

# Karakteristik Mikoriza Arbuskula Tanaman Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) di Lapangan Ternaungi dan Tidak Ternaungi

## (Arbuscular Mycorrhizal Characteristics of Citronella Grass (*Cymbopogon nardus* L.) in Shaded and Unshaded Fields)

Nampiah Sukarno\*, Rahayu Laelandi, Ibnu Qayim, Mega Putri Amelya

(Diterima Agustus 2020/Disetujui Januari 2022)

### ABSTRAK

Karakteristik mikoriza arbuskula pada tanaman serai wangi di lapangan belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan mempelajari status dan karakteristik mikoriza arbuskula pada tanaman serai wangi di lapangan pada lahan tidak ternaungi dan yang ternaungi. Sampel akar untuk analisis kolonisasi dikoleksi dari perkebunan tanaman serai wangi di Cianjur, Jawa Barat. Struktur kolonisasi yang dianalisis ialah titik penetrasi, hifa internal, arbuskula, dan vesikula. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman serai wangi membentuk mikoriza arbuskula di lapangan. Kolonisasi mikoriza pada lahan tidak ternaungi lebih tinggi dibandingkan pada lahan yang ternaungi. Kualitas kolonisasi mikoriza pada tanaman serai wangi berbeda antara dua sistem budi daya tersebut. Pada lahan tidak ternaungi, jumlah arbuskula lebih tinggi dibandingkan pada lahan yang ternaungi, yaitu masing-masing 7 dan 4 arbuskula per cm akar. Arbuskula yang teramati ialah tipe arum dan tipe peralihan. Jumlah titik penetrasi kolonisasi pada kedua lahan tersebut tidak berbeda, yaitu 3,5 per cm akar. Jumlah vesikula dan hifa internal pada lahan tidak ternaungi lebih rendah dibandingkan pada lahan ternaungi. Pada lahan tidak ternaungi diperoleh jumlah vesikula sebanyak 1,5 dan hifa internal 8,5 per cm akar, sedangkan pada lahan ternaungi adalah 3,5 dan 11 per cm akar. Tanaman peneduh yang ditemukan ialah bambu, pisang, kopi, teh, dan aren. Semua tanaman peneduh membentuk kolonisasi mikoriza arbuskula dengan persentase kolonisasi antara 7 sampai 30%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza arbuskula merupakan komponen penting dalam budi daya dan produksi serai wangi pada lahan tidak ternaungi dan lahan ternaungi.

Kata kunci: Arbuskula, hifa internal, persentase kolonisasi, titik penetrasi, vesikula

### ABSTRACT

Arbuscular mycorrhiza (AM) characteristics of citronella grass in the field have not been reported. This research aimed to study the AM characteristics of citronella grass grown in unshaded and shaded fields. The roots of citronella grass were collected from citronella grass plantations in Cianjur, West Java. The root samples were analyzed for AM structures, namely entry points, intercellular hyphae, arbuscules, and vesicles. The results showed that the citronella grass form AM colonization. The quality of root colonization differed between the two cultivation systems. The unshaded citronella grass had higher root colonization compared to shaded citronella grass. In the unshaded citronella grass, the number of arbuscules was 7 per cm of root length, whereas in the shaded citronella grass was 4 per cm of root length. The types of arbuscules observed were arum and intermediate. There were no differences in the number of entry points in the two cultivated systems, which was 3,5 entry points per cm of root length. The numbers of vesicles and internal hyphae in unshaded citronella grass were lower than that of in the shaded citronella grass. In the unshaded citronella grass, the number of vesicles and intracellular hyphae were 1,5 and 8,5 per cm root length, whereas in the shaded citronella grass were 3,5 and 11 per cm root length, respectively. Shading plants grown in the field were bamboo, banana, coffee, tea, and sugar palm. All the shading plants formed AM symbiosis with a colonization value of 7 to 30%. This research indicates that arbuscular mycorrhiza is an important component in the citronella grass cultivation in unshaded and shaded fields.

Keywords: Arbuscule, entry point, intercellular hyphae, root colonization, vesicle

### PENDAHULUAN

Tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Asia dan

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Penulisan Korespondensi:

Email: [nampiah@apps.ipb.ac.id](mailto:nampiah@apps.ipb.ac.id)

tumbuh liar di daerah tropis, seperti Indonesia, dan dilaporkan responsif terhadap mikoriza arbuskula. Tanaman serai wangi adalah tanaman herba dengan pertumbuhan cepat dan mempunyai struktur tajuk yang dapat mencapai 1 meter. Daun tanaman serai wangi mempunyai struktur linear dan lanset, sedangkan batangnya berbentuk lebar dan kuat. Daun tanaman serai wangi menghasilkan minyak serai yang berfungsi di antaranya sebagai herbisida yang menghambat perkecambahan gulma *Lepidium sativum* L. dan

*Echinochloa crus-galli* L., dan insektisida untuk serangga pada biji-bijian (Lambraño *et al.* 2015; Suwitchayanon *et al.* 2017). Minyak serai mengandung senyawa kimia utama, yaitu nerol (17,28%), sitronelol (10,03%), geranil asetat (4,44%), elemol (4,38%), limonen (3,98%), dan sitronelil asetat (3,51%) (Setiawati *et al.* 2011). Proses penyulingan minyak serai pertama kali dilakukan di India pada tahun 1880-an (Charles 2012). Hasil penyulingan minyak serai digunakan dalam meningkatkan kualitas produk makanan dan minuman, seperti daging, ikan, gelatin, permen, puding, dan koktail. Daun serai wangi mempunyai senyawa aromatik, batangnya digunakan sebagai bumbu masakan, sedangkan akarnya dapat berfungsi dalam penguatan tanah untuk penanganan dampak longsor. Pemanfaatan akar tanaman serai wangi sebagai penanganan dampak longsor telah dilakukan di India (Gobinath *et al.* 2015).

Budi daya tanaman serai wangi dapat dilakukan pada lahan tidak ternaungi dan lahan yang ternaungi. Pada lahan ternaungi terdapat tanaman peneduh seperti pohon cemara, kelapa, aren, dan teh. Tanaman peneduh dapat memengaruhi tanaman utama, yaitu tanaman serai wangi dalam hal luas daun, panjang daun, lebar daun, dan kandungan klorofil total, tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering total, dan rasio akar terhadap daun dan pucuk (Perrin *et al.* 2013). Sebagai contoh, kandungan flavonoid pada tanaman *Lithocarpus litseifolius* (Hance) Chun. yang tumbuh dengan mendapat naungan sebesar 40% mempunyai kandungan flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang mendapat naungan sebesar 80% (Li *et al.* 2016). Hal ini terjadi berkaitan dengan faktor intensitas cahaya matahari yang memengaruhi laju fotosintesis. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman serai wangi, yaitu intensitas cahaya matahari memengaruhi laju fotosintesis tanaman yang pada akhirnya memengaruhi pertumbuhan dan kolonisasi mikoriza arbuskula pada akar tanaman tersebut.

Tanaman serai wangi adalah tanaman yang memiliki ketergantungan hidup yang tinggi pada mikoriza arbuskula (Giovannetti *et al.* 2010). Mikoriza arbuskula adalah pupuk hayati yang berfungsi meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara pada tanaman inang seperti unsur N, P, K, Zn, Mn, S, dan air. Selain itu, simbiosis mutualisme ini dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap cekaman akibat faktor abiotik dan biotik, seperti kekeringan, pH rendah atau tinggi, logam berat, salinitas tanah, serangan hama, dan penyakit (Barrett *et al.* 2014, Campanelli *et al.* 2012, Diagne 2020, Giovannini *et al.* 2020, Hajiboland 2013). Tanaman yang tumbuh bersimbiosis membentuk mikoriza arbuskula pada tanah salin mempunyai tinggi tanaman, luas daun, kepadatan akar, bobot basah, dan bobot kering lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol tanpa simbiosis. Pada tanah salin, mikoriza arbuskula juga dilaporkan meningkatkan kandungan prolin pada tanaman *Medicago sativa* L. (alfalfa) dibandingkan

dengan tanaman yang tidak bermikoriza (Campanelli *et al.* 2012).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak serai wangi terbesar di dunia. Sebagian besar perkebunan tanaman serai wangi di Indonesia terdapat di Kalimantan Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Barat. Kabupaten Cianjur adalah salah satu daerah sentra perkebunan tanaman serai wangi di Indonesia selain Nanggroe Aceh Darussalam, Jawa Timur, dan Lampung dengan total areal penanaman sebesar 3.492 ha. Sistem penanaman tanaman serai wangi di Cianjur ialah dengan sistem dinaungi oleh tanaman peneduh dan sistem lahan terbuka yang biasa dilakukan pada lahan tidur (terbengkalai). Peran tanaman peneduh pada kolonisasi mikoriza arbuskula tanaman serai wangi di alam belum diketahui. Penelitian ini bertujuan mempelajari karakteristik mikoriza arbuskula tanaman serai wangi pada sistem budi daya tidak ternaungi dan ternaungi di lapangan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan ialah mikroskop majemuk dan stereo yang dilengkapi kamera dan layar monitor, sentrifus, penangas air, dan cawan bergaris. Bahan tanaman yang digunakan ialah akar tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) dari tempat yang ternaungi dan tidak ternaungi, dan akar halus dari 5 spesies tanaman peneduh. Bahan lainnya yang digunakan ialah gelas objek, gelas penutup, etanol 70%, KOH 10%, HCl 1 N, pewarna biru tripan, gliserol 50%, dan PVLG (*Polyvinyl-Lacto-Glycerol*).

### Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Desa Sukabungah, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Kabupaten Cianjur secara geografis terletak pada koordinat 106°42' - 107°25' Bujur Timur dan 6°21' - 7°25' Lintang Selatan. Lokasi yang digunakan ialah lahan yang tidak ternaungi dan ternaungi dengan rata-rata penutupan sekitar 30-40% dan pohon peneduh tumbuh tidak merata (Gambar 1). Daerah yang tidak ternaungi berada di lahan terbuka, sedangkan daerah ternaungi ialah daerah dengan vegetasi campuran bambu, pisang, kopi, teh, dan aren.

### Pengambilan Sampel Akar

Teknik pengambilan sampel akar mengacu pada metode Ragupathy dan Mahadevan (1991) dengan menggunakan jalur transek (*transect method*) dalam plot berukuran 200 m x 200 m pada lahan tidak ternaungi dan lahan ternaungi. Masing-masing sebanyak 20 tanaman serai wangi yang berada dalam jalur transek dipilih untuk pengambilan sampel akar pada lahan tidak ternaungi dan lahan ternaungi. Pemilihan tanaman peneduh dilakukan dengan menentukan tanaman dominan yang tumbuh dalam plot. Terdapat 5 jenis tanaman peneduh di lahan



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel pada lahan tidak ternaungi (a) dan ternaungi (b).

ternaungi. Semua tanaman peneduh dominan yang tumbuh pada satu plot diambil perakarannya. Terdapat sekitar 3–5 pohon tanaman peneduh dominan pada setiap plot. Sampel akar yang diambil ialah akar halus sebanyak 15 g. Pengambilan sampel akar pada setiap tanaman dilakukan pada 4 titik arah mata angin dengan kedalaman 0–20 cm yang kemudian setiap sampel akar digabungkan menjadi satu sampel komposit. Kemudian akar dimasukkan ke dalam botol yang berisi etanol 70%. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam kotak pendingin dan dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut.

#### Pengukuran Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan yang diukur ialah intensitas cahaya matahari, kelembapan, kecepatan angin, dan suhu udara yang diukur menggunakan alat *digital soil meter 4 in 1*. Pengukuran dilakukan pada siang hari pukul 10.00–12.00 WIB dan pada sore hari pukul 15.00–17.00 WIB. Pengukuran dilakukan pada dua sistem budi daya tanaman serai wangi, yaitu pada lahan tidak ternaungi dan lahan ternaungi.

#### Pewarnaan Akar Tanaman Serai Wangi

Pewarnaan akar dilakukan dengan memotong akar hingga berukuran 1 cm. Akar kemudian direndam dalam KOH 10% pada penangas dengan suhu 90°C selama 10–15 menit. Selanjutnya akar dicuci dengan air kemudian dimasukkan ke dalam larutan HCl 1 N selama 10 menit. Akar ditiriskan dan direndam pada pewarna biru tripan 0.05% pada penangas selama 10–15 menit. Akar yang telah diwarnai disimpan di dalam larutan gliserol 50% sampai digunakan untuk pengamatan.

#### Kolonisasi Mikoriza Arbuskula

Kolonisasi mikoriza arbuskula dihitung dengan menggunakan metode *gridline intersection* (Giovannetti & Mosse 1980). Akar yang sudah diwarnai, dipotong sepanjang 1 cm dan disebarkan

sebanyak 50–100 potong akar secara acak pada cawan yang telah dilengkapi dengan *gridline* berukuran 0,5 cm. Akar yang terkolonisasi dihitung dengan mengamati struktur kolonisasi yang terdapat pada akar yang bersinggungan dengan garis pada cawan (*gridline*) di bawah mikroskop stereo. Pengamatan juga dilakukan pada akar yang tidak terkolonisasi. Struktur kolonisasi yang diamati ialah arbuskula, hifa internal, titik penetrasi, dan vesikula. Kolonisasi mikoriza arbuskula pada akar dihitung berdasarkan formula:

$$\text{Kolonisasi mikoriza arbuskula} = \frac{\text{jumlah akar yang terkolonisasi}}{\text{total akar yang diamati}} \times 100\%$$

#### Kualitas Kolonisasi Mikoriza Arbuskula

Kualitas kolonisasi ditentukan oleh jumlah setiap struktur kolonisasi yang terbentuk seperti jumlah arbuskula, hifa internal, titik penetrasi, dan vesikula. Kualitas kolonisasi dihitung menggunakan metode yang dilaporkan oleh McGonigle *et al.* (1990). Pada metode ini, sebanyak 10 potong akar yang berukuran 1 cm disusun pada kaca preparat. Selanjutnya akar ditetesi dengan larutan PVLG, ditutup dengan kaca penutup dan diamati di bawah mikroskop majemuk. Struktur kolonisasi yang diamati ialah arbuskula, hifa internal, titik penetrasi, dan vesikula yang dilakukan dengan pengamatan sebanyak 20 sudut pandang secara acak pada setiap 1 cm akar. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop majemuk pada perbesaran 400x dan 1000x. Total dari setiap jumlah struktur kolonisasi mikoriza arbuskula yang diamati kemudian dicatat.

#### Analisis Data

Kolonisasi dan jumlah setiap struktur kolonisasi mikoriza arbuskula, yaitu arbuskula, hifa internal, titik penetrasi, dan vesikula dianalisis dengan analisis sidik ragam (*One Way Anova*) menggunakan aplikasi statistik SPSS 16.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Lingkungan

Intensitas cahaya matahari pada siang hari pada dua jenis lahan yang diamati lebih tinggi dibandingkan pada sore hari, dan pada lahan tidak ternaungi lebih tinggi dibandingkan pada lahan yang ternaungi (Tabel 1). Pada siang hari, lahan tidak ternaungi mempunyai intensitas cahaya matahari maksimal sebesar 16.910 Lux, yaitu 6 kali lebih tinggi dari intensitas cahaya matahari pada lahan ternaungi yang mempunyai intensitas maksimal sebesar 2.840 Lux. Pada sore hari, intensitas cahaya matahari maksimal pada lahan tidak ternaungi mempunyai besaran yang tidak berbeda jauh dibandingkan dengan lahan ternaungi, yaitu masing-masing sebesar 1.791 dan 1.409 Lux. Intensitas cahaya matahari minimal pada siang hari pada lahan tidak ternaungi sebesar 3.5 kali lebih tinggi dibanding pada lahan yang ternaungi, yaitu masing-masing sebesar 4.770 dan 1.382 Lux. Pada sore hari, intensitas cahaya matahari minimal pada lahan tidak ternaungi menurun menjadi 1,4 kali lebih besar dari lahan yang ternaungi, yaitu 1.160 dan 842 Lux (Tabel 1).

Kelembapan udara di antara kedua sistem budi daya tanaman serai wangi secara umum tidak berbeda. Kelembapan pada kedua lahan pada siang hari lebih rendah daripada pada sore hari. Kecepatan angin maksimal pada lahan tidak ternaungi pada siang hari dua kali lebih tinggi dibandingkan pada lahan ternaungi, sedangkan pada sore hari kecepatan angin pada lahan tidak ternaungi lebih tinggi dibandingkan pada lahan ternaungi.

Pada siang hari, kecepatan angin pada lahan tidak ternaungi dua kali lebih besar dibandingkan pada lahan ternaungi, yaitu masing-masing sebesar 1 dan 0,5 m/s. Pada sore hari, kecepatan angin pada lahan tidak ternaungi sebesar 0,5 m/s, sedangkan pada lahan ternaungi sangat rendah sehingga tidak terdeteksi oleh alat yang digunakan. Kecepatan angin minimal pada kedua lahan antara siang hari dan sore hari tidak berbeda. Suhu udara pada siang hari pada kedua lahan berbeda, yaitu 30,6°C pada lahan tidak ternaungi dan 28,9°C pada lahan ternaungi. Pada sore hari, suhu udara pada kedua lahan tidak berbeda, yaitu sebesar 23°C (Tabel 1).

### Kolonisasi Mikoriza Arbuskula

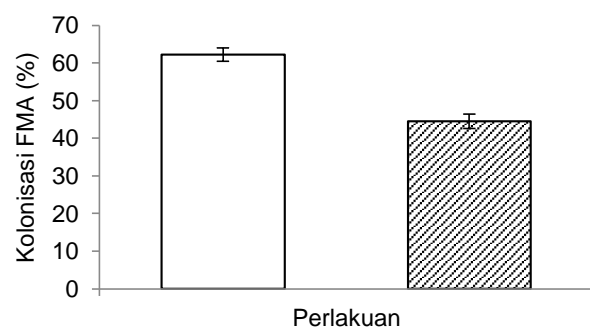
Tanaman serai wangi bersifat mikotropik, yaitu bersimbiosis membentuk mikoriza arbuskula. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kumar *et al.* (2020) dan Cruz *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tanaman serai meningkatkan bobot tanaman dan kandungan gula total, flavonoid, dan antioksidan. Pada penelitian ini, semua tanaman serai wangi yang dikoleksi dari lapangan baik yang tidak ternaungi maupun yang ternaungi terkolonisasi FMA alami dengan persentase kolonisasi masing-masing sebesar 65% dan 47% (Gambar 2).

FMA yang berhasil diidentifikasi dari kedua sistem budi daya serai wangi ialah beberapa spesies *Acaulospora* dan *Glomus*. Spesies *Acaulospora* dan *Glomus* pada lahan tidak ternaungi berbeda dari spesies pada lahan ternaungi. Cahaya merupakan unsur yang sangat penting dalam proses fotosintesis tanaman inang. FMA sebagai mikobion mendapatkan unsur karbon dari tanaman inang karena fungi tersebut bersifat simbiosis obligat, yaitu tidak mampu tumbuh tanpa bersimbiosis dengan akar tanaman hidup (Shi *et al.* 2014). FMA mendapatkan unsur karbon dari hasil fotosintesis tanaman inang dalam bentuk senyawa heksosa. Transfer karbon dari tanaman inang ke mikobion terjadi melalui arbuskula (Pfeffer *et al.* 1999). Tanaman serai mendapatkan unsur hara seperti P, N, Zn dan air dari mikobion (Smith dan Read 2008).

Peningkatan intensitas cahaya matahari akan meningkatkan kolonisasi mikoriza arbuskula (Smith dan Read 2008). Pada lahan tidak ternaungi, intensitas cahaya matahari lebih tinggi dibandingkan pada lahan yang ternaungi. Oleh karena itu, kolonisasi mikoriza arbuskula pada tanaman serai wangi lebih tinggi pada lahan yang tidak ternaungi dibandingkan dengan pada lahan yang ternaungi (Gambar 2 dan Tabel 1). Hal ini sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh Shukla *et al.* (2008), yaitu kolonisasi mikoriza arbuskula pada tanaman *Phaseolus mungo*, *Triticum aestivum*, *Eucalyptus tereticorni*, dan *Albizia procera* meningkat dengan peningkatan intensitas cahaya matahari sebanyak 25% dari penyinaran sebesar 15.000 Lux pada bulan Januari dan Februari. Selain itu, intensitas cahaya matahari yang tinggi juga akan meningkatkan suhu lingkungan (Tabel 1). Oleh karena itu, intensitas cahaya matahari dapat memengaruhi kolonisasi akar tanaman oleh mikoriza arbuskula.

### Kualitas Kolonisasi Mikoriza Arbuskula

Kualitas kolonisasi mikoriza arbuskula ditentukan oleh jumlah arbuskula, hifa internal, titik penetrasi, dan vesikula yang terbentuk di dalam akar tanaman inang. Jumlah arbuskula pada akar tanaman serai wangi pada lahan tidak ternaungi lebih tinggi dibandingkan pada lahan yang ternaungi (Gambar 3). Jumlah arbuskula pada akar tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi

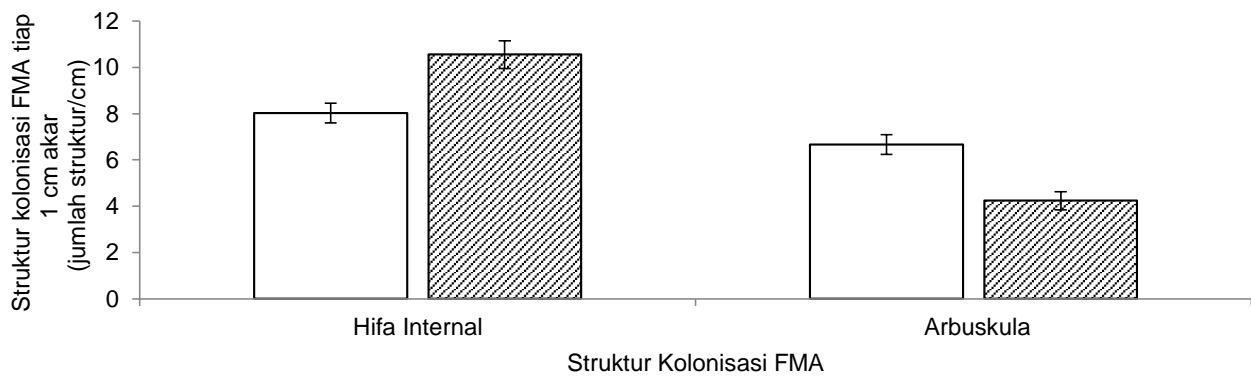


Gambar 2 Kolonisasi FMA pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi (□) dan ternaungi (▨). Nilai adalah rata-rata dan standar error.

Tabel 1 Intensitas cahaya, kelembapan, kecepatan angin, dan suhu udara di perkebunan tanaman serai wangi di Cianjur pada bulan April 2019

Perlakuan	Waktu pengukuran	Intensitas cahaya (Lux)		Kelembapan (%)		Kecepatan angin (m/s)		Suhu (°C)
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max	Min	
Tidak ternaungi	Siang (10.00-12.00)	16910	4770	70,1	64,2	1	*tt	30,6
	Sore (15.00-17.00)	1791	1160	83,8	82,9	0,5	*tt	23,2
Ternaungi	Siang (10.00-12.00)	2840	1382	65,53	54,1	0,5	*tt	28,9
	Sore (15.00-17.00)	1409	842	86,2	82,1	*tt	*tt	23,1

Keterangan: (\*) tidak terdeteksi (tt).



Gambar 3 Struktur kolonisasi FMA berupa hifa internal dan arbuskula pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi (□) dan ternaungi (▨). Nilai adalah rata-rata dan standar error.

hampir dua kali lipat dibandingkan dengan pada lahan ternaungi, yaitu masing-masing sebanyak 7 dan 4 arbuskula per cm akar. Struktur kolonisasi lainnya ialah hifa internal yang pada lahan tidak ternaungi lebih rendah dibandingkan pada lahan ternaungi (Gambar 3). Struktur titik penetrasi pada dua sistem budi daya tidak berbeda, yaitu sebanyak 3,5 per cm akar, sedangkan jumlah vesikula pada akar tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi lebih rendah dari yang ternaungi (Gambar 4).

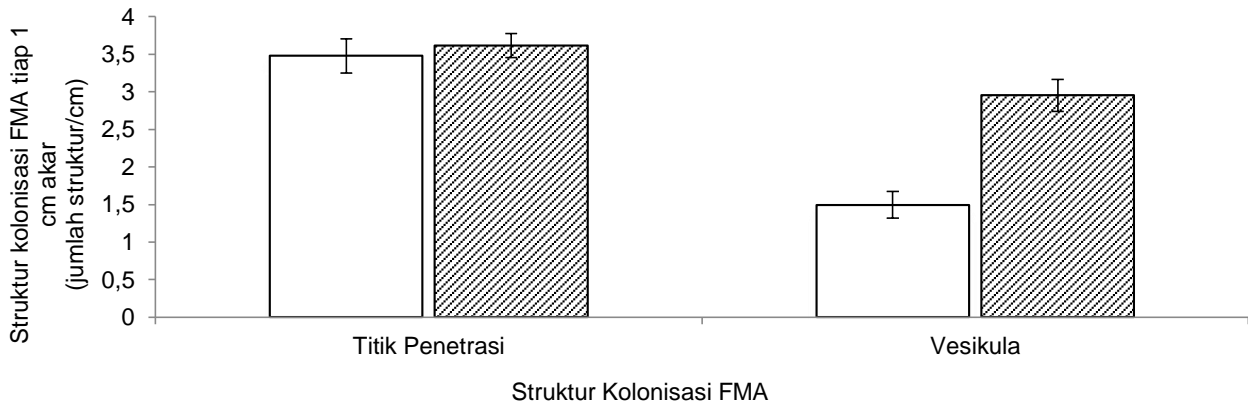
Arbuskula yang tinggi pada akar tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi diduga disebabkan oleh faktor intensitas cahaya matahari. Intensitas cahaya matahari yang tinggi pada lahan tidak ternaungi dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman inang dan metabolisme mikoriza arbuskula (Zangaro *et al.* 2013). Arbuskula ialah struktur tempat terjadinya transfer unsur karbon dari tanaman inang ke mikobion, yaitu sekitar 15% dari hasil proses fotosintesis tanaman inang. Unsur karbon tersebut digunakan untuk pertumbuhan mikobion, dan penyerapan dan transfer nutrisi dari mikobion ke tumbuhan inang (Parapasan dan Adryade 2014, Smith dan Read 2008). Laju fotosintesis yang tinggi karena intensitas cahaya matahari yang tinggi menyebabkan transfer unsur karbon dari tanaman ke mikobion meningkat sehingga jumlah arbuskula yang terbentuk meningkat. Peningkatan jumlah arbuskula menyebabkan transfer unsur hara, yaitu P, N, K, Zn, dan air dari mikobion ke tumbuhan inang juga meningkat (Hajiboland 2013).

Struktur arbuskula yang teramati pada tanaman serai wangi ialah tipe arum dan tipe peralihan (*intermediate*) antara tipe arum dan tipe paris (Gambar 5 dan 6). Struktur arbuskula yang dominan pada penelitian ini ialah tipe arum. Arbuskula tipe arum dan tipe peralihan dibedakan berdasarkan dominansi hifa interseluler (Muthukumar dan Sampath 2009). Pada tipe arum, arbuskula terbentuk secara terminal di dalam sel korteks akar tanaman serai wangi. Arbuskula tipe arum terbentuk dari hifa FMA yang tumbuh di antara sel-sel korteks akar yang tumbuh ke dalam korteks (Gambar 5A-B), sedangkan arbuskula tipe paris terbentuk secara interkalar pada hifa koil di dalam sel korteks akar tanaman inang (Smith & Smith 1997).

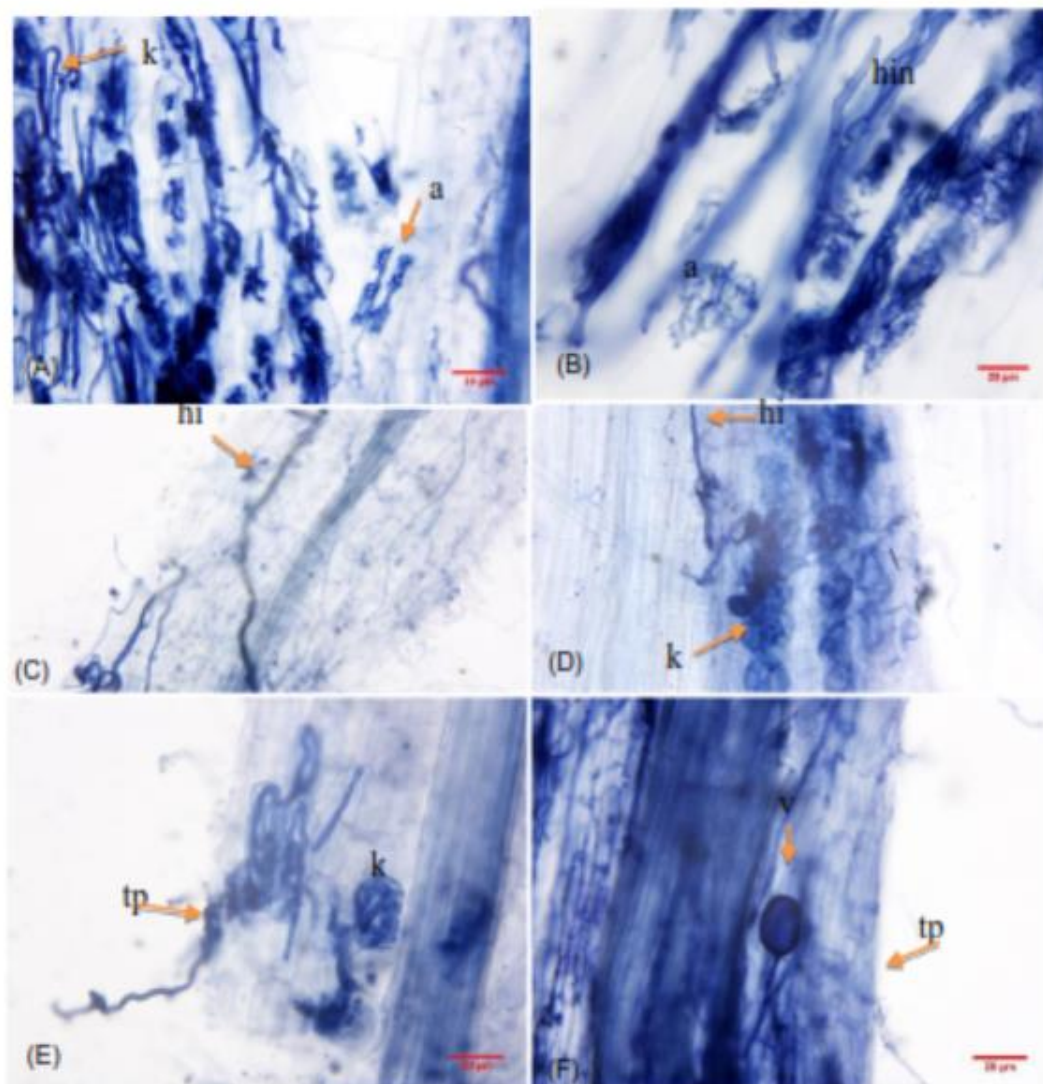
Struktur kolonisasi hifa internal pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi lebih rendah dibandingkan pada tanaman serai wangi di lahan yang ternaungi (Gambar 3). Hal ini diduga karena intensitas cahaya matahari yang rendah akibat terhalangi oleh tanaman peneduh (Zheng *et al.* 2014). Rendahnya intensitas cahaya matahari menurunkan laju fotosintesis yang berakibat pada penurunan sumber karbon untuk FMA yang diperlukan untuk pertumbuhan struktur kolonisasi di dalam akar dan juga aktivitas penyerapan nutrisi dari dalam tanah oleh FMA (Paterson *et al.* 2016).

Struktur titik penetrasi FMA pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi dan ternaungi tidak berbeda nyata, yaitu 3,5 per cm akar (Gambar 4). Jumlah struktur titik penetrasi ditentukan oleh jumlah





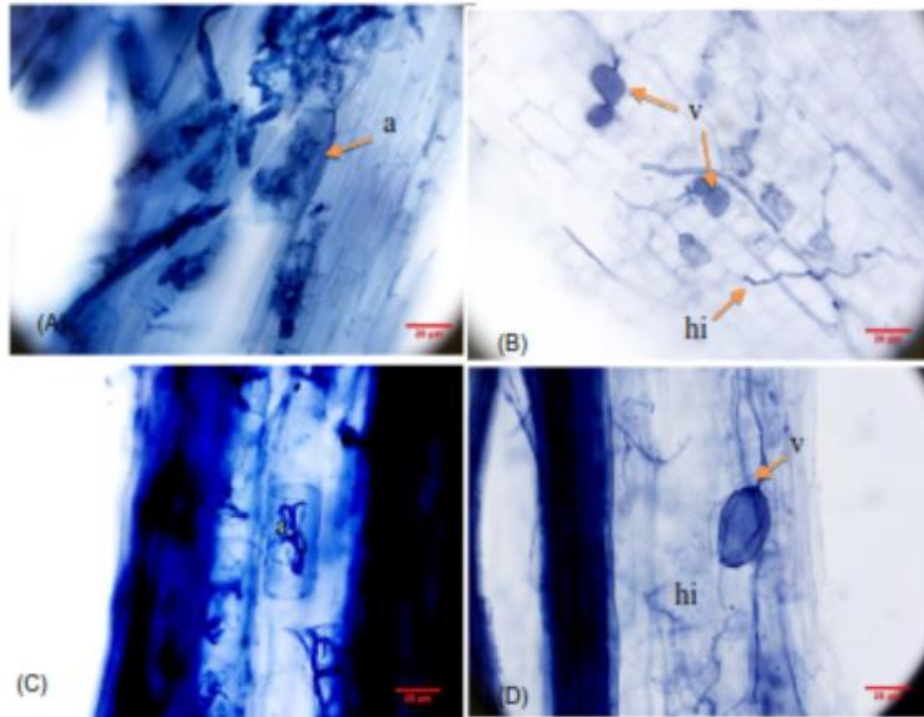
Gambar 4 Struktur kolonisasi FMA berupa titik penetrasi dan vesikula pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi (□) dan ternaungi (▨). Nilai adalah rata-rata dan standar error.



Gambar 5 Struktur kolonisasi FMA pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi (A-F). Arbuskula (a), hifa internal (hi), hifa intraselular (hin), koil (k), titik penetrasi (tp), dan vesikula (v) (Bar = 20 µm).

propagul (inokulum) yang berada di dalam tanah. Pada lahan ternaungi terdapat sumber inokulum tambahan dari tanaman peneduh (Brundrett *et al.* 2008). Titik penetrasi hifa FMA dibentuk pada lapisan epidermis

akar tanaman serai wangi, selanjutnya hifa tumbuh pada lapisan korteks akar. Titik penetrasi berfungsi untuk melakukan kolonisasi dan juga merupakan titik masuknya unsur hara yang sebelumnya ditranslokasi



Gambar 6 Struktur kolonisasi FMA pada tanaman serai wangi di lahan ternaungi (A-D). Arbuskula (a), hifa internal (hi), dan vesikula (v) (Bar = 20  $\mu\text{m}$ ).

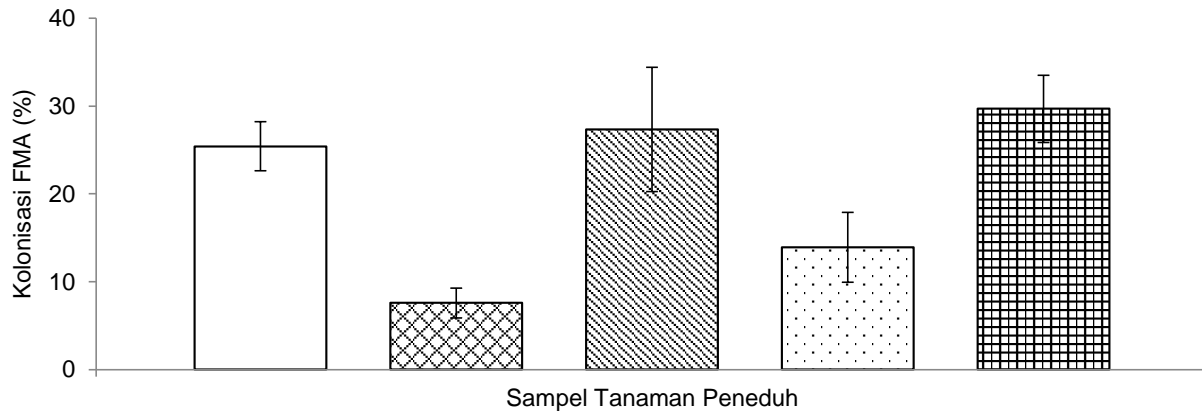
sepanjang hifa eksternal. Nutrisi yang ditranslokasikan ialah hasil penyerapan oleh hifa dari pori-pori tanah (Genre dan Paola 2010). Hifa eksternal berfungsi untuk menyerap unsur hara di antaranya P, N, K, Zn, dan S serta air dari dalam tanah. Hifa eksternal tumbuh membentuk jalinan yang intensif dengan diameter hifa antara 5-30  $\mu\text{m}$  (Barrett *et al.* 2014). Hifa tumbuh ke dalam pori-pori kecil (mikro) tanah yang tidak dapat dijangkau oleh akar tanaman yang mempunyai diameter lebih besar. Hifa eksternal juga dapat meningkatkan struktur agregasi tanah sehingga dapat memperbaiki porositas tanah dengan memperkecil atau memperbesar ukuran pori-pori tanah.

Tanaman serai wangi pada lahan tidak ternaungi dan ternaungi mempunyai jumlah vesikula yang berbeda. Tanaman serai wangi pada lahan ternaungi mempunyai jumlah vesikula yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman serai wangi pada lahan tidak ternaungi (Gambar 4). Hal ini diduga berhubungan dengan pengaruh intensitas cahaya matahari (Voriskova *et al.* 2019). Aliran unsur karbon yang lebih rendah dari tanaman ke FMA pada lahan ternaungi menyebabkan FMA mengalami cekaman unsur karbon sehingga menghasilkan struktur pertahanan diri berupa organ penyimpanan cadangan makanan, yaitu vesikula (Smith & Read 2008). Vesikula pada tanaman serai wangi pada lahan yang tidak ternaungi umumnya berbentuk oval dengan diameter 15,57 x 22,60  $\mu\text{m}$  (Gambar 5F). Vesikula pada tanaman serai wangi pada lahan yang ternaungi umumnya berbentuk oval dengan ujung sedikit lancip dan mempunyai diameter 21,37 x 33,28  $\mu\text{m}$  (Gambar 6D).

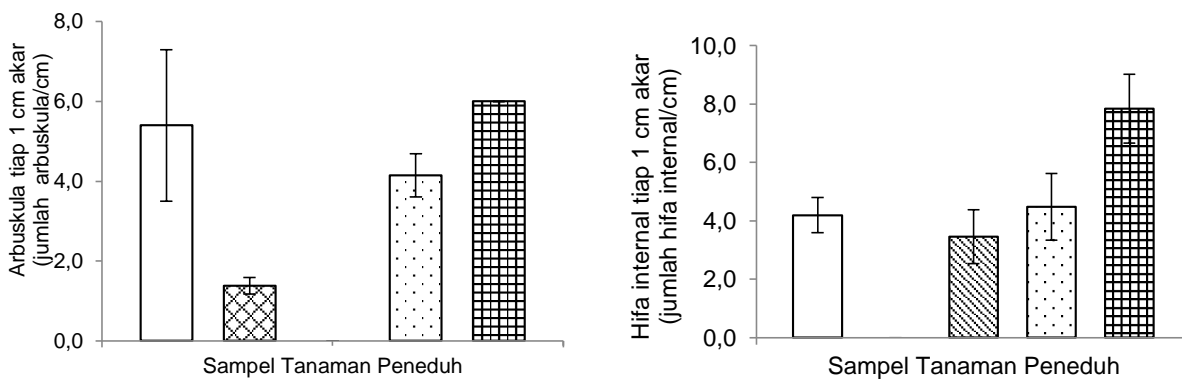
### Tanaman Peneduh

Tanaman peneduh terkolonisasi oleh FMA sebesar 7 sampai 30% (Gambar 7). Tanaman peneduh yang terdapat di lapangan dan diamati ialah bambu, pisang, kopi, teh, dan aren. Tanaman bambu, kopi, dan aren mempunyai kolonisasi lebih dari 20%, sedangkan tanaman pisang dan teh mempunyai kolonisasi rendah, yaitu di bawah 20% (Gambar 7). Jumlah struktur arbuskula tertinggi pada tanaman peneduh terdapat pada tanaman aren, sedangkan pada tanaman kopi tidak ditemukan adanya arbuskula. Hal ini diduga karena kolonisasi pada akar kopi sudah mencapai tahap lanjut sehingga arbuskula telah mengalami degenerasi. Jumlah hifa internal tertinggi secara berturut-turut terdapat pada tanaman bambu, teh, dan aren, yaitu sebanyak 4,13, 5,20, dan 6 per cm akar (Gambar 8). Tanaman aren mempunyai rata-rata jumlah titik penetrasi dan vesikula lebih tinggi dibandingkan tanaman peneduh lainnya, yaitu sebanyak 2,7 dan 4,9 per cm akar (Gambar 9).

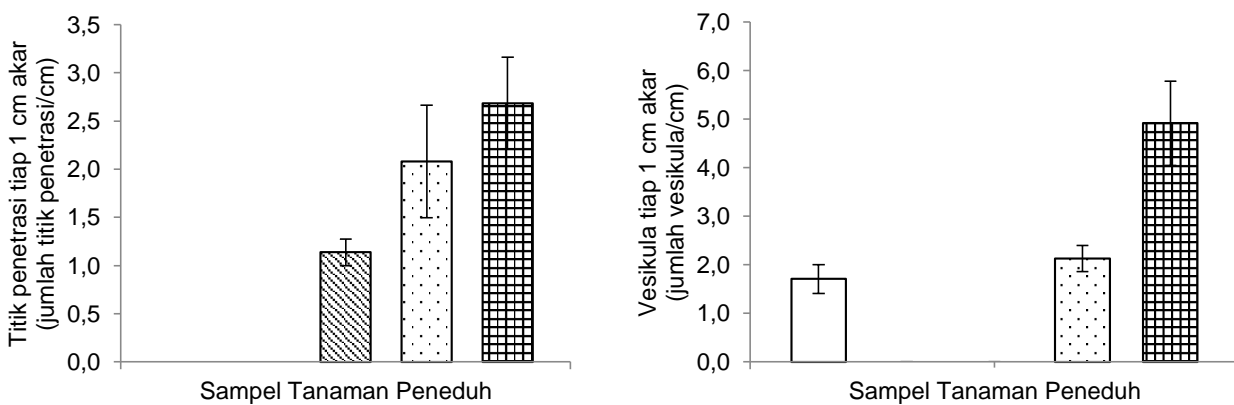
Tanaman peneduh dapat menjadi sumber inokulum FMA yang cukup baik. Tanaman peneduh yang ditemukan ialah tanaman mikotropik sehingga dapat digunakan sebagai sumber inokulum. Penyebaran inokulum dari tanaman peneduh ke tanaman serai wangi dapat melalui pertumbuhan hifa eksternal, air hujan, angin, dan hewan (Paz *et al.* 2020). Dari data yang diperoleh dalam penelitian ini, tanaman kopi, bambu, dan aren merupakan tanaman peneduh yang menghasilkan inokulum paling tinggi dibandingkan dengan tanaman teh dan pisang. Hal ini karena tanaman pisang dan tanaman teh merupakan tanaman



Gambar 7 Kolonisasi FMA pada tanaman peneduh. Tanaman bambu (□), tanaman pisang (▨), tanaman kopi (▩), tanaman teh (⋯), tanaman aren (▧). Nilai adalah rata-rata dan standar error.



Gambar 8 Struktur kolonisasi FMA berupa arbuskula (a) dan hifa internal (b) pada tanaman bambu (□), tanaman pisang (▨), tanaman kopi (▩), tanaman teh (⋯), tanaman aren (▧). Nilai adalah rata-rata dan standar error.



Gambar 9 Struktur kolonisasi FMA berupa titik penetrasi (a) dan vesikula (b) pada tanaman bambu (□), tanaman pisang (▨), tanaman kopi (▩), tanaman teh (⋯), tanaman aren (▧). Nilai adalah rata-rata dan standar error.

yang mempunyai tingkat ketergantungan yang rendah pada mikoriza (Jefwa *et al.* 2012; Karthikeyan *et al.* 2005), sedangkan tanaman bambu dan kopi dilaporkan oleh Das dan Highland (2010) merupakan tanaman yang mempunyai tingkat ketergantungan moderat sampai tinggi pada mikoriza. Tanaman aren merupakan anggota Famili *Arecaceae* yang anggotanya di

antaranya ialah tanaman kurma (*Phoenix dactylifera*). Tanaman kurma memiliki tingkat ketergantungan mikoriza moderat atau sedang. Oleh karena itu, tingkat ketergantungan tanaman aren pada mikoriza bersifat sedang (moderat) (Sghir *et al.* 2014).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mikoriza arbuskula merupakan komponen penting dalam



pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas serai wangi di alam yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati dan pengendali hayati hama dan penyakit dalam budi daya serai wangi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pemanfaatan tanaman peneduh atau tanaman sela dari spesies yang merupakan inang FMA dapat berfungsi sebagai sumber inokulum untuk meningkatkan kolonisasi tanaman serai wangi atau tanaman lain yang ditanam sebagai tanaman utama.

## KESIMPULAN

Tanaman serai wangi pada lahan yang tidak ternaungi dan yang ternaungi terkolonisasi FMA cukup tinggi. Kolonisasi FMA pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi sebesar 65% dan pada lahan ternaungi sebesar 47%. Kualitas kolonisasi FMA pada tanaman serai wangi di lahan tidak ternaungi dan lahan ternaungi sangat baik. Akan tetapi, terdapat variasi pada jumlah setiap struktur kolonisasinya. Arbuskula lebih banyak terdapat pada lahan tidak ternaungi. Arbuskula yang terbentuk ialah tipe arum dan tipe peralihan. Titik penetrasi mempunyai jumlah yang tidak berbeda nyata, yaitu sebanyak 3,5 per cm akar, sedangkan hifa internal dan vesikula lebih banyak terdapat pada tanaman serai wangi di lahan ternaungi. Semua tanaman peneduh terkolonisasi FMA dengan kolonisasi antara 7 sampai 30%. Kolonisasi tertinggi terdapat pada tanaman bambu, kopi, dan aren, sedangkan yang terendah dijumpai pada tanaman pisang dan teh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada petani di Desa Sukabungah, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat yang telah memberikan izin untuk pengambilan sampel akar tanaman serai wangi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barrett G, Campbell CD, Hodge A. 2014. The direct response of the external mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi to temperature and the implications for nutrient transfer. *Soil Biology and Biochemistry*. 78: 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.025>
- Brundrett MC, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N. 2008. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. CSIRO Forestry and Forest Product. CSIRO Centre for Mediterranean Agricultural Research Wembley, WA. Bernie Dell. Murdoch University. Murdoch, WA.
- Campanelli A, Ruta C, De Mastro G, Morone-Fortunato I. 2012. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviating salt stress in *Medicago sativa* L. var. icon. *Symbiosis*. 59(2), 65–76. <https://doi.org/10.1007/s13199-012-0191-1>
- Charles DJ. 2012. *Lemongrass*. In: *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. New York (USA). [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0\\_35](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0_35)
- Cruz RMSD, Alberton O, Lorencete MDS, Cruz LSD, Gasparotto-Junior A, Cardozo-Filho L, Sauza SGHD. 2020. Phytochemistry of *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting bacteria. *Industrial Crops & Products*. 149 (112340): 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112340>
- Das P, Highland K. 2010. Arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophyte colonization in bamboo from Northeast India. *Frontiers of Agriculture in China*. 4(3): 375–382. <https://doi.org/10.1007/s11703-010-1013-y>
- Diagne N, Ngom M, Djighaly PI, Fall D, Hocher V, Svistoonoff S. 2020. Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Plant Growth and Performance: Importance in Biotic and Abiotic Stressed Regulation. *Diversity*. 12(370): 1–25. <https://doi.org/10.3390/d12100370>
- Genre A, Paola B. 2010. The making of symbiotic cells in arbuscular mycorrhizal roots. In: Koltai H., Kapulnik Y. (eds) *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. 57–71. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9489-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9489-6_3)
- Giovannetti M, Avio L, Sbrana C. 2010. Fungal spore germination and pre-symbiotic mycelial growth - physiological and genetic aspects. In: Koltai H., Kapulnik Y. (eds) *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. 3–32. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9489-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9489-6_1)
- Giovannetti M, Mosse. 1980. An evaluation technique for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*. 84(3): 489–500. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x>
- Giovannini L, Palla M, Agnolucci M, Avio L, Sbrana C, Turrini A, Giovannetti M. 2020. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Associated Microbiota as Plant Biostimulants: Research Strategies for the Selection of the Best Performing Inocula. *Agronomy*. 10(106): 1–25. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010106>
- Gobinath R, Ganapathy GP, Akinwumi II. 2015. Evaluating the use of lemon grass roots for the reinforcement of a landslide affected soil from Nilgris district, Tamil Nadu, India. *Journal of*

- Materials and Environmental Science*. 6: 2681–2687.
- Hajiboland R. 2013. Role of arbuscular mycorrhiza in amelioration of salinity. *Salt Stress in Plants*. 301–354. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6108-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6108-1_13)
- Jefwa JM, Esther K, Turop L, Joseph M, Wilson N, Stephen MI, Nteranya S, Bernard V. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of banana and plantain and the growth of tissue culture cultivars. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 157: 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.03.014>
- Karthikeyan A, Muthukumar T, Udaiyan K. 2005. Response of tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) to arbuscular mycorrhizal fungi under plantation nursery conditions. *Biological Agriculture & Horticulture*. 22(4): 305–319. <https://doi.org/10.1080/01448765.2005.9755294>
- Kumar A, Gupta A, Aggarwal A, Bhargav V. 2020. Efficacy of bioinoculants on biomass, nutritional status and yield of lemon grass, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 29(1): 59–66. <https://doi.org/10.25081/josac.2020.v29.i1.6004>
- Lambrãño RH, Nerlis PS, Karina CG, Stashenko E, Jesus OV. 2015. Essential oils from plants of the genus *Cymbopogon* as natural insecticides to control stored product pests. *Journal of Stored Products Research*. 63: 82–83.
- Li AM, Li SH, Wu XJ, Zhang J, He AN, Zhao G, Yang X. 2016. Effect of light intensity on leaf photosynthetic characteristics and accumulation of flavonoids in *Lithocarpus litseifolius* (Hance) Chun. (Fagaceae). *Open Journal of Forestry*. 6: 445–459. <https://doi.org/10.4236/ojf.2016.65034>
- McGonigle TP, Miller MH, Evans DG, Fairchild GL, Swan JA. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol*. 115(3): 495–501. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00476.x>
- Muthukumar T, Sampath P. 2009. Arbuscular mycorrhizal morphology in crops and associated weeds in tropical agro-ecosystems. *Mycoscience*. 50(3): 233–239. <https://doi.org/10.1007/S10267-008-0475-8>
- Parapasan Y, Adryade RG. 2014. Waktu dan cara aplikasi cendawan mikoriza arbuskular (CMA) pada pertumbuhan bibit tanaman kopi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 13(3): 203–208.
- Paterson E, Allan S, Jane D, Timothy JD. 2016. Arbuscular mycorrhizal hyphae promote priming of native soil organic matter mineralization. *Plant Soil*. 408: 243. <https://doi.org/10.1007/s11104-016-2928-8>
- Paz C, Öpik M, Bulascoschi L, Bueno CG, Galetti M. 2020. Dispersal of Arbuscular Mycorrhizal Fungi: Evidence and Insights for Ecological Studies. *Microbial Ecology*. 81(2): 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01582-x>
- Perrin PM, Fraser JG, Mitchell. 2013. Effects of shade on growth, biomass allocation and leaf morphology in European yew (*Taxus baccata* L.). *The European Journal of Forest Research*. 132(2): 211–218. <https://doi.org/10.1007/s10342-012-0668-8>
- Pfeffer PE, David DD, Jr. Guillaume B, Yair Shachar-Hill. 1999. Carbon uptake and the metabolism and transport of lipids in an arbuscular mycorrhiza. *Plants Physiol*. 120(2): 587–598. <https://doi.org/10.1104/pp.120.2.587>
- Ragupathy S, Mahadevan A. 1991. VAM distribution influenced by salinity gradient in a coastal tropical forest. In Proceeding of second Asian Conference on Mycorrhiza. *BIOTROP Special Publication*. 42: 91–97.
- Setiawati W, Rini M, Ahsol H. 2011. Laboratory and field evaluation of essential oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities against *Helicoverpa armigera* Hubner on chili pepper. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. 12(1): 9–16. <https://doi.org/10.21082/ijas.v12n1.2011.p9-16>
- Sghir F, Jihane T, Mohamed C, Amina OT, Abdelkarim FM, Cherkaoui EM, Abdelmajid M, Ahmed O, Rachid B, Allal D. 2014. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of date palm tree (*Phoenix dactylifera*) in Tafilalet and Zagora regions (Morocco). *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*. 2(6): 1–11.
- Shi G, Yongjun L, Nancy CJ, Pål AO, Lin M, Gang C, Shengjing J, Lizhe A, Guozhen D, Huyuan F. 2014. Interactive influence of light intensity and soil fertility on root-associated arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*. 378(1–2): 173–188. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2022-z>
- Shukla A, Kumar A, Jha A, Chaturvedi OP, Prasad R, Ajit G. 2008. Effects of shade on arbuscular mycorrhizal colonization and growth of crops and tree seedlings in Central India. *Agroforestry Systems*. 76(1): 95–109. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9182-x>

- Smith FA, Smith SE. 1997. Structural diversity in (vesicular)-arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytol.* 137: 373–388. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00848.x>
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. San Diego (USA): Academic Press.
- Suwitchayanon P, Osamu O, Kiyotake S, Hisashi KN. 2017. N-Octanoyl tyramine, a phytotoxic compound in the roots of *Cymbopogon nardus*. *Acta Physiol Plant.* 39(6): 123–129. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2419-4>
- Voriskova A, Jansa J, Puschel D, Vosatka M, Smilauer P, Janouskova M. 2019. Abiotic contexts consistently influence mycorrhiza functioning independently of the composition of synthetic arbuscular mycorrhizal fungal communities. *Mycorrhiza.* 1–13. <https://doi.org/10.1007/s00572-018-00878-8>
- Zangaro W, Leila VR, Priscila BdS, Ricardo dAA, Luiz EAML, Artur BLR, Marco AN, Rosilaine C. 2013. Root colonization and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi in distinct successional stages from an Atlantic rainforest biome in southern Brazil. *Mycorrhiza.* 23: 221–233. <https://doi.org/10.1007/s00572-012-0464-9>
- Zheng C, Ji B, Zhang J, Zhang F, Bever JD. 2014. Shading decreases plant carbon preferential allocation towards the most beneficial mycorrhizal mutualist. *New Phytologist.* 205(1): 361–368. <https://doi.org/10.1111/nph.13025>