

# Identifikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dari Rhizosfer Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) dan Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) serta Perbanyakannya Menggunakan Media Zeolit

I WAYAN EKA ADI WIRAWAN

I KETUT SUADA<sup>\*)</sup>

I GEDE KETUT SUSRAMA

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana

Jl. P.B. Sudirman Denpasar Bali 80326

<sup>\*)</sup>Email: ketutsuada@yahoo.com

## ABSTRACT

### Vesicular Arbuscular Mycorrhizae (VAM) Identification of Chilli (*Capsicum annuum* L.) and Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Rhizosphere and Its Spore Multiplication in Zeolite Media

Various attempts have been made to increase the production of chilli and tomato plants by farmers, including by using inorganic fertilizer application on and on going basis. Considering potential problems that may occurred due to inorganic fertilizer use, application of biological fertilizer which one of them is containing vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM) could be expected to assist the growth of chilli and tomato in more naturally manner. This study was aimed to determine genus and species of VAM in chilli and tomato rhizosphere, its colonization in root tissue, and to examine zeolite media compatibility with corn as a symbiont. Based on the results of the study, it was found four species namely *Acaulospora fofeata*, *A. colombiana*, *A. Laevis*, and *Glomus ambisporum* in chilli and four species in tomato that were identified as *A. fofeata*, *A. colombiana*, *Scutellospora calospora*, and *G. ambisporum*. Colonization were found in roots of chilli, tomato, and corn indicated by symbiotic structures arbuscules, vesicles, and inner spores. Zeolite media with corn as symbiotic plant is considered suitable for VAM spore propagation.

Keywords: *rhizosphere*, *Acaulospora fofeata*, *zeolite*, *inner spore*

## 1. Pendahuluan

Pengembangan varietas tanaman budidaya berdaya hasil tinggi sering mengalami hambatan karena tidak tahan terhadap temperatur tinggi, kurangnya unsur hara, dan adanya cekaman biotik maupun abiotik. Berbagai upaya telah dilakukan petani dan para ahli pertanian untuk mengatasi hal tersebut. Di tingkat petani,

peningkatan produksi tanaman cabai dan tomat dilakukan dengan cara pemberian pupuk kimia secara terus-menerus yang telah diketahui mengakibatkan terjadinya kerusakan tekstur dan struktur tanah. Pemberian pupuk kimia secara berkelanjutan akan menyebabkan kerusakan lingkungan biotik maupun abiotik. Melihat permasalahan tersebut diperlukan adanya upaya peningkatan produksi dan pemanfaatan lahan marjinal dengan pemberian pupuk hayati dan salah satunya adalah mikoriza yang bersifat ramah lingkungan dan bisa membantu penyerapan unsur hara.

Mikoriza merupakan simbiosis mutualisme antara jamur dengan akar tanaman. Selain disebut sebagai jamur tanah, mikoriza juga biasa dikatakan sebagai jamur akar. Keistimewaan dari jamur ini adalah kemampuannya dalam membantu tanaman untuk menyerap unsur hara terutama unsur hara fosfat (Syib'li, 2008). Jamur dan tanaman sama-sama memperoleh keuntungan dari simbiosis yang terjadi. Keuntungan yang diperoleh tanaman antara lain berupa serapan unsur hara meningkat dan adaptasi tanaman yang lebih baik terhadap cekaman biotik maupun abiotik. Di lain pihak jamur pun dapat memenuhi keperluan hidupnya berupa karbohidrat dan keperluan tumbuh lainnya dari tanaman simbion (Anas, 2009). Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan isolasi dan identifikasi MVA serta perbanyakannya untuk mengetahui jenis mikoriza dan keefektivannya memacu pertumbuhan tanaman. Mikoriza tersebut diharapkan mampu membantu pertumbuhan tanaman tomat maupun cabai tanpa bergantung pada pupuk kimia. Perbanyak dilakukan dengan menggunakan media zeolit dan simbion jagung. Keberhasilan perbanyak dalam media zeolit akan mendukung pembuatan pupuk hayati yang memerlukan inokulan dalam jumlah besar. Pupuk tersebut pada akhirnya dapat digunakan untuk membantu rehabilitasi tanah dan peningkatan produksi tanaman.

## **2. Bahan dan Metode**

### **2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober sampai Desember 2014. Penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Sumber Daya Genetika dan Biologi Molekuler Universitas Udayana Denpasar.

### **2.2 Alat dan Bahan**

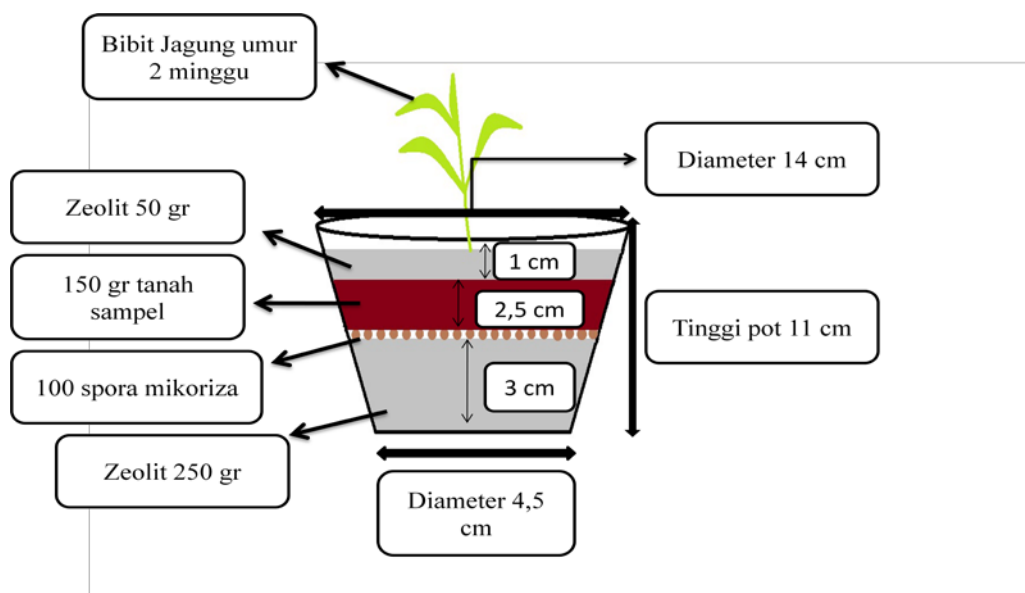
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set saringan (berukuran 1 mm, 500  $\mu\text{m}$ , 212  $\mu\text{m}$ , 106  $\mu\text{m}$ , dan 53  $\mu\text{m}$ ), gelas *beaker* 1000 ml, cawan petri, pipet mikro, kaca preparat, *cover glass*, mikroskop stereo, mikroskop compound, jarum öse, timbangan analitik, pot plastik ( $\emptyset$  atas 14 cm,  $\emptyset$  bawah 4,5 cm, tinggi 11 cm) dan kamera digital. Bahan yang digunakan adalah sampel tanah, akar

tanaman cabai dan tomat dari Desa Songan Kintamani, 10% KOH, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 1% HCl, *lactoglycerol*, *trypan blue*, dan air kran.

### 2.3 Pelaksanaan Penelitian

Sampel tanah dan akar tanaman diambil di Desa Songan Kecamatan Kintamani. Sampel diambil pada posisi diagonal pada 5 titik masing-masing 1000 g tanah termasuk akar yang diambil pada jarak 10-15 cm dari pangkal batang pada kedalaman 0-30 cm.

Sebanyak 100 g sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan 500 ml air. Campuran diaduk hingga homogen, lalu supernatan dituangkan ke dalam saringan bertingkat dengan diameter 1 mm, 500  $\mu$ m, 212  $\mu$ m, 106  $\mu$ m, dan 53  $\mu$ m yang telah disiapkan (diulang 5 kali). Hasil saringan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Pengamatan spora dilakukan dengan mikroskop stereo (Pacioni, 1992).



Gambar 1. Skema perbanyakan mikoriza pada media zeolit.

Pengamatan kolonisasi MVA pada jaringan akar tanaman dilakukan dengan menggunakan metode Phyllip dan Hyman (Setiadi & Setiawan, 2011). Akar direndam dalam KOH 10% dan dipanaskan selama 15-30 menit pada suhu 100°C. Akar dicuci dengan air mengalir sebanyak 3-5 kali, selanjutnya akar direndam dalam larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% selama 10-30 menit pada suhu minimal 90°C, kemudian dicuci dengan air mengalir sebanyak 3-5 kali. Selanjutnya akar direndam dalam HCl 1%, didiamkan selama 30 menit, setelah itu direndam dalam larutan *trypan blue* dengan suhu 90°C. Akar dipotong  $\pm$  1 cm kemudian diletakkan berjajar pada gelas objek. Setiap 5 potong akar ditutup dengan *cover glass*, kemudian diamati struktur mikorizanya (arbuskula, vesikula, ataupun spora).

Infeksi MVA pada akar dihitung menggunakan rumus Giovannety dan Mosse (Setiadi & Setiawan, 2011) sebagai berikut:

$$\text{Akar terinfeksi (\%)} = \frac{\sum \text{Conto h akar terinfeksi}}{\sum \text{Conto h seluruh h akar yang diamati}} \times 100\% \quad (1)$$

MVA diperbanyak menggunakan media zeolit dan tanaman jagung (Brundrett *et al.*, 1996). Media disterilkan pada suhu 121°C dalam autoklaf selama 30 menit. Sterilisasi dilakukan untuk membunuh mikroorganisme sehingga mengurangi kompetisinya terhadap mikoriza. Mula-mula dimasukkan 250 g zeolit ke dalam pot plastik, kemudian disebar 100 spora MVA hasil isolasi, 150 g tanah sampel steril, dan terakhir 100 g zeolit, kemudian ditanami satu bibit jagung sebagai simbiosis mikoriza (Gambar 1).

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1.1 Identifikasi Spora Mikoriza Vesikular Arbuskular

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spora yang ditemukan pada rhizosfer tanaman cabai dan tomat adalah genus *Acaulospora*, *Glomus*, dan *Scutellospora* dengan ciri-ciri sebagai berikut:

##### 1. Genus *Acaulospora*

Spora *Acaulospora* dibentuk oleh *sporiferous saccule* yang berasal dari perluasan hifa terminal. Ketika spora telah terbentuk sempurna, isi dari *saccule* akan berpindah ke dalam spora, kemudian *saccule* menipis dan lama kelamaan terdegradasi. Genus *Acaulospora* memiliki bentuk bulat sampai agak bulat, atau tidak beraturan sampai lonjong dengan dua lapis dinding spora (INVAM, 2009).

##### 2. Genus *Glomus*

Genus ini berbentuk bulat sampai agak bulat, lonjong, maupun agak lonjong dengan dinding spora lebih dari satu lapis. Warna spora *Glomus* bervariasi mulai dari kuning-kecoklatan, coklat-kekuningan, coklat muda, hingga coklat-tua-kehitaman (INVAM, 2009).

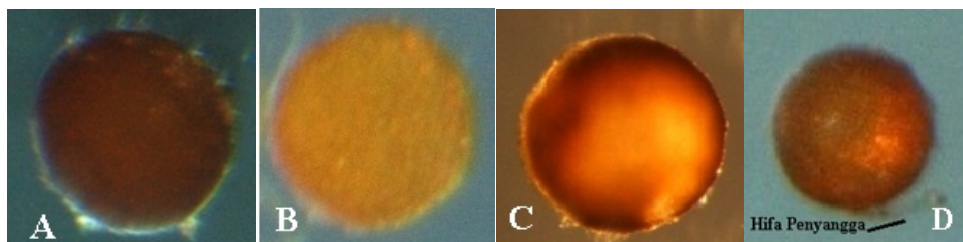
##### 3. Genus *Scutellospora*

Spora *Scutellospora* umumnya ditemukan dengan atau tanpa ornamen. Memiliki dua lapis dinding spora dan dua lapis dinding dalam yang fleksibel. Genus *Scutellospora* memiliki bentuk spora bulat, agak bulat, agak lonjong, dan terkadang tidak beraturan dengan warna dinding spora kuning hingga kecoklatan (INVAM, 2009).

Berdasarkan spora yang ditemukan, pada tanaman cabai ditemukan 4 spesies yaitu dengan ciri warna spora merah gelap kecoklatan, bentuk bulat dengan ukuran

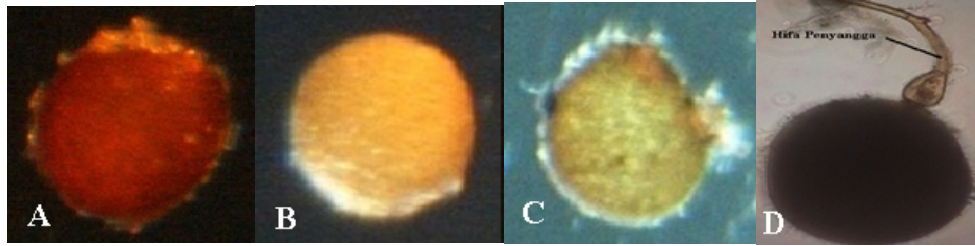
261  $\mu\text{m}$ . Setelah dicocokkan dengan INVAM, maka termasuk *Acaulospora fofeata*, yang memiliki warna oranye-kemerahan sampai merah-gelap-kecoklatan berbentuk bulat, agak bulat kadang-kadang tidak beraturan dengan ukuran 240-360  $\mu\text{m}$  (Gambar 2A).

Spora yang ditemukan berikutnya memiliki warna oranye, bentuk bulat dengan ukuran 140  $\mu\text{m}$ , setelah dicocokkan dengan INVAM termasuk spesies *Acaulospora colombiana* yang memiliki warna oranye sampai oranye-gelap-kecoklatan, bentuk bulat sampai agak bulat dengan ukuran 100-140  $\mu\text{m}$  (Gambar 2B). Spora berikutnya (Gambar 2C) adalah spora yang memiliki warna oranye-kecoklatan, bentuk bulat dengan ukuran 145  $\mu\text{m}$ . Setelah dibandingkan dengan INVAM termasuk *Acaulospora laevis* yang memiliki warna oranye sampai oranye-kecoklatan, bentuk bulat sampai agak bulat dengan ukuran 140-240  $\mu\text{m}$ . Selanjutnya adalah spora seperti Gambar 2D yaitu spora dengan warna coklat-gelap, bentuk bulat dengan ukuran 121  $\mu\text{m}$  dan terdapat karakteristik khusus berupa hifa penyangga. Setelah dibandingkan dengan INVAM maka termasuk *Glomus ambisporum*, memiliki warna coklat-gelap sampai hitam, bentuk bulat sampai agak bulat dengan ukuran 120-180  $\mu\text{m}$ .



Gambar 2. Spesies MVA dari rhizosfer tanaman cabai (perbesaran 100 kali).

Hasil identifikasi spora pada tanaman tomat ditemukan spora seperti Gambar 3A dengan warna oranye-kemerahan, bentuk bulat dengan ukuran 260  $\mu\text{m}$ ., setelah dicocokkan dengan INVAM maka termasuk *Acaulospora fofeata*, yaitu memiliki warna oranye-kemerahan sampai merah-gelap-kecoklatan berbentuk bulat sampai agak bulat, kadang-kadang tidak beraturan dengan ukuran 240-360  $\mu\text{m}$ . Selanjutnya ditemukan spora dengan warna oranye, bentuk bulat dengan ukuran 137  $\mu\text{m}$ , setelah dibandingkan dengan INVAM maka termasuk *Acaulospora colombiana*, memiliki warna oranye sampai oranye-gelap-kecoklatan, bentuk bulat sampai agak bulat dengan ukuran 100-140  $\mu\text{m}$  (Gambar 3B). Spora lainnya ditemukan berwarna kuning-pucat sampai kehijauan, bentuk tidak beraturan dengan ukuran 120  $\mu\text{m}$ , setelah dicocokkan dengan INVAM termasuk *Scutellospora calospora*, memiliki warna kuning pucat sampai kehijauan, bentuk bulat sampai lonjong, tidak beraturan dengan ukuran 120-145  $\mu\text{m}$  (Gambar 3C). Selanjutnya ditemukan spora dengan warna hitam, bentuk agak bulat dengan ukuran 120  $\mu\text{m}$  dan terdapat hifa penyangga, setelah dibandingkan dengan INVAM termasuk *Glomus ambisporum*, memiliki warna coklat-gelap sampai hitam, bentuk bulat sampai agak bulat dengan ukuran 120-180  $\mu\text{m}$  seperti Gambar 3D.



Gambar 3. Spesies MVA dari rhizosfer tanaman tomat (perbesaran 100 kali)

### 3.2 Infeksi MVA pada Akar

Hasil pewarnaan struktur MVA pada akar dan pengamatan di bawah mikroskop dengan 200 kali perbesaran ditemukan struktur MVA berupa arbuskula, vesikula, dan spora dalam (Gambar 4).

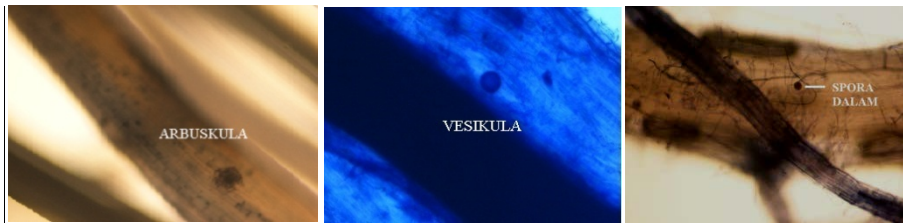
Struktur arbuskula yang ditemukan bercabang-cabang seperti pohon kecil yang mirip haustorium dengan pola dikotomi, sedangkan struktur vesikulanya berbentuk bulat atau lonjong seperti berikut.

#### 1. Arbuskula

Jamur ini dalam akar membentuk struktur khusus yang disebut arbuskula. Arbuskula merupakan hifa bercabang halus yang dibentuk oleh percabangan dikotomi yang berulang-ulang sehingga menyerupai pohon dari dalam sel simbion (Pattimahu, 2004). Arbuskula merupakan percabangan dari hifa masuk ke dalam sel tanaman simbion. Masuknya hifa ini ke dalam sel tanaman simbion diikuti oleh peningkatan sitoplasma, peningkatan respirasi, dan aktivitas enzim dalam sel tanaman inang.

#### 2. Vesikula

Vesikula merupakan struktur jamur yang berasal dari pembengkakan hifa internal secara terminal, kebanyakan berbentuk bulat telur, dan berisi banyak senyawa lemak sehingga merupakan organ penyimpanan cadangan makanan dan pada kondisi tertentu dapat berperan sebagai spora atau alat untuk mempertahankan kehidupan cendawan. Tipe MVA memiliki fungsi yang paling menonjol dari tipe jamur mikoriza lainnya. Hal ini dimungkinkan karena kemampuannya dalam berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman, sehingga dapat digunakan secara luas untuk meningkatkan produktivitas tanaman (Pattimahu, 2004).



Gambar 4. Kolonisasi MVA pada akar tanaman (100 kali perbesaran).

Tabel 2. Perbandingan persentase infeksi MVA pada akar tanaman cabai, tomat, dan tanaman simbion jagung

No	Tanaman	Infeksi akar (%)	Infeksi pada tanaman simbion jagung (%)	Persentase pertambahan (%)
1	Cabai	30	40	10
2	Tomat	30	50	20

Data di atas menunjukkan adanya peningkatan infeksi pada kedua tanaman setelah dilakukan perbanyakan dengan tanaman simbion jagung. Hal ini terjadi karena tanaman jagung merupakan simbion yang ideal untuk perkembangan hifa mikoriza, karena jagung mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat, daya adaptasi tinggi terutama di lahan kering, serta sistem perakaran yang banyak (Sofyan *et al.*, 2005). Media zeolit dan jagung menunjukkan hasil yang positif baik itu persentase infeksi maupun pada jumlah populasi spora MVA. Hal ini dapat disebabkan karena kedua perlakuan tersebut cocok untuk perkembangan MVA. Selain itu kadar karbohidrat akar tanaman jagung umumnya relatif tinggi sehingga jumlah eksudat akar berupa gula tereduksi dan asam-asam amino meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Prasetya & Octaviana (2012) yang menyatakan bahwa eksudat akar terutama senyawa flavonoid dari jenis flavonol merupakan pemicu perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa MVA.

### 3.3 Perbanyakan MVA dengan Media Zeolit

Perbanyakan spora mikoriza dilakukan selama 2 bulan dengan media zeolit. Perbanyakan ini menggunakan tanaman simbion berupa bibit tanaman jagung berumur 2 minggu. Pemilihan Jagung sebagai tanaman simbion karena tanaman jagung merupakan *universal host* dari mikoriza. Selain itu tanaman jagung adalah tanaman  $C_4$  yang memiliki adaptasi yang baik serta laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman lainnya. Selama perbanyakan, dilakukan pemeliharaan tanaman berupa penyiraman dan penyiangan. Setelah dua bulan, dilakukan *stressing* selama 2 minggu yang bertujuan untuk merangsang hifa membentuk spora akibat cekaman kekeringan. Adapun rata-rata jumlah kepadatan spora mikoriza sebelum dan sesudah perbanyakan sebagai Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan jumlah spora mikoriza sebelum dan sesudah perbanyakan dilakukan, dari data di atas dilakukan perhitungan kepadatan spora/100 g sampel tanah. Genus yang ditemukan setelah perbanyakan pada tanaman cabai yaitu *Acaulospora* dan *Glomus* sementara pada tanaman tomat genus yang muncul *Acaulospora* dan *Glomus* namun genus *Scutellospora* tidak muncul setelah dilakukan perbanyakan. Kompatibilitas mikoriza dengan tanaman simbion sangat bervariasi bergantung pada spesies mikoriza, spesies tanaman simbion dan kondisi lingkungannya (Bianciotto *et al.*, 1989). Walau MVA tidak mempunyai spesifitas tertentu tanaman simbion, namun kemampuan menginfeksi dan mengkoloni akar berbeda antar spesies yang satu dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena perbedaan dalam daya adaptasi terhadap kondisi tanah, keberlimpahan propagul, dan sifat fisiologi propagul serta perkembangan jamur di dalam akar setelah infeksi (Mosse, 1981). Sehingga pada penelitian ini tidak semua genus yang diinokulasi muncul setelah dilakukan perbanyakan pada media zeolit dengan tanaman simbion jagung.

Tabel 3. Genus dan jumlah kepadatan spora MVA pada tanaman cabai dan tomat

Sampel	Genus spora MVA		Jumlah spora/100 g sampel			Peningkatan jumlah spora (%)
	Awal pengambilan	Setelah perbanyakan	Populasi sampel	Populasi awal	Populasi setelah perbanyakan	
Cabai	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>	73	23	120	422
Tomat	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i> <i>Scutellospora</i>	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>	84	23	137	496

Hasil perbanyakan dengan tanaman jagung menunjukkan pertambahan spora, tanaman tomat menunjukkan hasil pertambahan 496% yang lebih tinggi dari tanaman cabai 422% karena dilihat dari infeksi yang terjadi pada tanaman simbion dengan mikoriza yang didapat dari tanaman tomat mempunyai infeksi lebih lengkap berupa arbuskula, vesikula dan spora dalam, tanaman jagung memiliki perakaran serabut dan lebih lunak, merupakan host universal dari berbagai jenis mikoriza yang ideal untuk perbanyakan mikoriza sehingga lebih mudah terinfeksi oleh spora mikoriza, selain itu media zeolit juga mempengaruhi pertumbuhan spora, zeolit merupakan sekelompok mineral yang terdiri dari beberapa jenis unsur. Secara umum mineral zeolit adalah senyawa alumino silikat hidrat dengan logam alkali tanah yang mampu menyediakan kondisi yang baik untuk perkembangan mikoriza karena memberikan aerasi dan porositas yang ideal untuk perkembangan mikoriza terlebih dipadukan dengan arang sekam (Nurbaity *et al.*, 2011).



## 4 Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini kesimpulan yang diperoleh adalah:

1. Jumlah spesies MVA yang ditemukan pada rhizosfer tanaman cabai adalah 4 spesies yang tercakup dalam 2 genus yaitu *Acaulospora* dan *Glomus*, sedangkan pada tomat ditemukan 4 spesies yang tercakup dalam 3 genus yaitu *Acaulospora*, *Glomus*, dan *Scutellospora*.
2. Tingkat infeksi pada jaringan akar cabai adalah 30% dengan kepadatan populasi spora 73 spora/100 g tanah dan pada tomat 30% dengan kepadatan 74 spora/100 g tanah. Struktur mikoriza yang ditemukan pada rhizosfer cabai dan tomat adalah vesikula, arbuskula, dan spora dalam.
3. Media zeolit dengan tanaman jagung merupakan media yang dapat digunakan sebagai media perbanyakan mikoriza dengan penambahan spora 422% untuk mikoriza asal tanaman cabai dan 496% untuk tomat.

### 4.2 Saran

1. Perlu dilakukan identifikasi MVA sampai tingkat spesies secara molekuler supaya hasil identifikasi lebih tegas.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi media perbanyakan selain zeolit dan simbion jagung untuk mengetahui keefektifan media dan tanaman simbion lain sebagai media perbanyakan MVA.

## Daftar Pustaka

- Anas, I. 2009. *Bioteknologi Tanah*. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Bianciotto, V., D. Palazzo, & P. Bonfante-Fasolo. 1989. Germination process and hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *Alionia* 29:17-24.
- Brundrett M., B. Neale, D. Bernei, G. Tim & M. Nick. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australian Centre for International Agriculture Research (ACIAR). Canberra, Australia.
- INVAM. 2008. International culture collection of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. <<http://invam.caf.wvu.edu/Myco-info/Taxonomy/classification.htm>>. [12 Januari 2015].
- Mosse, B. 1981. *Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Research for Tropical Agriculture* Tress. Bull. Hawaii.
- Nurbaity, A., A. Setiawan, & O. Mulyani. 2011. Efektivitas arang sekam sebagai bahan pembawa pupuk hayati mikoriza arbuskular pada produksi sorghum. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Pacioni, G. 1992. Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuscular fungi. Pp. 317-322 in J.R. Norris, D.J. Read, and A.K. Varma (eds.), *Methods in Microbiology* Vol. 24. Academic Press, London.
- Pattimahu. 2004. *Prospek Pupuk Hayati Mikoriza*. Program Studi Ilmu Tanaman, Program Pasca Sarjana, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.

- Prasetya, D.T. & S.H. Octaviana. 2012. Efektivitas media dan tanaman inang untuk perbanyakannya fungi mikoriza arbuskular (FMA). Fakultas MIPA, Universitas Pakuan. Bogor.
- Setiadi, Y. & A. Setiawan. 2011. *Studi status fungi mikoriza arbuskula di areal rehabilitasi pasca penambangan nikel*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Sofyan, A., Y. Musa, & H. Feranita. 2005. Perbanyakannya cendawan mikoriza arbuskular (CMA) pada berbagai varietas jagung (*Zea mays* L.) dan pemanfaatannya pada dua varietas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi* 5(1): 12-20.
- Syib'li. M. A. 2008. Jati mikoriza: sebuah upaya mengembalikan eksistensi hutan dan ekonomi Indonesia. <<http://www.kabarindonesia.com>>. [28 Februari 2009].