

PENGARUH FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DAN PUPUK KANDANG TERHADAP SERAPAN HARA DAN HASIL KEDELAI PADA LAHAN KRITIS DI ACEH BESAR (INDONESIA)

INFLUENCE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZA FUNGI AND MANURE ON NUTRIENT UPTAKE AND SOYBEAN YIELD ON DEGRADED LAND IN ACEH BESAR (INDONESIA)

Sufardi^{1*}, Muyassir¹, E.S. Wulandari²

¹ Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh 23111

² Program Studi Konservasi Sumberdaya Lahan, Program Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh 23111

*Email: sufardi_usk@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

Peran FMA sebagai agen biologi telah banyak digunakan untuk perbaikan kualitas tanah, akan tetapi perlu terus diuji terutama pada tanah-tanah yang terdegradasi (kritis). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fungi mikoriza arbuskular (FMA) dan pupuk kandang terhadap serapan hara serta dan hasil kedelai pada lahan kritis Aceh Besar, Indonesia. Penelitian dilakukan menggunakan percobaan pot (polybag) pada media tanah Lithic Trophorthent (Entisol) terdegradasi yang berasal dari Desa Ie Seuúm Krueng Raya (Aceh Besar) yang terdiri atas sembilan kombinasi perlakuan yang ditata menurut rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 ulangan. Kombinasi perlakuan diperoleh dari tiga perlakuan jenis FMA (tanpa FMA, *Gigaspora* Sp, dan *Glomus* Sp) dan tiga dosis pupuk kandang sapi (0, 100, dan 150 g polybag⁻¹ atau setara 0, 10, dan 20 t ha⁻¹). Benih kedelai varietas Anjasmoro ditanam dalam polybag yang berisi 10 kg tanah). FMA (*Glomus* sp atau *Gigaspora* sp) diberikan dalam bentuk spora ke dalam lubang tanam pada tanah dalam polybag waktu penempatan benih kedelai, sementara pupuk kandang kotoran sapi diberikan dengan cara pencampuran dengan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis FMA dan dosis pupuk kandang meningkatkan serapan N, P, K dan hasil biji kedelai. Dengan aplikasi 10 g per polybag *Gigaspora* Sp atau *Glomus* sp yang dikombinasi dengan 100-150 g per polybag (setara 20-30 t ha⁻¹) pupuk kandang, hasil biji kedelai meningkat dari 1,96 g per tanaman (0,78 t ha⁻¹) menjadi 4,21 g per tanaman (1,68 t ha⁻¹) atau meningkat 115,38 persen.

Kata kunci: fungi mikoriza arbuskula, pupuk kandang, tanah kritis, kedelai

ABSTRACT

The role of FMA as a biological agent has been widely used to improve soil quality, but the study these needs to continued especially on degraded soils. This study aims to determine effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and manure on nutrient uptake and soybean yield on degraded soil in Aceh Besar, Indonesia. The experiment pot was conducted using the degraded soil of Lithic Trophorthent (Entisol) from IeSeuúmKrueng Raya of Aceh Besar Regency which consists of nine treatment combinations arranged according to randomized block design (RBD) with four replications. These treatments were originated from three levels kind of AMF (without FMA, *Gigaspora* Sp, and *Glomus* Sp) and three dosages of cow manure (0, 100 and 150 g per polybag or equal to 0, 10 and 20 t ha⁻¹). The soybean seeds of Anjasmoro cultivar were planted in polybag containing 10 kg of soil. FMA (*Glomus* or *Gigasporasp*) was given in the form of spores into the planting hole in the soil in polybags when placing soybean seeds, while cow manure was given by mixing with the soil. The results showed that the type of FMA and the dosage of cow manure increased the N, P, K uptakes and the yield of soybean. By the application 10 g per polybag of *Gigasporasp* or *Glomussp* combined with 100-150 g per polybag (20-30 t ha⁻¹) of cow manures, the dry seed of soybeans increased from 1.96 g per plant (0.78 t ha⁻¹) to 4.21 g per plant (1.68 t ha⁻¹), or increased to 115.38%.

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi, manure, degraded soil, soybeans

1. PENDAHULUAN

Lahan kritis merupakan lahan yang telah mengalami degradasi yang muncul

akibat pengelolaan atau penggunaan tanah yang tidak atau kurang memperhatikan syarat-syarat konservasi tanah dan air (Arsyad, 2010). Tanah-tanah yang terde-

gradasi akan kehilangan atau berkurang fungsinya sehingga tidak optimal lagi dalam mendukung usaha pertanian yang lestari (Chapman *et al.*, 2011). Meluasnya lahan kritis diberbagai wilayah disebabkan oleh proses-proses seperti erosi, penurunan kualitas fisik dan kimia dan dampak dari kekritisn lahan tersebut mengakibatkan menurunnya produktivitas lahan (Zachar, 2010). Penurunan produktivitas biasanya ditandai dengan penurunan kualitas sifat-sifat fisik seperti *bulk density*, kompaksi, erosi, dan menipisnya solum tanah (Bruand *et al.* 2011).

Degradasi tanah juga dapat terjadi karena semakin intensifnya penggunaan lahan yang menyebabkan penurunan kadar unsur hara dalam tanah baik karena penyerapan oleh tanaman maupun hilang dibawa bersama panen, hilang karena erosi, tercuci ke subsoil dan lain-lain (Zachar, 2010). Akibatnya dapat menimbulkan rendahnya produktivitas lahan sehingga hasil tanaman yang salah satunya yaitu hasil pertanian yang di usahakan diatasnya akan menurun.

Persoalan lahan kritis dan masalah kerawanan sumber daya air (SDA) di Indonesia sampai saat ini terus terjadi seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan. Pertambahan penduduk menimbulkan konsekuensi meningkatkan kebutuhan hidup terutama pangan, sehingga perluasan areal pertanian dan pemanfaatan teknologi pertanian sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan tersebut. Tanah yang mengalami degradasi yang parah(kritis) dapat berakibat terhadap penurunan kualitas fisik, kimia dan biologi serta terganggunya keadaan hidrologinya. Menurut Turgay *et al.*, (2012), tanah kritis adalah tanah yang erosinya tinggi dan dapat mengakibatkan produktivitas tanah cepat sehingga merusak mutu lingkungan hidup sekitarnya. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kesuburan tanah dan kurangnya bahan organik didalam tanah tersebut.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kesuburan lahan kritis yaitu dengan memanfaatkan

fungi mikoriza arbuskular (FMA). Pemanfaatan mikoriza ini sebagai pupuk hayati pada berbagai jenis tanaman telah banyak dilakukan. Hal ini tidak saja karena kemampuan bersimbiosis dengan berbagai tanaman, tetapi yang utama adalah mikoriza ini dapat membantu tanaman dalam meningkatkan penyerapan unsur hara. Menurut Aguilar dan Barea (2015), fungi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan dan hasil tanaman. Fungi mikoriza arbuskular ini mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan hampir 90%. Marschner (2012) menyatakan bahwa FMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air.

FMA telah banyak dibuktikan mampu memperbaiki nutrisi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman, namun efektifitas FMA sangat tergantung dari faktor lingkungan, kompatibilitas dengan tanaman inang, dan jenis mikoriza (Chapman *et al.*, 2011). Oleh karena itu, pengujian FMA masih perlu diteliti terutama pada suasana lingkungan yang ekstrim seperti pada lahan kritis dengan mengkombinasi dengan pupuk organik. Salah satu contoh adalah dengan memberikan pupuk kandang. Pemberian pupuk kandang pada lahan kritis diharapkan mampu memperbaiki tanah dan mengaktifkan kerja mikoriza (Sufardi, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh FMA dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah kritis di Aceh Besar.

2. MATERIAL DAN METODE

Percobaan pot dilaksanakan di Desa Peujeurat, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh pada ketinggian tempat 2 m di atas permukaan laut. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, sedangkan

analisis biologi dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala.

Bahan yang digunakan terdiri atas media (tanah) lapisan atas (0-20 cm) yang berasal dari lahan kritis jenis tanah Lithic Troorthents (Entisol) dari Desa Ie Sue'um Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, benih Kedelai varietas Anjasmoro, FMA jenis *Glomus* Sp. dan *Gigaspora* Sp., dan pupuk kandang kotoran sapi.

Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas sembilan perlakuan yang disusun dari tiga taraf aplikasi FMA yaitu tanpa FMA, pemberian 10 g per polybag *Gigaspora* sp, dan 10 g per polybag *Glomus* sp dan tiga taraf dosis pemberian pupuk kandang yaitu 0, 100, dan 150 g per polybag atau setara 0, 20, dan 30 t ha⁻¹. Setiap perlakuan diulang empat kali dan setiap satuan percobaan dibuat dua polybag (pot). Adapun susunan perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan perlakuan aplikasi FMA (*Gigaspora* sp dan *Glomus* sp) dan dosis pupuk kandang

Perlakuan Kombinasi	
T1	Tanpa mikoriza (FMA) dan tanpa pupuk kandang (0 t ha ⁻¹)
T2	Tanpa mikoriza (FMA) + 100 g/polybag pupuk kandang (20 t ha ⁻¹)
T3	Tanpa mikoriza (FMA) + 150 g/polybag pupuk kandang (30 t ha ⁻¹)
T4	<i>Gigaspora</i> (10 g/polybag) dan tanpa pupuk kandang (0 t ha ⁻¹)
T5	<i>Gigaspora</i> (10 g/polybag) + 100 g/polybag pupuk kandang (20 t ha ⁻¹)
T6	<i>Gigaspora</i> (10 g/polybag) + 150 g/polybag pupuk kandang (30 t ha ⁻¹)
T7	<i>Glomus</i> (10 g/polybag) dan tanpa pupuk kandang (0 t ha ⁻¹)
T8	<i>Glomus</i> (10 g/polybag) + 100 g/polybag pupuk kandang (20 t ha ⁻¹)
T9	<i>Glomus</i> (10 g/polybag) + 150 g/polybag pupuk kandang (30 t ha ⁻¹)

Bahan tanah kritis Lithic Troorthent diambil dari lapisan atas (0-20 cm) dan selanjutnya dibersihkan dari rerumputan dan dikering anginkan selama seminggu.

Untuk mengetahui karakteristik tanah dilakukan analisis sifat fisika dan kimia tanah di laboratorium. FMA diberikan dalam bentuk spora yang mengandung

jenis yang dicobakan (*Gigaspora* sp dan *Glomus* sp) yang diperoleh dari Laboratorium Biologi Kehutanan Bogor. FMA tersebut ditempatkan di dalam lubang tanam dan tercampur dengan benih. Pupuk kandang diberikan sebelum penanaman benih dengan cara mencampur dengan tanah sampai homogen sesuai dosis yang dicobakan, kemudian dimasukkan ke dalam polybag sebanyak 10 kg.

Setelah itu, tanah disirami air keran hingga mencapai kapasistas lapang. Benih kedelai ditanam dengan cara menugal dan setiap lubang ditanam tiga benih kedelai dan setelah seminggu diseleksi kembali dengan membiarkan 2 tanaman yang tumbuh sehat. Untuk mempertahankan kelembaban tanah, dilakukan penyiraman setiap pagi dan sore kecuali jika terjadi hujan. Sebagai pupuk dasar diberikan pupuk Ponska (15-15-15) dengan dosis 250 kg ha⁻¹ atau 1,25 g per tanaman atau 2,50 g per polybag.

Variabel respons yang diamati meliputi tinggi tanaman umur 15, 30, dan 45 hari setelah tanam (HST), diameter batang umur 30, dan 45 HST, bobot basah, serapan N, P, dan K dan bobot kering berangkas atas (top), jumlah polong berisi dan polong hampa per tanaman, bobot kering biji per tanaman dan produksi per hektar. Data hasil penelitian dianalisis dengan uji F (analisis ragam) pada taraf 5%, dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (LSD 0,05).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Tanah

Hasil analisis awal tanah Lithic Troorthent (Entisol) lapisan atas (0-20 cm) yang dikaji sebagai media bagi pertumbuhan tanaman kedelai di dapat bahwa pH tanah tergolong agak masam (pH 6,08), kandungan C organik, N total, dan kalium dapat ditukar (K-dd) tergolong dalam kriteria rendah, P tersedia sangat rendah, sedangkan kalsium dan magnesium dapat ditukar (Ca-dd, Mg-dd), serta kapasitas tukar kation (KTK) tanah

tergolong sedang. Berdasarkan fakta ini maka dapat dikemukakan bahwa lahan kritis di lokasi Ie Seuúm Krueng Raya (Aceh Besar) termasuk ke dalam tanah kritis yang mempunyai beberapa kendala kimia tanah yaitu bersifat agak masam, kandungan bahan organik rendah, dan ketersediaan hara N, P, dan K rendah (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik tanah lapisan atas (0-20 cm) jenis Lithic Trophorthent yang digunakan dalam percobaan

Sifat-sifat tanah	Nilai	Kriteria
Tekstur tanah	Lempung liat berpasir	
pH H ₂ O (1:2,5)	6,08	agak masam
pH KCl (1:2,5)	5,66	masam
C organik (Walkley-Black, %)	0,51	rendah
N total (Kjeldahl, %)	0,04	sgt rendah
C/N	12,85	sedang
P tersedia (Bray 2, mg kg ⁻¹)	1,31	Sgt rendah
Kation tertukar (1N NH ₄ OAc pH7):		
Ca-dd (cmol kg ⁻¹)	8,82	sedang
Mg-dd (cmol kg ⁻¹)	1,00	sedang
K-dd (cmol kg ⁻¹)	0,27	rendah
Na-dd (cmol kg ⁻¹)	0,70	sedang
KTK (cmol kg ⁻¹)	22,7	sedang
Kejenuhan basa (%)	47,3	sedang
Al-dd (1M KCl, cmol kg ⁻¹)	TU	rendah
H-dd (1M KCl, cmol kg ⁻¹)	0,08	rendah
DHL (dS m ⁻¹)	0,65	rendah

Sumber: Hasil analisis laboratorium (2016)

TU = tidak terukur

Tanah dengan reaksi masam (pH rendah) termasuk tanah yang kurang produktif karena pH tanah mencerminkan ketersediaan hara di dalam tanah, aktifitas mikroorganisme dan berbagai reaksi yang terlibat dalam metabolisme tanaman berhubungan dengan pH tanah (Foth, 2010, Sufardi, 2012). Demikian juga, kandungan Corganik dan Ntotal tanah yang rendah akan menghambat pertumbuhan tanaman dan tidak dapat mencapai produksi yang optimum karena bahan organik dan nitrogen di dalam tanah mempunyai hubungan yang erat dengan ciri tanah (Yulipriyanto, 2010) dan kualitasnya. Unsur N, P, K, Ca, dan Mg merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang tinggi setelah unsur H, C, dan O, sehingga penting diketahui dalam bentuk tersedia serta kecukupan jumlahnya (Marschner, 2012). Unsur-unsur ini esensial bagi tanaman karena tidak dapat diganti fungsinya oleh unsur

lain (Havlin et al., 2012), sehingga tanaman harus mendapatkan dalam jumlah yang cukup dengan pemberian pupuk, bahan organik atau dengan memberikan mikoriza yang mampu melepaskan hara dari berbagai kompleks pengikatan di dalam tanah terutama dari pengikatan Fe dan Al bagi seyawa fosfat anah (Havlin et al., 2012, Sufardi, 2012) atau dengan memperbesar nilai KTK tanah sehingga kemampuan koloid dalam mempertukarkan kation hara menjadi meningkat (Stevenson, 2010).

b. Pertumbuhan dan Serapan Hara

Pemberian mikoriza FMA (*Gigaspora* dan *Glomus*) yang dikombinasi dengan pupuk kandang berpengaruh terhadap tinggi tanaman, bobot kering tanaman, dan serapan NPK kedelai umur 45 hari setelah tanam (HST). Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa tanaman terendah dan bobot kering tanaman terendah ditemukan pada perlakuan kontrol (T1 = tanpa aplikasi FMA dan tanpa pupuk kandang). Namun dengan pemberian pupuk kandang 20-30 t ha⁻¹ (perlakuan T2 dan T3) meskipun tanpa aplikasi FMA, tinggi tanaman dan bobot keringnya cenderung meningkat walaupun tidak berbeda nyata secara statistik dengan T1 (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang mampu memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga meningkatkan pertumbuhan dan kedelai. Selanjutnya, jika tanaman kedelai diinokulasi dengan FMA jenis *Gigaspora* sp dan *Glomus* sp sebanyak 10 g per polybag (T4 sd T9), tinggi tanaman dan bobot kering kedelai meningkat lebih tinggi lagi dan berbeda dengan perlakuan kontrol (T1). Hal ini menunjukkan bahwa inokulasi FMA yang dikombinasi dengan pupuk kandang mampu memperbaiki kualitas tanah sehingga dapat memacu pertumbuhan kedelai pada tanah kritis. Jika dibandingkan antara kedua jenis FMA yang dicoba, terlihat ada sedikit perbedaan dalam memberikan pengaruh meskipun secara statistik tidak berbeda. Perbedaan respons ini diduga karena perbedaan fungsi dan mekanisme asosiasi fungi mikoriza dalam

memengaruhi tanaman inangnya (Bakony, 2018) dan karena adanya interaksi diantara faktor-faktor yang menentukan karakteristik tanaman inang, sifat fisika dan kimia tanah dan karakteristik FMA itu sendiri (Tran *et al.*, 2014, Lagos, 2015).

Berdasarkan hasil percobaan ini, maka dapat dikemukakan bahwa aplikasi FMA bersama pupuk kandang sangat berguna untuk perbaikan kualitas tanah dan meningkatkan pertumbuhan kedelai khususnya pada lahan kritis (terdegradasi). Banyak keunggulan yang diperoleh dengan aplikasi FMA untuk perbaikan kualitas tanah karena aplikasi mikoriza (FMA) dapat memperluas daerah jangkauan perakaran tanaman dalam menyerap unsur hara dan air untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai (Wang *et al.*, 2017, Willis *et al.*, 2013). Disamping itu ukuran hifa yang lebih halus dari bulu-bulu akar memungkinkan hifa bisa menyusup ke pori-pori tanah yang paling kecil (mikro) sehingga hifa bisa menyerap air pada kondisi kadar air tanah sangat rendah (Killham, 2014). Serapan air yang lebih besar oleh tanaman bermikoriza, juga membawa unsur hara yang mudah larut dan terbawa oleh aliran masa seperti N, P, K dan S, sehingga serapan unsur tersebut juga makin meningkat. Dengan meningkatnya serapan air dan unsur hara, maka akan terjadi peningkatan terhadap

pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai (Killham, 2014).

Selanjutnya, adanya pengaruh FMA yang semakin tinggi dengan penambahan pupuk kandang membuktikan bahwa pupuk kandang merupakan bahan amendemen tanah yang baik dalam memperbaiki kualitas karena selain dapat mengurangi berbagai kendala buruk pada tanah terdegradasi yaitu meningkatkan kadar bahan organik tanah (Stevenson, 2010), juga pupuk kandang dapat memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah sehingga berdampak baik terhadap pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang selain memperbaiki kesuburan tanah, juga meningkatkan bahan organik dan sumber hara makro dalam tanah (Sufardi, 2012). Pupuk kandang juga berperan sebagai penyumbang C ke tanah (Tawaraya, 2013) dan menjadi sumber energi bagi jasad renik tanah sehingga aktifitas mikroorganisme didalam tanah dapat berkembang dengan baik (Wang *et al.*, 2017).

Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza (FMA) berbeda jenis (*Gigaspora* sp dan/atau *Glomus* sp) dan pupuk kandang berbeda dosis berpengaruh terhadap konsentrasi N, P, dan K dalam jaringan daun kedelai, sehingga berpengaruh juga terhadap serapan (*uptake*) ketiga unsur tersebut pada tanaman kedelai.

Tabel 3. Rata-rata serapan N, P, dan K tanaman kedelai pada berbagai perlakuan kombinasi jenis FMA dan dosis pupuk kandang umu 45 HST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Konsentrasi hara			Bobot kering tanaman (g/tanaman)	Serapan hara (kg ha ⁻¹)		
		N (%)	P (%)	K (%)		N	P	K
T1	107,2 a	1,10 a	0,39 a	1,45 a	3,24 a	10,69 a	3,79 a	14,09 a
T2	114,0 a	1,23 a	0,42 a	2,45 b	5,23 b	19,30 b	6,59 ab	38,44 b
T3	126,8 b	1,25 a	0,43 a	2,90 bc	4,72 a	21,45 b	7,38 ab	49,76 bc
T4	138,6 c	1,51 b	0,63 b	3,45 cd	7,46 c	33,79 c	14,10 c	77,21 d
T5	123,4 b	1,54 b	0,67 b	3,71 d	7,51 c	34,70 c	15,10 c	83,59 d
T6	121,2 b	1,58 b	0,76 b	3,79 d	6,87 bc	32,56 c	15,66 c	78,11 d
T7	138,0 c	1,59 b	0,51 a	2,55 b	6,21 bc	29,62 c	9,50 b	47,51 bc
T8	143,4 c	1,89 c	0,56 b	2,56 b	7,92 cd	44,91 d	13,31 bc	60,83 c
T9	141,3 c	1,79 b	0,47 a	3,31 cd	7,96 d	42,75 d	11,22 bc	79,04 d
LSD (0,05)	10,6	0,26	0,13	0,75	1,42	7,12	4,18	13,35

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama sama pada lajur sama tidak berbeda nyata (LSD 0,05)

Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa konsentrasi N, P, dan K terendah ditemukan pada perlakuan kontrol T1 (tanpa FMA dan tanpa pupuk kandang). Pada perlakuan ini konsentrasi hara dalam jaringan kedelai masing-masing 1,10% N, 0,39% P, dan 1,45% K. Menurut Jones *et al.* (2014), konsentrasi N, P, dan K pada tanaman kedelai umumnya berkisar dari 1,5-4,0%, dan jika konsentrasi <1,50% maka unsur tersebut terjadi defisien (Mahamood *et al.*, 2009; Marchsner, 2012; Sufardi, 2012). Dengan aplikasi FMA *Gigaspora* sp dan *Glomus* sp sebanyak 10 g/polibag, maka konsentrasi N, P, dan K dalam jaringan kedelai semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 4 bahwa dengan inokulasi FMA baik jenis *Gigaspora* sp maupun *Glomus* sp tanpa diberi pupuk kandang maupun diberi pupuk kandang 20-30 t ha⁻¹ memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan kontrol T1. Konsentrasi N meningkat dari 1,10% (defisien) menjadi 1,89% (mencukupi) dengan aplikasi FMA *Glomus* + 20 t ha⁻¹ pupuk kandang (T8). Konsentrasi P tanaman meningkat dari 0,39% menjadi 0,76% sedangkan konsen-trasi K meningkat dari 1,45% menjadi 3,79% pada perlakuan T6 (aplikasi FMA *Gigaspora* 10 g/polybag + pupuk kandang 20 t ha⁻¹). Berdasarkan hasil percobaan ini maka dapat dinyatakan bahwa aplikasi FMA jenis *Gigaspora* sp dan *Glomus* sp serta dosis pupuk kandang mampu meningkatkan konsentrasi N, P, dan K dalam jaringan tanaman kedelai dari kondisi defisien menjadi cukup (*sufficient*).

Peningkatan konsentrasi hara N, P, dan K terjadi karena FMA yang diberikan efektif dalam meningkatkan ketersediaan hara termasuk N, P, K, dan unsur lainnya, sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman. Menurut Tawaraya (2011) keberadaan mikoriza di hampir semua spesies tanaman tingkat tinggi telah terbukti membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Mikoriza (FMA) juga mampu menyediakan dan melepaskan unsur yang terikat atau yang terperap pada partikel liat tanah, sehingga mampu menyediakan bahan baku sejumlah

unsur hara yang lebih banyak (Oliveira *et al.*, 2017). Asosiasi FMA dengan kedelai mampu membentuk asosiasi yang baik yang dapat mengeluarkan sejumlah asam-asam organik khususnya asam oksalat dan fosfatase yang membantu peningkat (an P tersedia tanah (Tawaraya, 2011, Larsen *et al.*, 2015). Eckhard (2008) menambahkan bahwa aplikasi FMA yang dikombinasi dengan pupuk kandang membuat efektifitas FMA menjadi makin besar karena di dalam pupuk kandang selain mengandung beberapa unsur hara juga mengandung asam-asam organik yang mampu melarutkan mineral sehingga ketersediaan hara meningkat (Wahyudin *et al.*, 2017). Seiring dengan meningkatnya N, P, dan K dalam jaringan tanaman kedelai, serapan hara juga ikut meningkat tajam. Nitrogen meningkat dari 10,69 kg menjadi 44,9 kg ha⁻¹ N, fosfor meningkat dari 3,79 kg menjadi 13,3 kg ha⁻¹ P, dan kalium meningkat dari 14,09 kg menjadi 83,59 kg ha⁻¹ K. Berdasarkan fakta ini maka peningkatan serapan hara bisa mencapai 4-6 kali.

c. Hasil Biji dan Produksi

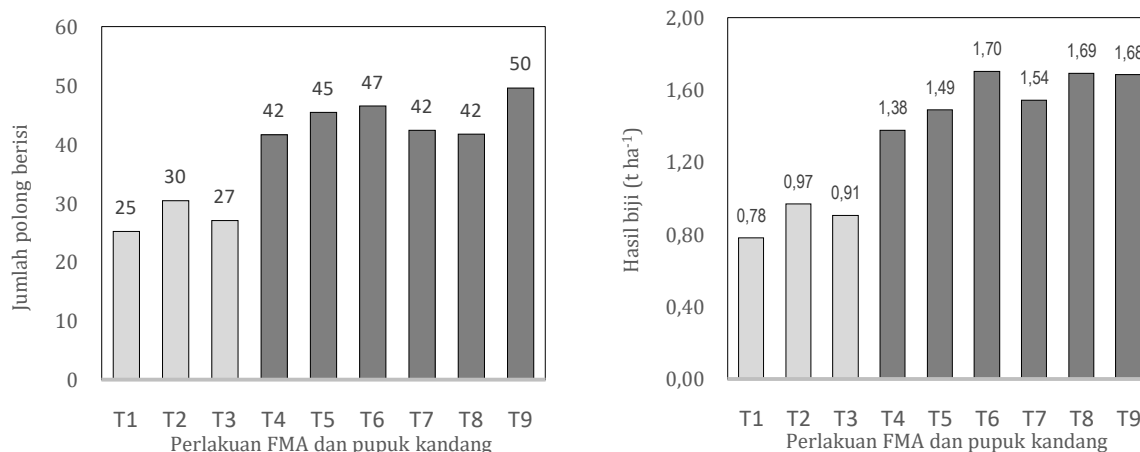
Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa aplikasi FMA dan pupuk kandang mampu meningkatkan hasil kedelai yang ditunjukkan oleh meningkatnya jumlah polong dan hasil biji kering per tanaman. Tabel 5 dapat dilihat bahwa jumlah polong paling sedikit dan bobot kering biji terkecil dijumpai pada perlakuan kontrol T1 (tanpa FMA dan tanpa pupuk kandang), sedangkan tertinggi dijumpai pada perlakuan T8 yaitu aplikasi FMA *Glomus* sp dan pemberian pupuk kandang 20 t ha⁻¹, namun hasil yang dicapai secara statistik tidak berbeda dengan hasil perlakuan lainnya kecuali perlakuan yang tidak diaplikasi FMA (T1, T2, T3). Berdasarkan data ini maka dapat ditegaskan bahwa aplikasi FMA dan pupuk kandang sebanyak 20-30 t ha⁻¹, mampu meningkatkan hasil dan produksi kedelai pada tanah kritis. Dengan aplikasi FMA dan pupuk kandang tersebut, produksi per hektar dapat ditingkatkan dari 0,78 t ha⁻¹ menjadi 1,69 t ha⁻¹. Produksi ini hampir

melampaui potensi hasil kedelai varietas Anjasmoro (1,85 t ha⁻¹).

Tabel 4. Rata-rata jumlah polong dan bobot kering biji kedelai pada berbagai perlakuan kombinasi jenis FMA dan dosis pupuk kandang umur 45 HST

Perlakuan	Jumlah polong (per tanaman)			Bobot kering biji (produksi)	
	Polong berisi	Polong hampa	Jumlah polong	(g/tanaman)	(t ha ⁻¹)
T1	25,25 a	3,50 a	28,75 a	1,96 a	0,78 a
T2	30,40 a	3,21 a	33,61 a	2,42 a	0,97 a
T3	27,10 a	3,00 a	30,10 a	2,27 a	0,91 a
T4	41,65 b	7,00 b	48,65 b	3,44 b	1,38 b
T5	45,40 b	7,02 b	52,42 b	3,73 b	1,49 b
T6	46,50 b	8,50 b	55,00 b	4,26 b	1,70 b
T7	42,40 b	7,33 b	49,73 b	3,86 b	1,54 b
T8	51,75 b	6,67 b	58,42 b	4,23 b	1,69 b
T9	49,60 b	8,22 b	57,82 b	4,21 b	1,68 b
LSD (0,05)	8,95	2,19	11,08	0,92	0,27

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama sama pada lajur sama tidak berbeda nyata (LSD 0,05)



Gambar 1. Jumlah polong dan hasil biji kedelai pada berbagai perlakuan kombinasi jenis FMA dan dosis pupuk kandang umur 45 HST

Gambar 1 memperlihatkan bahwa ada variasi yang sangat jelas antara perlakuan yang diberi FMA dengan perlakuan tanpa FMA. Perlakuan T1, T2, dan T3 terlihat sebagai perlakuan yang memberikan hasil terendah, namun dengan aplikasi FMA *Gigaspora sp* atau *Glomus sp* dan pupuk kandang 20-30 t ha⁻¹, produksi kedelai meningkat dan berbeda dengan kontrol (T1). Turgay et al. (2011) menyatakan bahwa beberapa tanaman tropis yang mempunyai rambut akar jarang sangat tergantung pada mikoriza, karena hubungan simbiosis dapat menggantikan fungsi rambut akar dalam mengabsorpsi unsur hara. Hal ini sejalan dengan pendapat Aguilar dan Barea (2015), yang menyatakan bahwa penyerapan air dan

hara oleh akar akan meningkat dengan adanya FMA dan fungi sendiri memperoleh senyawa organik dari tumbuhan. FMA yang berkolonisasi mempengaruhi proses penyerapan unsur hara oleh kedelai, sehingga pertumbuhan dan hasil meningkat.

4. KESIMPULAN

Aplikasi FMA *Gigaspora sp* atau *Glomus sp* dan pemberian pupuk kandang berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan, serapan N, P, dan K tanaman kedelai yang diikuti dengan meningkatnya hasil biji dan produksi kedelai pada tanah kritis Lithic Troorthent (Entisol). Dengan aplikasi FMA sebanyak 10 g/polybag yang dikombinasi dengan 100-150

g pupuk kandang per polybag (20-30 t ha⁻¹) hasil kedelai dapat ditingkatkan dari 0,78 t menjadi 1,70 t per hektar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, C.A., and J.M. Barea. 2015. Nutrient cycling in the mycorrhizosphere. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 15(2): 1-15. <http://dx.doi.org/10.4067>.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bakony, I., G. Csitaria, O. Street, and H. Sarbogard. 2018. Response of winter wheat to arbuscular mycorrhizal fungal inoculation under farm conditions. *J. Agricultural and Environmental Sciences.* 5 (1): 1-12.
- Bruand A. H. Cochrane, P. Fisher, and R.J. Gilkes. 2011. Increase in the bulk Density of a gray claysubsoil by infilling of Cracks by top soil. *J SoilScience.* 52(1) : 37-47.
- Chapman, G., G.J. Murphy, B. Atkinson, G. Leys, J. Muller, R. Peasley, B. Wilson, G. Bowman, M. Clarke, D. Morand, and X. Yang. 2011. Assessing the condition of soils in NSW. *Technical report series.* Office of Environment and Heritage, Sydney
- Eckhar, G., H. Marschner, and I. Jacobsen. 2008.. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of fosphorus and nitrogen from soil. Published online: 27 July 2018, p. 257-270.
- Foth, H.D.. 2010. *Fundamentals of Soil Science*. John Wiley and Sons, Ney York.
- Kilham, K, 2014. *Soil Ecology*. Cambridge University Press. New York.
- Lagos, L., F. Maruyama, P. Nannipieri, M.L. Mora, A. Ogram, and M.A. Jorquera. 2015. Current overview on the study of bacteria in the rhizosphere by modern molecular techniques: a mini-review. *J. Soil Sci. Plant Nutrition.* 15:504-523.
- Larsen, J., Jaramillo-López, P., Nájera-Rincon, M., González-Esquivel, C.E. 2015. Biotic interactions in the rhizosphere in relation to plant and soil nutrient dynamics. *J. Soil Sci. Plant Nutrition.* 15:449-463.
- Mahamood, J., Y.A. Abayomo, and M.O. Aduloju. 2009. Comparative growth and grain yield responses of soybean genotype to phosphorous fertilizer application. *Afr. J. Biotechnol.*, 8:1030-1036.
- Marschner, 2012. *Vesicular-arbuskula mycorrhiza researh for tropical agricultura*. Res. Bul. 224. Hawaii Inst. Agric. P. 67-75.
- Oliveira, D.P., B.L. Soares, H.S. Teixeira, F.A.D. Martins, M. Rufini, C.P. Chain, R.P. Reis, A.R. de Moraes, F.M.S. Moreira, and M.J.B. de Andrade. 2017. Acid tolerant Rhizobium strains contribute to increasing the yield and profitability of common bean in tropical soils. *J. Soil Science and Plant Nutrition,* 17 (4): 922-934.
- Stevenson, F.A. 2010. *Humus Chemistry. Genesis-Composition-Reaction*. John Wiley and Sons, New York,
- Sufardi. 2012. *PengantarNutrisiTanaman*. Bina Nangro, Banda Aceh.
- Tawaray, K. 2011. Arbuscular mycorrhizal dependency of different plant species and cultivars. Published online: p. 655-668. <https://doi.org/10.1080>. 1 August, 2018.
- Tran, T.M., H.H. Bui, J. Luxhoi, and L.S. Jensen. 2012. Application rate and composting method affect the immediate and residual manure fertilizer value in a maize-rice-rice-maize cropping sequence on a degradedsoil in Northern Vietnam. *Soil Science and Plant Nutrition.* 58 (2): 1-14. Published online. 1 August, 2018.
- Turgay, O.C., J. Lumbanraja, S. Yusnaini, and M. Nonaka. 2011. Effect of land degradation on soil microbial biomass in a hilly area of South Sumatera, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition,* 48: Published online: 22 Nov 2011.
- Wahyudin, A., F.Y. Wicaksono, A.W. Irwan, Ruminta, R. Fitriani. 2017. Responstanamankedelai (*Glycine max*) varietasWilisakibatpemberianberbagaidosisipupuk N, P, K, dan pupuk guano pada tanahInceptisolJatinangor. *JurnalKultivar.* 16 (2): 333-339.
- Wang, W., Shi, Q. Xie, Y Jiang, N. Yu, and E. Wang. 2017. Nutrient exchange and regulation in arbuscular mycorrhizal symbiosis. 2017. PubMed. (9):1147-1158. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28782719>.
- Willis, A., B.F. Rodrigues, P.J.C. Harris. 2013. The ecology of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Sci.* 32:1-20.
- Zachar, P. 2010. *Soil Erosion*. John Wiley and Sons., New York.