

EFEKTIVITAS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DENGAN PROVENAN JARAK PAGAR PADA CEKAMAN KEKERINGAN

Iskandar M. Lapanjang¹, Bambang S. Purwoko², Hariyadi², Sri Wilarso³, dan Maya Melati²

¹Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

²Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor

³Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

THE EFFECTIVENES OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAE FUNGI WITH PHYSIC NUT PROVENANCES AT DROUGHT STRESS. *The study was conducted to investigate the effectiveness of Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF) to make a symbiosis with physic nuts under drought stress condition. The experiment was carried out in plastic house in Kota Palu, Central Sulawesi, from October 2008 to January 2009. The experiment used completely randomized block design with 3 factors and 3 replications. The first factor was AMF type i.e. without AMF, AMF *Glomus sp-1p*, AMF *Acaulospora sp-1p*, and mixture of *Glomus sp-1p* and *Acaulospora sp-1p*. The second factor was the provenances of physic nut i.e. Palu, NTB, IP-1A, and IP-1P. The third factor was soil water content i.e. 80 and 40% of field capacity. The results showed that the application of AMF resulted in better growth of all provenances especially ecotype IP-1P, which was sensitive to drought, compared to control (without AMF). At 40% field capacity, mixture of *Glomus sp-1p* and *Acaulospora sp-1p* was more effective compared to single AMF in improving plant growth. The highest AMF infection was found in ecotype Palu inoculated with mixture of *Glomus sp-1p* and *Acaulospora sp-1p*.*

Key words: *infection level, Glomus, Acaulospora*

PENDAHULUAN

Simbiosis yang saling menguntungkan antara akar tumbuhan dan fungi yang mengoloni hingga ke korteks akar disebut mikoriza (Brundrett *et al.*, 1994). Simbiosis ini dicirikan oleh pergerakan hara dua arah yaitu karbon mengalir dari tumbuhan ke fungi dan hara inorganik dari fungi ke tumbuhan dalam suatu keterkaitan antara akar dan tanah (Sylvia, 2004), yang mengindikasikan adanya peran kritis bagi kedua simbiosis terutama pada kondisi lingkungan tanah yang tidak mendukung pertumbuhan yang optimal.

Di Indonesia, eksplorasi jenis-jenis fungi mikoriza arbuskular (FMA) pada berbagai ekosistem pada umumnya untuk mengetahui distribusi dan ekosistemnya serta jenis-jenis potensial untuk dijadikan sebagai sumber material dalam pembuatan pupuk biologis (Setiadi, 2000). Keragaman struktur mikoriza di alam dikontrol oleh jenis tumbuhan (Smith dan Read, 2008) baik bentuk maupun fungsionalnya (Sylvia, 2004), sehingga pengetahuan tentang keragaman ini akan memberi peluang untuk menyeleksi fungi yang cocok antara fungi, inang, dan lingkungan yang mampu mengoptimalkan pertumbuhan (Brundrett *et al.*, 1994).

FMA dapat berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi (Sieverding, 1991). Hampir semua tanaman dapat diinfeksi oleh FMA, namun kemampuan FMA menginfeksi tanaman sangat tergantung pada spesies fungi FMA dan spesies

tanaman inang (Smith dan Read, 2008). Asosiasi atau kompatibilitas antara mikoriza dan tanaman inang dapat dinyatakan bila mikoriza dapat menembus akar tanaman inang dan membentuk arbuskular tempat bahan-bahan (fosfat dan karbohidrat) dipertukarkan dan mempengaruhi perkembangbiakan FMA, sedangkan di pihak tanaman inang, indikatornya adalah bila tanaman inang dapat tumbuh dan berkembang (Koide dan Schreiner, 1992).

Fungi yang kompatibel belum tentu menunjukkan keefektifan dalam simbiosis mutualisme, karena efektivitas simbiosis diindikasikan keragaan tanaman yang lebih baik. Salah satu faktor yang mempengaruhi keefektifan adalah provenan tanaman itu sendiri. Berdasarkan hal di atas maka perlu diteliti efektivitas FMA pada berbagai provenan jarak pagar. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan FMA yang kompatibel dan efektif dengan jarak pagar toleran, dan peka kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah plastik di Kota Palu Propinsi Sulawesi Tengah, pada bulan Oktober 2008 sampai Januari 2009. Bahan utama yang digunakan adalah tanah asal lokasi penanaman jarak pagar (Desa Poboya) di Kota Madya Palu, Propinsi Sulawesi Tengah, inokulum Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) *indigenous* hasil

percobaan 1 (Studi Potensi FMA Indigenous dari Lokasi Penanaman Jarak Pagar di Lembah Palu), benih jarak pagar Palu, NTB, IP-1A (agak toleran kekeringan), dan IP-1P (peka kekeringan) hasil percobaan 2 (Toleransi Berbagai Provenan Jarak Pagar terhadap Cekaman Kekeringan). Bahan lain yang digunakan adalah bahan kimia untuk menghitung derajat infeksi akar.

Percobaan secara Faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), tiga faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama ialah provenan jarak pagar terdiri atas Palu, NTB, IP-1A, dan IP-1P. Faktor ke-dua ialah jenis FMA, terdiri atas Tanpa mikoriza, *Glomus sp-1p*, *Acaulospora sp-1p*, dan *Glomus sp-1p* + *Acaulospora sp-1p*. Faktor ke-tiga ialah tingkat cekaman kekeringan yaitu pada kadar air tanah 80 dan 40 % kapasitas lapang. Terdapat 96 satuan percobaan yang masing-masing terdiri atas 2 tanaman, sehingga total tanaman adalah 192 tanaman. Satu tanaman di tanam pada satu polybag dengan ukuran 25 cm x 30 cm yang diisi dengan 2.5 kg bobot tanah kering mutlak.

Perlakuan cekaman kekeringan

Sebanyak 20 g inokulum FMA (2 spora/g) diinokulasikan ke akar tanaman dalam polybag sesuai perlakuan dengan cara sebar rata pada daerah perakaran tanaman jarak. Satu tanaman jarak pagar pada fase pancing per polybag sesuai perlakuan ditanam di atas inokulum dan kemudian ditutup tanah. Penyiangian secara berkala dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh di dalam ember.

Sejak waktu tanam sampai tanaman berumur 3 minggu, tanaman ditumbuhkan pada kadar air tanah 80 % kapasitas lapang. Setelah tanaman berumur 3 minggu setelah tanam dalam ember, maka tanaman disiram sesuai dengan perlakuan masing-masing sampai tanaman berumur 3 bulan.

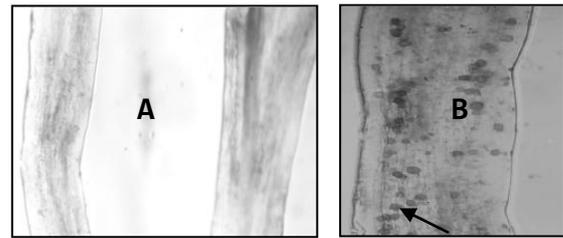
Pengamatan

Pengamatan pada umur 12 MST meliputi derajat infeksi FMA, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering batang, bobot kering daun, dan luas daun. Kriteria menginfeksi akar sebesar > 70 % ini juga digunakan sebagai kriteria efektivitas FMA dengan jarak pagar yang dicobakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan bahwa jaringan akar tanaman jarak pagar yang terinfeksi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) mempunyai struktur percabangan hifa yang disebut arbuskular dan struktur khusus berbentuk oval yang disebut vesikel. Hal ini berbeda dengan jaringan akar jarak pagar yang tidak

terinfeksi FMA terlihat hanya berwarna biru tanpa ada bulatan.



Gambar 1. Jaringan akar tanaman tidak terinfeksi (A) dan terinfeksi FMA (B)

Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular bentuk tunggal maupun campuran pada semua provenan tanaman jarak pagar yang diberi cekaman kekeringan, memberikan gambaran derajat infeksi FMA yang bervariasi pada akar tanaman jarak pagar. Pemberian isolat mikoriza campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* pada kadar air tanah 40 % kapasitas lapang mempunyai derajat infeksi yang paling besar yaitu sebesar 85 % pada provenan Palu. Derajat infeksi akar tanaman yang diberi isolat mikoriza campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* semuanya terinfeksi lebih besar dari 70 % (Tabel 1).

Perbedaan derajat infeksi akar tanaman jarak pagar (tanaman yang tidak dan diberikan mikoriza), menyebabkan perbedaan bobot basah akar dan bobot kering tanaman jarak pagar (Tabel 2 dan Gambar 3,4,5.). Tabel 2 menunjukkan bahwa pada peubah bobot basah akar tanaman jarak pagar terjadi interaksi antara pemberian mikoriza dan cekaman kekeringan. Pemberian campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* menyebabkan bobot basah akar tertinggi dibandingkan yang mendapatkan jenis FMA lainnya, dan ini terjadi pada kadar air tanah 80 dan 40 % kapasitas lapang. Campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* ini juga berperan lebih baik dibandingkan yang lain ketika terjadi peningkatan cekaman kekeringan. Kekeringan menyebabkan bobot basah akar tanaman menurun, namun campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* menyebabkan penurunan bobot basah akar hanya sebesar 62,6 % atau lebih kecil dibandingkan yang mendapat FMA tunggal dan tanpa FMA.

Tabel 1. Derajat infeksi FMA semua provenan jarak pagar yang diberi mikoriza dan cekaman kekeringan

Provenan	Mikoriza	Kadar Air	
		80 % KL	40 % KL
---- derajat infeksi (%) ----			
Palu	Tanpa mikoriza	11,67 ^{cA}	13,33 ^{cA}
	<i>Glomus sp-1p</i>	71,67 ^{abA}	68,33 ^{bA}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	76,67 ^{aA}	73,33 ^{bA}
	<i>Glomus sp-1p+Acaulospora sp-1p</i>	80,00 ^{aA}	85,00 ^{aA}
NTB	Tanpa mikoriza	6,67 ^{cA}	6,67 ^{cA}
	<i>Glomus sp-1p</i>	61,67 ^{bA}	68,33 ^{bA}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	81,67 ^{aA}	78,33 ^{aA}
	<i>Glomus sp-1p+Acaulospora sp-1p</i>	76,67 ^{aA}	76,67 ^{aA}
IP-1A	Tanpa mikoriza	10,00 ^{cA}	10,00 ^{cA}
	<i>Glomus sp-1p</i>	60,00 ^{bA}	66,67 ^{bA}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	72,00 ^{aA}	78,33 ^{aA}
	<i>Glomus sp-1p+Acaulospora sp-1p</i>	75,00 ^{aA}	76,67 ^{aA}
IP-1P	Tanpa mikoriza	5,00 ^{cA}	10,00 ^{cA}
	<i>Glomus sp-1p</i>	63,33 ^{bA}	66,67 ^{bA}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	66,67 ^{bB}	76,67 ^{aA}
	<i>Glomus sp-1p+Acaulospora sp-1p</i>	75,00 ^{aA}	75,00 ^{aA}

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji F.

Tabel 2. Bobot basah akar beberapa provenan jarak pagar yang diberi mikoriza dan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Tanpa mikoriza	Mikoriza		
		<i>Glomus sp-1p</i>	<i>Acaulospora sp-1p</i>	<i>Glomus sp-1p + Acaulospora sp-1p</i>
80 % KL	44,7 ^{aC}	52,8 ^{aAB}	51,5 ^{aB}	54,7 ^{aA}
40 % KL	15,3 ^{bC}	17,9 ^{bB}	17,7 ^{bB}	20,5 ^{bA}

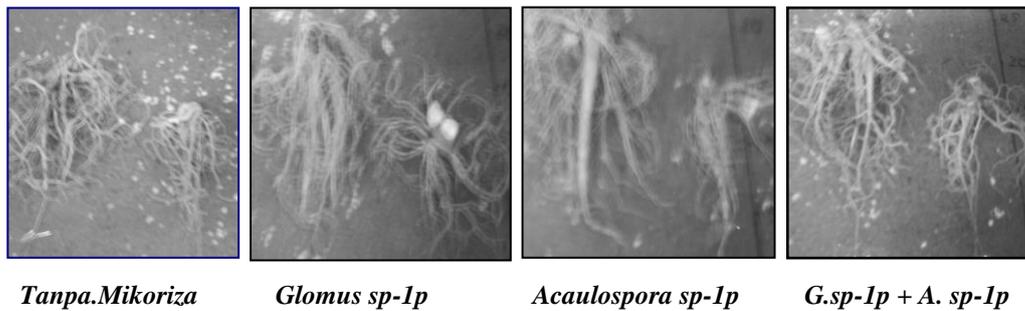
Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%.

Perbedaan derajat infeksi akar tanaman jarak pagar (tanaman yang tidak diberi mikoriza dan diberi mikoriza), mengakibatkan terjadi perbedaan bobot kering akar tanaman jarak pagar. Gambar 3, 4 dan 5 menunjukkan bahwa hanya faktor tunggal yang memberikan pengaruh nyata pada peubah bobot kering akar tanaman jarak pagar, sedangkan interaksi 2 faktor dan 3 faktor tidak berpengaruh nyata.

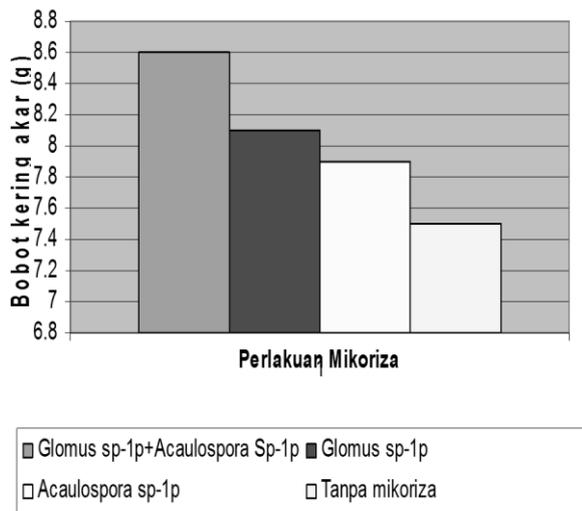
Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan pemberian mikoriza dapat meningkatkan bobot kering akar tanaman jarak pagar dan campuran kombinasi jenis mikoriza *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* meningkatkan bobot kering akar

lebih tinggi daripada yang tunggal. Cekaman kekeringan dapat menurunkan bobot kering akar tanaman jarak pagar sebesar 57,5% (Gambar 4).

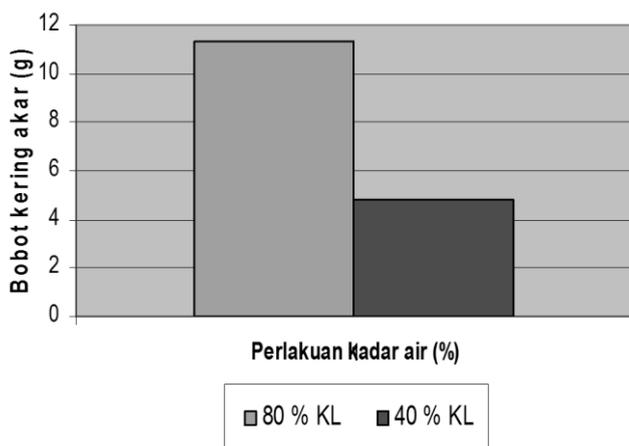
Gambar 5 menunjukkan bahwa bahwa diantara 4 provenan tanaman jarak pagar yang digunakan mengalami perbedaan bobot kering akar. IP-1P memiliki bobot kering akar paling rendah.



Gambar 2. Akar tanaman jarak pagar yang tanpa diberi FMA dan yang diberi FMA pada kondisi cekaman kekeringan (kadar air tanah 80 dan 40 % kapasitas lapang)

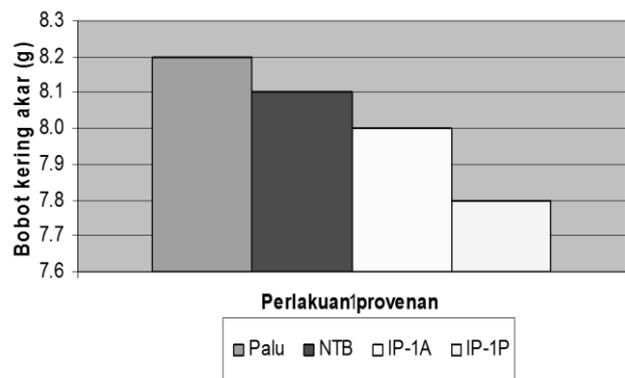


Gambar 3. Bobot kering akar beberapa provenan



Gambar 4. Bobot kering akar beberapa provenan jarak pagar yang diberi cekaman

Bobot basah batang tanaman jarak dipengaruhi oleh interaksi antara cekaman kekeringan dan provenan, sedangkan 2 faktor lainnya dan 3 faktor tidak terjadi interaksi. Bobot kering batang dipengaruhi oleh mikoriza dan cekaman kekeringan,



Gambar 5. Bobot kering akar beberapa provenan jarak pagar

sedangkan 2 faktor lainnya dan 3 faktor tidak terjadi interaksi. Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bobot basah batang antar provenan pada kondisi kadar air tanah 80 % kapasitas lapang. Akan tetapi terjadi perbedaan antar provenan pada persentase penurunan bobot basah batang jika kadar air tanah diturunkan dari 80 menjadi 40 % kapasitas lapang.

Pemberian campuran FMA *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* menyebabkan bobot kering batang tanaman jarak pagar tertinggi dibandingkan dengan yang mendapatkan jenis FMA lainnya, dan terjadi pada kadar air tanah 80 dan 40 % kapasitas lapang. Campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* juga berperan lebih baik dibandingkan yang lain ketika terjadi peningkatan cekaman kekeringan sehingga bobot kering batangnya masih mempunyai bobot yang tertinggi yaitu sebesar 9.1 g (Tabel 4).

Ada perbedaan bobot basah daun antar provenan pada kondisi kadar air tanah 80 % kapasitas lapang, namun perbedaan tidak terjadi antar provenan pada kondisi kadar air 40 % kapasitas lapang. Perbedaan juga terjadi pada prosentase penurunan bobot basah daun jika kadar air tanah diturunkan dari 80 menjadi 40 % kapasitas lapang.

Tabel 3. Bobot basah batang beberapa provenan jarak pagar yang diberi perlakuan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar air	Provenan				Rata-rata
	Palu	NTB	IP-1A	IP-1P	
80 % KL	161,0 ^{aA}	165,9 ^{aA}	168,6 ^{aA}	167,6 ^{aA}	165,8
40 % KL	61,6 ^{bA}	58,3 ^{bA}	60,1 ^{bA}	59,3 ^{bA}	59,8

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%

Tabel 4. Bobot kering batang semua provenan jarak pagar yang diberi mikoriza dan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar air	Tanpa mikoriza	Mikoriza		
		<i>Glomus sp-1p</i>	<i>Acaulospora sp-1p</i>	<i>Glomus sp-p1 + Acaulospora sp-1p</i>
80 % KL	32,63 ^{aC}	33,78 ^{aB}	33,33 ^{aB}	36,11 ^{aA}
40 % KL	8,38 ^{bA}	9,09 ^{bA}	8,84 ^{bA}	9,10 ^{bA}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%

Penurunan bobot basah daun tertinggi terjadi pada provenan IP-1P yaitu sebesar 74,4 % (Tabel 5)

Bobot kering daun jarak pagar dipengaruhi oleh interaksi antara mikoriza dan kadar air, dan interaksi antara kadar air dan provenan pada peubah bobot kering daun. Tabel 6 memperlihatkan bahwa tanaman yang diberi mikoriza isolat campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* pada kadar air tanah 80 % kapasitas lapang mempunyai bobot kering daun terberat dibandingkan dengan yang

mendapat jenis FMA yang lainnya. Hal ini terjadi pada kadar air tanah 80 dan 40 % kapasitas lapang. Campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* ini juga berperan lebih baik dibandingkan yang lain ketika terjadi peningkatan cekaman kekeringan. Kekeringan menyebabkan bobot kering daun menurun, namun campuran FMA menyebabkan penurunan bobot kering daun sebesar 69,3 % lebih kecil dibandingkan yang mendapat FMA tunggal dan tanpa FMA.

Tabel 5. Bobot basah daun semua provenan jarak pagar yang diberi mikoriza dan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Provenan				Rata-rata
	Palu	NTB	IP-1A	IP-1P	
80%KL	102,1 ^{aB}	102,4 ^{aB}	105,9 ^{aAB}	108,0 ^{aA}	104,6
40% KL	31,9 ^{bA}	31,0 ^{bA}	31,4 ^{bA}	27,7 ^{bA}	30,5

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%

Tabel 6. Bobot kering daun beberapa provenan jarak pagar yang diberi mikoriza dan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Tanpa mikoriza	Mikoriza		
		<i>Glomus sp-1p</i>	<i>Acaulospora sp-1p</i>	<i>Glomus sp-1p.+ Acaulospora sp-1p</i>
80 % KL	39,0 ^{aC}	42,7 ^{aB}	42,1 ^{aB}	44,1 ^{aA}
40 % KL	7,7 ^{bC}	8,9 ^{bB}	8,9 ^{bB}	13,5 ^{bA}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%.

Tabel 7. Bobot kering daun beberapa provenan jarak pagar yang diberi cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Provenan			
	Palu	NTB	IP-1A	IP-1P
80 % KL	41,3 ^{aA}	40,5 ^{aA}	42,5 ^{aA}	43,3 ^{aA}
40 % KL	9,9 ^{bA}	10,2 ^{bA}	10,6 ^{bA}	8,7 ^{bA}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bobot kering daun antar provenan pada kondisi kadar air tanah 80 % dan 40 % kapasitas lapang. Perbedaan antar provenan terjadi pada prosentase penurunan berat kering daun jika kadar air tanah diturunkan dari 80 menjadi 40 % kapasitas lapang. Prosentase penurunan tertinggi terjadi pada provenan IP-1P yaitu sebesar 79,8 %, sedangkan provenan lain masing-masing sebesar 75,9 % (Palu), 74,8 % (NTB), dan 75,0 % (IP-1A). Tabel 8 menunjukkan

bahwa dengan pemberian mikoriza isolat campuran *Glomus sp-1p.* dan *Acaulospora sp-1p* menyebabkan jumlah daun terbanyak dibandingkan yang mendapat jenis FMA lainnya, dan ini terjadi pada kadar air tanah 80 % kapasitas lapang. Penurunan jumlah daun terjadi pada semua provenan tanaman ketika cekaman diperberat sampai kadar air menjadi 40 % kapasitas lapang, dan penurunan masing-masing sebesar 53,7%, 38,1%, 37,4% dan 41,1%.

Tabel 8. Jumlah daun beberapa provenan jarak pagar yang diberi mikoriza dan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Tanpa mikoriza	Mikoriza		
		<i>Glomus sp-1p</i>	<i>Acaulospora sp-1p</i>	<i>Glomus sp-1p.+ Acaulospora sp-1p</i>
80 % KL	30,3 ^{aC}	30,7 ^{aC}	33,4 ^{aB}	34,8 ^{aA}
40 % KL	14,0 ^{bD}	19,0 ^{bC}	20,8 ^{bB}	19,5 ^{bA}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%.

Tabel 9 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah daun antar provenan pada kondisi kadar air tanah 80 %, namun pada kadar air tanah 40 % terjadi perbedaan. Perbedaan antar provenan juga

terjadi pada prosentase penurunan jumlah daun jika kadar air tanah diturunkan dari 80 menjadi 40 % kapasitas lapang. Provenan IP-1P mengalami prosentase penurunan yang paling tinggi yaitu

50,31%, sedangkan yang lain masing-masing sebesar 39,9 % (Palu), 40,6% (NTB), dan 42,0 % (IP-1A).

Tabel 10 menunjukkan bahwa luas daun dipengaruhi oleh interaksi antra provenan, jenis FMA, dan kadar air tanah. Pemberian isolat mikoriza campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* menyebabkan luas daun tanaman yang paling besar yaitu sebesar 2753.3 cm² pada provenan Palu dengan kadar air tanah 80 % kapasitas lapang.

Pemberian FMA campuran *Glomus sp-1* dan *Acaulospora sp-1* menyebabkan luas daun terluas pada semua provenan dibandingkan dengan yang mendapat jenis FMA lainnya dan ini terjadi pada kadar 80 dan 40 % kapasitas lapang. Walaupun pada provenan Palu, NTB dan IP-1A tidak mengalami perbedaan terutama ketika kadar air tanah 40 % kapasitas lapang, namun ketiganya berbeda dengan provenan IP-1P.

Tabel 9. Jumlah daun beberapa provenan jarak pagar yang diberi perlakuan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Provenan			
	Palu	NTB	IP-1A	IP-1P
80 % KL	31.8 ^{aA}	31.8 ^{aA}	32.7 ^{aA}	32.0 ^{aA}
40 % KL	19.1 ^{bB}	18.9 ^{bB}	19.0 ^{bB}	16.4 ^{bA}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%

Tabel 10. Luas daun beberapa provenan jarak pagar dengan pemberian mikoriza dan cekaman kekeringan

Provenan	Mikoriza	Kadar Air	
		80 % KL	40 % KL
		----- cm ² -----	
Palu	Tanpa mikoriza	2591,4 ^{bA}	871,9 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i>	2638,2 ^{abA}	891,2 ^{aB}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	2661,6 ^{abA}	903,8 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i> + <i>Acaulospora sp-1p</i>	2753,3 ^{aA}	962,3 ^{aB}
NTB	Tanpa mikoriza	2484,9 ^{bA}	863,9 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i>	2502,3 ^{bA}	878,9 ^{aB}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	2535,9 ^{bA}	885,8 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i> + <i>Acaulospora sp-1p</i>	2680,3 ^{aA}	931,5 ^{aB}
IP-1A	Tanpa mikoriza	2500,1 ^{bA}	879,8 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i>	2518,6 ^{bA}	893,2 ^{aB}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	2528,2 ^{bA}	900,8 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i> + <i>Acaulospora sp-1p</i>	2646,4 ^{aA}	956,3 ^{aB}
IP-1P	Tanpa mikoriza	2193,3 ^{bA}	517,1 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i>	2208,4 ^{bA}	522,9 ^{aB}
	<i>Acaulospora sp-1p</i>	2252,6 ^{bA}	533,0 ^{aB}
	<i>Glomus sp-1p</i> + <i>Acaulospora sp-1p</i>	2689,3 ^{aA}	603,1 ^{aB}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji F

Tabel 11 menunjukkan bahwa ada pengaruh interaksi antar mikoriza dengan cekaman kekeringan, terhadap tinggi tanaman. Tabel 11 menunjukkan bahwa tanaman yang diberi mikoriza isolat campuran *Glomus sp-1p.* dan *Acaulospora sp-1p)* pada kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air tanah 80 % kapasitas lapang mempunyai tinggi

tanaman tertinggi yaitu 35.1 cm. Penurunan tinggi tanaman terjadi pada semua perlakuan ketika cekaman diperberat sampai pada kadar air tanah menjadi 40 % kapasitas lapang, dan penurunan masing-masing sebesar 49.5 %, 46.3 %, 33.0 % dan 38.5%.

Tabel 11. Tinggi tanaman jarak pagar yang diberi perlakuan mikoriza dan cekaman kekeringan

Perlakuan: Kadar Air	Tanpa mikoriza	Mikoriza		
		<i>Glomus sp-1p.</i>	<i>Acaulospora sp-1p</i>	<i>Glomus sp-1p.+ Acaulospora sp-1p</i>
80 % KL	33,38 ^{aB}	33,66 ^{aAB}	29,80 ^{aB}	35,12 ^{aA}
40 % KL	16,87 ^{bB}	18,09 ^{bB}	19,97 ^{bA}	21,60 ^{bA}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%.

Respon pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar yang diinokulasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) lebih tinggi dibandingkan dengan bibit tanpa FMA, baik pada kadar air tanah 80 maupun pada 40 % kapasitas lapang. Perbedaan respon ini nampak jelas terlihat ketika cekaman kekeringan ditingkatkan sampai pada kadar air tanah 40 % kapasitas lapang.

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman jarak pagar yang diberi isolat FMA memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik pada semua organ tumbuh yang diamati (akar, daun, dan batang) pada kondisi cekaman kekeringan, terutama ketika cekaman kekeringan diperberat sampai pada kadar air tanah menjadi 40 % kapasitas lapang (Tabel 5.2–5.11). Hal ini disebabkan karena hifa eksternal mikoriza dapat mempertahankan kontak tanah-akar yang lebih baik selama kekeringan, sehingga dapat mempermudah pengambilan air (Davies et al., 1992). FMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa eksternal secara intensif hingga menghasilkan panjang dan volume hifa eksternal yang optimal, akibatnya tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air (Sieverding, 1991). Terjadi peningkatan penyerapan unsur hara dan air pada tanaman jarak pagar yang bermikoriza ketika tercekam kekeringan, sehingga akan membantu tanaman tersebut untuk memperbaiki pertumbuhan pada kondisi tercekam kekeringan.

Provenan tanaman jarak pagar yang diinokulasi mikoriza (FMA), menunjukkan tidak ada perbedaan pada hampir semua peubah yang diamati. Fenomena ini menunjukkan bahwa dengan pemberian mikoriza dapat membantu provenan

tanaman jarak pagar yang peka kekeringan (IP-IP) untuk dapat hidup lebih baik pada kondisi tercekam, pada masa di pembibitan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa pemberian FMA pada bawang merah varietas peka kekeringan, dapat menyebabkan peningkatan bobot umbi kering lebih tinggi dibanding dengan peningkatan bobot umbi kering varietas toleran. Tanaman bermikoriza lebih efisien dalam penggunaan air dan lebih baik adaptasinya terhadap cekaman kekeringan, dibanding dengan tanaman yang tidak bermikoriza..

Tanaman jarak pagar yang diberi isolat mikoriza (FMA), menunjukkan perbedaan tingkat efektivitas FMA pada kondisi tercekam kekeringan. Isolat mikoriza campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* lebih efektif dibandingkan dengan isolat tunggal *Glomus sp-1p* atau *Acaulospora sp-1p* yang ditunjukkan dengan pertumbuhan tanaman yang lebih baik pada semua provenan tanaman jarak pagar dan kondisi cekaman kekeringan yang dicobakan. Hal ini disebabkan karena masing-masing jenis FMA memiliki kelebihan dan kelemahan, sehingga bila bisa bersinergis akan menghasilkan hasil yang lebih baik. Selain itu setiap isolat juga memiliki preferensi yang berbeda terhadap eksudat yang dikeluarkan bibit tanaman jarak pagar. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Delvian (2003) yang menunjukkan bahwa campuran 2 isolat dan 3 isolat cenderung lebih efektif dibandingkan isolat tunggal dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman lamtorogung (*Leucaena leucacephala*). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit kelapa sawit yang diberi inokulum campuran 3 isolat FMA ternyata menghasilkan tinggi tanaman yang lebih

tinggi dibandingkan tanaman yang diberikan isolat tunggal pada tanah PMK bekas kebun karet, PMK bekas hutan, dan tanah gambut bekas hutan.

Fenomena terjadi perbedaan keefektifan antar isolat yang diberi, kemungkinan diduga adanya peran dari mikroorganisme lain selain FMA, misalnya adanya bakteri yang berinteraksi dengan FMA tersebut. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri dapat membantu mikoriza dalam meningkatkan kolonisasi terhadap tanaman *pinus strobes* di pembibitan (Schelkle dan Peterson, 1996), tanaman wortel, dan *Gmelina arborea Roxb.* Sebelumnya Smith dan Read (2008) juga mengemukakan bahwa simbiosis antara mikoriza dengan tanaman juga dipengaruhi oleh adanya mikroorganisme lain yang ada di rizosfer terutama bakteri. Selanjutnya Minerdi *et al.* (2002) menyimpulkan bahwa kolonisasi sel, kemampuan menyerap unsur hara dan air oleh FMA dan tanaman dipengaruhi oleh adanya bakteri yang ada di rizosfer tanaman tersebut.

KESIMPULAN

1. Bibit tanaman jarak pagar yang bersimbiosis dengan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) menunjukkan peningkatan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan bibit tanaman jarak pagar tanpa diinokulasi FMA.
2. Provenan tanaman jarak yang peka (IP-1P) dan toleran (Palu, NTB, dan IP-1A) yang diberi mikoriza menunjukkan tidak ada perbedaan pertumbuhan pada masa di pembibitan.
3. Terdapat perbedaan tingkat efektivitas antara inokulum yang dicobakan pada provenan tanaman jarak yang berbeda dengan kondisi cekaman kekeringan. Inokulum campuran *Glomus sp-1p* dan *Acaulospora sp-1p* lebih efektif dibandingkan dengan inokulum *Acaulospora sp-1p*, *Glomus sp-1p*, dan tanpa mikoriza pada kondisi tercekam kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, Malajck. 1994. Working With Mycorrhizas

In Forestry and Agriculture. International Mycorrhizal Workshop, China.

- Davies, F.T. Jr. and R. Linderman. 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure effect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size nutrient content. J. Plant phisol. 19: 289-294.
- Delvian. 2003. Keanekaragaman cendawan mikoriza arbuskula (CMA) di hutan pantai dan potensi pemanfaatannya. Studi kasus di hutan cagar alam Leuweung Sancang Kabupaten Garut, Jawa Barat. Disertasi. IPB.
- Koide, R.T., R.P.Schreiner. 1992. Regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhiza symbiosis. Annu.Rev.Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43: 557 -581.
- Minerdi, D., V. Bianciotto, P. Biofante. 2002. Endosymbiotic bacteria in mycorrhizal fungi: from their morphology to genomic sequences. Plant and Soil 244: 211-219.
- Schelkle, M., and R.L. Peterson. 1996. Suppression of common root pathogens by helper bacteria and ectomycorrhizal fungi in vitro. Mycorrhiza. 6: 481-485.
- Setiadi, Y. 2000. Status penelitian pemanfaatan fungi mikoriza arbuskular untuk rehabilitasi lahan terdegradasi. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany.
- Smith, S.E. and D. Read. 2008. Mycorrhiza Sybiosis. Academic Press. New York.
- Sylvia, D.M. 2004. Overview of mycorrhizal sybiosis: Based on a chapter in Principle and Application of Soil Microbiology. [http:// WWW. Forest. qld.gov.au / resadv/ Research/ qfri3.htm](http://WWW.Forest.qld.gov.au/resadv/Research/qfri3.htm)