

**KEPADATAN DAN KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA
PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)****Density and Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi
in Maize (*Zea mays* L.) Plantation***Abdul Rasyid¹⁾, Iskandar M. Lapanjang²⁾, Henry N. Barus²⁾*¹⁾Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu, e-mail: Rasyid_a22@yahoo.com,²⁾Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu
Jl. Soekarno-Hatta, Km 9 Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp. 0451-429738,
e-mail: Iskandarlapanjang@ymail.com, Henbarus@hotmail.com**ABSTRACT**

Utilization of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) is aimed at increasing crop productivity on marginal soils. AMF role as natural microorganisms are enhancing the absorption of nutrient, especially P, helping the plant to be able to withstand drought conditions as their hyphae are able to penetrate soil pores thus expanding the areas of water absorption, and protecting plant roots against pathogen attacks. Intensive planting would disturb the population and development of the AMF. The purpose of this study was to observe the status of AMF spores on maize (*Zea mays* L.). This study used a randomized block design (RAK) with 6 treatments and 5 replicates so that there were 30 experimental units. Factors studied are several types of AMF based on the color of the corn plant area. Data from the study concluded that observation of AMF spores horizontally (H₁, H₂, and H₃) showed no difference in the density of spores. In contrast, the treatment of vertical AMF (V₁, V₂, and V₃) decreases the number of spores with increasing soil depth. The diversity of color based AMF spores morphological types showed that there are four groups of colors i.e. yellow, brown, black, and translucent. In the Horizontal position, most AMF spores from left to right are black, while in the vertical position the dominant color is yellow. The natural spore density in the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.) generally ranges from 35 – 124 spores/10 g soil.

Keywords : Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), and maize.**PENDAHULUAN**

Jagung adalah tanaman rerumputan tropis yang sangat adaptif terhadap perubahan iklim dan memiliki masa hidup 70-210 hari. Jagung dapat tumbuh hingga ketinggian 3 meter. Jagung memiliki nama latin *Zea mays*. Tidak seperti tanaman biji-bijian lain, tanaman jagung merupakan satu satunya tanaman yang bunga jantan dan betinanya terpisah (Belfield dan Brown, 2008).

Temperatur maksimal dari tanaman jagung mulai dari fase pertumbuhan dan perkembangan adalah 18-32 derajat Celcius.

Temperatur 35 derajat Celcius akan menyebabkan kematian pada tanaman jagung. Suhu udara atau temperatur yang baik untuk perkecambahan adalah 12 derajat Celcius, dan fase pertumbuhan adalah 21-30 derajat Celcius. Di daerah Asia Tenggara, fase kekeringan yang terjadi pada April - Mei akan menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman jagung (Belfield dan Brown, 2008).

Jagung dapat menghasilkan hasil panen melimpah dengan curah hujan 300 mm perbulan. Jika kurang dari 300 mm perbulan akan mengakibatkan kerusakan pada tanaman jagung, namun demikian,

faktor dari kelembapan tanah juga berdampak pada berkurangnya hasil panen (Belfield dan Brown, 2008).

Mikoriza dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman yang ditanam pada lahan marjinal. Adanya potensi yang besar untuk dijadikan pupuk hayati, sejumlah Produk fungi mikoriza arbuskula (FMA) telah diusahakan secara komersial baik di luar negeri maupun di Indonesia. Produk-produk FMA yang berupa inokulan umumnya berbentuk spora dari spesies tertentu ataupun campuran lebih dari satu spesies FMA. Spora dan miselia yang dihasilkan dicampur dengan bahan pembawa (*carrier*) yang umumnya berupa mineral liat atau zeolit (Nurbaity dkk, 2009). Salah satu hambatan belum meluasnya penggunaan teknologi FMA di masyarakat (petani) Indonesia adalah masih terbatasnya ketersediaan inokulan FMA yang diproduksi dalam skala besar atau secara komersial. Produksi inokulan FMA sebenarnya relatif sederhana. Hal terpenting di dalam proses produksi ini adalah tersedianya sumber daya manusia (SDM), starter inokulum dengan kualitas yang baik, sumber bahan baku pembawa (*carrier*) seperti pasir atau zeolit, tanaman inang dan fasilitas produksi.

Beberapa genus FMA yang umum dijumpai adalah *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* dan *scutellospora* (Nurbaity dkk, 2009). Akan tetapi, setiap jenis FMA memiliki kemampuan yang berbeda-beda di dalam membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Tian dkk, 2004). Dengan demikian, pemilihan isolate FMA yang benar-benar kompatibel dengan tanaman yang dibudidayakan perlu dilakukan. FMA hidup bersimbiosis dengan tanaman inang yang responsif dan memiliki perakaran banyak (Nurbaity dkk, 2009).

Hartoyo, (2011) menyatakan bahwa sebaran mikoriza dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jenis dan struktur tanah, unsur hara P dan N dalam tanah, air, pH,

dan suhu tanah. Keanekaragaman dan penyebaran mikoriza sangat bervariasi, hal ini dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang bervariasi juga. Semua mikoriza tidak mempunyai sifat morfologi dan fisiologi yang sama, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui identitasnya dengan alasan tersebut penelitian ini dilakukan isolasi untuk mengetahui jenis Fungsi Mycorrhiza Arbuskula (FMA) Indigenous pada tanah di sekitar perakaran jagung. Untuk mengetahui jenis mikoriza pada tanah tersebut perlu dilakukan identifikasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati keragaman dan kepadatan berdasarkan warna fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada lahan kering.

Manfaatnya dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat digunakan sebagai dasar ilmiah dan bahan informasi tentang status fungi mikoriza arbuskula pada tanaman jagung dibudidayakan secara intensif dilahan pertanian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agronomi, Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, dengan lokasi pengambilan sampel bertempat di Desa Sidera, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2015.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Sampel tanah, air aquades, pinset, PVLG, dan kertas saring. Sedangkan alat yang digunakan adalah tabung reaksi, timbangan Analitik, cawan petri, mikroskop, gelas plastik, gelas ukur, gelas obyek, labu semprot, corong, Centrifuge, dan saringan yang berukuran ($\pm 500 \mu\text{m}$), penyaringan berukuran $125 \mu\text{m}$, dan $63 \mu\text{m}$.

Metode Penelitian. Penelitian terdiri dari tiga tahap kegiatan yaitu: 1) pengambilan contoh sampel tanah, 2) pengamatan spora (isolasi), 3) ekstraksi dan identifikasi warna spora FMA (perhitungan jumlah dan jenis).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 30 unit. Faktor yang diteliti adalah beberapa jenis fungi mikoriza arbuskula berdasarkan warna dari daerah pohon atau batang jagung. Adapun perlakuan percobaan yaitu Horizontal (H) dan Vertikal (V) diantaranya adalah pada jarak Horizontal yakni 5 cm dari batang atau pohon jagung dan pada permukaan tanah tersebut digali sedalam 3 cm.

- H1 : Jarak dari pangkal akar 5-10 cm
- H2 : Jarak dari pangkal akar 11-20 cm
- H3 : Jarak dari pangkal akar 21-30 cm

Sedangkan kedalaman sampel akan diambil pada jarak Vertikal yaitu 5 cm dari batang atau pohon jagung kemudian digali sampai ke dalam 30 cm, adapun perlakuan sebagai berikut :

- V1= 1-10 cm dari permukaan tanah
- V2= 11-20 cm dari permukaan tanah
- V3= 21-30 cm dari permukaan tanah

Dengan demikian terdapat 6 (enam) perlakuan dan di ulang sebanyak 5 (lima) kali sehingga terdapat 30 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam (Anova) dan jika hasil penelitian berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji BNJ 5% untuk mengetahui beda nyata antara perlakuan.

Pengambilan Contoh Tanah. Pengambilan contoh sampel tanah dilakukan di lokasi tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada umur 2,5 bulan saat sampel diambil yaitu bertempat di Desa Sidera, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Metode yang digunakan adalah metode sampling dengan mengambil beberapa titik di sekitar zona perakaran jagung, yaitu pada horizontal 5-10 cm, 11-20 cm, 21-30 cm, sedangkan vertikal (kedalaman) 1-10 cm, 11-20 cm, 21-30 cm (daerah rizosfer), dengan dua faktor yaitu tingkat kedalaman dan dekat tanaman jagung. Contoh tanah dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label.

Pengamatan Spora Awal (Isolasi Spora).

Pengamatan spora awal dilakukan di bawah mikroskop. Kepadatan/jumlah spora, diamati setelah sampel telah dikering anginkan selama beberapa hari yaitu dengan cara : pertama-tama tanah tersebut ditimbang sebanyak 10 g, kemudian ditambahkan air aquades \pm 150 ml, lalu diaduk selama 10 menit sampai butiran-butiran tanah hancur kemudian didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya disaring dalam satu set saringan, saringan yang paling atas menggunakan saringan (\pm 300 μ m), kemudian dengan ukuran 125 μ m, dan 63 μ m secara berurutan dari atas ke bawah. Spora yang diambil berukuran <63 μ m dan >125 μ m. Saringan bagian atas disemprot dengan air aquades untuk memudahkan spora lolos. Kemudian saringan teratas dilepas, dan sejumlah tanah sisa yang tertinggal pada saringan terbawah dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan air aquades sebanyak 50-60 ml, kemudian sampel disentrifuse dengan kecepatan 3500 rpm selama 4 menit. Selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring lalu hasil pada kertas saring diletakkan pada cawan petri, kemudian diamati di bawah mikroskop binokuler dengan pembesaran 400x, yang diamati pada tahap ini yakni jumlah dan warna spora fungi mikoriza arbuskula.

Ekstraksi dan Identifikasi Spora FMA.

Ekstraksi FMA dilakukan untuk memisahkan spora dari contoh tanah sehingga dapat dilakukan identifikasi FMA guna mengetahui warna spora FMA. Teknik yang digunakan adalah teknik tuang saring dari Pacioni (1992). Teknik yang digunakan dalam mengekstraksi spora mikoriza adalah teknik tuang saring basah Pacioni dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett dkk, (Nurhayati, 2012).

Parameter Pengamatan

Jumlah Spora/Tanaman. Jumlah spora dapat dihitung dengan mengekstraksi spora terlebih dahulu. Hasil ekstraksi diamati di bawah mikroskop, kemudian Jumlah FMA

dihitung dengan *hand tally counter*. Teknik yang digunakan dalam mengekstraksi spora mikoriza adalah teknik tuang saring basah Pacioni dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi (Brundrett, 1996). Kepadatan spora yaitu jumlah spora per unit berat tanah (g). Kepadatan spora dapat dihitung setelah diketahui jumlah spora per sampel tanah. Tanah mempunyai populasi spora FMA yang tinggi apabila kepadatan sporanya 20 per gram tanah (Burhanuddin, 2012).

Keragaman Spora. Keragaman spora yakni : bentuk spora, ukuran spora. Secara umum bentuk spora adalah bulat globe, sub globose, oval dan oblong (Brundrett, 1996). Tapi dalam penelitian ini hanya menentukan warna spora dan jumlahnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Spora. Berdasarkan analisis ragam jumlah spora mikoriza pada tanaman jagung, perlakuan jarak pengambilan sampel (H) tidak berbeda nyata pada pengamatan semua lokasi sampel. Pada perlakuan tingkat kedalaman (V) berbeda nyata pada semua lokasi sampel pengamatan (Lampiran 2b). Hasil uji BNJ pada taraf 5% perlakuan jarak pengambilan sampel (H) tidak berbeda nyata pada semua taraf perlakuan. Jarak pengambilan sampel terbaik terdapat pada perlakuan V1 (1-10) dari akar tanaman berbeda nyata pada perlakuan V3 (21-30) dari akar tanaman jagung (Tabel 2).

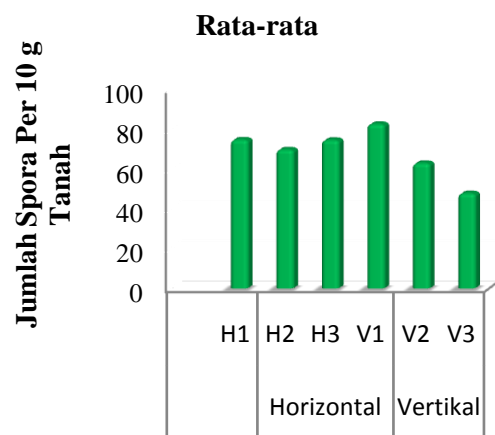
Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa jumlah spora lebih banyak terdapat pada kedalaman tanah sekitar 1-10 cm. Hal ini diduga disebabkan pengaruh tingkat kedalaman tanah dan jarak dari zona perakaran, serta perbedaan tempat yang mempengaruhi jumlah populasi spora. Dapat disimpulkan semakin dalam lapisan tanah, semakin sedikit pula jumlah spora, demikian juga pada jarak zona perakaran, semakin dekat dengan zona perakaran jumlah spora semakin banyak dibandingkan dengan jumlah spora yang jauh dari zona perakaran.

Tabel 1. Rata-rata Distribusi Jumlah Spora FMA pada Tanaman Jagung

Perlakuan	Ulangan					Rerata
	1	2	3	4	5	
H1	78	83	84	64	65	74,80 ^{ab}
H2	68	70	70	63	78	69,80 ^{ab}
H3	62	67	58	62	124	74,60 ^{ab}
V1	92	61	101	60	99	82,60 ^a
V2	61	42	77	59	76	63,00 ^{ab}
V3	45	35	48	55	56	47,80 ^b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada taraf uji BNJ = 0,05.

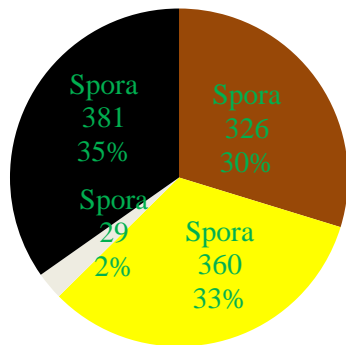


Gambar 1. Rata-Rata Jumlah Spora FMA Secara Horizontal dan Vertikal

Tabel 2. Rata-Rata Keragaman Jumlah Spora Berdasarkan Jenis Warna FMA Pada Tanaman Jagung

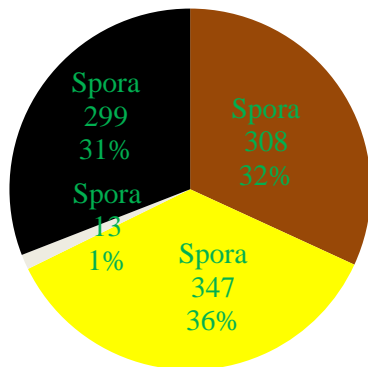
Perlakuan	Warna Spora			
	Coklat	Kuning	Bening	Hitam
H1	108	108	3	155
H2	111	118	12	108
H3	107	134	14	118
Rata-rata	108,66	120	9,66	127
V1	132	153	2	126
V2	113	107	5	90
V3	63	87	6	83
Rata-rata	102,66	115,66	4,33	99,66

■ Coklat ■ Kuning ■ Bening ■ Hitam



Gambar 2. Persentasi Rata-Rata Jenis Spora (Berdasarkan Warna) FMA Pada Tanaman Jagung Secara Horizontal

■ Coklat ■ Kuning ■ Bening ■ Hitam



Gambar 3. Persentasi Rata-Rata Jenis Spora (Berdasarkan Warna) FMA Pada Tanaman Jagung Secara Vertikal

Tempat juga berpengaruh terhadap jumlah populasi spora, hal ini berkaitan dengan kondisi lahan, kelembaban, kandungan bahan organik, tingkat kadar airnya, tekstur tanah dan lain-lain.

Kepadatan spora alami pada rizosfer tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada satu lokasi ditemukan 35-124 spora per 10 g tanah. Rendahnya kepadatan spora pada rizosfer jagung ini diduga pada saat pengambilan contoh tanah FMA belum bersporulasi, namun lebih banyak mengandung propagul lain seperti hifa. Kemungkinan lain karena kandungan hara di rizosfer tanaman jagung cukup tinggi.

Dari hasil pengamatan yang kami lakukan menghasilkan beberapa jenis spora

FMA pada rizosfer tanaman Jagung (*Zea mays* L.) melalui proses penyaringan basah dan bertingkat dan dapat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Hasil isolasi dan identifikasi spora FMA pada sekitar perakaran tanaman jagung di Desa Sidera diperoleh tipe spora yang memiliki ciri bentuk warna spora yang berbeda-beda yang paling dominan yaitu warna kuning. berdasarkan karakteristik morfologi yang meliputi bentuk, ukuran, warna, dan tekstur permukaan spora. Dalam penelitian ini hanya mengidentifikasi warna spora yaitu coklat, kuning, bening, dan hitam.

Berdasarkan Jumlah spora Mikoriza pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) perlakuan jarak pengambilan sampel secara horizontal (H) jumlah spora yang terdapat tidak ada perbedaan sebaran. Hal ini diduga disebabkan pengaruh tingkat kedalaman tanah dan jarak dari zona perakaran, serta perbedaan tempat yang mempengaruhi jumlah populasi spora. Secara horizontal (H) lebih didominasi oleh warna hitam, dan diikuti warna kuning, coklat, dan bening.

Pada perlakuan tingkat kedalaman vertikal (V) berbeda pada pengamatan satu lokasi sampel, pada pengambilan sampel 10-30 cm terjadi perubahan komposisi warna spora. Pada titik tersebut terjadi pergeseran distribusi jenis mikoriza dan semakin berkurang jumlah spora pada tingkat kedalaman kepadatan semakin sedikit pula. Hal ini karena dipengaruhi oleh akumulasi akar semakin jauhnya dari akar tanaman, dan kandungan bahan organik. Semakin dekat dari perakaran tanaman dominasi warna hitam semakin berkurang dan warna kuning cenderung meningkat. Dapat disimpulkan semakin dalam lapisan tanah maka terjadi penurunan jumlah spora, demikian juga pada jarak zona perakaran, semakin dekat dengan zona perakaran jumlah spora semakin banyak dibandingkan dengan jumlah spora yang jauh dari zona perakaran. Tempat juga berpengaruh terhadap jumlah populasi spora, hal ini berkaitan dengan kondisi

lahan, kelembaban, kandungan bahan organik, tingkat kadar air, tekstur tanah dan lain-lain.

Jarak pengambilan sampel terbaik terdapat pada perlakuan V1 (1-10 cm), sedangkan V2 (11-20 cm), V3 (21-30 cm) berbeda, terjadi penurunan spora karna semakin dalam dan akumulasi akar berkurang. Pada perlakuan H1 (5-10 cm), H2 (11-20 cm) dari akar tanaman jagung terjadi perubahan pergeseran distribusi jenis mikoriza. Apabila dilihat dari distribusi berdasarkan warna FMA yang diperoleh (Horizontal), warna hitam dan kuning mempunyai penyebaran yang paling luas diikuti oleh warna coklat, dan penyebarannya paling sempit yaitu warna bening. Sedangkan pada (Vertikal) warna kuning dan coklat mempunyai penyebaran yang paling luas diikuti oleh warna hitam, dan penyebarannya paling sempit yaitu warna bening. Jadi pada perlakuan H1, H2, dan H3 warna yang paling menonjol adalah warna kuning karna mampu bertahan dalam persaingan di zona perakaran, demikian juga pada perlakuan V1, V2, dan V3 warna yang paling menonjol adalah warna kuning.

Kepadatan FMA tidak dipengaruhi oleh jenis tanaman penutup tetapi dipengaruhi interaksi antara jenis tanaman penutup dengan interval kedalaman tanah. Kepadatan FMA tertinggi terdapat pada tanaman penutup herba (*Chromolaena odorata* dan *Stoma malabathricum*) dengan interval kedalaman 0-5 cm. Sedangkan kepadatan terendah terdapat pada tanaman penutup rumput dengan kedalaman 5-15 cm. Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman tanah merupakan faktor penting dalam identifikasi dan isolasi propagul FMA (Novriani n Majid, 2001).

Dari hasil penelitian Neelam (2009) menunjukkan lapisan atas (0-30 cm) berisi lebih banyak populasi FMA dibandingkan dengan lapisan yang lebih dalam. Kecenderungan penurunan populasi spora untuk kedalaman tanah adalah sebagai berikut : 0-10 cm > 11-20 cm > 21-30 cm >

31-40 cm > 41-50 cm > 51-60 cm > 61-70 cm > 71-80 cm. Itu terjadi karna adanya penurunan kandungan bahan organik yaitu lebih banyak terdapat di lapisan atas (*Top soil*) dan penurunan terdapat lapisan yang lebih dalam.

Kepadatan jumlah spora merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi infeksi mikoriza terhadap akar. Semakin banyak jumlah spora di dalam tanah maka kemungkinan akar tanaman terinfeksi mikoriza akan semakin meningkat pula (Widiastuti, 2002).

Seperti dinyatakan Rainiyati (2007) bahwa perbedaan kepadatan spora kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan (jenis tanah, hara tanaman, ketinggian tempat, cahaya) dan musim pada saat pengambilan contoh tanah.

Perbedaan kepadatan spora pada tanaman inang *P. javanica* dengan tanaman sorgum adalah kemungkinan adanya perbedaan eksudat yang dikeluarkan oleh kedua tanaman inang. Eksudat yang dikeluarkan akar mempengaruhi perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa FMA yaitu pembengkakan dan percabangan hifa (Giovannetti, dkk, 1993).

Setiadi (2000), menemukan empat genus *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora* dan *Gigaspora* pada bukit pasir di daerah pantai. Perbedaan genus kemungkinan karena perbedaan lingkungan tumbuh juga tanaman inang.

Smith dan Read (1997) menyatakan bahwa sporulasi dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman, aplikasi pemupukan dan intensitas cahaya serta musim pada saat pengambilan contoh tanah. Rendahnya kepadatan spora, kemungkinan juga disebabkan karena tanaman jagung ditanam secara monokultur. Perkembangan spora setiap spesies FMA berkaitan dengan pH medium (Setiadi 2002). FMA yang diisolasi dari tanah masam cenderung lebih menyukai pH rendah. Perkecambahan spora *Acaulospora laevis* optimum pada pH 4.5 dan kapasitas perkecambahan itu akan menurun 10% jika kondisi mediumnya netral atau alkalin

(Hepper 1984). Sebaliknya *Glomus sp* menginginkan pH netral sampai alkalin untuk perkecambahan optimumnya Media zeolit yang digunakan untuk kultur tunggal memiliki pH > 7.4.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil pengamatan spora FMA secara horizontal (H₁, H₂, dan H₃) menunjukkan tidak ada perbedaan jumlah kepadatan spora, sedangkan pada perlakuan vertical (V₁, V₂, dan V₃) terjadi penurunan jumlah spora dengan bertambahnya ke dalam

tanah dan akumulasi akar berkurang serta sistem perakaran dan bahan organik. Pengelompokkan jenis spora FMA secara morfologi berdasarkan warna, menunjukkan ada 4 (empat) kelompok warna pada tanah yang terdapat di tanaman Jagung (*Zea mays* L.) yaitu : warna kuning, coklat, hitam, dan bening. Pada posisi Horizontal yang paling banyak adalah warna hitam, sedangkan komposisi Vertikal yang dominan adalah warna kuning. Kepadatan spora alami pada rizosfer tanaman jagung (*Zea mays* L.) secara umum pada lokasi penelitian ditemukan berkisar 35-124 spora per 10 g tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Belfield, dan Stephanie, Brown, Christine. 2008. Field Crop Manual: Maize (A Guide to Upland Production in Cambodia). Canberra
- Burhanuddin. 2012. Keanekaragaman Jenis Jamur Mikoriza Arbuskula pada Tanaman Jabon (*Anthocephalus spp*). Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Brundrett, M.N., dan B. Bougher, T. Dell, Grove, N. Malayczuk. 1996. Working With Mycorrhizas In Forestry And Agriculture. ACIAR Monograph 32. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. <http://id.wikipedia.org/wiki.Mikoriza>. Diakses tanggal 9 Mei 2015
- Giovannetti M & Mosse B. 1980. An evaluation of technique for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84 : 489-500
- Hartoyo, Budi (2011), "Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Rizosfer Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban)". *Jurnal Littri* 17 (1) : 32 – 40
- Madjid A., 2009. Peran dan Prospek Mikoriza. <http://dasar-dasar Ilmu tanah. blogspot.com>. Diakses tanggal 14 April 2015.
- Nurbaity, A., dan D. Herdiyantoro, O. Mulyani, 2009. Pemanfaatan Bahan Organik sebagai Bahan Pembawa Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Biologi XIII* (1) : 17- 11
- Nurhayati. 2002. Infektivitas Mikoriza pada berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum. *Jurnal Floratek* 7 : 25 – 31.
- Pacioni, G. 1992. "Wet sieving and decanting techniques for the extraction of spores of VA mycorrhizal fungi". *Methods in Microbiology*. Academic Press Inc. San Diego 24: 317-322.
- Rainiyati. 2007. Status dan keanekaragaman cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pisang raja nangka dan potensi pemanfaatan untuk peningkatan produksi pisang asal kultur jaringan di kabupaten merangin. Jambi. Disertasi. Pascasarjana IPB. Bogor. 140p.
- Setiadi, Y. 2000. Pemanfaatan Mikro-organisme Dalam Kehutanan. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, IPB

- Setiadi, Y. 2001. Peranan mikoriza arbuskula dalam reboisasi lahan kritis di Indonesia. makalah seminar penggunaan CMA dalam sistem pertanian organik dan rehabilitas lahan. Bandung. 21-23 April 2001.
- Smith, S.E. dan D.J. Read (1997). Vesicular arbuscular mycorrhizas: Growth and carbon economy of VA mycorrhizal plants. In *Mycorrhizal symbiosis*. 2nd ed. New York, Acad. Press.p.105-125. <http://dasar2.ilmu.tanah.blogspot.com>. Diakses tanggal 9 April 2015.
- Tian, C.Y., dan G. Feng, X.L. Li, F.S. Zhang. 2004. Different Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Isolates From Saline or Non-Saline Soil on Salinity Tolerance of Plants. *Applied Soil Ecology* 26:143-148.
- Widiastuti, H., 2002. Optimasi Simbiosis Cendawan Mikoriza Arbuskula *Acaulospora Tuberculata* dan *Gigaspora Margarita* pada Bibit Kelapa Sawit di Tanah Masam. <http://www.kabarindonesia.com>. Di akses tanggal 9 April 2015.