

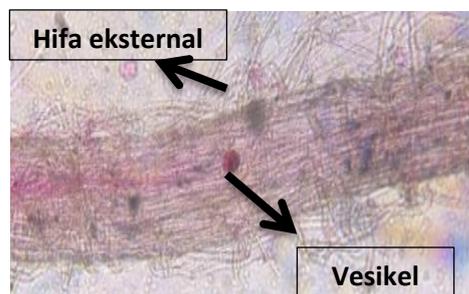
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap *trapping* mikoriza

Tahap *trapping* atau perbanyakkan mikoriza dilakukan dengan menanam jagung pada tiga media tanam yaitu *indigenous* tanah Mediteran Gunungkidul, *rhizosfer* pandan pantai Bugel, dan inokulum Mikoriza komersial.

Hasil uji tahap perbanyakkan terhadap persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman jagung adalah 100% dengan jumlah spora pada *indigenous* tanah Mediteran Gunungkidul 7,93 spora/gram, *rhizosfer* pandan pantai Bugel 7,36 spora/gram, dan inokulum Mikoriza komersial 7,23 spora/gram.

Visualisasi hasil identifikasi mikoriza pada disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Infeksi Mikoriza pada tanaman jagung di kultur pot.



Gambar 8. Spora Mikoriza pada Tanaman Jagung di kultur pot

Gambar 7 menunjukkan bahwa akar tanaman jagung tersebut terinfeksi oleh mikoriza berdasarkan adanya struktur mikoriza berupa vesikel dan hifa eksternal. Selain itu gambar 8 menunjukkan bahwa terdapat spora pada media tanam jagung. Vesikel merupakan struktur yang memiliki dinding tipis berbentuk bulat, lonjong atau teratur. Struktur ini mengandung senyawa lipid dan sebagai tempat cadangan makanan. Hifa eksternal merupakan hifa yang

yang tidak terjangkau oleh rambut akar. Selain itu terdapat struktur arbuskul yang merupakan struktur di dalam akar yang berbentuk seperti pohon, berasal dari cabang-cabang hifa (Simanungkalit dkk., 2006).

1. Identifikasi jenis spora pada tahap trapping di kultur pot tanaman jagung.

Identifikasi jenis spora bertujuan untuk mengetahui jenis dan karakteristik serta ciri-ciri spora yang terdapat di kultur pot tanaman jagung. Hasil identifikasi jenis spora mikoriza disajikan dalam tabel 2. Beberapa karakteristik jenis spora pada tahap *trapping* jagung di kultur pot :

Tabel 2. karakteristik jenis spora pada tahap *trapping* jagung di kultur pot

		
<i>Glomus sp.</i> Berwarna kuning hingga jingga, berbentuk bulat dan mempunyai hifa.		

Pada tahap *trapping* mikoriza di media tanam jagung menunjukkan bahwa jenis spora yang terdapat di ketiga sumber mikoriza adalah *Glomus sp.*

2. Persentase infeksi

Identifikasi persentase mikoriza bertujuan untuk mengidentifikasi organel-organel mikoriza yang terbentuk pada jaringan korteks akar tanaman, dan untuk mengetahui efektivitas mikoriza pada tanaman inang. Kolonisasi akar merupakan parameter yang paling mudah diamati untuk menilai pengaruh inokulasi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. Suatu akar tanaman

dikatakan terinfeksi oleh mikoriza apabila terdapat salah satu struktur mikoriza yang terbentuk. Struktur mikoriza tersebut yakni vesikel, arbuskula dan/atau hifa eksternal (Kusumastuti, L., *et.al.*, 2017).

Pengecekan infeksi akar tanaman jagung pada masing-masing tanaman setiap polibag dengan mengambil 20 potong akar tersier. Penghitungan dilakukan dengan cara menghitung banyaknya bagian akar yang terinfeksi mikoriza dan yang tidak pada tiap-tiap akar pada petridish, Proporsi mikoriza adalah jumlah total bagian mikoriza dibagi jumlah total akanang diamati, dikalikan 100%. Metode ini merupakan modifikasi dari metode Giovannetti dan Mosse (1980. Persentase infeksi mikoriza pada akar jagung di minggu ke 4 tersaji pada tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa tanaman jagung yang ditanam pada *indigenous* mediteran Gunungkidul, pada tanah *rhizosfer* pasir pantai Bugel, dan inokulum Mikoriza komersial hampir seratus persen terinfeksi mikoriza.

Tabel 3. Persentase infeksi mikoriza pada akar jagung (%)

Perlakuan	Minggu Ke-		
	4	8	12
A	96,6	100	100
B	100	100	100
C	100	100	100

Keterangan :

A : *Indigenous* mediteran Gunungkidul

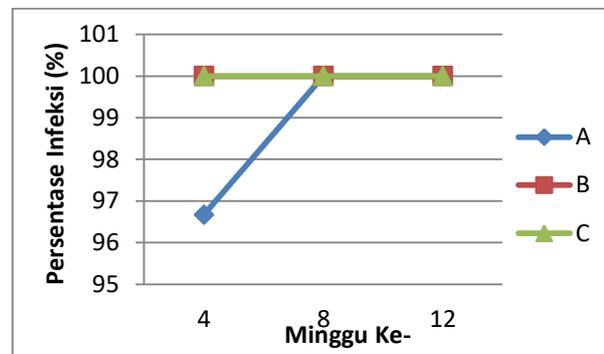
B : *Rhizosfer* pandan pantai Bugel

C : Inokulum Mikoriza komersial

4,8,12 : Minggu ke 4,8,12.

Hal ini berarti perbedaan jenis tanah tidak memberikan pengaruh sama terhadap persentase infeksi mikoriza pada akar jagung. Hasil persentase

infeksi akar pada minggu ke 4 hingga minggu ke 12 disajikan dalam histogram (Gambar 9).



Gambar 9. Persentase infeksi mikoriza pada akar jagung
Keterangan :

- A: *Indigenous* tanah mediteran
- B: *Rhizosfer* pandan pantai Bugel
- C: inokulum Mikoriza komersial

Gambar 9 menunjukkan semua akar jagung yang ditanam pada *indigenous* mediteran Gunungkidul, pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel, dan inokulum mikoriza komersial hampir semua 100% terinfeksi oleh mikoriza.

Hasil infeksi mikoriza pada akar jagung dengan media tanam *indigenous* mediteran Gunungkidul menunjukkan peningkatan dari minggu ke 4 hingga minggu ke 12. Berbeda dengan akar tanaman jagung yang ditanam pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel dan inokulum mikoriza komersial telah 100% terinfeksi mikoriza sejak minggu ke 4 hingga minggu ke 8. Hal ini sesuai dengan penelitian Agustina (2014) yang menyatakan bahwa perbedaan tanah dan Sifat kimia tanah tidak berpengaruh terhadap perbedaan tingkat persen kolonisasi mikoriza pada akar tanaman di masing-masing lokasi.

3. Jumlah spora

Menurut Suhardi (1989), perkembangan spora biasanya terjadi karena reaksi terhadap pertumbuhan akar, tetapi produksi spora akan semakin banyak setelah tanaman inang menjadi dewasa bahkan mendekati tua. Suhardi (1989) juga melaporkan bahwa jumlah spora belum bisa menunjukkan secara langsung jumlah koloni akar yang terbentuk. Seperti yang ditulis oleh Sieverding (1991), bahwa pembentukan spora merupakan proses yang dinamis sehingga ada spora yang terbentuk dan sebagian yang lain berkecambah dalam waktu bersamaan. Jumlah spora merupakan indikator pertumbuhan dan perkembangan spora mikoriza di dalam tanah. Perkembangan spora mikoriza di dalam tanah bergantung pada metabolisme tanaman inang. Hasil sidik ragam jumlah spora pada akar jagung, tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah spora (spora/gram) pada media tanam jagung minggu ke 12.

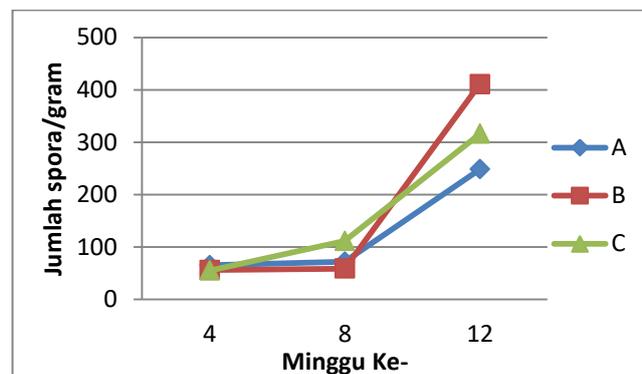
Sumber Mikoriza	Jumlah spora mula-mula (spora/gram)	Jumlah Spora minggu ke 12 (spora/gram)
<i>Indigenous</i> Mediteran Gunungkidul	256	248,33a
<i>Rhizosfer</i> pandan pantai Bugel	434	410,67a
inokulum Mikoriza komersial	325	316,00a

Keterangan : Angka yang ada pada tabel menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam 5%.

Hasil sidik ragam jumlah spora pada minggu ke 12 (lampiran 3.1a) menunjukkan bahwa jumlah spora tidak berbeda nyata antara mikoriza pada *indigenous* mediteran Gunungkidul, pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel, dan

inokulum Mikoriza komersial. Persentase infeksi akar tanaman saling berkaitan dengan jumlah spora pada media tanam. Produksi spora yang rendah dapat saja terjadi walaupun persentase akar yang terinfeksi tinggi. Hasil perkembangan jumlah spora disajikan dalam gambar 10.

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan bahwa spora mikoriza terdapat pada *indigenous* mediteran Gunungkidul, pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel, dan inokulum Mikoriza komersial. Jumlah spora pada setiap perlakuan mengalami penurunan sejak minggu ke 4 hingga minggu ke 12.



Gambar 10. Jumlah Spora media tanam jagung

Keterangan :

A = *Indigenous* tanah mediteran Gunungkidul

B = *Rhizosfer* pandan pantai Bugel

C = inokulum Mikoriza komersial

4,8, dan 12: minggu ke 4, 8, dan 12.

Pada minggu ke 4 dan minggu ke 8, semua jenis media tanam mengalami peningkatan jumlah spora akan tetapi peningkatan tersebut tidak terlalu signifikan. Sedangkan pada minggu ke 12, seluruh media tanam jagung mengalami peningkatan yang signifikan atau cukup tinggi.

Media tanam *indigenous* Mediteran Gunungkidul mengalami peningkatan jumlah spora yang paling tinggi dibandingkan dengan media tanam lain. Hal

ini dikarenakan pada minggu ke 12, seluruh tanaman jagung diberi perlakuan *stressing* atau diberi cekaman kekeringan dengan tidak menyiram tanaman selama 1 bulan sejak minggu ke 8. Hal ini sesuai dengan pendapat Suhardi (1989) bahwa perkembangan spora biasanya terjadi karena reaksi terhadap pertumbuhan akar, tetapi produksi spora akan semakin banyak setelah tanaman inang menjadi dewasa bahkan mendekati tua. Selain itu menurut Masria (2005) mikoriza berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan, sehingga semakin kering kondisi media tanam tanaman inang, mikoriza semakin banyak berkecambah di dalam tanah.

Pada jumlah spora, idealnya semakin tua tanaman inang maka jumlah spora di tanah semakin meningkat, dalam hal ini tidak ada standar minimal atau maksimal jumlah spora pada suatu media. Hal tersebut akan berbeda jika tanah *rhizosfer* tanaman inang tersebut akan digunakan untuk inokulum mikoriza yang standar jumlah sporanya adalah 50-60 spora/gram dan persentase infeksiya lebih dari 80%, maka dosis aplikasi pada tanaman adalah sebanyak 40 gram per tanaman.

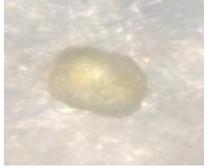
B. Tahap uji komabilitas Mikoriza dari berbagai sumber pada berbagai varietas singkong di tanah Mediteran.

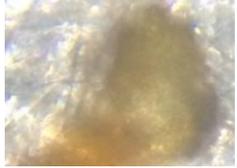
Tahap uji komabilitas mikoriza dilakukan dengan menanam tanaman singkong pada media tanam tanah mediteran Gunungkidul. Setelah tanaman singkong berumur 1 bulan, diberi mikoriza dari *rhizosfer* tanaman jagung yang telah ditanam pada berbagai media tanam seperti *indigenous* tanah Mediteran Gunungkidul, *rhizosfer* pandan pantai Bugel, dan inokulum Mikoriza komersial.

1. Identifikasi jenis spora pada media tanam singkong berbagai varietas

Identifikasi jenis spora bertujuan untuk mengetahui jenis dan karakteristik serta ciri-ciri spora yang terdapat di media tanam singkong setelah diaplikasikan dengan mikoriza dari berbagai sumber.

Tabel 5. Visualiliasi karaktristik jenis spora pada media tanam singkong

<i>Indigenous mediteran Gunungkidul</i>			
Mentega		Kirik	Ketan
			
<i>Glomus sp.</i>	<i>Gigaspora sp.</i>	<i>Glomus sp</i>	<i>Glomus sp</i>

<i>Rhizosfer pandan Pantai Bugel</i>			
Mentega		Kirik	Ketan
			
<i>Glomus sp.</i>	<i>Acaulospora sp.</i>	<i>Glomus sp</i>	<i>Glomus sp</i>

Inokulum mikoriza Komersial			
Mentega	Kirik		Ketan
			
<i>Glomus sp.</i>	<i>Glomus sp.</i>	<i>Gigaspora sp</i>	<i>Gigaspora sp.</i>

Jenis spora yang ditemukan pada berbagai varietas singkong yang diinokulasi mikoriza dari berbagai sumber menunjukkan komposisi jenis mikoriza yang berbeda, seperti tersaji pada tabel 5. pada tahap trapping, spora mikoriza yang berasosiasi dengan tanaman jagung hanyalah spora jenis *Glomus* sp. Setelah proses aplikasi pada tanaman singkong, spora mikoriza yang terdapat pada media tanam singkong menjadi beraneka ragam.

Tabel 5 menunjukkan mikoriza dari berbagai yang menginfeksi akar tanaman singkong varietas Mentega, varietas Kirik dan varietas Ketan beraneka ragam jenisnya. Pada akar singkong varietas mentega yang diinokulasikan mikoriza indigenous mediteran Gunungkidul memiliki jenis spora *Glomus* dan *Gigaspora*. Singkong varietas mentega pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel terinfeksi spora jenis *Glomus* dan *Acaulospora*, dan singkong varietas Mentega pada inokulum mikoriza komersial terinfeksi spora jenis *Glomus* sp. Singkong varietas Kirik yang diinokulasikan *indigenous* Mediteran Gunungkidul terinfeksi mikoriza jenis *Glomus* sp, pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel jenis sporanya adalah *Glomus* sp, sedangkan pada mikoriza komersial jenis mikorizanya adalah *Glomus* sp dan *Gigaspora* sp.

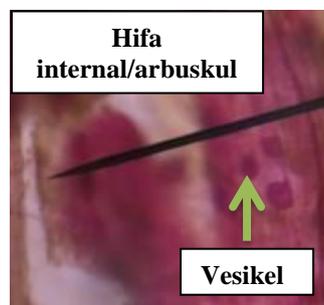
Singkong varietas Ketan yang diinokulasikan *indigenous* mediteran Gunungkidul terinfeksi mikoriza jenis *Glomus* sp., pada *rhizosfer* pandan pantai Bugel jenis sporanya adalah *Glomus* sp., sedangkan pada mikoriza komersial jenis mikorizanya adalah *Glomus* sp dan *Gigaspora* sp. Hasil

dari identifikasi jenis spora pada tanaman singkong membuktikan bahwa rata-rata jenis spora yang berasosiasi dengan singkong adalah jenis *glomus sp.* Hal ini sesuai dengan pendapat Anonim (2010) yang menyatakan bahwa memang secara alami *Glomus sp* ditemukan bersimbiosis dengan tanaman singkong (*Manihot sp.*). Walaupun telah diketahui spora yang menginfeksi tanaman singkong adalah *Glomus sp*, akan tetapi belum diketahui secara jelas apakah *Glomus sp* tersebut adalah *Glomus manihotis* atau bukan. Hal ini dikarenakan belum terdapatnya spora yang sangat jelas terlihat cirinya di bawah mikroskop.

2. Persentase infeksi

Mikoriza bersimbiosis melalui perakaran tanaman dan secara obligat bergantung pada tanaman hidup untuk perkembangannya. Untuk membuktikan asosiasi mikoriza pada akar tanaman maka dilakukan pengamatan persentase infeksi mikoriza pada akar dan menghitung jumlah spora yang terdapat di sekitar perakaran tanaman. Sampel akar yang diambil untuk pengamatan infeksi adalah sampel akar tersier tanaman singkong. Infeksi pada akar dapat ditandai dengan adanya arbuskul, vesikel, hifa internal dan hifa eksternal. Jumlah vesikel bertambah banyak dengan semakin bertambah tuanya tanaman dan hifa eksternal akan bertambah panjang dengan beriringnya waktu sehingga berfungsi untuk melakukan penetrasi ke dalam tanah guna penyerapan unsur hara. Visualisasi akar singkong yang terinfeksi mikoriza terdapat pada gambar 11.

Pada gambar 11 terlihat vesikel berada pada bagian dalam akar, berbentuk bulat hal ini sesuai dengan pendapat Suhardi (1990) dalam Fatmah (2003), vesikel dapat ditemukan baik di dalam maupun diluar lapisan kortikal parenkim yaitu vesikel merupakan struktur dalam mikoriza yang berbentuk bola dan ini merupakan pembekakan hifa yang terdapat didalam dan antara sel-sel korteks, jumlah vesikel akan bertambah dengan bertambah tuanya mikoriza dan tanaman.



Gambar 11. Infeksi mikoriza pada akar tanaman singkong

Pada gambar 11 juga menunjukkan hifa internal, terlihat seperti benang bercabang yang berada di dalam akar. Menurut Baon (1996) dalam Fatmah (2003), karakteristik hifa internal seperti cabang pohon di dalam korteks sel, dan berfungsi untuk meningkatkan 2-3 plasmolema akar berperan pembentukan hara dan makanan antara inang dan jamur. Jumlah vesikel bertambah banyak dengan semakin bertambah tuanya tanaman dan hifa eksternal akan bertambah panjang dengan beriringnya waktu sehingga berfungsi untuk melakukan penetrasi ke dalam tanah guna penyerapan unsur hara (Jumiati, 2016). Persentase infeksi mikoriza pada tanaman singkong yang diberi mikoriza dari berbagai sumber disajikan dalam tabel (Tabel 6).

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa akar singkong yang diberi mikoriza dari berbagai sumber seperti *indigenous* mediteran Gunungkidul, *rhizosfer* pandan pantai Bugel, dan inokulum Mikoriza komersial terinfeksi oleh mikoriza. Hal tersebut terlihat dari semua akar tanaman singkong yang terinfeksi 100% oleh mikoriza.

Tabel 6. Persentase infeksi mikoriza pada akar singkong

	a	b	C
AP1	100%	100%	100%
AQ1	100%	100%	100%
AR1	100%	100%	100%
BP1	100%	100%	100%
BQ1	100%	100%	100%
BR1	100%	100%	100%
CP1	100%	100%	100%
CQ1	100%	100%	100%
CR1	100%	100%	100%

Keterangan :

A: *Indigenous* tanah mediteran

B: *Rhizosfer* pandan pantai Bugel

C: inokulum Mikoriza komersial

P = singkong var. mentega

Q= singkong var. Kirik

R= singkong var. Ketan

Akar tanaman singkong terbukti terinfeksi oleh cendawan mikoriza. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Nuhamara (1993) bahwa mikoriza dapat bersimbiosis dengan sebagian besar (97%) famili tanaman, seperti tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan salah satunya yaitu singkong.

3. Jumlah spora

Selain dari persentase infeksi Mikoriza jumlah spora sangat efektif digunakan untuk mengetahui perkecambahan spora yang telah dihasilkan oleh cendawan mikoriza arbuskula. Produksi spora akan meningkat jika

metabolisme tanaman cukup baik. Hasil sidik ragam jumlah spora pada media tanam singkong dapat dilihat pada tabel 7.

Hasil sidik ragam jumlah spora (lampiran 3.2a) menunjukkan bahwa perlakuan macam inokulum dan macam varietas tidak saling berinteraksi dan ada beda nyata pada sumber mikoriza tetapi tidak berbeda nyata pada varietas singkong. Hal tersebut berarti berbagai sumber mikoriza dan varietas singkong tidak saling mempengaruhi peningkatan jumlah spora mikoriza.

Tabel 7. Rerata jumlah spora (spora/gram) pada media tanam singkong minggu ke 8.

Sumber Mikoriza	Varietas Singkong			Rerata sumber mikoriza
	Mentega	Kirik	Ketan	
<i>Indigenous</i> mediteran Gunungkidul	47,33	41,67	68,67	110,11b
<i>Rhizosfer</i> pandan Pantai Bugel	92,33	112,67a	92,67	99,22a
Inokulum Mikoriza Komersial	116,67	106ab	107,67	52,56a
Rerata varietas singkong	85,44p	86,78p	89,67p	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata pada DMRT dengan alpha 5 %
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Masing-masing varietas memiliki respon yang berbeda-beda berdasarkan inokulasi yang diberikan terhadap parameter jumlah spora mikoriza. Pada varietas Mentega yang diinokulasikan dengan inokulum mikoriza komersial menghasilkan jumlah spora tertinggi (116,67 spora/gram) jika dibandingkan dengan kombinasi perlakuan sumber mikoriza dan varietas singkong lainnya. Sedangkan kombinasi perlakuan

sumber mikoriza dengan varietas Kirik menghasilkan jumlah spora yang paling rendah yaitu 41,47 spora/gram. Eksudat akar dan hasil fotosintat pada masing-masing varietas berbeda, sehingga menentukan mikroorganisme yang berkembang pada *rhizosfer*, termasuk mempengaruhi mikroorganisme yang mempengaruhi perkembangan mikoriza. Selain itu, dengan adanya mikroorganisme yang sesuai dengan masing-masing varietas, maka dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dengan tanaman yang tumbuh dengan baik, maka hasil fotosintat untuk mikoriza juga akan terjamin dengan baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi tanaman inang akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikoriza (Tutik dkk., 2016).

Mikoriza sendiri apabila diaplikasikan pada media tanam dengan kandungan hara yang terlalu tinggi terutama P, pertumbuhannya agak terhambat, dan justru optimal fungsinya pada tanah dengan kondisi kekurangan unsur hara (Santoso, 1989). Tetapi hal ini tidak masalah apabila pada lahan tersebut diaplikasikan pupuk hayati mikoriza (tanpa penambahan pupuk anorganik) secara terus menerus dan berkesinambungan. Pupuk hayati ini justru akan memperbaiki kondisi lahan yang rusak akibat budidaya singkong secara terus menerus di lahan pertanian tersebut (Oetami dan Agus, 2012).

Singkong varietas Kirik dengan perlakuan mikoriza *Indigenous* mediteran Gunungkidul memiliki jumlah spora paling rendah (41,67 spora/gram) jika dibandingkan dengan inokulum yang lain. Ini dapat

disebabkan karena pada saat perkembangan cendawan mikoriza, walaupun jumlah spora mikoriza tinggi pada tahap perbanyakan di media *indigenous* mediteran Gunungkidul, fotosintat akar tanaman singkong yang digunakan oleh mikoriza hanya cukup untuk perkembangan hifa sehingga persen infeksi akar yang tinggi tidak diiringi dengan pembentukan spora yang tinggi pula. Hal ini sesuai dengan pendapat Suhardi (1989).

Berdasarkan pengamatan jumlah spora pada minggu ke 8 dapat diartikan bahwa media tanam singkong memiliki asosiasi dengan berbagai sumber mikoriza. Pada perlakuan sumber mikoriza (lampiran 3.2a) menunjukkan hasil beda nyata pada jumlah spora. Hal tersebut karena mikoriza hampir terdapat di semua jenis tanah dan berbagai tanaman inang. Eksudat akar pada masing-masing varietas berbeda, sehingga menentukan mikroorganisme yang berkembang pada *rhizosfer*, termasuk mempengaruhi mikroorganisme yang mempengaruhi perkembangan mikoriza. Selain itu, dengan adanya mikroorganisme yang sesuai dengan masing-masing varietas, maka dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dengan tanaman yang tumbuh dengan baik, maka hasil fotosintat untuk mikoriza juga akan terjamin dengan baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi tanaman inang akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikoriza (Tutik dkk., 2016).

Perkecambahan spora berkaitan dengan pH tanah, kandungan bahan organik dan kandungan P tanah. Mikoriza berperan melepas unsur fosfor yang diperlukan tanaman. Pada jenis tanah tertentu seperti andosol-fosfor

dan tanah mediteran terikat oleh unsur alován sehingga tanaman tak mampu mengambilnya. Jika kekurangan unsur fosfor, tanaman tak dapat tumbuh normal. Cara kerja mikoriza yaitu mengeluarkan senyawa-senyawa organik seperti asam malat dan asam asetat untuk melepas ikatan fosfor. Sehingga tanaman pun mampu mengambil unsur hara makro itu bagi pertumbuhannya (Hakim, dkk 1986).

Tanah mediteran yang berbatu induk batu kapur mempunyai nilai pH yang lebih tinggi dibanding dari yang berbatu induk batu pasir. PH tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bahan induk tanah, pengendapan, vegetasi alami, pertumbuhan tanaman, kedalaman tanah dan pupuk nitrogen. Masalah utama dari jenis tanah mediteran adalah ketersediaan air dan tingginya pH tanah yang seringkali di atas 7. Tanah yang bersifat alkalis mengikat fosfat sehingga akan menjadi kendala bagi tanaman untuk tumbuh. Oleh karena itu, jenis tanah ini kurang cocok untuk dijadikan lahan pertanian. Selain itu, zat hara yang dikandung jenis tanah ini hampir tidak ada. Kandungan bahan organik tanah mediteran yaitu 3- 4% (Hakim, dkk 1986). Sedangkan syarat kecambah mikoriza pada tanah berbatu organik diatas 0,5% dan dibawah 3%. Hal ini dapat mempengaruhi jumlah spora pada media tanam singkong tanah Mediteran seperti menurunnya jumlah spora. Selain itu dalam penelitian ini tidak melakukan uji pendahuluan uji kadar bahan organik pada tanah mediteran sehingga tidak diketahui apakah media tanam tanah mediteran yang

digunakan memiliki kandungan bahan organik yang tinggi atau rendah serta sesuai atau tidak dengan pertumbuhan kecambah mikoriza.

4. Panjang akar

Perkembangan akar perlu untuk diketahui karena data mengenai pertumbuhan akar sangat penting untuk penentuan jarak tanam dan sebagai dasar penentuan penjarangan. Sementara ini penelitian banyak diarahkan kepada penghitungan biomassa di atas tanah (batang dan tajuk) daripada pertumbuhan akar. Akar merupakan pintu masuk bagi hara dan air dari tanah, yang sangat penting untuk proses fisiologi pohon. Oleh karena itu apabila fungsi akar terganggu maka pertumbuhan bagian pucuk akan terganggu pula.

Selain itu pertumbuhan akar sangat sulit dimonitor secara visual, tidak seperti perkembangan pucuk yang bisa dengan mudah dilihat di lapangan. Oleh karena itu perlu penelitian yang lebih intensif agar banyak data-data dasar yang terkumpul sehingga dapat digunakan untuk menduga perkembangan akar di lapangan (Rusdiana, dkk. 2000). Hasil sidik ragam panjang akar tanaman singkong disajikan dalam (tabel 10). Hasil sidik ragam panjang akar tanaman singkong minggu ke 8 (lampiran 3.2b) menunjukkan bahwa perlakuan mikoriza berbagai sumber dan tiga varietas singkong tidak memiliki interaksi satu sama lain, dan tidak ada beda nyata antar sumber mikoriza maupun varietas singkong, serta kombinasi perlakuan keduanya. Hal ini menunjukkan perbedaan sumber mikoriza

serta perbedaan varietas singkong tidak saling mempengaruhi pertumbuhan panjang akar tanaman singkong.

Tabel 8. Rerata panjang akar tanaman singkong minggu ke 4.

Sumber Mikoriza	Varietas Singkong			Rerata sumber mikoriza
	Mentega	Kirik	Ketan	
<i>Indigenous</i> mediteran Gunungkidul	4,64	3,70	3,79	4,04a
<i>Rhizosfer</i> pandan Pantai Bugel	4,53	3,91	3,74	4,06a
Inokulum Mikoriza Komersial	4,25	4,21	3,70	4,05a
Rerata varietas singkong	4,47p	3,94p	3,74p	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata pada DMRT dengan alpha 5 %
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan tabel 10 menunjukkan bahwa singkong varietas Kirik yang diinokulasikan dengan sumber mikoriza dari *Indigenous* mediteran Gunungkidul memiliki rata-rata panjang akar paling rendah dibandingkan dengan rata-rata panjang akar singkong varietas Mentega dan varietas Ketan. Sedangkan rerata panjang akar dengan nilai yang tinggi yaitu kombinasi perlakuan *indigenous* mediteran Gunungkidul dengan singkong varietas mentega.

Sumber mikoriza *indigenous* mediteran Gunungkidul cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan akar tanaman singkong sumber mikoriza lainnya. Singkong varietas mentega memiliki nilai panjang akar yang lebih tinggi dari singkong varietas lainnya.

Pada umumnya panjang akar antara 20-30 cm sehingga akar yang tidak terlalu panjang dan berkembang diduga dipengaruhi oleh kondisi kekerasan tanah dan ketersediaan air yang kurang. Kondisi tanah mediteran yang digunakan sebagai media tanam tanah mediteran dengan kondisi yaitu batuan induk batuan gamping dan bertekstur keras.

5. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman adalah parameter utama dalam pengamatan pertumbuhan tanaman, tanaman dapat dikatakan hidup atau tumbuh dengan melihat bertambahnya ukuran dan jumlah panjang batang hingga pucuk daun. Pertambahan tinggi tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tanah merupakan media tanam yang merupakan faktor pokok bagi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman, cahaya (lama penyinaran, intensitas penyinaran, arah penyinaran) apabila jumlah cahaya yang masuk pada tanaman tidak memenuhi kebutuhan maka proses pertumbuhan tanaman akan terhambat, unsur hara, air dan faktor genetik. Faktor genetik mempengaruhi daya tumbuh, bentuk biji, masa dormasi, yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan kedelai (Goldworthy dan fisher, 1992).

Panjang batang diukur menggunakan penggaris dari batas terbawah pertumbuhan sampai batas teratas pertumbuhan tanaman yaitu pada daun terakhir yang tumbuh (Sastrahidayat, 2011). Rerata tinggi tanaman singkong minggu ke 8 disajikan dalam tabel 11.

Tabel 9. Rerata tinggi tanaman singkong minggu ke 8

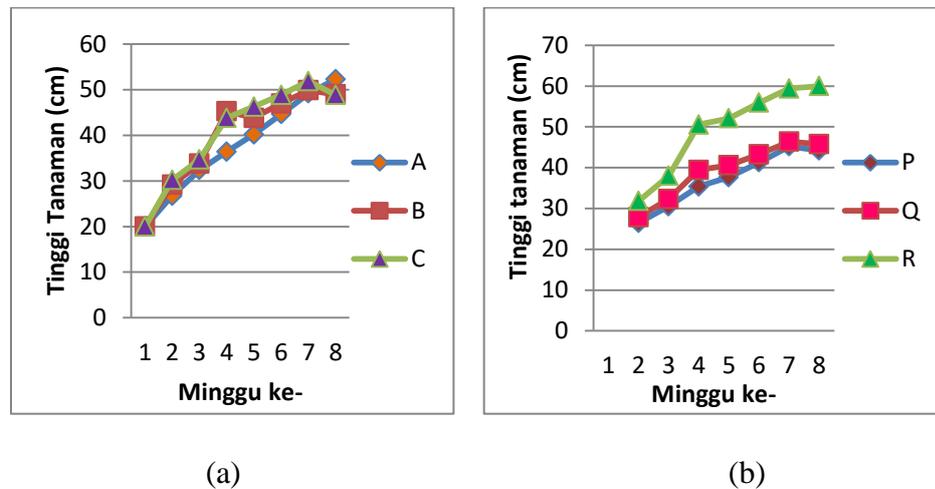
Sumber Mikoriza	Varietas Singkong			Rerata sumber mikoriza
	Mentega	Kirik	Ketan	
<i>Indigenous</i> mediteran Gunungkidul	35,76	36,46	48,36	52,18a
<i>Rhizosfer</i> pandan Pantai Bugel	39,66	41,96	57,16	48,98a
Mikoriza Komersial	37,50	43,26	55,92	48,82a
Rerata varietas singkong	44,22q	45,78q	59,98p	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata pada DMRT dengan alpha 5 %

(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Tabel 11 menunjukkan bahwa antar perlakuan mikoriza berbagai sumber dengan tiga varietas singkong tidak memiliki interaksi satu sama lain. Perlakuan macam inokulum berpengaruh sama terhadap tinggi tanaman namun perlakuan varietas berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (lampiran 3.2c). Perbedaan gen setiap varietas akan menyebabkan perbedaan tanggapan fisiologis tanaman terhadap lingkungan walau ditanam pada lingkungan yang sama (Ainun dkk., 2012).

Pengamatan tinggi tanaman menunjukkan varietas singkong Ketan memiliki nilai pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lain dengan nilai rerata tinggi tanaman sebesar 59,98 cm. Hal tersebut diduga karena karakteristik singkong Ketan dalam menyerap unsur hara untuk pertumbuhan yang berbeda dengan varietas lainnya.



(a) (b)
Gambar 12. Tinggi tanaman singkong (a) faktor inokulum (b) faktor varietas singkong

Keterangan :

A: *Indigenous* tanah mediteran

B: *Rhizosfer* pandan pantai Bugel

C: inokulum Mikoriza komersial

P = singkong var. mentega

Q= singkong var. Kirik

R= singkong var. Ketan

Berdasarkan pengamatan mingguan, maka tinggi tanaman disajikan pada gambar 12. Gambar 12 (a) menunjukkan bahwa tinggi tanaman singkong pada setiap sumber mikoriza mengalami peningkatan dari minggu ke 1 hingga minggu ke 8.

Pada gambar 12 (b) menunjukkan tanaman singkong berbagai varietas mengalami peningkatan dari minggu ke 1 hingga minggu ke 8. Perbedaan varietas sangat mempengaruhi tinggi tanaman.

6. Berat segar tanaman

Salisbury dan Ross (1995) serta Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa berat segar tanaman dapat menunjukkan aktivitas metabolisme tanaman dan nilai berat basah tanaman dipengaruhi oleh kandungan air jaringan, unsur hara dan hasil metabolisme. Khrisnamoorthy (1975) mengemukakan bahwa giberelin mampu

meningkatkan ukuran sel (pembesaran sel) dan peningkatan jumlah sel (pembelahan sel). Peningkatan ukuran dan jumlah sel pada akhirnya akan meningkatkan berat tanaman. Rerata berat segar tanaman singkong tersaji pada tabel 12. Tabel 12 menunjukkan bahwa antara kombinasi perlakuan mikoriza berbagai sumber dengan tiga varietas singkong tidak memiliki interaksi satu sama lain. Hasil sidik ragam berat segar tanaman menunjukkan bahwa perlakuan macam inokulum dan perlakuan tiga varietas singkong masing-masing tidak mempengaruhi peningkatan berat segar tanaman pada minggu ke-8 (lampiran 3.2c).

Walaupun perlakuan sumber mikoriza memiliki hasil tidak ada beda nyata terhadap berat segar tajuk singkong, akan tetapi perlakuan varietas singkong hasil ada beda nyata terhadap berat segar tajuk singkong. Setiap varietas memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap unsur hara (Yutono, 1988 dalam Farida, 2004).

Tabel 10. Rerata berat segar tanaman singkong minggu ke 8

Sumber Mikoriza	Varietas Singkong			Rerata sumber mikoriza
	Mentega	Kirik	Ketan	
<i>Indigenous</i> mediteran Gunungkidul	67,00	113,54	98,78	93,11a
<i>Rhizosfer</i> pandan Pantai Bugel	77,85	3,91	80,91	88,56a
Mikoriza Komersial	67,89	106,93	3,7045	87,31a
Rerata varietas singkong	70,91q	110,80p	87,27pq	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata pada DMRT dengan alpha 5 %
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa singkong varietas Kirik memiliki nilai rerata berat segar tanaman yang lebih tinggi dari varietas lainnya. Karakteristik singkong varietas Kirik belum teridentifikasi secara khusus dikarenakan merupakan varietas lokal baru di Gunungkidul. Kombinasi perlakuan *Indigenous* mediteran Gunungkidul dengan varietas Kirik memiliki nilai rerata tertinggi jika dibandingkan dengan kombinasi sumber mikoriza dengan varietas singkong lainnya. Setiap varietas memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap unsur hara, sehingga hal tersebut mempengaruhi perbedaan berat segar tanaman.

7. Jumlah daun

Daun merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting dan pada umumnya tiap tumbuhan mempunyai sejumlah besar daun. Daun memiliki fungsi sebagai pengambilan zat-zat makanan, pengolahann zat-zat makanan, penguapan air, dan pernafasan. Pertumbuhan jumlah daun dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan air karena jumlah air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan daun jika jumlah air minim atau hanya sedikit daun akan tumbuh namun cepat layu dan mudah rontok, warna daun pun juga terlihat pucat, faktor cahaya. daun akan berekerja dengan baik apabila faktor-faktor tersebut terpenuhi. Rerata jumlah daun singkong disajikan dalam tabel 13.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa antara ketiga sumber mikoriza dan tiga varietas singkong tidak saling berinteraksi terhadap jumlah daun tanaman singkong.

Tabel 11. Rerata jumlah daun singkong minggu ke 4 hingga minggu ke 8

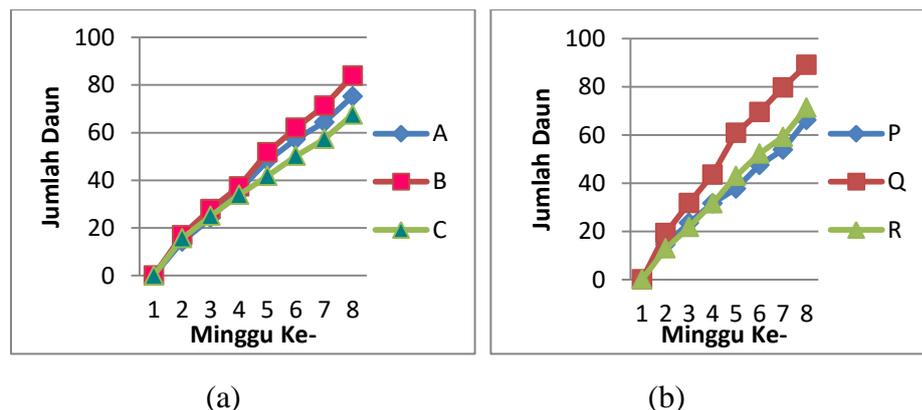
Sumber Mikoriza	Varietas Singkong			Rerata sumber mikoriza
	Mentega	Kirik	Ketan	
<i>Indigenous</i> mediteran Gunungkidul	55,33	90,67	79,67	75,22ab
<i>Rhizosfer</i> pandan Pantai Bugel	84,33	99,33	68,00	83,88a
Mikoriza Komersial	59,00	77,33	66,33	67,55b
Rerata varietas singkong	66,22q	89,11p	71,33q	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata pada DMRT dengan alpha 5 %
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Tabel tersebut menunjukkan bahwa antara ketiga sumber mikoriza dan tiga varietas singkong tidak saling berinteraksi terhadap jumlah daun tanaman singkong. Hasil sidik ragam (lampiran 3.2d) menunjukkan perlakuan sumber mikoriza dan perlakuan tiga varietas singkong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah daun tanaman singkong. Sedangkan kombinasi perlakuan sumber mikoriza dengan singkong berbagai varietas memiliki hasil yang tidak beda nyata terhadap luas daun singkong.

Perlakuan sumber mikoriza berpengaruh terhadap luas daun hal ini sesuai dengan pendapat Husin (1994) bahwa mikoriza dapat meningkatkan nutrisi tanaman dan menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan seperti auksin dan giberelin. Auksin berfungsi untuk mencegah penuaan akar, sehingga akar dapat berfungsi lebih lama dan penyerapan unsur hara akan lebih banyak. Sedangkan giberelin berfungsi untuk merangsang

pembesaran dan pembelahan sel, terutama merangsang pertumbuhan primer sehingga mempengaruhi baik tinggi tanaman, maupun jumlah daun. Perlakuan berbagai varietas singkong mempengaruhi luas daun karena perbedaan gen dari tiap varietas. Jumlah daun sangat dipengaruhi oleh varietas tanaman. Kombinasi perlakuan sumber mikoriza *rhizosfer* pandan pantai Bugel dengan singkong varietas Kirik memiliki nilai rerata jumlah daun tertinggi jika dibandingkan dengan kombinasi perlakuan sumber mikoriza dan varietas singkong yang lainnya. Perkembangan jumlah daun minggu ke 2 hingga minggu ke 8 disajikan dalam grafik.



(a) (b)
Gambar 13. Pertumbuhan jumlah daun singkong (a) faktor inokulum (b) faktor varietas singkong

Keterangan :

A: *Indigenous* tanah mediteran

B: *Rhizosfer* pandan pantai Bugel

C: inokulum Mikoriza komersial

P = singkong var. mentega

Q= singkong var. Kirik

R= singkong var. Ketan

Pertumbuhan jumlah daun singkong berdasarkan gambar 15 (a) menunjukkan jumlah daun pada perlakuan sumber mikoriza mengalami peningkatan dari minggu ke 2 hingga minggu ke 8. Singkong pada sumber mikoriza *rhizosfer* pandan pantai Bugel memiliki jumlah daun cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sumber mikoriza lainnya. Pada *rhizosfer*

pandan bugel, walaupun pada pengamatan tahap perbanyakan memiliki kandungan spora yang lebih sedikit dari *indigenous* mediteran Gunungkidul, akan tetapi persentase infeksi mikoriza pada akar singkong tetap 100%. Hal ini disebabkan oleh mikoriza yang terdapat pada *rhizosfer* pandan Bugel yang dimungkinkan memiliki fotosintat yang lebih banyak digunakan spora untuk berpenetrasi di dalam akar. Sehingga sangat mempengaruhi pertumbuhan singkong, salah satunya yaitu pertumbuhan jumlah daun. Gambar 13 (b) menunjukkan perlakuan berbagai varietas singkong mengalami peningkatan dari minggu ke 2 hingga minggu ke 8.

Varietas Kirik memiliki jumlah daun yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya. Karakteristik singkong varietas Kirik belum teridentifikasi secara khusus dikarenakan merupakan varietas lokal baru di Gunungkidul.

Berdasarkan semua parameter pengamatan dan hasil pertumbuhan singkong menunjukkan bahwa masing-masing varietas singkong memiliki respon yang berbeda terhadap inokulasi macam sumber mikoriza. seperti persentase infeksi mikoriza pada akar singkong. Respon terhadap mikoriza dari berbagai varietas singkong menunjukkan bahwa ada asosiasi atau kompatibilitas antara sumber mikoriza dengan berbagai varietas singkong. Pada parameter persentase infeksi mikoriza pada akar, ke tiga sumber mikoriza 100% menginfeksi akar tanaman singkong varietas Mentega, varietas Kirik, dan varietas Ketan. Pada semua parameter pengamatan,

antara ke tiga sumber mikoriza dan ke tiga varietas singkong tidak saling mempengaruhi.

Kombinasi perlakuan singkong varietas Mentega dan inokulum mikoriza komersial menghasilkan jumlah spora tertinggi, selain itu kombinasi perlakuan varietas singkong dengan sumber mikoriza memiliki hasil beda nyata serta varietas Mentega yang diinokulasi dengan *indigenous* mediteran Gunungkidul memiliki nilai panjang akar yang tinggi. Pada parameter tinggi tanaman, perlakuan sumber mikoriza tidak berpengaruh nyata tetapi perlakuan varietas singkong berpengaruh nyata. *Rhizosfer* pandan pantai Bugel dan singkong varietas Ketan memiliki nilai tertinggi pada parameter tinggi tanaman. Varietas singkong pada parameter berat segar tanaman memiliki pengaruh nyata, sedangkan sumber mikoriza memiliki hasil tidak beda nyata pada berat segar tanaman.

Varietas Kirik memiliki nilai berat segar tanaman tertinggi. Begitu pula dengan kombinasi perlakuan *indigenous* mediteran Gunungkidul dengan varietas Kirik memiliki rerata tertinggi pada berat segar tanaman. Pada parameter jumlah daun, kombinasi perlakuan sumber mikoriza dengan varietas singkong tidak berpengaruh nyata akan tetapi masing-masing perlakuan berpengaruh nyata. Kombinasi perlakuan sumber mikoriza *rhizosfer* pandan pantai Bugel dengan singkong varietas Kirik memiliki nilai rerata jumlah daun tertinggi. *Indigenous* Mediteran

Gunungkidul cenderung lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan beberapa varietas singkong.