

## Karakteristik Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Beberapa Rhizosfer Tanaman Perkebunan

### *(Mycorrhizal Arbuscular Fungi [MAF] Characteristics on Rhizosphere of Estate Crops)*

**Indra Yuliyanto<sup>1)</sup>, Bambang Utoyo<sup>2)</sup>, dan Dewi Riniarti<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan dan <sup>2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung Jl. Soekarno-Hatta No.10 Rajabasa, Bandar Lampung, Telp (0721) 703995, Fax : (0721) 787309

#### **ABSTRACT**

*The development of Mycorrhizal Arbuscular Fungi (MAF) in general is influenced by the conditions of the rhizosphere and fungi spores. Rhizosphere conditions are conditions around the roots such as temperature, pH, and root exudates. While the condition is a fungal spore dormancy and maturity spores. The aim of this study was to determine the amount of FMA on some plantation crops rhizosphere, to determine the type of crop rhizosphere FMA on some plantations, as well as to determine the dominance of FMA on some plantation crops rhizosphere. The experiment was conducted at the Laboratory Analysis State Polytechnic of Lampung. Month trial period from December 2014 to July 2015. The method used in this study is a description of the method by observation. Based on research results and observations of mycorrhizal spores in the rhizosphere of plants cocoa, rubber, coffee, and palm oil was found that on average the highest number of spores found in oil palm plantations (2.4 spores), while the lowest number of spores present in the rubber plantations (1 spore ). Type spores on all plantation crops rhizosphere dominated by species *Glomus* with different types (10 types). *Glomus* Type 2 dominates on all plantation crops rhizosphere.*

*Keywords: estate crop, mycorrhizae, rhizosphere*

#### **PENDAHULUAN**

Komponen ekosistem perkebunan, baik hayati (mahkluk hidup) maupun non hayati (lingkungan) saling berinteraksi satu dengan yang lain (Odum, 1993). Dalam perkembangannya hubungan yang ada menunjukkan keseimbangan alam yang utuh. Jika salah satu di antara komponen ini terganggu maka komponen lainnya juga ikut terganggu, dan akhirnya akan mengurangi nilai keanekaragaman hayati yang ada.

Pada dasarnya keanekaragaman hayati selalu berbeda di setiap tempat, hal ini dikarenakan keragaman faktor-faktor lingkungan. Lingkungan merupakan gabungan dari berbagai komponen fisik maupun hayati yang berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Jadi lingkungan ini sangatlah luas dan mencakup semua hal yang ada di luar organisme yang bersangkutan misalnya radiasi matahari, suhu, curah hujan, kelembaban, topografi, parasit, predator, kompetitor, dan simbiosis mutualisme (Heddy *et al.*, 1986).

Di alam terdapat berbagai bentuk simbiosis yang secara tidak langsung dapat meningkatkan produksi tanaman yaitu simbiosis mutualisme. Simbiosis mutualisme merupakan hubungan simbiotik yang saling menguntungkan untuk kedua organisme yang bersimbiosis. Salah satu di antaranya adalah cendawan mikoriza. Cendawan mikoriza merupakan bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara cendawan dengan perakaran tanaman tingkat tinggi. Hubungan dawan dengan perakaran tanaman tingkat tinggi. Hubungan simbiosis antara inang dengan cendawan meliputi penyediaan fotosintat (karbohidrat) oleh tanaman inang. Sebaliknya, tanaman inang mendapatkan tambahan nutrien yang diambil cendawan dari tanah (Musnawar, 2006).

Tingkat ketergantungan tanaman terhadap CMA selain ditentukan oleh tanaman itu sendiri, juga akan ditentukan oleh kandungan fosfat dalam tanah dan jenis isolat cendawan yang dipakai. Oleh karena itu perlu diketahui jenis CMA yang mana yang dominan pada suatu pertanaman. Dengan diketahuinya jenis CMA yang dominan pada suatu areal tanaman tertentu, maka hasil tersebut dapat dijadikan dasar penggunaan CMA. Cendawan mikoriza arbuskula pada areal tanaman kelapa sawit tidak sama dengan CMA pada tanman kakao, kopi ataupun karet. Jenis dan dominansi CMA sangat dipengaruhi oleh jenis vegetasi dan lingkungannya. Dominansi CMA tertentu pada tanah mineral lebih tinggi daripada tanah gambut, atau sebaliknya. Dengan demikian perlu adanya kajian mengenai dominansi spesies CMA pada beberapa areal tanaman perkebunan yang memiliki kondisi lingkungan yang berbeda.

Perkembangan CMA pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi rizosfer dan spora cendawan. Kondisi rizosfer adalah kondisi di sekitar perakaran seperti suhu, pH, dan eksudat akar. Sementara kondisi spora cendawan adalah dormansi dan kematangan spora. Asosiasi yang dibentuk oleh cendawan ini, pada dasarnya tidak menyebabkan penyakit pada akar, tetapi meningkatkan penyerapan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Infeksi CMA sangat membantu pertumbuhan tanaman, terutama pada tanah miskin hara (Musnawar, 2006).

Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. Namun tingkat populasi dan komposisi jenis sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh karakteristik tanaman dan sejumlah faktor lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban tanah, kandungan fosfor dan nitrogen. Suhu terbaik untuk perkembangan CMA adalah pada suhu 30°C, tetapi untuk kolonisasi miselia yang terbaik adalah pada suhu 28°C-35°C (Powell dan Bagyaraj, 1984; Suhardi, 1989; Setiadi, 2001a).

Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) diperkirakan di masa mendatang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman perkebunan terutama yang ditanam pada lahan-lahan marginal yang kurang subur. Cendawan ini mempunyai peran yang cukup penting yaitu : perbaikan nutrisi tanaman, dan peningkatan pertumbuhan, sebagai pelindung hayati, meningkatkan resistensi tanaman terhadap kekeringan, terlibat dalam siklus biogeokimia, sinergis dengan mikroorganisme lain, dan

mempertahankan keanekaragaman tumbuhan (Setiadi, 2001b).

Keanekaragaman dan penyebaran CMA di perkebunan sangat bervariasi, hal ini dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang bervariasi juga. Dengan alasan tersebut penelitian ini dilakukan untuk menginventarisasi potensi dan keanekaragaman CMA yang ada di berbagai areal tanaman perkebunan. Data yang diperoleh dari penelitian ini juga diharapkan menjadi informasi awal yang dapat digunakan dalam upaya-upaya reklamasi lahan, terutama pada areal lahan tanaman perkebunan.

## **METODE PENELITIAN**

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung. Waktu percobaan dimulai dari bulan Desember 2014 sampai dengan Juli 2015. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah contoh tanah yang diambil dari empat lokasi percobaan yaitu contoh tanah dari areal pertanaman kelapa sawit, karet, kakao, dan kopi. Bahan lainnya adalah kertas label, tissue, bahan pengawet larutan PVLG (*poly vinyl lacto glycerol*) yang mengandung *Polyvinyl hidrat*, *Asam laktat*, *Gliserol* dan *air Destilasi* serta larutan Melzer's yang mengandung *Cloral hidrat*, *Iodine*, *Potasium iodida* dan *air Destilasi*, kaca preparat dan kaca penutup preparat. Alat yang akan digunakan dalam percobaan ini adalah mikroskop, camera, timbangan, bor tanah, cangkul, gelas piala, petridis, alat pengaduk, pinset spora, saringan dengan berbagai ukuran (35  $\mu\text{m}$ , 45  $\mu\text{m}$ , dan 75  $\mu\text{m}$ ), dan alat tulis. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskripsi dengan teknik observasi.

### **Pengambilan Contoh Tanah**

Contoh tanah diambil di empat lokasi perkebunan kelapa sawit, karet, kakao, dan kopi. Pada setiap lokasi diambil 5 contoh tanah. Pada setiap titik sample tanaman, contoh tanah tanaman kelapa sawit dan karet diambil diempat titik dengan jarak 1,5 m dari tanaman pokok. Sedangkan pada tanaman kakao dan kopi diambil diempat titik dengan jarak 1 m dari tanaman pokok dengan kedalaman 10 cm dengan menggunakan cangkul. Contoh tanah pada setiap titik digabungkan, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label untuk masing-masing lokasi.

### **Isolasi dan Penghitungan Jumlah Spora**

Ekstraksi CMA dilakukan untuk memisahkan spora dari contoh tanah sehingga dapat dilakukan identifikasi CMA guna mengetahui jumlah populasi dan genus spora CMA. Teknik yang digunakan adalah teknik *wet sieving* (penyaringan basah) dengan menggunakan satu set penyaringan bertingkat. Ukuran saringan yang digunakan 35  $\mu\text{m}$ , 45  $\mu\text{m}$ , dan 75  $\mu\text{m}$ .

Prosedur teknik penyaringan basah adalah sebagai berikut, pertama adalah menimbang tanah sebanyak 50 g dari masing-masing contoh tanah, kemudian tanah dimasukkan ke dalam gelas piala, lalu ditambahkan 500 ml air biasa dan didiamkan beberapa menit, kemudian diaduk sampai

butiran-butiran tanah hancur, selanjutnya didiamkan beberapa detik sampai butiran tanah mengendap sebelum larutan dituang ke saringan. Selanjutnya larutan disaring dalam satu set saringan dengan ukuran 35  $\mu\text{m}$ , 45  $\mu\text{m}$ , dan 75  $\mu\text{m}$  secara berurutan dari atas ke bawah. Penyaringan dilakukan di bawah air yang mengalir untuk memudahkan spora lolos dan bersih dari partikel tanah. Tahap ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk memastikan seluruh spora sudah terlepas dari partikel tanah. Hasil saringan pada masing-masing saringan dicuci dengan mengalirkan air dan hasil cuciannya ditempatkan pada petridis untuk diamati di bawah mikroskop dan dihitung jumlah spora yang ditemukan. Kegiatan ini dilakukan pada setiap ukuran saringan untuk setiap contoh tanah.

### **Identifikasi Spora CMA**

Pembuatan awetan spora CMA dapat dilakukan dengan menggunakan dua macam larutan yaitu, bahan pengawet larutan PVLG (*poly vinyl lacto glycerol*) dan larutan *Melzer's*. Bahan pengawet larutan PVLG (*poly vinyl lacto glycerol*) tidak akan mengubah warna asli spora, tetapi dengan larutan *Melzer's* akan terjadi perubahan pada genus CMA tertentu.

Subtrat hasil penyaringan basah yang ditempatkan pada petridis diamati di bawah mikroskop untuk dilakukan pemisahan spora berdasarkan ukuran, warna dan bentuk dengan menggunakan pinset spora. Masing-masing jenis spora ditempatkan pada masing-masing gelas arloji yang telah diberi sedikit air.

Identifikasi spora hasil isolasi ini selanjutnya dilakukan dengan membuat preparat. Tujuan pembuatan preparat adalah mendapatkan awetan spora untuk pengenalan dan pengelompokan spora CMA berdasarkan ciri-ciri morfologis yang dimiliki. Spora hasil isolasi diletakkan pada *slide* preparat yang telah diberi setetes bahan pengawet larutan PVLG (*poly vinyl lacto glycerol*) dan *Melzer's*, kemudian ditutup dengan kaca penutup secara hati-hati dan ditekan sedikit agar spora pecah. Pada setiap preparat diberi label sesuai dengan lokasi asal contoh tanah. Preparat yang telah dibuat diamati di bawah mikroskop binokuler 40x perbesaran untuk diidentifikasi berdasarkan, ukuran, warna, dinding spora, ornament permukaan spora dan ada tidaknya perubahan warna isi spora akibat penggunaan larutan *Melzer's*.

### **Pengamatan**

Peubah yang diamati pada penelitian ini meliputi jumlah spora, jenis spora, dan dominansi spesies CMA.

1. Jumlah spora masing-masing media dihitung berdasarkan jumlah semua spora yang ditemukan pada preparat tanpa melihat jenis, ukuran, bentuk, dan warnanya.
2. Jenis spora pada masing-masing lokasi ditentukan berdasarkan ciri- ciri spora seperti, ukuran, bentuk, warna, ornament permukaan spora, dinding spora, dan perubahan isi spora akibat pemberian larutan *Melzer's*.

Dominansi CMA adalah persentase keberadaan masing-masing jenis pada setiap contoh tanah yang diamati. Dominansi dihitung berdasarkan ada tidaknya jenis CMA tertentu pada setiap contoh pengamatan dibagi dengan jumlah pengamatan seluruhnya dikalikan dengan 100%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah spora

Hasil pengamatan spora pada berbagai rhizosfer tanaman perkebunan (kakao, karet, kopi, dan kelapa sawit) tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah spora mikoriza pada berbagai rhizosfer tanaman perkebunan

| Perkebunan   | Sampel |   |   |   |   | Jumlah<br>(50 g tanah) | Rata-rata<br>(50 g tanah) |
|--------------|--------|---|---|---|---|------------------------|---------------------------|
|              | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |                        |                           |
| Kakao        | 0      | 2 | 1 | 0 | 3 | 6                      | 12                        |
| Karet        | 2      | 0 | 0 | 2 | 1 | 5                      | 1                         |
| Kopi         | 3      | 2 | 1 | 0 | 1 | 7                      | 14                        |
| Kelapa sawit | 3      | 4 | 2 | 2 | 1 | 12                     | 24                        |

Pada Tabel 1 dapat terlihat bahwa jumlah spora mikoriza pada tanaman kelapa sawit lebih tinggi daripada ketiga jenis tanaman lainnya, sedangkan jumlah spora paling sedikit ditemukan pada tanaman karet. Jumlah spora mikoriza pada tanaman kakao 1,2 spora, tanaman karet 1 spora, tanaman kopi 1,4 spora, dan pada tanaman kelapa sawit 2,4 spora.

### Jenis spora

Jenis spora pada masing-masing lokasi ditentukan berdasarkan ciri- ciri spora seperti, ukuran, bentuk, warna, ornamen permukaan spora, dinding spora, dan perubahan isi spora akibat pemberian larutan *Melzer's*. Hasil pengamatan pada penelitian ini seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis spora pada masing-masing lokasi perkebunan

| Tipe spora   | Karakteristik morfologi<br>(perbesaran 100x)   | Reaksi dengan <i>Melzer's</i>                 |
|--|--|---|
| Glomus tipe 1<br> | Spora berbentuk lonjong, besar, berwarna merah kecoklatan, permukaan spora halus, dinding spora tebal, mempunyai <i>hypha attachment</i> dalam larutan <i>Melzer's</i> | Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i> |

Tabel 2. Jenis spora pada masing-masing lokasi perkebunan (lanjutan)

| Tipe spora   | Karakteristik morfologi<br>(perbesaran 100x)   | Reaksi dengan <i>Melzer's</i>                        |
|--|--|--|
| <p>Glomus tipe 2</p>    | <p>Spora berbentuk bulat, besar, berwarna kuning, permukaan spora kasar, dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i></p>   | <p>Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i></p> |
| <p>Glomus tipe 3</p>   | <p>Spora berbentuk bulat, besar, berwarna hitam, permukaan spora agak kasar dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i></p>  | <p>Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i></p> |
| <p>Glomus tipe 4</p>  | <p>Spora berbentuk bulat, kecil, berwarna kuning kemerahan, permukaan spora agak halus dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i></p>   | <p>Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i></p> |
| <p>Glomus tipe 5</p>  | <p>Spora berbentuk bulat, kecil, berwarna kemerahan, permukaan spora halus, dinding spora tebal, mempunyai <i>hypha attachment</i> dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i></p> | <p>Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i></p> |
| <p>Glomus tipe 7</p>  | <p>Spora berbentuk bulat, kecil, berwarna kuning kemerahan, permukaan spora agak kasar dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i></p>   | <p>Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i></p> |

Tabel 2. Jenis spora pada masing-masing lokasi perkebunan (lanjutan)

| Tipe spora  | Karakteristik morfologi<br>(perbesaran 100x)  | Reaksi dengan <i>Melzer's</i>                 |
|---|---|---|
| Glomus tipe 8<br>    | Spora berbentuk bulat, kecil, berwarna kuning kemerahan, permukaan spora agak kasar dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i> | Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i> |
| Glomus tipe 9<br>    | Spora berbentuk bulat, kecil, berwarna kuning kemerahan, permukaan spora agak kasar dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i> | Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i> |
| Glomus tipe 10<br> | Spora berbentuk bulat, kecil, berwarna kuning kemerahan, permukaan spora agak kasar dinding spora tebal dalam larutan <i>Melzer's</i> | Tidak bereaksi dengan pewarna <i>Melzer's</i> |

**Dominasi CMA**

Dominansi CMA adalah persentase keberadaan masing-masing jenis pada setiap contoh tanah yang diamati. Dominansi dihitung berdasarkan ada tidaknya jenis CMA tertentu pada setiap contoh pengamatan dibagi dengan jumlah pengamatan seluruhnya dikalikan dengan 100%. Dominasi CMA pada perkebunan kakao, karet, kopi, dan kelapa sawit tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Dominasi spesies CMA pada perkebunan kakao, karet, kopi, dan kelapa sawit

| Perkebunan   | Glomus tipe (%) |       |       |       |      |       |    |       |      |      |
|--------------|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|----|-------|------|------|
|              | 1               | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7  | 8     | 9    | 10   |
| Kakao        | 16,67           | 33,33 | 33,33 | 16,67 | 0    | 0     | 0  | 0     | 0    | 0    |
| Karet        | 20              | 20    | 0     | 20    | 0    | 20    | 20 | 0     | 0    | 0    |
| Kopi         | 0               | 57,14 | 0     | 14,29 | 0    | 0     | 0  | 28,57 | 0    | 0    |
| Kelapa sawit | 0               | 50    | 0     | 8,33  | 8,33 | 16,67 | 0  | 0     | 8,33 | 8,33 |

Dominasi spesies CMA pada perkebunan kakao menunjukkan bahwa spesies *Glomus* tipe 2 dan *Glomus* tipe 3 sangat dominan yaitu dengan dominasi 33,33%. Nilai dominansi terendah pada tanaman kakao terdapat pada spesies *Glomus* tipe 1 dan *Glomus* tipe 4 yaitu dengan dominasi 16,66%. Pada perkebunan karet semua spesies *Glomus* tipe 1, *Glomus* tipe 2, *Glomus* tipe 4, *Glomus* tipe 6, dan *Glomus* tipe 7 memiliki dominasi yang sama yaitu 20%. Pada lokasi perkebunan kopi spesies yang paling dominan yaitu spesies *Glomus* tipe 2 dengan dominasi 57,14%, selanjutnya *Glomus* tipe 8 dengan dominasi 28,57%, sedangkan untuk spesies terendah di dominasi oleh *Glomus* tipe 4 dengan dominasi 14,29%. Pada lokasi perkebunan sawit spesies yang paling dominan yaitu spesies *Glomus* tipe 2 dengan dominasi 50% dan diikuti oleh *Glomus* tipe 6 dengan dominasi 16,67%, sedangkan spesies terendah didominasi oleh *Glomus* tipe 4, *Glomus* tipe 5, *Glomus* tipe 9, dan *Glomus* tipe 10 dengan dominasi 8,33%.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada empat lokasi perkebunan yang berbeda menunjukkan bahwa pada perkebunan kelapa sawit memiliki jumlah spora tertinggi yaitu 2,4 spora dan yang terendah terdapat pada lahan perkebunan karet yaitu sebanyak 1 spora, perkebunan kakao 1,2 spora dan perkebunan kopi sebanyak 1,4 spora (Tabel 1). Hal ini diduga karena tanaman sawit merupakan tanaman inang yang cocok bagi CMA, sebab keefektivan setiap jenis CMA selain tergantung pada jenis CMA itu sendiri juga sangat tergantung pada jenis tanaman dan jenis tanah serta interaksi antara ketiganya (Brundrett *et al.*, 1996 dalam Kartika, 2006). Selanjutnya dapat dijelaskan bahwa jenis tanaman akan memberikan tanggapan yang berbeda terhadap CMA, demikian juga dengan jenis tanah, berkaitan erat dengan pH dan tingkat kesuburan tanah. Jumlah spesies dan karakteristik CMA sangat dipengaruhi oleh karakteristik lahan, karena karakteristik lahan perkebunan kelapa sawit, karet, kakao, dan kopi sangat berbeda baik dari sisi kultur teknis maupun kondisi lahannya.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa jenis CMA *Glomus* lebih mendominasi pada semua kondisi lahan, jadi dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis CMA *Glomus* adalah *Genus* yang paling dominan dengan berbagai tipe yang berbeda (10 tipe) dari ke empat lokasi perkebunan yang berbeda, hal ini diduga bahwa genus *Glomus* lebih mudah beradaptasi dengan berbagai lingkungan yang berbeda (Utoyo, 2009).

Pada penelitian ini, *Glomus* tipe 2 lebih mendominasi karena keberadaannya pada setiap sampel yang di amati pada empat lokasi perkebunan yang berbeda. Hal ini kemungkinan disebabkan karena daya adaptasi dari *glomus* tipe 2 tinggi, sebab tidak semua tipe spora yang ditemukan mampu beradaptasi pada keadaan lingkungan yang berbeda. Perbedaan lokasi dan rizosfer menyebabkan perbedaan keanekaragaman spesies dan populasi CMA, misalnya yang didominasi oleh fraksi lempung berdebu merupakan tanah yang baik bagi perkembangan *Glomus* (Margarettha, 2011).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan spora mikoriza pada rhizosfer tanaman kakao, karet, kopi, dan kelapa sawit diperoleh bahwa rata-rata jumlah spora tertinggi terdapat pada perkebunan kelapa sawit (2,4 spora), sedangkan jumlah spora terendah terdapat pada perkebunan karet (1 spora). Jenis spora pada semua rhizosfer tanaman kakao, karet, kopi, dan kelapa sawit didominasi oleh jenis *Glomus* dengan berbagai tipe yang berbeda (10 tipe). *Glomus* tipe 2 mendominasi pada semua rhizosfer tanaman perkebunan (kakao, karet, kopi, dan kelapa sawit).

### SARAN

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai studi karakteristik mikoriza terutama pada lahan kritis dalam upaya pengembangan tanaman perkebunan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Heddy, S., S. B. Soemitro, dan S. Soekartomo. 1986. Pengantar Ekologi. Rajawali. Jakarta.
- Margareththa. 2011. Eksplorasi dan identifikasi mikoriza indigen asal tanah bekas tambang batu bara. *Jurnal Berita Biologi* 10(5): 641-646.
- Musnawar, E. I. 2006. Pupuk Organik. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Odum, E. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan oleh Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Powell, C. L. dan J. Bagyaraj. 1984. *VA Mycorrhiza*. CRC Press, Inc. Boca Raton. Florida.
- Setiadi, Y. 2001a. Peranan mikoriza arbuskula dalam rehabilitasi lahan kritis di Indonesia. Disampaikan dalam Rangka Seminar Penggunaan Cendawan Mikoriza dalam Sistem Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis. Bandung 23 April 2001.
- Setiadi, Y. 2001b. Optimalisasi penggunaan mikoriza arbuskula dalam rehabilitasi lahan-lahan kritis. Disampaikan dalam Rangka "Workshop Mikoriza untuk Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis. Balitsa, Lembang 24-29 April 2001.
- Suhardi. 1989. Pedoman Kuliah: Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA). Pau-Bioteknologi Universitas Gajah Mada. Jogjakarta.
- Utoyo, B. 2009. Studi Karakteristik Cendawan Mikoriza Arbuskula Pada Beberapa Pola Pengusahaan Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). [Tesis]. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.