

Respons bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap pemberian fungi mikoriza arbuskular dan cekaman air

Oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) seedling response to application of arbuscular mycorrhiza fungi and water stress

Maria Viva RINI^{*)} & Usnaqul EFRIYANI

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, 35145

Diterima tgl 27 September 2016/ disetujui tgl 31 Desember 2016

Abstract

The objective of this study was to determine the response of oil palm seedling to the application of arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) subjected to water stress. The treatment design used was a factorial design 2 x 5 arranged in completely randomized design. The first factor was application of AMF i.e. without AMF (control) and inoculation with AMF (mixture of *Glomus* sp., *Entropospora* sp., and *Gigaspora* sp.). The second factor was water stress i.e. no watering for 0, 7, 14, 21, and 28 days at the end of experiment. Data obtained were subjected to Bartlett test to examine the treatment variance, and Tukey tests to examine additiveness of the data, and continued by analysis of variance. The results showed that application of AMF increased oil palm seedling growth through the increase in seedling height, number of leave, shoot fresh and dry weight, and percent of root infection. Duration of water stress significantly affected oil palm seedling growth by decreasing plant height, number of leave, shot and root fresh weight, root dry weight. However, at any level of water stress, the AMF inoculated seedling had better growth compared to those control palms.

[Key words: oil palm seedling, arbuscular mycorrhiza fungi (AMF), water stress]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian fungi mikoriza arbuskular (FMA) terhadap respons pertumbuhan bibit kelapa sawit yang mengalami cekaman air. Perlakuan disusun secara faktorial 2x5 dalam rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS) dengan lima ulangan. Faktor pertama adalah aplikasi FMA, yaitu kontrol (tanpa FMA) dan diberi FMA (campuran *Glomus* sp., *Entropospora* sp., dan *Gigaspora* sp.). Faktor kedua adalah lamanya cekaman air, yaitu 0, 7, 14, 21, dan 28 hari tanpa disiram sebelum penelitian dihentikan. Data yang diperoleh diuji kesamaan ragam antar perlakuannya dengan Uji Bartlett dan kemenambahan modelnya dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, ragam homogen dan data bersifat menambah, maka data dianalisis ragam.

*) Penulis korespondensi: vatrin66@yahoo.com

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi FMA meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, dan persen infeksi akar. Lamanya cekaman air menurunkan pertumbuhan bibit kelapa sawit melalui penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah akar primer, bobot basah tajuk, bobot basah akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar, akan tetapi pada setiap taraf cekaman air, pertumbuhan bibit yang ber-FMA lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa FMA.

[Kata kunci: bibit kelapa sawit, fungi mikoriza arbuskular (FMA), cekaman air]

Pendahuluan

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang penting di Indonesia. Tanaman ini menghasilkan minyak nabati yang penting bagi keperluan industri pangan maupun untuk bahan bakar (biodiesel). Menurut Asmono (2007), kelapa sawit menghasilkan minyak tertinggi per satuan luasnya dibandingkan dengan jenis tanaman lainnya dengan potensi minyak sekitar 6-7 ton/ha/tahun. Kelapa sawit, baik berupa bahan mentah maupun hasil olahannya memiliki peluang bisnis yang besar dan dapat membuka kesempatan kerja serta sebagai sumber devisa negara (Setyamidjaja, 2006).

Pengembangan kelapa sawit memerlukan lahan sebagai aspek yang cukup penting. Kelapa sawit memiliki syarat kesesuaian lahan agar dapat berproduksi secara optimum. Namun, kecenderungan praktik perkebunan yang semakin terdesak ke arah lahan marginal, menuntut pengembangan teknologi agar kelapa sawit tetap dapat berproduksi optimum di lahan marginal tersebut (Pahan, 2011).

Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh, berkembang, dan berproduksi dengan baik jika air tanah tersedia sepanjang waktu dalam jumlah yang cukup. Kelapa sawit menghendaki curah hujan sebanyak 1.750-3.000 mm/tahun tanpa bulan kering per tahunnya. Ketersediaan air merupakan salah satu faktor pembatas utama bagi pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Pada fase vegetatif, kurangnya ketersediaan air dapat menyebabkan kerusakan jaringan tanaman,

sedangkan pada fase generatif dapat menurunkan produksi tanaman akibat terhambatnya pembentukan bunga, meningkatnya jumlah bunga jantan, pembuahan terganggu, gugurnya buah muda, ukuran buah kecil, dan rendemen minyak rendah (Hidayat *et al.*, 2013). Lebih jauh Sun *et al.*, (2011) melaporkan bahwa kekeringan atau cekaman air pada bibit kelapa sawit dapat meningkatkan rasio akar/tajuk, menurunkan kandungan klorofil a/b serta konsentrasi nutrisi di daun sedangkan konduktivitas relatif daun meningkat.

Mikoriza merupakan salah satu bentuk simbiosis mutualisme antara fungi tertentu dengan akar tanaman. Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan salah satu jenis mikoriza yang populer karena kemampuan asosiasinya yang luas. Sebagian besar tanaman di dunia berasosiasi dengan fungi ini. Kelapa sawit adalah tanaman yang secara alami dapat bersimbiosis dengan FMA (Rini *et al.*, 2010; Rini, 2011). Fungi mikoriza arbuskular telah diketahui dapat membantu serapan unsur hara yang tidak mobil di dalam tanah terutama P (Treseder, 2013), sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Zhang *et al.*, 2010; Neumann & George, 2010; Smith & Read, 2008). Selain meningkatkan penyerapan unsur hara, hifa FMA yang berkembang di dalam tanah dapat membantu penyerapan air (Smith *et al.*, 2010; Ruiz-Lozano & Aroca, 2010), sehingga mampu meningkatkan laju fotosintesis tanaman inangnya, meningkatkan kandungan air relatif di daun dan efisiensi penggunaan air (Rini *et al.*, 2000; Lu *et al.*, 2007). Aplikasi FMA telah terbukti meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dan patogen akar, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Halid, 2013; Wu *et al.*, 2006). Hasil penelitian Halid (2013) menunjukkan bahwa pada perlakuan interval penyiraman, rata-rata pertumbuhan bibit kakao yang diinokulasi FMA lebih baik dari pada bibit kakao yang tidak diinokulasi FMA. Hal ini disebabkan oleh hifa fungi yang mampu menyerap air yang ada pada pori-pori tanah saat akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air. Selain itu, hifa yang sangat luas di dalam tanah menyebabkan jumlah air yang diambil meningkat. Pada media tanah gambut, penelitian Kartika (2010) menunjukkan inokulasi FMA meningkatkan daya adaptasi bibit kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan. Mekanisme adaptasi bibit kelapa sawit yang bersimbiosis dengan FMA terhadap cekaman kekeringan adalah melalui mekanisme perbaikan penyerapan hara, peningkatan kemampuan penyerapan air melalui perbaikan sistem perakaran, pengurangan luas permukaan transpirasi, pengaturan penutupan stomata melalui akumulasi kadar ABA daun, dan mekanisme toleransi (osmoregulasi dengan memproduksi senyawa-senyawa osmotikum glisina-betaina dan prolina daun, serta pengaturan turgor sel melalui akumulasi kadar ABA daun). Tanpa FMA, mekanisme adaptasi yang dominan pada bibit kelapa sawit adalah melalui mekanisme

toleransi. Tanaman pada kondisi cekaman air akan terhambat pertumbuhannya. Hal ini disebabkan rendahnya ketersediaan air di tanah yang sudah tidak mampu diserap oleh akar tanaman. Tanaman yang kekurangan air menyebabkan turgor pada sel tanaman menurun sehingga proses fisiologi menurun. Hal ini menyebabkan stomata menutup sehingga serapan CO₂ oleh daun menurun (Taiz & Zeiger, 2010). Rendahnya ketersediaan air dan CO₂ pada tanaman kelapa sawit akan menyebabkan menurunnya laju fotosintesis sehingga asupan tanaman untuk pertumbuhan akan berkurang yang mengakibatkan menurunnya pembelahan dan pembesaran sel (Yang *et al.*, 2014). Lebih jauh, tanaman tumbuh tidak optimal karena menurunnya bobot kering brangkasan sebagai akibat dari rendahnya akumulasi bahan organik pada jaringan tanaman. Selain itu, cekaman air yang berlangsung dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan fotosintesis tanaman terhenti, metabolisme tanaman terhambat, dan akhirnya mati.

FMA memiliki beberapa mekanisme dalam meningkatkan serapan air tanaman. Hifa-hifa fungi mikoriza dapat mengikat partikel-partikel tanah sehingga dapat memperbaiki dan memantapkan struktur tanah (Cavagnaro *et al.*, 2006). Struktur tanah yang mantap akan memperbaiki aerasi tanah dan kapasitas menahan air. Hifa-hifa yang halus ini juga akan memperluas bidang serapan air dan hara hingga ke pori-pori tanah pada saat akar bibit kelapa sawit sudah mengalami kesulitan untuk menyerapnya, sehingga bibit kelapa sawit yang bersimbiosis dengan FMA akan memiliki ketahanan terhadap cekaman air lebih tinggi daripada bibit kelapa sawit yang tidak bersimbiosis dengan FMA. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah aplikasi FMA dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit yang mengalami berbagai tingkat cekaman air.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Produksi Perkebunan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Oktober 2014 sampai dengan Mei 2015. Rancangan perlakuan disusun secara faktorial 2x5. Faktor pertama adalah aplikasi FMA yang terdiri dari dua taraf, yaitu kontrol (tanpa FMA) dan diberi FMA (campuran *Glomus* sp., *Entropospora* sp., dan *Gigaspora* sp.). Faktor kedua adalah lamanya cekaman air yang terdiri dari lima taraf, yaitu 0, 7, 14, 21, dan 28 hari tanpa disiram sebelum penelitian dihentikan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak lima kali. Setiap satuan percobaan diwakili oleh satu tanaman sehingga diperoleh 50 satuan percobaan. Perlakuan diterapkan pada petak percobaan dalam rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS). Pengelompokan berdasarkan keseragaman bibit kelapa sawit dan waktu pelaksanaan. Data yang diperoleh diuji kesamaan

ragam antar perlakuannya dengan Uji Bartlett dan kemenambahan modelnya dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, ragam homogen dan data bersifat menambah, maka data dianalisis ragam.

Benih kelapa sawit yang akan digunakan (benih Tenera diperoleh dari PT Sampoerna Agro varietas SJ 1) disemai terlebih dahulu selama satu bulan di rumah kaca sebanyak 100 benih. Penyemaian dilakukan di dalam bak semai menggunakan media pasir steril. Sterilisasi pasir menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm selama 1 jam. Setelah satu bulan disemai, bibit diseleksi yang seragam tinggi dan jumlah daunnya untuk setiap kelompok. Bibit yang terpilih kemudian di pindahkan ke polybag *pre nursery* yang berukuran 20 x 15 cm dan berisi media tanam campuran tanah top soil dan sub soil (1/1: V/V) yang sudah disterilkan (metode sterilisasi sama dengan proses sterilisasi pasir). Pada saat transplanting dilakukan inokulasi FMA (untuk perlakuan diinokulasi dengan FMA) dengan memberikan inokulum (media pasir yang mengandung ± 500 spora) ke bagian akar kelapa sawit. Inokulasi dilakukan dengan cara menaburkan sebagian inokulum ke dalam lubang tanam dan sebagian lagi ditaburkan di sekeliling perakaran bibit.

Pada saat di *pre nursery*, dilakukan pemeliharaan agar bibit kelapa sawit tumbuh dengan baik. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, pengendalian hama dan penyakit, dan pemupukan. Bibit kelapa sawit mulai dipupuk 2 minggu setelah transplanting menggunakan pupuk urea dengan konsentrasi 2 g/L untuk 100 bibit kelapa sawit atau 10 ml/*polybag*. Setelah berumur 2,5 bulan, bibit kelapa sawit dipindahkan ke *main nursery* dengan memindahkan bibit ke dalam *polybag* yang lebih besar berukuran 30 x 35 cm. Media tanam yang digunakan di *main nursery* sama dengan media tanam di *pre nursery* tetapi media tersebut tidak disterilkan. Setelah dua bulan di *main nursery* (4,5 bulan perlakuan mikoriza), dilakukan perlakuan cekaman air (tanaman tidak disiram) selama 0, 7, 14, 21, dan 28 hari sebelum penelitian dihentikan.

Pemeliharaan bibit dilakukan dengan penyiraman, pemupukan, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman. Penyiraman dilakukan selama di *pre nursery* hingga dua bulan setelah *main nursery* (sebelum dimulai perlakuan cekaman air). Di *main nursery*, pemupukan dilakukan dengan pupuk NPK (15:15:15) pada umur bibit 3,5 bulan (2,5 g/bibit), 4 bulan (5 g/bibit), dan 4,5 bulan (7,5 g/bibit). Setelah perlakuan cekaman air selesai, dilakukan pengukuran terhadap peubah tinggi bibit (diukur dari pangkal batang sampai daun tertinggi), jumlah daun (dengan menghitung seluruh daun yang sudah membuka sempurna), bobot basah tajuk, bobot kering tajuk dan akar (dengan

mengeringkan tajuk dan akar dalam oven yang bersuhu 70°C sampai bobotnya konstan kemudian ditimbang), kadar air tanah, dan persen infeksi FMA di akar. Sampel tanah diambil dari tiga bagian *polybag* yaitu bagian atas, tengah, dan bawah. Sampel kemudian diaduk hingga rata dan seterusnya diambil sebanyak 10 g untuk penentuan kadar air. Kadar air dihitung berdasarkan metode gravimetrik yaitu selisih bobot basah dengan bobot kering tanah dibagi dengan bobot kering tanah dan dikalikan dengan 100%. Untuk persen infeksi akar, sebanyak 2 g sampel akar diambil secara acak kemudian dilakukan proses pewarnaan dengan *trypan blue* menurut Brundrett *et al.*, (1996). Akar yang sudah diwarnai dipotong-potong sepanjang 2 cm. Sebanyak 15 potongan akar kemudian disusun di atas gelas preparat dan selanjutnya diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100 kali untuk melihat ada tidaknya struktur FMA seperti hifa, vesikel, atau arbuskul di dalam akar. Persen infeksi akar oleh FMA dihitung dengan membagi jumlah pengamatan yang positif terdapat struktur FMA dengan total jumlah pengamatan dan dikalikan dengan 100%.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulum fungi mikoriza arbuskular (FMA) yang diaplikasikan ke akar bibit kelapa sawit secara nyata berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis ragam (Tabel 1) pada variabel pengamatan tinggi bibit, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, dan persen infeksi akar. Perlakuan cekaman air juga berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit yang ditunjukkan oleh variabel pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar. Tidak terdapat interaksi antara aplikasi FMA dan cekaman air pada semua variabel pengamatan.

Secara umum, bibit kelapa sawit yang diaplikasikan FMA memiliki pertumbuhan yang lebih baik dari pada bibit kelapa sawit yang tidak diaplikasikan FMA. Hal ini disebabkan inokulum FMA yang diaplikasikan mampu menginfeksi akar bibit kelapa sawit (Tabel 2). Infeksi ini mencerminkan terjadinya simbiosis antara FMA dengan akar bibit kelapa sawit. FMA yang bersimbiosis dengan bibit kelapa sawit dapat meningkatkan penyerapan unsur hara melalui hifa eksternal dengan memperluas permukaan penyerapan akar atau hifa menghasilkan senyawa kimia enzim fosfatase yang dapat memutus ikatan hara P di dalam tanah sehingga dapat diserap oleh akar maupun hifa (Talanca & Adnan, 2005). Selain membantu akar dalam penyerapan unsur hara, terutama unsur-unsur hara yang jumlahnya sedikit di dalam tanah dan tidak mobil, seperti P, hifa FMA juga mampu meningkatkan serapan air dan ketahanan terhadap kekeringan (Munawar, 2010; Doubkova *et al.*, 2013).

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam data penelitian.

Table 1. Racapitulation of results analysis of variance.

Variabel pengamatan <i>Parameters</i>	FMA (m) <i>AMF (m)</i>	Cekaman air (s) <i>Water stress (s)</i>	m x s
Tinggi bibit (<i>seedling height</i>)	*	*	tn
Jumlah daun (<i>number of leaves</i>)	*	*	tn
Bobot basah tajuk (<i>shoot fresh weight</i>)	*	*	tn
Bobot kering tajuk (<i>shoot dry weight</i>)	*	*	tn
Bobot kering akar (<i>root dry weight</i>)	tn	*	tn
Kadar air tanah (<i>soil moisture content</i>)	-	-	-
Persen infeksi FMA di akar (<i>%AMF root infection</i>)	*	tn	tn

Keterangan:

AMF : *arbuscular mycorrhiza fungi*

* : nyata pada $\alpha = 5\%$ (*significance at $\alpha 5\%$*)

tn : tidak nyata pada $\alpha = 5\%$ (*not significance at $\alpha 5\%$*)

- : tidak memenuhi asumsi untuk dilakukan analisis ragam (*data not homogen, can not be analyzed by analysis of variance*)

Tabel 2. Pengaruh FMA dan cekaman air pada persen infeksi akar bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Table 2. Effect of AMF and duration of water stress on percent root infection of 26 weeks old oil palm seedling.

Perlakuan aplikasi FMA (<i>AMF treatment</i>)	Persen infeksi akar oleh FMA (<i>Percent of AMF root infection</i>)					Nilai tengah FMA (<i>AMF mean value</i>)	BNT (<i>LSD</i>) 5%
	Cekaman air (<i>Water stress</i>)						
	0 hari (<i>0 day</i>)	7 hari (<i>7 days</i>)	14 hari (<i>14 days</i>)	21 hari (<i>21 days</i>)	28 hari (<i>28 days</i>)		
Tanpa FMA (<i>Without AMF</i>)	21,29	25,16	9,61	25,59	14,16	19,16 b	6,51
Dengan FMA (<i>With AMF</i>)	87,27	77,06	82,70	71,26	79,09	79,48 a	
Nilai tengah cekaman air (<i>Water stress mean value</i>)	54,28 a	51,11 a	46,16 a	48,43 a	46,63 a		
BNT (LSD) 5%	10,29						

Keterangan:

Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada $\alpha = 5\%$
(*means followed by the same letter at the same row or colum are not significantly different according to LSD test at $\alpha = 5\%$*)

Aplikasi FMA menghasilkan persen infeksi akar pada bibit kelapa sawit yang lebih tinggi dibandingkan dengan bibit kontrol. Terdapatnya infeksi FMA pada akar bibit kontrol karena media tanah yang digunakan di *main-nursery* tidak disterilkan terlebih dahulu. Walaupun tidak dilakukan penghitungan populasi FMA awal pada media tanah yang digunakan, diduga kuat tanah ini mengandung propagul FMA yang mampu menginfeksi akar bibit walaupun nilai infeksi sangat rendah dibandingkan dengan bibit yang diberi FMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bibit kelapa sawit yang diaplikasikan FMA memiliki persen infeksi akar sebesar $\pm 80\%$, dan

hanya $\pm 20\%$ pada tanaman kontrol. Cekaman air tidak berpengaruh secara nyata terhadap persen infeksi akar bibit kelapa sawit. Menurut Allen (2001), persen infeksi akar dapat menunjukkan telah terjadinya simbiosis antara inang dengan FMA meskipun belum tentu menggambarkan pertumbuhan dan produksi tanaman inangnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi FMA dan cekaman air berpengaruh nyata pada tinggi bibit kelapa sawit (Gambar 1). Bibit kelapa sawit yang diaplikasikan FMA lebih tinggi daripada bibit kelapa sawit yang tidak diaplikasikan FMA. Cekaman air secara nyata menurunkan tinggi bibit kelapa sawit.

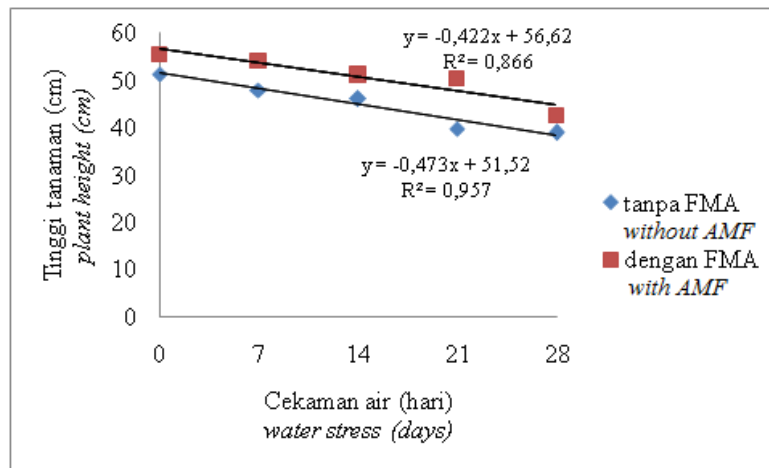
Hasil serupa juga terjadi pada jumlah daun bibit kelapa sawit. Bibit kelapa sawit yang diaplikasikan FMA memiliki jumlah daun yang lebih tinggi daripada bibit kelapa sawit yang tidak diaplikasikan FMA (Gambar 2). Cekaman air secara nyata menurunkan jumlah daun bibit kelapa sawit.

Jika semua syarat tumbuh terpenuhi, jumlah daun bibit kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, dimana bibit kelapa sawit dapat membentuk satu sampai dua helai daun setiap bulan (Reksa, 2007). Namun pada penelitian ini jumlah daun bibit kelapa sawit dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan yang kurang sesuai, yaitu cekaman air. Cekaman air yang semakin tinggi berpengaruh nyata menurunkan jumlah daun bibit kelapa sawit. Bibit kelapa sawit yang tidak mengalami cekaman air mampu memenuhi kebutuhan airnya, sehingga pertumbuhan tanaman dan pembentukan daun terus berlangsung. Sedangkan bibit kelapa sawit yang mengalami

cekaman air akan terhambat pertumbuhan dan pembentukan daunnya sebagai akibat tidak terpenuhinya kebutuhan air tanaman.

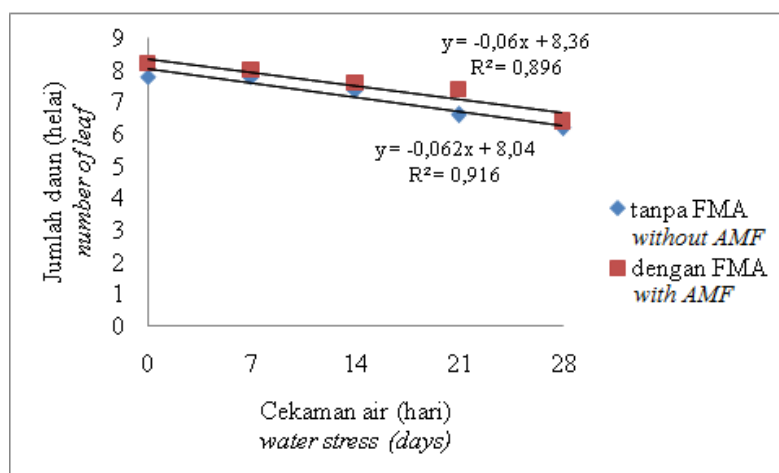
Bibit kelapa sawit yang diaplikasikan FMA memiliki bobot basah dan bobot kering tajuk yang lebih tinggi daripada bibit kelapa sawit yang tidak diaplikasikan FMA. Cekaman air secara nyata menurunkan bobot basah tajuk dan bobot kering tajuk kelapa sawit (Gambar 3 dan 4).

Berdasarkan data yang diperoleh dapat diasumsikan bahwa kehadiran FMA di akar memperbaiki serapan air tanaman. Penyerapan air dan unsur hara yang baik akan mendukung fotosintesis yang lebih optimal. Produk dari proses fotosintesis adalah bahan kering tanaman. Pada penelitian ini bobot kering tajuk tanaman yang diaplikasikan FMA lebih tinggi daripada yang tidak diaplikasikan FMA. Tanaman yang cukup air akan meningkatkan tekanan turgor sel penjaga sehingga stomata dapat membuka (Lakitan, 2012).



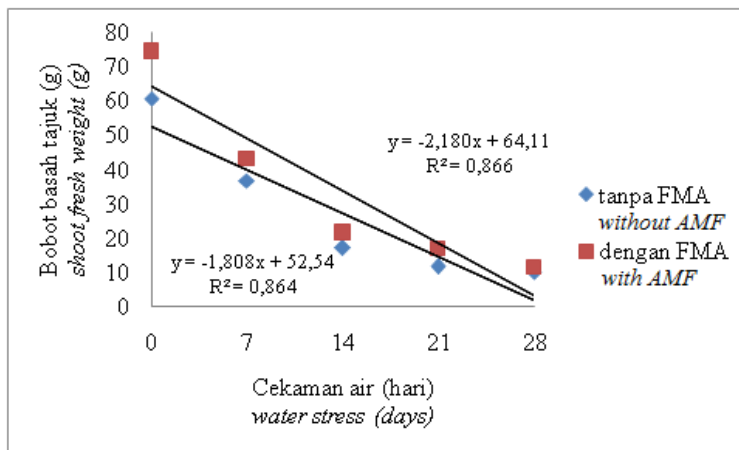
Gambar 1. Pengaruh FMA dan cekaman air terhadap tinggi tanaman bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Figure 1. Effect of AMF and duration of water stress on 26 weeks old oil palm seedling height.



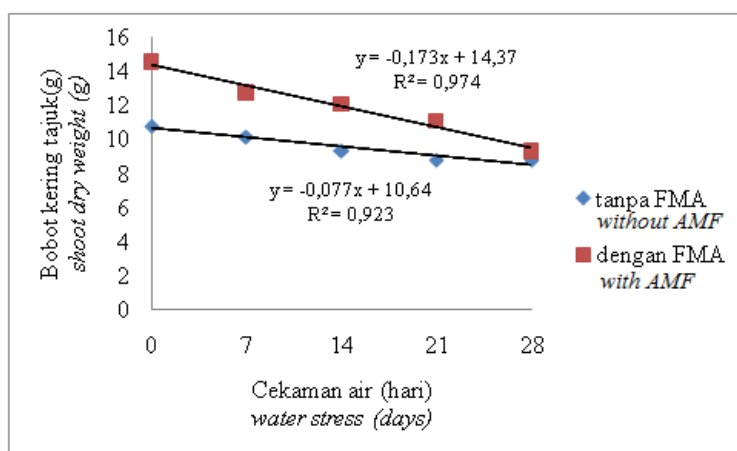
Gambar 2. Pengaruh FMA dan cekaman air terhadap jumlah daun bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Figure 2. Effect of AMF and duration of water stress on number of leave of 26 weeks old oil palm seedling.



Gambar 3. Pengaruh FMA dan cekaman air terhadap bobot basah tajuk bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Figure 3. Effect of AMF and duration of water stress on shoot fresh weight of 26 weeks old oil palm seedling.



Gambar 4. Pengaruh FMA dan cekaman air terhadap bobot kering tajuk bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Figure 4. Effect of AMF and duration of water stress on shoot dry weight of 26 weeks old oil palm seedling.

Stomata dapat dipertahankan membuka untuk menjamin kelancaran pertukaran gas-gas di daun, termasuk CO₂ yang berguna dalam aktivitas fotosintesis (Lu *et al.*, 2007). Aktivitas fotosintesis yang tinggi dapat menunjang pertumbuhan tanaman (Harwati, 2007). Sebaliknya, tanaman yang kekurangan air akan menyebabkan penutupan stomata yang akan menurunkan konsentrasi CO₂, sedangkan dehidrasi pada sel mesofil daun dapat menyebabkan kerusakan organ-organ fotosintesis (Sopandie, 2014). Hal ini dibuktikan dengan semakin lamanya cekaman air, maka semakin turun bobot basah dan bobot kering tajuk bibit kelapa sawit. Akan tetapi, pada setiap taraf cekaman air, bibit yang diinokulasi FMA tetap menghasilkan pertumbuhan tajuk yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol.

Menurut Taiz & Zeiger (2010) bobot kering merupakan salah satu indikator proses metabolisme tanaman. Jika proses metabolisme meningkat, maka bahan kering yang dihasilkan juga meningkat, sebaliknya, menurunnya aktivitas metabolisme dapat menyebabkan menurunnya bahan kering tanaman. Pada penelitian ini, cekaman air berpengaruh nyata menurunkan

bobot kering tajuk dan bobot kering akar bibit kelapa sawit (Gambar 4 dan 5).

Kadar air tanah pada bibit kelapa sawit dengan aplikasi FMA lebih rendah daripada bibit yang tidak diaplikasikan FMA (Gambar 6). Data ini mendukung data-data sebelumnya bahwa aplikasi FMA meningkatkan serapan air sehingga pertumbuhan tanaman meningkat yang ditunjukkan oleh pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot kering tajuk. Semakin banyak air yang diserap oleh bibit kelapa sawit, baik melalui akar maupun hifa FMA, maka semakin sedikit air yang terdapat dalam media tanah dalam *polybag*.

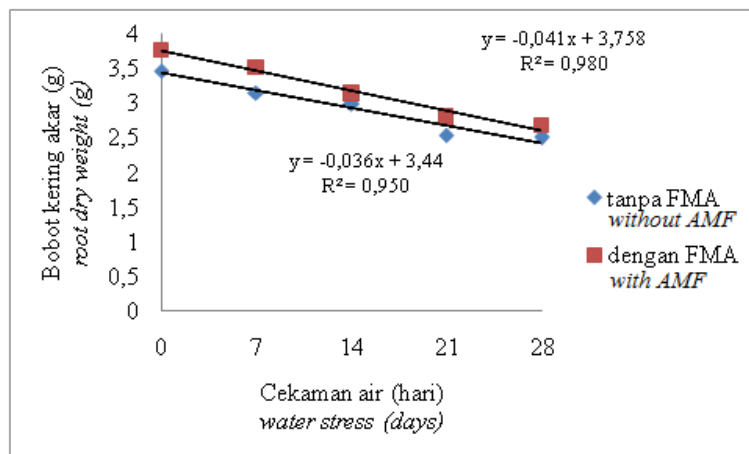
Kadar air tanah terus menurun dengan semakin lamanya cekaman air. Hal ini karena selama cekaman tidak dilakukan penyiraman. Sehingga, semakin lama kadar air tanah dalam *polybag* terus berkurang karena diserap oleh akar tanaman dan hifa FMA. Pada perlakuan cekaman air 21 hari, artinya tanaman tidak disiram selama 21 hari, kadar air tanah sudah turun di bawah 20%. Tanaman mulai menampakkan layu dan kering karena kekurangan air. Gejala layu terlihat lebih parah pada tanaman yang diaplikasikan FMA.

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa inokulasi FMA pada bibit sawit mampu meningkatkan pertumbuhan bibit (yang ditunjukkan oleh tinggi, jumlah daun, bobot basah dan bobot kering tajuk). FMA yang diaplikasikan mampu bersimbiosis dengan akar bibit yang ditunjukkan dengan persen infeksi pada akar hingga 80%. Hifa FMA yang bersimbiosis dengan akar bibit akan berkembang di dalam dan di luar akar. Hifa di luar akar atau dikenal juga dengan hifa eksternal memiliki peran yang sangat penting dalam simbiosis (Smith & Read, 2008).

Hifa eksternal berfungsi menyerap unsur hara (terutama unsur yang tidak mobil) dan air dari dalam tanah. Dengan berkembangnya hifa eksternal, maka volume tanah yang dapat dijangkau dalam penyerapan unsur hara dan air akan semakin besar sehingga unsur hara dan air akan semakin banyak diserap oleh bibit juga akan semakin banyak. Hifa eksternal juga mampu menjembatani zona kahat hara di daerah rizosfir terutama untuk unsur hara P, sehingga FMA mampu meningkatkan serapan P oleh bibit (Treseder, 2013). Dengan demikian, dengan tingginya derajat infeksi FMA dalam akar bibit kelapa sawit dapat diasumsikan bahwa hifa FMA yang di luar akar juga berkembang dengan baik sehingga berperan dalam meningkatkan

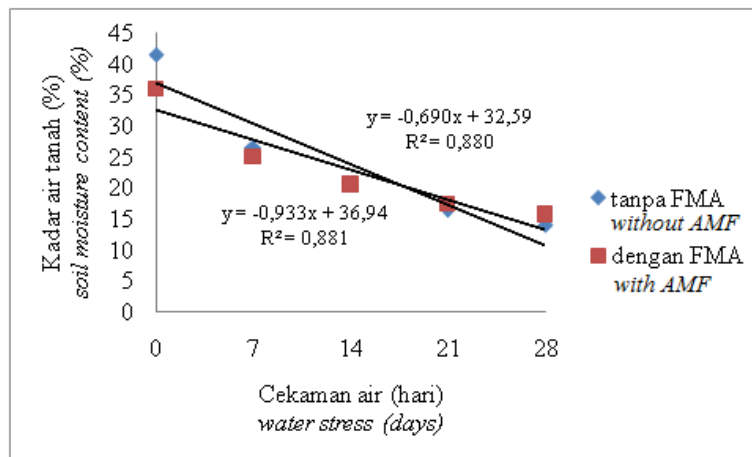
penyerapan unsur hara dan air. Sejalan dengan meningkatnya penyerapan unsur hara dan air, FMA juga diaporkan meningkatkan laju fotosintesis tanaman (Lu *et al.*, 2007). Oleh karena itu, peningkatan serapan hara dan air serta meningkatnya laju fotosintesis akan menghasilkan pertumbuhan bibit yang lebih baik dibandingkan dengan bibit tanpa FMA.

Perlakuan cekaman air pada penelitian ini menunjukkan penurunan pertumbuhan bibit yang diberi FMA dan yang tidak diberi FMA, walaupun pada setiap perlakuan cekaman air, pertumbuhan bibit yang bermikoriza lebih baik dibandingkan dengan yang tidak diberi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa sebelum perlakuan cekaman air diberikan, pertumbuhan bibit yang ber-FMA sudah lebih baik dibandingkan dengan yang tidak diberi (dapat dilihat dari bibit tanpa perlakuan cekaman air pertumbuhannya lebih baik dari yang tidak bermikoriza). Dengan perlakuan cekaman air, pertumbuhan bibit (yang diberi FMA dan tidak diberi FMA) mulai terganggu karena kekurangan air, terutama setelah 7 hari tanpa disiram. Menurunnya pertumbuhan (berdasarkan data bobot basah dan bobot kering tajuk pada Gambar 3 dan 4) semakin kelihatan dengan semakin lamanya cekaman air atau bibit tidak disiram terutama pada bibit yang ber-FMA.



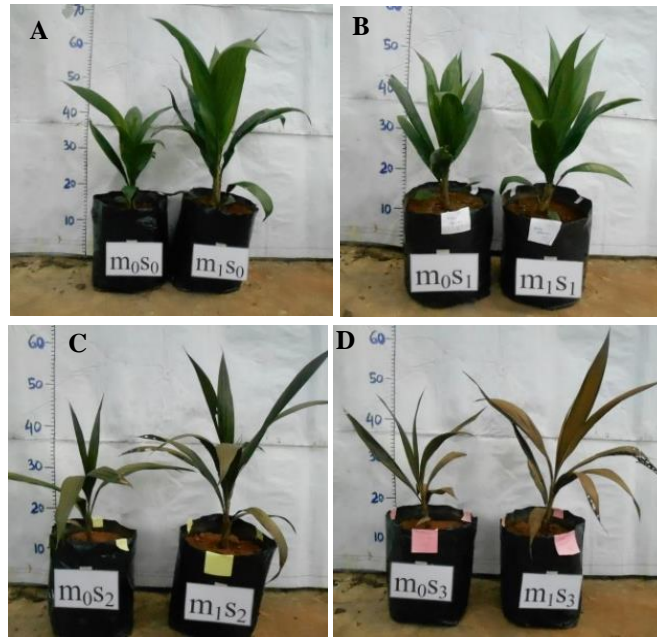
Gambar 5. Pengaruh FMA dan cekaman air terhadap bobot kering akar bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Figure 5. Effect of AMF and duration of water stress on root dry weight of 26 weeks old oil palm seedling.



Gambar 6. Pengaruh FMA dan cekaman air terhadap kadar air tanah bibit kelapa sawit umur 26 minggu.

Figure 6. Effect of AMF and duration of water stress on soil moisture content of 26 weeks old oil palm media.



Gambar 7. Bibit kelapa sawit yang diberi FMA (m_1) dan yang tidak diberi (m_0) pada kondisi tanpa cekaman air (A), 7 hari tidak disiram (B), 14 hari tidak disiram (C), dan 21 hari tidak disiram (D).

Figure 7. Oil palm seedlings treated with AMF (m_1) and control (m_0) at condition of no water stress (A), no watering for 7 days (B), no watering for 14 days (C), and no watering for 21 days (D).

Hal ini dapat dijelaskan karena tajuk bibit yang ber-FMA lebih besar dari bibit kontrol akan menyebabkan transpirasi yang lebih tinggi. Hal ini akan memacu akar bibit dan hifa FMA untuk menyerap air lebih banyak dari media tanam di dalam *polybag*. Akibatnya, jumlah air (kadar air tanah) di dalam *polybag* lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Karena bibit ditanam dalam *polybag* dan tidak ada penambahan selama perlakuan cekaman, maka kondisi air yang ada dalam tanah menjadi faktor pembatas pertumbuhan sehingga bibit yang bermikoriza akan menderita kekurangan air lebih parah setelah periode 21 hari tanpa disiram (Gambar 7). Walaupun FMA mampu meningkatkan serapan air melalui hifa eksternalnya, akan tetapi peran ini dibatasi oleh kondisi air tanah dalam fase yang masih bisa diserap oleh akar maupun hifa tanaman. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Doubkova *et al.*, (2013) yang meneliti ketahanan *Knautia arvensis* yang ditanam pada kadar air tanah 55, 45, 35, dan 25% dari kapasitas lapang. Mereka melaporkan bahwa kemampuan FMA meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan menurun pada kadar air tanah 25% dari kapasitas lapang walaupun bibit yang diberi FMA pertumbuhannya lebih baik dari kontrol.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat dibuat kesimpulan bahwa aplikasi FMA meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot

kering tajuk, dan persen infeksi akar. Lamanya cekaman air menurunkan pertumbuhan bibit kelapa sawit melalui penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar. Akan tetapi, pada setiap tingkat cekaman air, pertumbuhan bibit yang diaplikasikan FMA lebih baik dibandingkan dengan kontrol.

Daftar Pustaka

- Allen MF (2001). Modeling arbuscular mycorrhizal infection: is % infection an appropriate variable?. *Mycorrhiza* 10, 255–258.
- Asmono D (2007). Perkembangan dan pemuliaan kelapa sawit. *Media Perkebunan*. 60, 18-19.
- Brundrett M, N Bougher, B Dell, T Grove, & N Malajczuk (1996). *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Canberra, Australia Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Cavagnaro TR, LE Jackson, J Six, H Ferris, S Goyal, D Asami, & KM Scow (2006). Arbuscular mycorrhizas, microbial community, nutrient availability, and soil aggregation in organic tomato production. *Plant and Soil* 282, 209-225.
- Doubkova P, E Vlasakova, & R Sukova (2013). Arbuscular mycorrhizal symbiosis alleviates drought stress imposed on *Knautia arvensis* plants in serpentine soil. *Plant and Soil* 370, 149-161.

- Halid E (2013). Peningkatan resistensi bibit kakao terhadap cekaman kekeringan dengan pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula. *Jurnal Ilmiah Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Perkebunan AgroPlantae* 2(1), 85-92.
- Harwati T (2007). Pengaruh kekurangan air (water deficit) terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman tembakau. *Jurnal Inovasi Pertanian* 6(1), 44-51.
- Hidayat TC, IY Harahap, Y Pangaribuan, S Rahutomo, WA Harsanto, & WR Fauzi (2013). *Air dan Kelapa Sawit*. Medan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Kartika E (2010). Peranan cendawan mikoriza arbuskular dalam meningkatkan daya adaptasi bibit kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan pada media tanah gambut bekas hutan. In: *Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat*. Bengkulu, 475-482.
- Lakitan B (2012). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Jakarta, PT Raja Grafindo Persada.
- Lu J, M Liu, Y Mao & L Shen (2007). Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on the drought resistance of wild jujube (*Zizyphus spinosus* Hu) seedlings. *Front. Agric. China* 1(4), 468-471.
- Munawar A (2010). *Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman*. Bogor, IPB Press.
- Neumann E & E George (2010). Nutrient uptake: the arbuscular mycorrhiza fungal symbiosis as a plant nutrient acquisition strategy. In H Koltai & Y Kapulnik (ed), *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function..* New York, Springer. p. 137-167
- Pahan I (2011). *Panduan lengkap kelapa sawit: manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir*. Jakarta, Penebar Swadaya.
- Reksa A (2007). Perubahan pola pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan pemberian ZPT atonik pada media campuran pasir dan blotong tebu di pre nursery. (*Skripsi*). Medan, Universitas Sumatera Utara.
- Rini MV (2011). Populasi fungi mikoriza arbuskular pada beberapa kebun kelapa sawit di Lampung Timur. *Dalam Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Pertanian*. Universitas Sriwijaya Mei 2011. Volume III, p. 23-25.
- Rini MV, B Utoyo, & PB Timotiwu (2010). Populasi dan keragaman fungi mikoriza arbuskular pada kebun kelapa sawit di tanah mineral dan gambut. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah 1*. Universitas Lampung Agustus 2010, p. 208-218.
- Rini MV, T Jamal, ZA Idris & H Azizah (2000). Effect of arbuscular mycorrhiza fungi colonization on growth and physiological responses of grafted cocoa under field condition. *Malaysian Journal of Soil Science* 4, 67—78.
- Ruiz-Lozano JM & R Aroca (2010). Host responses to osmotic stresses: stomatal behavior and water use efficiency of arbuscular mycorrhizal plants. In H Koltai & Y Kapulnik (ed), *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function* New York, Springer. p. 239-256.
- Setyamidjaja D (2006). *Kelapa sawit, teknik budidaya, panen, dan pengolahan*. Yogyakarta, Kanisius.
- Smith SE, E Facelli & S Pope (2010). Plant performance in stressful 114 environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil* 326, 3-20.Elsevier.
- Sopandie D (2014). *Fisiologi adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik pada agroekosistem tropika*. Bogor, IPB Press.
- Sun CX, HX Cao, HB Shao, XT Lei & Y Xiao (2011). Growth and physiological responses to water and nutrient stress in oil palm. *African J. of Biotech.* 10 (51), 10465-10471.
- Taiz L & E Zeiger (2010). *Plant Physiology*, 5th edition. Massachusetts, Sinauer Ass. Inc. Publisher.
- Talanca AH & AM Adnan (2005). Mikoriza dan manfaatnya pada tanaman. *Dalam: Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sulawesi Selatan*, 311-315.
- Treseder KK (2013). The extent of mycorrhizal colonization of roots and its influence on plant growth and phosphorus content. *Plant and Soil* 371, 1-13.
- Wu Q, R Xia, & Z Hu (2006). Effect of arbuscular mycorrhiza on the drought tolerance of *Ponirus trifolia* seedlings. *Front. For China* 1, 100-104.
- Yang Y, M Tang, R Sulpice, H Chen, S Tian, & Y Ban (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi alter fractal dimension characteristics of *Robinia pseudoacacia* L. seedlings through regulating plant growth, leaf water status, photosynthesis, and nutrient concentration under drought stress. *J. Plant Growth Regul.* 33, 612-625.
- Zang Y, CL Zhong, Y Chen, QB Jiang, C Wu & K Pinyopusarek (2010). Improving drought tolerance of *Casuarina equisetifolia* seedlings by arbuscular mycorrhizas under glasshouse conditions. *New Forests* 40, 261-271.

