 Minggu Setelah Tanam (MST), dengan tujuan untuk mengganti tanaman yang mati atau berkualitas rendah. Penyiangan dilakukan ketika gulma mulai tumbuh disekitar tanaman budidaya. Gulma yang

ditemukan dicabut dan dibuang agar tidak terjadi kompetisi hara. Pemupukan susulan dilakukan pada umur 3 MST dan 7 MST masing masing diberikan sebanyak 30% dosis rekomendasi yaitu urea sebanyak 0,402 g polybag⁻¹, TSP sebanyak 0,0912 g polybag⁻¹ dan KCl sebanyak 0,3192 g polybag⁻¹. Selanjutnya untuk pengendalian hama penyakit dilakukan dengan cara mekanik. Pemanenan cabai dilakukan pada umur 11 MST dengan cara memetik buah yang sudah matang 75%, dicirikan dengan warna buah yang sudah berwarna jingga hingga merah.

3. Hasil

Iklim, Tanah dan Inventarisasi Spora Indigenus

Suhu dan kelembaban lokasi penelitian masing-masing berkisar antara 25 °C-26 °C dan 67 %- 70 %. Hasil analisis tanah yang berasal dari lokasi lahan pasca galian C Kabupaten Bandung Barat menunjukkan bahwa tanah pasca galian C didominasi oleh tekstur pasir (61 %), pH 7,9 tergolong alkalis, Ca 25,40 ppm dan Mg 9,83 ppm termasuk kategori tinggi. Dilihat dari kandungan C (0,86 %) sangat rendah dan bahan organik 1,49 (rendah). Kemarginalan tanah terlihat pula dari kandungan N (0,05 %) sangat rendah dan P tersedia 14 ppm (rendah), sehingga input teknologi untuk meningkatkan ketersediaan kedua unsur ini diperlukan. Hanya unsur K 0,29 % yang masuk kategori mendekati sedang, namun tetap memerlukan masukan unsur tersebut dari luar. Hasil analisis P total (135,69 ppm) yang sangat tinggi menunjukkan keberadaan P terikat yang berfungsi sebagai sumber P yang perlu dimanfaatkan untuk menunjang keberhasilan pertumbuhan tanaman, tentu dengan upaya perubahan bentuk P total menjadi P tersedia melalui bantuan mikroba tanah.

Parameter lain yang diamati pada tanah pasca galian C adalah keberadaan mikroba, dalam hal ini FMA yang dilihat berdasarkan jumlah spora. Berdasarkan jumlah spora pada zona rhizosfir ditemukan spora (per 100 g tanah) terbanyak pada tumbuhan *Cynedrella nodiflora* dengan jumlah 14 spora, *Tithonia diversifolia* dengan jumlah 9, dan *Impatiens balsamina* dengan jumlah 8 spora. Dibawah ketiga gulma tersebut didapatkan *Eulisine indica*, *Crassocephalum crepidoides*, dan *Graptophyllum pictum* masing-masing dengan jumlah spora 2. Pada *Amaranthus spinocus* dan *Polygala paniculata* ditemukan masing-masing 1 spora. Ditemukan juga gulma yang tidak memiliki spora yaitu *Mimosa pudica*, *Pennisetum*, *Physalis peruviana*, *Sonchus arventis*, *Bidens pilosa* L.

Bobot Isi Tanah (BI)

Hasil analisis varians aplikasi bokashi eceng gondok dan FMA terhadap parameter yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis varians rancangan acak kelompok.

No	Pengamatan	Rata-rata	Fhitung	KV (%)
1	Bobot Isi Tanah	0,70	2,718*	13,23
2	Porositas Tanah	71,36	7,31**	5,98
3	Permeabilitas	1,47	7,16**	27,57
4	Derajat Infeksi	17,06	2,98*	26,05
5	Indeks panen	0,57	3,38*	11,97
6	Bobot Buah Segar	43,76	2,59*	20,72

Keterangan: *Berbeda nyata; **sangat berbeda nyata

Nilai bobot isi tanah (BI) galian C yang digunakan berada dibawah satu. Terdapat penurunan BI akibat pemberian bokhasi eceng gondok dan FMA dari 0,95 menjadi berada 0,61 sampai 0,73. Pemberian bokashi eceng gondok dan FMA dapat menurunkan nilai BI tanah, namun tidak berbeda nyata pada penambahan dosisnya (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap bobot isi tanah pasca galian C

Perlakuan	Bobot Isi Tanah (g.cm ⁻³)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	0,95 b	0,65 a	0,69 a	0,61 a
	B	A	A	A
m ₁	0,70 a	0,70 a	0,68 a	0,67 a
	A	A	A	A
m ₂	0,68 a	0,71 a	0,73 a	0,69 a
	A	A	A	A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m= FMA; b=bokashi.

Porositas Tanah

Inokulasi FMA disertai pemberian bokhasi eceng gondok meningkatkan persentase porositas tanah pasca galian C. Penambahan dosis bokhasi eceng gondok pada tanaman tanpa FMA dan yang diberi FMA tidak menunjukkan peningkatan persentase porositas tanah. Demikian juga dengan penambahan dosis FMA tidak meningkatkan persentase porositas tanah. Peningkatan persentase porositas tanah ditunjukkan oleh inokulasi FMA 5 g polibag⁻¹ dan 10 g polibag⁻¹ tanpa pemberian bokhasi eceng gondok (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap porositas tanah pasca galian C

Perlakuan	Porositas Tanah (%)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	52,29 a A	75,08 a B	73,62 a B	74,96 a B
m ₁	72,17 b A	73,89 a A	72,14 a A	73,05 a A
m ₂	73,20 b A	71,28 a A	70,29 a A	73,62 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokashi.

Permeabilitas

Inokulasi FMA disertai pemberian bokhaski eceng gondok meningkatkan permeabilitas tanah pasca galian C. Penambahan dosis bokhaski eceng gondok pada tanaman yang tidak diinokulasi FMA berpengaruh tidak nyata. Inokulasi FMA 5 g polibag⁻¹ yang diberikan bersamaan dengan bokhaski eceng gondok 20 t ha⁻¹ menghasilkan nilai permeabilitas terbesar (Tabel 4).

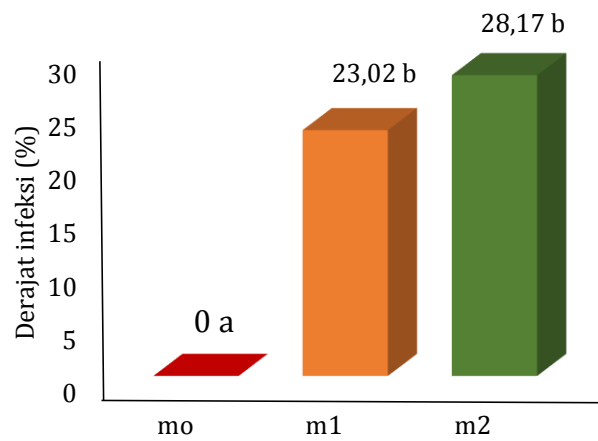
Tabel 4. Pengaruh bokhaski eceng gondok dan FMA terhadap permeabilitas tanah pasca galian C

Perlakuan	Permeabilitas (cm jam ⁻¹)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	0,42 a A	1,56 a B	1,35 a B	1,43 a B
m ₁	0,99 a A	1,39 a A	3,22 b B	1,48 a A
m ₂	1,07 a A	2,31 b B	1,51 a A	0,97 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokhaski.

Derajat Infeksi

Inokulasi FMA dan pemberian bokhaski eceng gondok berpengaruh mandiri terhadap derajat infeksi akar dengan CV 26,05% (Tabel 1). Inokulasi FMA 5 g polibag⁻¹ (m₁) dan 10 g polibag⁻¹ (m₂) meningkatkan derajat infeksi akar dibandingkan tanpa inokulasi FMA (Gambar 1). Pemberian bokhaski eceng gondok meningkatkan derajat infeksi, namun tidak nyata seiring dengan penambahan dosis dan nilainya berada di bawah nilai derajat infeksi akibat inokulasi FMA.



Gambar 1. Persentase nilai derajat infeksi akar pada akar cabai rawit.

Indeks Panen

Aplikasi bokhaski eceng gondok dan FMA meningkatkan Indeks Panen secara nyata. Indeks panen paling tinggi ditunjukkan oleh kombinasi tanaman cabai yang diinokulasi FMA 10 g polibag⁻¹ disertai pemberian bokhaski eceng gondok 15 t ha⁻¹ (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh bokhaski eceng gondok terhadap indeks panen tanaman cabai varietas dewata

Perlakuan	Indeks Panen				
	Mikoriza	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀		0,39 a A	0,50 a AB	0,56 a B	0,61 a B
m ₁		0,52 b A	0,60 a A	0,59 a A	0,58 a A
m ₂		0,55 b A	0,75 b B	0,62 a A	0,54 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokhaski.

Bobot Buah Segar

Inokulasi FMA dan bokhaski eceng gondok berhasil meningkatkan bobot buah segar cabai varietas Dewata secara nyata. Peningkatan dosis bokhaski eceng gondok tanpa inokulasi FMA meningkatkan bobot buah basah secara nyata, namun pemberian bokhaski eceng gondok pada inokulasi FMA 5 g dan 10 g menghasilkan bobot buah basah paling tinggi sampai dosis 15 t ha⁻¹ (Tabel 6).

Tabel 6 Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap bobot buah segar tanaman cabai varietas dewata.

Perlakuan Mikoriza	Bobot buah basah (g)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	15,67 a A	41,10 a B	47,33 a B	52,60 b B
m ₁	28,60 a A	55,47 a B	51,37 a B	35,83 a A
m ₂	28,97 a A	56,40 a B	47,50 a B	54,27 b B

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokashi.

4. Pembahasan

Kisaran nilai BI (Tabel 2) yang diperoleh berada pada kisaran nilai bobot isi pada lahan pertanian sayuran antara 0,60 g cm⁻³ sampai 0,90 g cm⁻³ (Haryati, 2014), yang menunjukkan tanah porus. Bahkan Hidayat *et al.* (2017) mendapatkan penambahan pori pada inceptisol yang mengandung liat tinggi (81%) dan bahan organik rendah (C= 1,92).

Suryani *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sebagai pengurai bahan organik yang akan membentuk struktur yang remah dan membuat pori-pori di dalam tanah lebih banyak dan gembur sehingga bobot isi menjadi rendah. Sedangkan menurut Hidayat *et al.* (2017) FMA melalui hifa eksternal membantu tanah lebih gembur dengan memperbaiki struktur tanah. Ada pun Ali *et al.* (2019) berpendapat BI dipengaruhi oleh bahan organik dan mikroorganisme. Bobot Isi menurun dengan penambahan bahan organik dan mikroba karena gaya berat yang rendah dari bahan organik dan peran dari produk organik yang meningkatkan stabilitas agregat sehingga volume tanah bertambah secara nyata dan konsekuensinya bobot isi menurun.

Peningkatan persentase porositas tanah (Tabel 3) akibat aplikasi FMA dan bokashi eceng gondok terjadi karena keduanya terlibat dalam pembentukan agregat tanah. Bahan organik berperan dalam merekatkan partikel tanah sejak dari pembentukan agregat mikro. Ada pun FMA terlibat dalam pembentukan agregat mikro menjadi agregat makro (Hidayat *et al.* 2019). Dengan terbentuknya agregat tanah, maka akan meningkatkan pori-pori tanah. Bahan organik merupakan sumber karbon yang diperlukan oleh

FMA. Dengan pasokan karbon memadai membantu FMA dalam memperbanyak miselia yang berfungsi sebagai perekat butiran-butiran tanah menjadi agregat-agregat sehingga terbentuk pori-pori yang dapat menyimpan air dan mengalirkan udara (Putinella, 2011).

Pada parameter permeabilitas tanah galian C aplikasi FMA dan bokashi eceng gondok meningkatkan nilai parameter tersebut (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan penurunan BI (Tabel 1) dan peningkatan persentase porositas (Tabel 3). Menurut Zulkoni (2014), pemberian bahan organik berpengaruh terhadap pengikatan partikel-partikel tanah menjadi agregat tanah sehingga terbentuk pori-pori yang menjadi jalan air untuk masuk ke dalam tubuh tanah. Demikian juga dengan FMA yang terlibat dalam proses pembentukan agregat yang akan mempengaruhi pori-pori yang terbentuk. Sehingga aplikasi bokashi eceng gondok dan FMA secara bersamaan akan meningkatkan persentase porositas yang akhirnya memperbesar permeabilitas tanah.

Adanya akar yang terinfeksi FMA yang diukur sebagai derajat infeksi akar menandakan inokulum FMA yang digunakan infeksi. FMA sendiri diketahui mampu berasosiasi dengan sebagian besar tanaman budidaya. Ada pun tingkat ketergantungan tanaman terhadap FMA berbeda-beda. Muzakkir *et al.* (2010) menyebutkan tingkat infeksi FMA pada akar tanaman bergantung pada kompatibilitas antara jamur dan tanaman. Menurut Jamilah *et al.* (2016) *Glomus* dan *Gigaspora* mampu bersimbiosis dengan akar tanaman cabai. Kedua genus FMA tersebut terdapat dalam inokulum yang digunakan. Bukti penelitian FMA menginfeksi tanaman cabai ditunjukkan oleh Probosari (2011), yang menemukan derajat infeksi akar di atas 35 % pada tanaman cabai yang ditanam pada tanah masam dan 53,33 % yang dibudidayakan pada tanah bekas tambang emas (Bernada *et al.* 2016). Pada penelitian ini terdapat faktor lingkungan yang mendukung proses infeksi akar yaitu kandungan P tersedia tanah yang rendah, namun pH tanah galian C alkalis kurang sesuai untuk proses infeksi akar yang menghendaki pH optimal 3,9 – 5,9 (Padri *et al.* 2015). Faktor lain yang menentukan nilai derajat infeksi akar adalah jumlah spora (Hidayat *et al.* 2018). Dari aspek FMA didapatkan jumlah spora sebanyak 150 dalam 25 g inokulum FMA. Jumlah ini terbilang kecil sehingga mengakibatkan derajat infeksi akar termasuk kategori sedang.

Aplikasi bokashi eceng gondok meningkatkan derajat infeksi akar tidak nyata. Bahan organik berperan dalam memasok C yang diperlukan FMA untuk memperpanjang *runner hyphae* agar sampai ke permukaan akar dan melakukan infeksi. Tanah galian C yang digunakan dalam penelitian ini

memiliki kandungan C organik sangat rendah dan bahan organik rendah. Pemberian bokhasi eceng gondok sampai 25 t ha⁻¹ belum mampu meningkatkan ketersediaan C-organik yang diperlukan sebelum hifa eksternal menginfeksi tanaman sehingga menghasilkan nilai derajat infeksi lebih rendah dibandingkan dengan derajat infeksi karena FMA.

Berdasarkan Tabel 4, inokulasi FMA 10 g polibag⁻¹ dan pemberian bokhasi eceng gondok 15 t ha⁻¹ menghasilkan indeks panen tertinggi, yaitu 0,75. Nilai tersebut sedikit diatas indeks panen optimum tanaman cabai yang berkisar 0,57 - 0,74 (Hariyadi *et al.* 2012). Tingginya nilai indeks panen menunjukkan terjadi aliran fotosintat ke organ panen. Partisi fotosintat ini dipengaruhi oleh kehadiran unsur K yang dilakukan oleh FMA dan mineralisasi K dari bokhasi eceng gondok yang melibatkan FMA dalam proses dekomposisinya. Inokulasi FMA dan pemberian bokhasi eceng gondok berhasil memperbaiki sifat fisik tanah galian C, yaitu: bobot isi (Tabel 2), porositas tanah (Tabel 3), permeabilitas tanah (Tabel 4). Dengan adanya penurunan bobot isi tanah lebih porus sehingga sistem perakaran berkembang dengan baik yang akan mempengaruhi penyerapan hara dan air yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman sejak fase vegetatif sampai generatif. Peningkatan nilai permeabilitas tanah memungkinkan air lebih banyak masuk ke dalam tubuh tanah yang akan digunakan oleh tanaman untuk tumbuh.

Selain itu, bokhasi menyediakan unsur hara untuk tanaman, khususnya Kalium yang berperan dalam distribusi fotosintat ke organ panen. Bokhasi sebagai bahan organik menghasilkan aerasi yang sesuai bagi pertumbuhan FMA, sehingga fungi ini dapat berkembang dan membentuk hifa-hifa yang akan meningkatkan serapan hara berasal dari bokhasi eceng gondok.

Peningkatan bobot buah basah (Tabel 6) terkait dengan peningkatan ketersediaan air karena peningkatan porositas tanah (Tabel 3) dan permeabilitas tanah (Tabel 4) akibat inokulasi FMA disertai pemberian bokhasi eceng gondok. Hal ini sejalan dengan penelitian Hariyadi *et al.* (2012) yang memperoleh bobot buah cabai rawit 27 g - 98 g per tanaman dalam 5 kali panen. FMA melalui hifa eksternal juga meningkatkan serapan air dan hara tanaman yang diperlukan dalam proses fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan akan digunakan untuk pembentukan buah (Merdekawati *et al.* 2014). Parameter bobot buah segar berkaitan dengan kandungan air dalam tanah yang dipengaruhi oleh bahan organik dan serapan air oleh tanaman dengan bantuan FMA. Disamping itu, FMA yang menginfeksi tanaman akan

meningkatkan serapan P yang terlibat dalam proses pembentukan buah. Unsur P yang ditingkatkan ketersediannya oleh FMA berasal dari bokhasi eceng gondok dan juga hasil pelepasan P total yang tinggi pada tanah galian C dengan bantuan enzim fosfatase dari FMA.

5. Kesimpulan

Inokulasi FMA disertai pemberian bokhasi eceng gondok memperbaiki sifat fisik tanah pasca galian C yang meliputi bobot isi, porositas, permeabilitas tanah serta indeks panen dan bobot buah basah. Inokulasi FMA 5 g dan bahan bokhasi eceng gondok 15 t ha⁻¹ efektif memperbaiki sifat fisik tanah dan hasil tanaman cabai.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang telah memberikan dana tahun 2019 untuk pelaksanaan penelitian dan publikasi ini.

7. Daftar Pustaka

- Ali A, Ghani MI, Ding H, Fan Y, Cheng Z, Iqbal M. 2019. Co-Amended Synergistic Interactions between Arbuscular Mycorrhizal Fungi and the Organic Substrate-Induced Cucumber Yield and Fruit Quality Associated with the Regulation of the AM-Fungal Community Structure under Anthropogenic Cultivated Soil. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/ijms20071539>
- Allo MK. 2016. Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 207–217.
- Bernada MA, Ekyastuti W. 2016. Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan Tanaman Budidaya di Areal Bekas Tambang Emas. *Jurnal Hutan Lestari*, 4(3), 322–334.
- Brundrett M, Bougher N, Dell BTG, Malajczuk N. 1998. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*.
- Cardoso IM, Kuyper TW. 2006. Mycorrhizas and Tropical Soil Fertility. *Agriculture, Ecosystem, and Environment*, 116, 72–84.
- Ginting IF, Yusnaini S, Dermiyati D, Rini MV. 2018. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan penambahan bahan organik pada tanah pasca penambangan galian C terhadap pertumbuhan dan serapan hara P tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2), 110–118. <https://doi.org/10.23960/jat.v6i2.2603>

- Hariyadi, Mursyid A, Noor S. 2012. Aplikasi takaran guano walet sebagai amelioran dan hasil interval waktu pemberian terhadap pertumbuhan dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada tanah gambut pedalaman. *Agroscentice*, 19(2), 69–77.
- Haryati U. 2014. Karakteristik Fisik Tanah Kawasan Budidaya Sayuran Dataran Tinggi, Hubungannya dengan Strategi Pengelolaan Lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 125–138.
- Hidayat C, Arief DH, Sauman J, Nurbaity A. 2019. Microaggregate and Macroaggregate of Andisol Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobacteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 334(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/334/1/012025>
- Hidayat C, Setiati Y, Gustini P. 2018. Growth and yield of chili on post-mine sandpits treated by Arbuscular Mycorrhizal fungi and organic matter. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012110>
- Hidayat C, Rosdiana R, Frasetya B, Hasani S. 2017. Improvement of Physical Properties of Inceptisols and Yield of Sweet Corn Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Manure Applications. *KnE Life Sciences*, 2(6), 158. <https://doi.org/10.18502/cls.v2i6.1033>
- Jamilah M, Purnomowati, Dwiputranto U. 2016. Pertumbuhan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) pada Tanah Masam yang Diinokulasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Campuran dan Pupuk Fosfat. *Biosfera*, 33(1), 37–45. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.1.347>
- Kurnia U, Agus F, Adimihardja A, Dariah A. 2006. *Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisisnya*.
- Kusmiyarti TB. 2013. Kualitas kompos dari berbagai kombinasi bahan baku limbah organik. *Agrotrop*, 3(1), 83–92.
- Merdekawati A, Linda R, Mukarlina. 2014. Pertumbuhan cabai (*Capsicum annum* L.) dengan pemberian *Gigaspora margarita* dan bokashi jerami padi pada tanah gambut. *Jurnal Probiont*, 3(3), 63–68.
- Muzakkir M, Husin EF, Agustian A, Syarif A. 2010. Efektifitas berbagai fungi mikoriza arbuskular indigenus terhadap serapan hara P dan pertumbuhan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Solum*, 7(2), 137. <https://doi.org/10.25077/js.7.2.137-143.2010>
- Nurbaity A, Hidayat C, Hudaya D, Sauman J. 2013. Mycorrhizal fungi and organic matter affect some physical properties of andisols. *Soil Water Journal*, 2(2), 639–644.
- Padri MH, Burhanuddin, Herawatiningsih R. 2015. Keberadaan fungi mikoriza arbuskula pada jabon putih dilahan gambut. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(3), 401–410.
- Probosari RM. 2011. Pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) yang diinokulasi dengan campuran Mikoriza VA di tanah ultisol. *Prosiding Seminar Biologi*, 8(1), 487–492.
- Putinella JA. 2011. Perbaikan sifat fisik tanah regosol dan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassicajuncea* L.) akibat pemberian bokashi ela sagu dan pupuk urea. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 7(1), 1–7.
- Ramadhan MF, Hidayat C, Hasani S. 2015. Pengaruh aplikasi ragam bahan organik dan FMA terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) varietas Landung pada tanah pasca galian C. *J. Agro*, 2(2).
- Ridwan MF, Nursalikhah A. 2019. Eceng gondok penuhi waduk saguling. *Republika*. <https://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/ptsodq366/eceng-gondok-penuhi-waduk-saguling>
- Setiawati, Murtiningsih, Sopha, Handayani. 2007. Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran. *Balai Penelitian Sayuran*, 1–143.
- Siregar NA, Sumono, Munir AP. 2013. Kwala berkala usu melalui uji laboratorium dan lapangan (Permeability Study of Several Soil Types in Kwala Bekala Field Trials USU Through. *J. Rekayasa*, 1(4), 138–143.
- Smith SE, Read DJ. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edition. In *Academic Press*.
- Smith SE, Smith FA. 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms from Cellular to Ecosystem Scales. *Annual Review of Plant Biology*, 62(1), 227–250. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103846>
- Suryani, Nelvia, Anom E. 2015. Sifat fisika tanah dan produksi kedelai (*Glycine max* L. Merrill) di perkebunan kelapa sawit akibat pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit. *Jom Faperta*, 2(1), 1–12.
- Zulkoni A. 2014. Upaya peningkatan kadar lengas dan permeabilitas tanah alfisol menggunakan bahan organik dan jamur mikoriza arbuskula sebagai medium tanaman jagung. *Jurnal Agrivet*, 1(18), 6–10.