

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mikoriza

Berdasarkan hasil analisis, tiga jenis bahan organik memiliki respon yang berbeda-beda atas berbagai dosis Mikoriza. Komponen pengamatan pengaruh jenis bahan organik dan dosis Mikoriza terhadap pertumbuhan vegetatif singkong Ketan terdiri dari pengamatan Mikoriza berupa persentase infeksi dan jumlah spora. Rerata parameter Mikoriza pada minggu ke 12 tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata persentasi infeksi dan jumlah spora Mikoriza pada akar tanaman singkong minggu ke 12

Perlakuan	Parameter pengamatan	
	Persentase infeksi (%)	Jumlah spora (spora/100 gram tanah)
Jenis bahan organik		
Pupuk sapi	100a	666a
Pupuk kambing	100a	696a
Pupuk ayam	100a	528b
Dosis Mikoriza		
25 g/tanaman	100p	623p
50 g/tanaman	100p	672p
75 g/tanaman	100p	622p
Interaksi	(-)	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji F hitung pada taraf kesalahan 5%.
(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

1. Persentase infeksi Mikoriza

Persentase infeksi merupakan parameter yang sering diamati untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. Kusumastuti (2017) menyatakan bahwa akar tanaman dinyatakan terinfeksi oleh Mikoriza apabila dalam akar tersebut sudah terbentuk salah satu dari organel mikoriza yaitu hifa internal, hifa eksternal, vesikel dan arbuskul. Organel-organel tersebut terbentuk pada jaringan korteks akar tanaman singkong.

Pengecekan infeksi Mikoriza pada akar tanaman singkong dilakukan dengan cara mengambil sampel akar sebanyak 10 akar tersier pada setiap tanaman. Metode perhitungan persentase infeksi yaitu dengan menghitung persentase banyaknya bagian akar yang terinfeksi mikoriza dan yang tidak terinfeksi pada setiap akar di petridish dan dikalikan 100%. Infeksi Mikoriza pada akar tanaman singkong diamati dengan menggunakan pengecatan *acid fuchsin* sehingga dapat dibedakan adanya pembengkakan miselia yaitu vesikula dan arbuskular. Rerata persentase infeksi Mikoriza pada minggu ke 12 tersaji pada tabel 1.

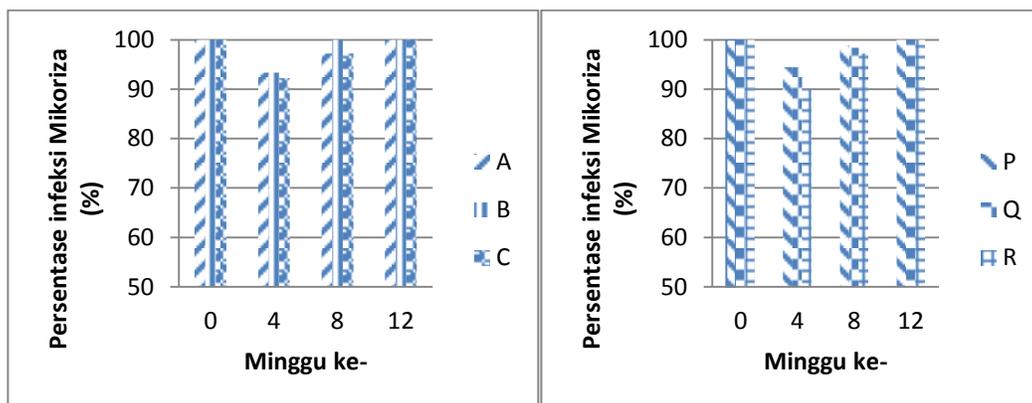
Berdasarkan hasil sidik ragam persentase infeksi Mikoriza (Lampiran 3.1) menunjukkan tidak ada interaksi dan tidak ada beda nyata pengaruhnya antar perlakuan (Tabel 1). Hal ini berarti pemberian dosis mikoriza dan macam bahan organik tidak memberikan pengaruh terhadap persentase infeksi Mikoriza pada akar tanaman singkong. Perlakuan pemberian Mikoriza tidak berpengaruh terhadap persentase infeksi diduga karena Mikoriza mudah bersimbiosis dengan akar tanaman singkong. Selain itu juga diduga sudah terdapat cendawan Mikoriza diperakaran

tanaman singkong. Hal ini sejalan dengan ungkapan Simanungkalit (1998), bahwa di alam bebas juga terdapat Mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman. Selain itu juga diperkuat dengan pendapat Lukiawati (2011) bahwa cendawan Mikoriza hamper terdapat pada semua jenis tanah dan tidak memerlukan tanaman inang yang spesifik sehingga dapat berasosiasi dengan banyak tanaman inang. Organel Mikoriza yang banyak teramati pada penelitian ini adalah vesikula, arbuskula hifa eksternal dan hifa internal (Lampiran 4.9h). Kemampuan mikoriza untuk menginfeksi akar sangat dipengaruhi oleh karakteristik tumbuhan inang (Newsham *dkk*, 1995), kelimpahan eksudat akar (Katsunori dan Yoshio, 1998) serta jenis mikoriza (Hasbi, 2005). Penelitian Ariestyandini (2017) membuktikan bahwa cendawan Mikoriza mampu menginfeksi akar tanaman singkong. Mikoriza dapat bersimbiosis dengan sebagian besar (97%) tanaman, seperti tanaman pangan salah satunya yaitu singkong, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian Ariestyandini (2017). Berdasarkan penelitian Ariestyandini (2017) menyatakan bahwa persentase infeksi Mikoriza pada akar tanaman singkong ketan sudah mencapai 100% pada semua perlakuan di minggu ke 8. Hal ini berarti persentase mula-mula Mikoriza yang digunakan untuk varietas Ketan pada penelitian ini adalah 100%, akan tetapi setelah diaplikasikan langsung pada lahan mediteran di Gunung Kidul ternyata persentasi infeksi Mikoriza pada akar tanaman singkong Ketan pada pengamatan pertama di minggu ke 4 masih berkisar 90%. Hal ini diduga karena pada minggu ke 8 merupakan

minggu ke 2 setelah aplikasi Mikoriza sehingga cendawan Mikoriza masih dalam tahap beradaptasi dengan lingkungannya.

Asosiasi antara Mikoriza dengan tanaman inang merupakan hubungan simbiosis mutualisme. Seperti yang ditulis Kusumastuti (2017) bahwa simbiosis mutualisme karena memberikan manfaat bagi keduanya, Mikoriza memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana (glukosa) dan Karbon (C) dari tumbuhan, sebaliknya Mikoriza melalui hifa eksternal yang terdistribusi di dalam tanah dapat menyalurkan air, mineral dan hara tanah untuk membantu aktivitas metabolisme tumbuhan inangnya. Perkembangan persentase infeksi Mikoriza tersaji pada gambar 1.



(a)

(b)

Gambar 1. Persentase infeksi Mikoriza (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Gambar 1 menunjukkan bahwa persentase awal Mikoriza yang berasal dari *rhizosfer* pantai bugel yaitu 100% pada semua perlakuan. Gambar 1.a menunjukkan

persentase infeksi akar tanaman yang dipengaruhi dosis Mikoriza mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Pengamatan pertama di minggu ke 4 persentase infeksi Mikoriza belum mencapai 100% pada masing-masing perlakuan. Perlakuan dengan pemberian Mikoriza 75 g memberikan persentase terendah yaitu 92,33%, akan tetapi pada perlakuan Mikoriza 25 g dan 50 memberikan persentase yang sama yaitu 93,33%. Pada minggu ke 8 tanaman dengan pemberian Mikoriza 25 g dan 75 g memiliki persentase infeksi yang sama yaitu 97,22% dan perlakuan pemberian Mikoriza 50 g persentase infeksinya sudah mencapai 100%. Infeksi mikoriza pada akar singkong yang keseluruhannya 100% terjadi pada minggu ke 12. Persentase infeksi yang tinggi tersebut disebabkan karena pecahnya sporokarp yang ada didalam tanah. Sporokarp yang pecah tersebut kemudian menginfeksi akar tanaman inangnya.

Gambar 1.b menunjukkan bahwa persentase infeksi akar tanaman singkong yang dipengaruhi oleh faktor bahan organik mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Pada minggu ke 4 akar tanaman yang di beri pupuk kandang ayam memiliki persentase terendah yaitu 90%, kemudian tanaman yang diberi pupuk kandang sapi dan kambing memiliki persentase yang sama yaitu 94,44%. Pada pengamatan ke dua yaitu pada minggu ke 8 persentase infeksi pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam yaitu sebesar 97,22%, tanaman yang diberi pupuk kandang kambing memiliki persentase infeksi 98,33% dan tanaman yang diberi pupuk kandang sapi memiliki persentase infeksi 98,89%. Pada pengamatan ke tiga semua tanaman yang diamati sudah terinfeksi semua sehingga persentase yang didapatkan

yaitu 100% pada semua perlakuan. Pada minggu ke 4 dan ke 8 Mikoriza masih dalam tahap adaptasi dengan lingkungan sehingga persentase infeksi belum maksimal. Walaupun pada minggu ke 4 dan ke 8 belum mencapai 100% infeksi akan tetapi persentase tersebut sudah memenuhi syarat infeksi Mikoriza pada akar tanaman inangnya. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Lukiwati (2001) yang menyatakan bahwa syarat minimal infeksi Mikoriza pada akar sebesar 80%-100%.

2. Jumlah spora

Pengamatan jumlah spora digunakan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan Mikoriza di dalam zona perakaran tanah. Pertumbuhan dan perkembangan spora dipengaruhi oleh metabolisme tanaman inangnya. Suhardi (1989) menyebutkan dalam proses pembentukan spora, Mikoriza biasanya juga bersamaan dengan perkecambahan spora. Mikoriza merupakan cendawan obligat, dimana kelangsungan hidupnya berasosiasi dengan akar tanaman melalui spora. Hasil sidik ragam dari jumlah spora tersaji pada tabel 1.

Hasil sidik ragam jumlah spora pada minggu ke 12 (Lampiran 3.2) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antar perlakuan. Akan tetapi, ada beda nyata antara perlakuan dengan pemberian jenis bahan organik (Tabel 1). Pada minggu ke 12 perlakuan pupuk kandang kambing berbeda nyata pengaruhnya dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam. Pada minggu ke 12 jumlah spora tertinggi pada perlakuan pupuk kandang kambing yaitu 696 spora/100 gram tanah dan terendah pada perlakuan pupuk kandang ayam yaitu 528 spora/100 gram tanah. Hal ini diduga

karena perkembangan Mikoriza dipengaruhi oleh kesuburan tanah dan pemberian bahan organik yang terdapat pada tanah. Kondisi tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman juga cocok untuk pertumbuhan Mikroza. Menurut Yulipriyanto (2010) bahwa dalam suatu ekosistem tanah, berbagai mikroba hidup, bertahan hidup, dan berkompetisi dalam memperoleh ruang, oksigen, air, hara, dan kebutuhan hidup lainnya.

Berdasarkan penelitian Ariestyandini (2017) jumlah spora Mikoriza dari *rhizosfer* pantai bugel pada saat *trapping* yaitu sebanyak 440 spora/100 gram tanah, sehingga hal ini juga menjadi jumlah spora mula-mula pada penelitian ini. Apabila dibandingkan dengan penelitian tersebut maka jumlah spora pada penelitian ini sedikit lebih banyak, jumlah spora pada pengamatan pertama yaitu pada minggu ke 4 berdasarkan faktor bahan organik tertinggi pada tanaman dengan pupuk kandang sapi yaitu sebanyak 454 spora/100 gram tanah sedangkan berdasarkan faktor dosis Mikoriza maka jumlah spora terbanyak yaitu pada dosis Mikoriza 50 tam/tanaman yaitu sebanyak 380 spora/100 gram tanam. Hal ini diduga karena pada saat aplikasi *crude* Mikoriza yang diberikan masih mengandung banyak spora. Hal ini diperkuat dengan pendapat Mosse (1981) bahwa spora Mikoiza dapat disimpan dalam waktu yang lama sebelum diaplikasikan ke tanaman. Spora yang banyak teramati pada penelitian ini yaitu spora jenis *Gigaspora* sp. dan *Glomus* sp. (Lampiran 4.9f-4.9g). Perbedaan spora tersebut terletak pada ukuran spora dimana *Gigaspora* sp. Memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan *Glomus* sp.

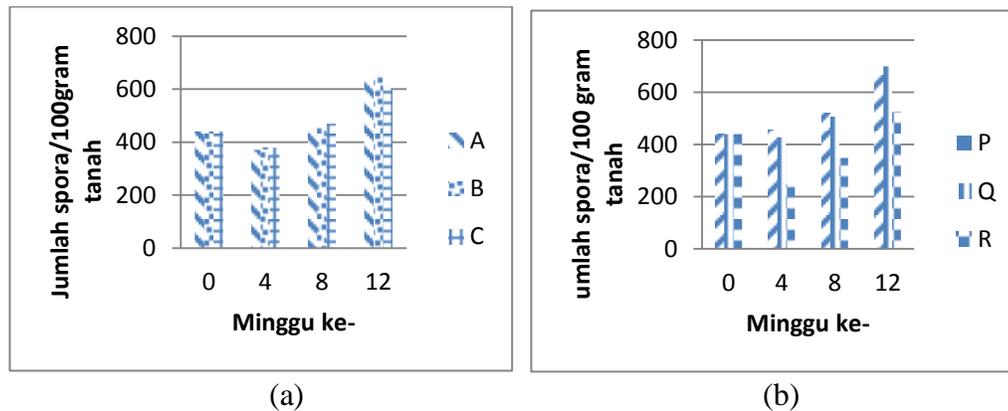
Persentase infeksi akar oleh Mikoriza tanaman saling berkaitan dengan perkembangan jumlah spora pada media tanam. Produksi spora yang rendah dapat terjadi walaupun persentase akar yang terinfeksi tinggi. Jumlah spora yang lebih rendah tetapi persentase infeksi yang tinggi terjadi pada minggu ke 4 yaitu terdapat jumlah spora yang rendah pada perlakuan pupuk kandang ayam yaitu sebanyak 242 spora/100 gram tanah dengan persentase infeksi yang tinggi yaitu 90%. Hal ini dikarena Mikoriza mudah bersimbiosis dengan akar tanaman singkong. Selain itu, menurut Suhardi (1989) menyatakan bahwa rendahnya produksi spora ditanah yaitu disebabkan energi hasil fotosintesis yang disimpan diakar tanaman singkong yang digunakan oleh Mikoriza hanya cukup untuk pertumbuhan hifa ataupun organel Mikoriza lainnya kecuali spora sehingga persentase infeksi akar yang tinggi tidak diiringi dengan pembentukan spora yang tinggi juga. Masuknya hifa ke dalam sel korteks diikuti dengan peningkatan sitoplasma, pembentukan organ baru, dan pembengkakan inti sel. Spora terbentuk pada ujung hifa eksternal.

Pemberian pupuk kandang bertujuan sebagai makanan bagi mikoriza sehingga dalam pertumbuhannya tanaman yang diberikan pupuk kandang kambing memiliki jumlah spora terbanyak karena makanan untuk Mikorizanya tersedia. Bahan organik yang diberikan pada tanaman dapat mempengaruhi berbagai sifat tanah, bahan organik dapat menyediakan berbagai nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman seperti unsur N, P dan S, selain itu pemberian bahan organik juga dapat menyediakan sumber tenaga, karbon dan mineral bagi Mikoriza. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Lukiwati dan Simanungkalit (2001) bahwa bahan organik

berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Sedangkan pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam memiliki spora yang lebih rendah karena diduga unsur hara yang dimanfaatkan oleh Mikoriza dalam pembentukan spora pada pupuk kandang ayam lebih sedikit.

Mikoriza dapat membantu melepas unsur fosfor yang diperlukan tanaman. Hakim (1989) berpendapat bahwa pada jenis tanah tertentu seperti tanah mediteran unsur hara P terikat oleh unsur kapur sehingga tanaman tak mampu mengambilnya. Jika kekurangan unsur fosfor, tanaman tak dapat tumbuh normal, hal ini dikarenakan unsur hara P merupakan unsur hara yang tergolong unsur hara makro sehingga sangat dibutuhkan oleh tanaman. Pada tanah mediteran unsur P akan terikat dengan Ca sehingga akan terbentuk ikatan Ca^+P yang tidak larut. Cara kerja mikoriza yaitu mengeluarkan enzim fosfatase yang dapat melepas ikatan fosfor.

Tanah mediteran yang berbahan induk batu kapur. Masalah utama tanah mediteran adalah ketersediaan air, tingginya pH tanah yang seringkali di atas 7 dan tanah yang bersifat alkalis mengikat fosfat. Kandungan bahan organik tanah mediteran yaitu 3- 4% (Hakim dkk, 1986). Sedangkan syarat kecambah mikoriza pada tanah berbahan organik diatas 0,5% dan dibawah 3%. Hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan spora pada media tanam singkong tanah Mediteran seperti rendahnya produksi jumlah spora. Perkembangan jumlah spora tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Jumlah spora Mikoriza (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Gambar 2.a menunjukkan bahwa jumlah spora Mikroza pada tanaman yang diberi faktor dosis Mikoriza yang berbeda-beda mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Berdasarkan grafik tersebut perkembangan spora Mikoriza dari minggu ke 4 sampai minggu ke 12 memiliki jumlah yang hampir seragam.

Gambar 2.b menunjukkan bahwa jumlah spora yang di beri faktor bahan organik mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Akan tetapi, pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam disetiap pengamatan memiliki jumlah spora yang terendah pada minggu ke 4, ke 8 dan ke 12 hal ini dikarenakan jumlah unsur hara yang diserap oleh tanaman lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk kandang sapi dan pupuk kandang kambing. Peningkatan jumlah spora ini sesuai dengan pendapat dari Suhardi (1989) yang bahwa pertumbuhan dan perkembangan spora Mikoriza terjadi seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan akar tanaman inangnya. Produksi spora akan semakin meningkat ketika tanaman inang menjadi dewasa dan

mendekati tua. Akan tetapi, tidak ada standar minimal atau maksimal jumlah spora pada suatu media. Menurut Lukiwati (2001), jumlah spora Mikoriza dalam tanah yaitu ± 60 spora/100 gram.

B. Akar Tanaman Singkong yang Diinokulasi oleh Mikoriza

Penggunaan mikoriza terbukti dapat meningkatkan produksi singkong, karena kemampuannya membantu meningkatkan kemampuan tanaman melakukan penyerapan hara tertentu dan air melalui perluasan bidang serapan tanaman dengan adanya hifa eksternal, serta memperbaiki metabolisme tanaman (Rusdi, 2002). Penelitian Mosse (1981) membuktikan bahwa mikoriza dapat menggantikan kita-kita 50% penggunaan Fosfat, 40% Nitrogen dan 25% Kalium. Keberadaan mikoriza pada perakaran tanaman mampu meningkatkan efisiensi dalam pemupukan karena mikoriza dapat memperpanjang dan memperluas jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara. jika serapan hara pada tanaman meningkat, maka pertumbuhan tanaman akan meningkat, hal tersebut akan membuat produktivitas tanaman singkong juga akan meningkat. Rerata panjang akar tanaman singkong pada minggu ke 12 tersaji pada tabel 2.

1. Panjang akar

Akar merupakan pintu masuknya unsur hara dan air dari dalam tanah. Akar tanaman singkong merupakan akar serabut yang terspesialisasi dimana akar tersebut nantinya akan berubah bentuk karena berbeda dengan fungsi asal, yaitu akar akan

menggelembung menjadi ubi yang beisi cadangan makanan. Pertumbuhan dan perkembangan akar tidak dapat diamati secara langsung tidak seperti pengamatan pada tajuk, sehingga pengamatan panjang akar penting untuk diamati. Apabila pertumbuhan akar terganggu maka proses metabolisme pada tanaman juga akan terganggu. Rerata panjang akar tanaman singkong pada minggu ke 12 tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata panjang akar tanaman singkong minggu ke 12.

Jenis bahan organik	Dosis Mikoriza			Rerata jenis bahan organik
	Mikoriza 25 g	Mikoriza 50 g	Mikoriza 75 g	
Pupuk sapi	18,60	12,70	14,03	14,96a
Pupuk kambing	14,85	12,85	13,00	14,34a
Pupuk ayam	14,37	14,20	12,70	13,78a
Rerata dosis mikoriza	15,71p	13,06p	14,06p	(-)

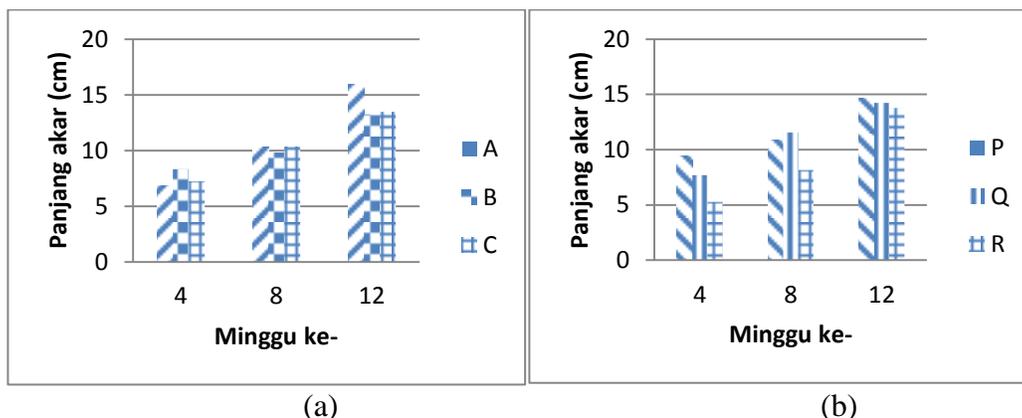
Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji F hitung pada taraf kesalahan 5%.

(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Hasil disik ragam panjang akar singkong pada minggu ke 12 (Lampiran 3.3) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis Mikoriza dan penambahan berbagai macam organik tidak memiliki interaksi satu sama lain dan tidak ada beda nyata antara dosis Mikoriza dan macam bahan organik maupun kombinasi antar keduanya (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruhnya antara akar tanaman singkong yang diberi dosis Mikoriza dan bahan organik yang berbeda. Panjang akar tanaman singkong kurang dari 20 cm. Alfredo (2002) menyebutkan bahwa panjang normal akar tanaman singkong adalah 15-100 cm. Berdasarkan penelitian

Ariestyandini (2017) panjang akar tanaman singkong pada minggu ke 8 mencapai sekitar 20-30 cm. Apabila dibandingkan dengan penelitian tersebut maka panjang akar tanaman singkong pada penelitian ini tergolong lebih rendah. Perkembangan panjang akar dipengaruhi oleh kondisi tanah sebagai media tanamannya.

Kondisi tanah Gunung Kidul yang berbahan bantuan induk kapur serta kurang adanya ketersediaan air tanah akan membuat perakaran tanaman sulit untuk berkembang. Selain itu, perkembangan panjang akar juga dipengaruhi oleh jumlah spora dan persentase infeksi Mikoriza yang ada di dalam perakarannya. Jumlah spora pada tanaman yang diberi pupuk kandang sapi dan kambing lebih tinggi dibandingkan pada tanaman dengan pemberian pupuk kandang ayam. Hal ini selaras dengan perkembangan panjang akar, panjang akar pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan Mikoriza mampu memperluas atau memanjangkan akar karena adanya hifa eksternal yang dibentuk oleh mikoriza yang menyebabkan terjadinya peningkatan permukaan adsorpsi sehingga meningkatkan penyerapan jumlah unsur hara yang diserap oleh hifa eksternal Mikoriza. Perkembangan panjang akar tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Panjang akar singkong (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik
Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Berdasarkan gambar 3.a menunjukkan bahwa panjang akar tanaman bila dilihat dengan faktor berbagai jenis dosis Mikoriza mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa perkembangan panjang akar pada minggu ke 4 sampai minggu ke 12 memiliki panjang yang hampir seragam. Hanya saja pada minggu ke 12 panjang akar dengan perlakuan pemberian Mikoriza 25 g memiliki panjang akar yang sedikit lebih tinggi yaitu 15,94 cm dimana panjang akar tanaman dengan pemberian Mikoriza 50 g sebesar 13,25 cm dan panjang akar dengan perlakuan Mikoriza 75 g sebesar 13,47 cm.

Gambar 3.b menunjukkan bahwa panjang akar tanaman singkong bila dilihat dari faktor bahan organik memiliki panjang akar yang semakin meningkat pada setiap pengamatannya baik pada minggu ke 4, ke 8 dan ke 12. Pada minggu ke 4 dan ke 8 rata-rata panjang akar terendah yaitu pada perlakuan dosis Mikoriza dengan penambahan pupuk kandang ayam sedangkan rata-rata panjang akar tertinggi yaitu

pada perlakuan dosis Mikoriza dengan penambahan pupuk kandang sapi. Untuk mendukung sistem perakaran tanaman singkong, tanah yang paling baik digunakan adalah tanah yang memiliki ketersediaan air yang cukup selama pertumbuhan tanaman dan memiliki aerasi yang cukup. Pupuk kandang ayam sebenarnya mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan pupuk kandang sapi dan kambing. Akan tetapi, pada saat aplikasi pupuk kandang ayam yang digunakan belum matang sempurna sehingga proses dekomposisinya lebih lambat dibandingkan dengan pupuk kandang sapi. Hal ini yang membuat pertumbuhan akan pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam memiliki panjang yang terpendek. Selain itu menurut Widiowati (2004) lama proses dekomposisi pupuk kandang dipengaruhi oleh tekstur pupuk kandang itu sendiri. Pupuk kandang yang memiliki tekstur seperti butiran-butiran lebih lama terdekomposisi daripada pupuk kandang yang bertekstur halus.

2. Berat segar akar

Berat segar akar menunjukkan banyaknya kapasistas fotosintat yang terbentuk dan air tanah yang diserap dan disimpan oleh akar. Perbedaan fisik akar akan mempengaruhi berat segar akar. Hasil sidik ragam dari berat segar akar tersaji pada tabel 3.

Hasil sidik ragam terhadap berat segar akar pada minggu ke 12 (Lampiran 3.4) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara kombinasi perlakuan pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik. Berdasarkan faktor bahan organik menunjukkan bahwa perlakuan yang diberi pupuk kandang sapi apabila

dikombinasikan dengan Mikoriza 25 g/tanaman maka menjadi kombinasi terbaik jika dibandingkan dengan dosis Mikoriza yang lain.

Tabel 3. Rerata berat segar akar minggu ke 12.

Jenis bahan organik	Dosis Mikoriza			Rerata jenis bahan organik
	Mikoriza 25 g	Mikoriza 50 g	Mikoriza 75 g	
Pupuk sapi	18,22a	8,97cde	5,7 e	10,21
Pupuk kambing	6,5 de	5,74e	5,5 e	5,84
Pupuk ayam	9,58bcd	12,99b	12,12bc	10,99
Rerata dosis mikoriza	11,17	8,48	7,22	(+)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf kesalahan 5%.

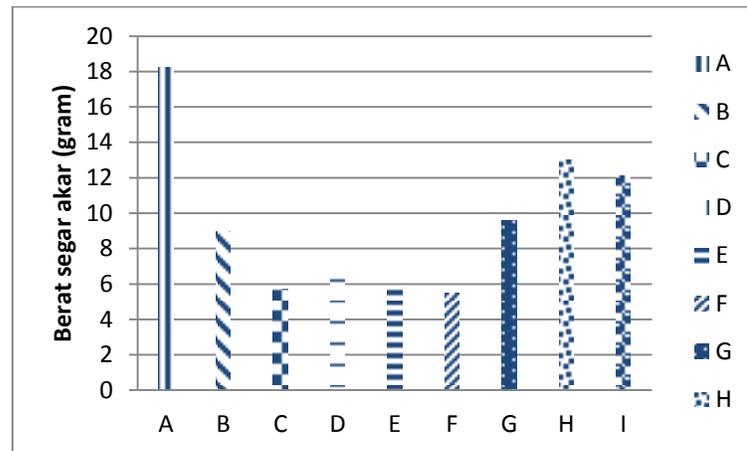
(+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan

Selain itu, pada pupuk kandang kambing dan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh terhadap pemberian berbagai macam dosis Mikoriza. Berdasarkan faktor dosis Mikoriza menunjukkan bahwa perlakuan Mikoriza 25 g menjadi kombinasi terbaik bila dikombinasikan dengan pupuk kandang sapi, sedangkan perlakuan 50 g dan 75 g menjadi kombinasi terbaik bila dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam. Secara keseluruhan, perlakuan yang terbaik adalah pada tanaman dengan perlakuan pupuk kandang sapi dan Mikoriza 25 gram yaitu sebesar 18,22 gram, sedangkan perlakuan yang terendah yaitu tanaman dengan pemberian pupuk kandang kambing dan Mikoriza 75 gram yaitu sebesar 5,5 gram. Hal ini diduga karena pada minggu ke 12 tanaman singkong dapat menyerap unsur hara pada pupuk kandang sapi lebih maksimal dan dapat dimanfaatkan oleh akar tanaman untuk tumbuh dan

oleh Mikoriza sebagai makanannya dibandingkan pupuk kandang kambing ataupun ayam.

Pemberian pupuk kandang sapi dan Mikoriza 25 gram/tanaman menjadi kombinasi terbaik untuk berat segar akar, hal ini diduga pemberian Mikoriza 25 gram/tanaman lebih bisa dimanfaatkan oleh tanaman dibandingkan dengan jumlah yang lain karena kompetisi pengambilan unsur hara antar Mikoriza menjadi semakin sedikit, dengan demikian diduga Mikoriza telah mampu beradaptasi dengan baik dengan lingkungannya dan dapat berinteraksi lebih baik dengan akar tanaman singkong jika dibandingkan dengan pemberian Mikroza pada dosis yang lebih banyak.

Bobot segar akar sangat penting dan erat hubungannya dengan pengambilan air dan nutrisi. Bobot segar akar merupakan berat akar yang masih memiliki kandungan air yang sangat tinggi yang menjadi komponen penyusun utama. Kapasitas pengambilan air dan nutrisi oleh akar dapat diketahui melalui metode pengukuran bobot segar akar. Semakin besar penyerapan air dan unsur hara terutama unsur fosfor menyebabkan perkembangan akar semakin besar. Unsur fosfor berfungsi untuk pertumbuhan akar, pembentukan buah dan pemasakan buah. Penyerapan unsur hara tersebut khususnya fosfor mampu dibantu oleh Mikoriza yang hidup pada sekitar daerah perakaran. Hal tersebut juga berkaitan dengan parameter lainnya yaitu jumlah spora mikoriza, dimana pada perlakuan Pupuk kandang sapi dan Mikoriza 25 gram memiliki jumlah spora yang tinggi. Perkembangan berat segar akar tersaji pada gambar 4.



Gambar 4. Berat segar akar tanaman minggu ke 12

- | | |
|---|---|
| A = Mikoriza 25 g + pupuk kandang sapi | F = Mikoriza 75 g + pupuk kandang kambing |
| B = Mikoriza 50 g + pupuk kandang sapi | G = Mikoriza 25 g + pupuk kandang ayam |
| C = Mikoriza 75 g + pupuk kandang sapi | H = Mikoriza 50 g + pupuk kandang ayam |
| D = Mikoriza 25 g + pupuk kandang kambing | I = Mikoriza 75 g + pupuk kandang ayam |
| E = Mikoriza 50 g + pupuk kandang kambing | |

Gambar 4 menunjukkan bahwa berat segar akar mengalami peningkatan dari minggu ke 4 hingga minggu ke 12. Hal ini menunjukkan bahwa akar tanaman singkong memiliki berat segar akar yang semakin tinggi dengan semakin bertambahnya usia tanaman. Peningkatan berat segar akar tertinggi yaitu pada perlakuan pemberian Mikoriza 25 gram dan pupuk kandang sapi, setelah itu yaitu pada akar tanaman yang diberi pemberian pupuk kandang ayam, dan perlakuan dengan pemberian pupuk kandang kambing tergolong lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Akan tetapi penambahan berat segar akar selalu meningkat pada setiap pengamatannya. Hal tersebut dikarenakan seiring bertambahnya umur tanaman maka berat segar akan juga akan semakin meningkat. Perbedaan berat segar

akar berkaitan dengan kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara yang ada dalam tanah, semakin besar air dan unsur hara yang diserap maka pembentukan akar singkong menjadi semakin besar.

3. Berat kering akar

Akar merupakan bagian dari tubuh tanaman yang berfungsi untuk menyerap unsur hara dalam bentuk larutan dan kemudian digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Berat kering akar merupakan akumulasi dari hasil fotosintesis yang tersimpan pada akar tanaman. Perkembangan berat kering akar dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata berat kering akar minggu ke 12.

Jenis bahan organik	Dosis Mikoriza			Rerata jenis bahan organik
	Mikoriza 25 g	Mikoriza 50 g	Mikoriza 75 g	
Pupuk sapi	2,96a	1,28bc	0,76c	1,54
Pupuk kambing	1,14bc	1,27bc	0,85c	1,05
Pupuk ayam	1,3 bc	1,99ab	1,43bc	1,46
Rerata dosis mikoriza	1,73	1,41	0,96	(+)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf kesalahan 5%.

(+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan

Hasil sidik ragam terhadap berat kering akar pada minggu ke 12 (Lampiran 3.5) menyatakan bahwa ada interaksi antara kombinasi perlakuan pemberian dosis Mikoriza dengan berbagai macam bahan organik. Berdasarkan faktor bahan organik menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi menjadi kombinasi yang terbaik bila dikombinasikan dengan Mikoriza 25 g, sedangkan pada pupuk kandang kambing

dan ayam tidak berpengaruh terhadap pemberian dosis Mikoriza yang berbeda. Berdasarkan faktor dosis Mikoriza menunjukkan bahwa Mikoriza 25 g memiliki kombinasi terbaik dengan pemberian pupuk kandang sapi sedangkan Mikoriza 50 g dan 75 g tidak berpengaruh terhadap pemberian berbagai macam bahan organik. Secara keseluruhan, perlakuan yang memberikan pengaruh terbaik yaitu pada tanaman dengan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan Mikoriza 25 gram/tanaman yaitu sebesar 2,96 gram, sedangkan terendah yaitu perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan Mikroza 75 gram/tanaman yaitu sebesar 0,76 gram. Hal ini tidak jauh berbeda dengan berat segar akar dimana berat segar akar tinggi pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan Mikoriza 25 gram/tanam dan terendah pada pemberian pupuk kandang kambing dan Mikoriza 75 gram/tanaman.

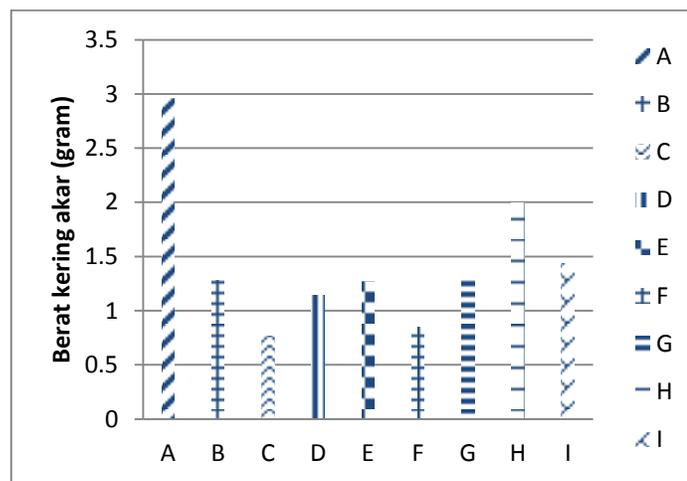
Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang beri perlakuan Mikoriza 25 gram dan pupuk kandang sapi memiliki jumlah fotosintat tertinggi yang disimpan oleh akar, hal ini berarti pemberian Mikoriza 25 g pada tanaman singkong lebih bisa dimanfaatkan oleh tanaman dari pada dengan pemberian Mikroza 75 gram. Di duga terjadi akibat persaingan antar jenis mikoriza dalam memanfaatkan eksudat akar (cairan yang dikeluarkan oleh akar) tanaman inang. Eksudat akar ini merupakan substrat yang dibutuhkan oleh jasad mikro yang ada di tanah. Menurut Gunawan (2009) eksudat yang dikeluarkan oleh akar meliputi asam amino, gula, asam organik, vitamin-vitamin, nukleotida, dan banyak senyawa lain yang masih belum teridentifikasi. Halim (2009) menyebutkan Mikoriza akan bekerja secara maksimal ketika populasi

Mikoriza seimbang dengan ketersediaan nutrisi pada akar yang dibutuhkan oleh Mikoriza.

Pemberian pupuk kandang sapi dan ayam memberikan berat kering yang tinggi, pada tanaman yang memiliki berat kering tinggi menunjukkan bahwa tanaman tersebut dapat menyerap unsur hara yang tersedia dengan baik dan menjadikannya sumber nutrisi untuk beraktivitas dalam pertumbuhannya. Anugrah (2013) menunjukkan nilai berat kering tanaman yang tinggi menunjukkan efisiensi dari metabolisme tanaman dalam mengakumulasi hasil fotosintesis (karbohidrat) yang berfungsi sebagai cadangan makanan, energi dan sebagai bahan pembentuk organ tanaman. Ketersediaan air dan unsur hara yang terdapat pada pupuk kandang sapi dan ayam dapat memperluas zona perakaran akar tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Hendi (2012) bahwa pertumbuhan akar akan selalu mengikuti ketersediaan air dan unsur hara bagi tanaman.

Pemberian bahan organik dan Mikoriza dapat menguntungkan tanaman dalam pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Husin (1997) bahwa pemberian Mikoriza dapat menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan yang sangat diperlukan oleh tanaman seperti auksin dan giberelin. Auksin berfungsi untuk mencegah menuaan akar sehingga akar dapat berfungsi untuk menyerap unsur hara lebih lama dan lebih banyak, sedangkan giberelin berfungsi merangsang pertumbuhan primer pada tanaman. Selain itu, Rusdi (2002) menyatakan bahwa pemberian Mikoriza terbukti dapat meningkatkan produksi singkong karena kemampuannya dalam membantu meningkatkan penyerapan unsur hara.

Bobot kering akar tanaman singkong menunjukkan pengaruh yang hampir sama dengan hasil bobot segar akar tanaman, akan tetapi pada berat segar akar tanaman dipengaruhi oleh kandungan air yang tersimpan pada jaringan akar, sedangkan pada berat kering akar tanaman partikel air yang ada di jaringan ini menghilang sehingga menunjukkan masa karbon yang tersimpan pada akar. Masa karbon inilah yang menunjukkan pertumbuhan akar. Semakin tinggi bobot segar akar menyebabkan penyerapan air dan unsur hara menjadi lebih maksimal sehingga proses fotosintesis berjalan dengan lancar dan hasil fotosintat (bobot kering akar) juga tinggi. Perkembangan berat kering akar tersaji pada gambar 5.



Gambar 5. Berat kering akar tanaman minggu ke 12

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g + pupuk kandang sapi

F = Mikoriza 75 g + pupuk kandang kambing

B = Mikoriza 50 g + pupuk kandang sapi

G = Mikoriza 25 g + pupuk kandang ayam

C = Mikoriza 75 g + pupuk kandang sapi

H = Mikoriza 50 g + pupuk kandang ayam

D = Mikoriza 25 g + pupuk kandang kambing

I = Mikoriza 75 g + pupuk kandang ayam

E = Mikoriza 50 g + pupuk kandang kambing

Gambar 5 menunjukkan bahwa berat kering akar tanaman singkong tertinggi pada perlakuan Mikoriza 25 gram/tanaman dan pupuk kandang sapi, dan terendah pada perlakuan Mikroza 75 gram/tanaman dan pupuk kandang sapi. Peningkatan berat kering akar selaras dengan berat segar agar dimana pada berat segar akar. Berat segar akar pada semua perlakuan mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Peningkatan ini terjadi karena semakin tua maka akar tanaman singkong semakin besar karena semakin sempurna akar tanaman singkong pengisian ubi sehingga berat kering akar tanaman juga akan semakin meningkat.

2. Jumlah akar primer dan sekunder

Pengamatan jumlah akar primer dan sekunder bertujuan untuk mengamati percabangan perakaran tanaman singkong. Akar primer adalah akar utama pada perakaran singkong sedangkan akar sekunder adalah percabangan dari akar primer. Rerata jumlah akar primer dan sekunder tersaji pada tabel 5.

Berdasarkan hasil sidik ragam terhadap jumlah akar primer dan sekunder pada minggu ke 12 (Lampiran 3.6) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan akan tetapi ada beda nyata antara perlakuan pemberian bahan organik. Pada jumlah akar primer terdapat beda nyata antara tanaman yang diberi pupuk kandang sapi dengan tanaman yang diberi pupuk kandang kambing dan ayam. Sedangkan pada jumlah akar sekunder terdapat beda nyata antara akar tanaman yang diberi pupuk kandang kambing dengan pemberian pupuk kandang ayam tetapi tidak berbeda nyata dengan akar tanaman yang diberi pupuk kandang sapi.

Tabel 5. Rerata jumlah akar primer dan sekunder minggu ke 12.

Perlakuan	Parameter pengamatan	
	Jumlah akar primer	Jumlah akar sekunder
Jenis bahan organik		
Pupuk sapi	52,71a	106,43a
Pupuk kambing	43,28ab	108,57a
Pupuk ayam	34,33b	88,50b
Dosis Mikoriza		
25 g/tanaman	39,57p	96,14p
50 g/tanaman	43,80p	107,00p
75 g/tanaman	47,75p	103,50p
Interaksi	(-)	(-)

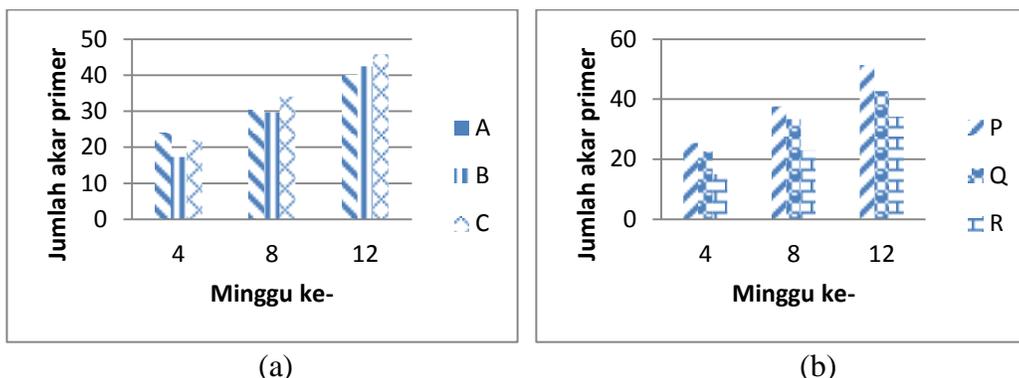
Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji F hitung pada taraf kesalahan 5%.

(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Jumlah akar primer tertinggi yaitu pada perlakuan pupuk kandang sapi sebesar 52,71 sedangkan jumlah akar sekunder terbanyak pada tanaman yang diberi pupuk kandang kambing yaitu sebesar 108,57. Hal ini diduga karena pada tanaman yang diberi pupuk kandang sapi atau kambing memanfaatkan unsur hara yang diterima untuk pertumbuhan akar sedangkan pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam unsur hara yang diterima lebih digunakan untuk pengisian ubi. Hal ini juga berkaitan dengan berat segar dan berat kering tanaman, pada parameter tersebut tanaman yang diberi pupuk kandang sapi dan ayam memiliki bobot yang tertinggi hal ini diduga karena pada tanaman tersebut sudah mulai berfokus terhadap pengisian ubi sedangkan pada tanaman yang diberi pupuk kandang kambing masih berfokus terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman seperti penambahan tinggi tanaman dan jumlah akar.

Kemampuan daya serap air dan unsur hara setiap tanaman berbeda-beda sehingga pembentukan dan penambahan akarnya. Rendahnya ketersediaan air dan unsur hara pada tanah dapat membuat zona penyerapan unsur hara oleh akar menjadi sempit, serta air sebagai bahan untuk fotosintesis tidak tersedia. Proses mineralisasi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air didalam tanah. Pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan ketersediaan air dalam tanah sehingga unsur hara dapat diserap oleh tanaman, karena telah diubah menjadi ion. Ion dan air akan diserap oleh akar yang kemudian akan digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar tersebut.

Parameter infeksi akar saling berhubungan dengan jumlah spora serta pertumbuhan akar tanaman Mikoriza menjadi kunci dalam memfasilitasi penyerapan unsur hara oleh tumbuhan, peningkatan pertumbuhan dan hasil produk tanaman (Dodd, 2000). Selain itu menurut Salisbury dan Ross (1995) Mikoiza juga membuat jala-jala hifa internal diantara sel korteks, yang kemudian meruak keluar menuju ke tanah untuk menyerap air dan garam mineral yang dibutuhkan oleh tanaman Hifa eksternal mikoriza dapat membantu akar tanaman inang dalam memperluas penyerapan unsur hara, sehingga hal ini berkaitan dengan parameter pertambahan jumlah akar primer dan sekunder. Perkembangan jumlah akar primer dan sekunder tersaji pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6. Jumlah akar primer (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

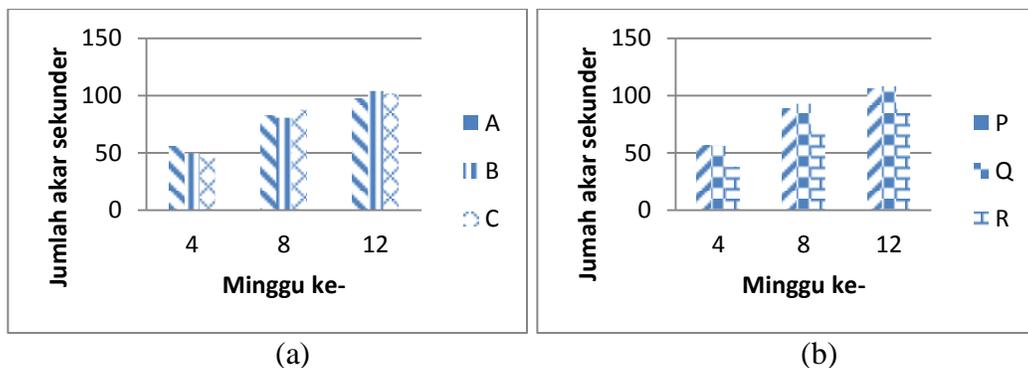
B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam



Gambar 7. Jumlah akar sekunder (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa akar tanaman singkong mengalami peningkatan pada setiap bulannya baik pada akar primer maupun akar sekundernya. Pada pembentukan akar primer pertumbuhannya relatif sama dari mulai minggu ke 4 sampai minggu ke 12. Akan tetapi, pembentukan akar sekundernya mengalami peningkatan yang tinggi pada minggu ke 8, pada minggu ke 12 penambahan akar

sekundernya tidak terlalu tinggi dikarena pada minggu tersebut akar primer dan sekundernya sudah mulai membesar. Hal ini sesuai dengan yang ditulis oleh Goldsworthy dan Fisher (1996) bahwa akar serabut tanaman singkong mulai membesar pada umur lebih dari 6 minggu setelah tanam, pada saat tersebut akar mulai mebesar lebih cepat dan sebagian besar parenkim xylem telah dipadati oleh butir-butir pati. Pada sebagian besar varietas singkong, banyaknya jumlah akar yang terisi pati sangat ditentukan pertumbuhannya yaitu sejak tanaman singkong berumur 2-3 bulan setelah tanam. Pertumbuhan akar primer tertinggi pada perlakuan pemberian Mikoriza 75 gram dan pupuk kandang sapi sedangkan pembentukan akar sekunder tertinggi pada perlakuan pemberian Mikoriza 75 gram dan pupuk kandang kambing.

C. Tajuk tanaman singkong

Parameter pengamatan tajuk meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar tajuk dan berat kering tajuk. Rerata tajuk tanaman singkong pada minggu ke 12 tersaji pada tabel 6.

1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman merupakan parameter yang wajib dilakukan dalam penelitian budidaya tanaman. Tanaman dinyatakan hidup atau tumbuh yaitu apabila tinggi tanaman bertambah. Menurut Sastrahidayat (2011), pengamatan tinggi tanaman dibuat dari batas terbawah pertumbuhan sampai batas teratas pertumbuhan tanaman yaitu batang teratas tanaman. Pertambahan tinggi tanaman merupakan proses terjadi

pembelahan (peningkatan) dan pembesaran sel. Untuk dapat tumbuh tanaman memerlukan sintesis protein yang merupakan hasil metabolisme. Pembelahan sel ini terjadi pada meristem interkalar atau dasar ruas (Gardner *dkk.*, 1991).

Tabel 6. Rerata parameter tajuk tanaman singkong minggu ke 12.

Perlakuan	Parameter pengamatan				
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Luas daun (cm ²)	Berat segar tajuk (gram)	Berat kering tajuk (gram)
Jenis bahan organik					
Pupuk sapi	22,59ab	22,94a	1.983,1a	77,13a	13,77a
Pupuk kambing	24,65a	20,84a	1.625,5a	68,54a	14,40a
Pupuk ayam	20,47b	16,39a	1.352,9a	80,46a	15,96a
Dosis Mikoriza					
25 g/tanaman	22,08p	22,92p	1.888 p	84,29p	15,89p
50 g/tanaman	23,60p	20,28p	1.285,8p	61,40p	12,15p
75 g/tanaman	22,62p	17,86p	1.682,5p	75,67p	15,11p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji F hitung pada taraf kesalahan 5%.

(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

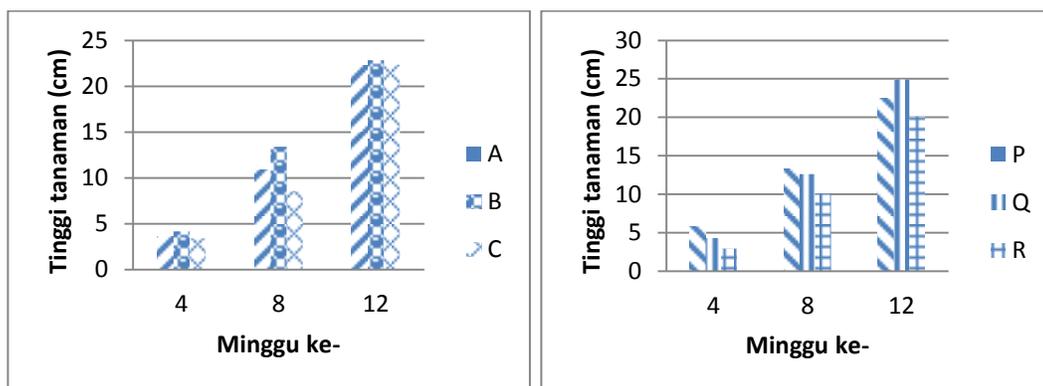
Hasil sidik ragam terhadap tinggi tanaman pada minggu ke 12 (Lampiran 3.7) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antar perlakuan pemberian berbagai dosis Mikoriza dan macam bahan organik. Akan tetapi ada beda nyata antara tanaman yang diberi perlakuan pemberian pupuk kandang kambing dengan tanaman yang diberi perlakuan pupuk kandang ayam (Tabel 6). Tinggi tanaman tertinggi yaitu pada perlakuan pemberian pupuk kandang kambing yaitu 24,65 cm dan terendah pada tanaman yang diberi perlakuan penambahan pupuk kandang ayam yaitu 20,47 cm. Hal ini menunjukkan bahwa unsur hara yang diterima tanaman dari pupuk kambing

yang digunakan dalam penambahan tinggi tanaman lebih banyak sehingga tanah menjadi lebih subur dibandingkan dengan unsur hara yang diberikan dalam bentuk pupuk kandang ayam. Berdasarkan penelitian Ariestyandini (2017) menyebutkan bahwa tinggi tanaman singkong varietas ketan yang diinokulasi dengan Mikoriza *rhizosfer* pantai Bugel pada minggu ke 8 yaitu setinggi 57,16 cm, jika dibandingkan dengan penelitian tersebut maka tinggi tanaman penelitian ini tergolong lebih rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman singkong pada penelitian tersebut lebih tinggi.

Parameter tinggi tanaman berkaitan dengan parameter lainya seperti bobot segar akar, bobot kering akar, jumlah daun, luas daun. Hal tersebut saling berkaitan dikarenakan tinggi tanaman dipengaruhi oleh unsur hara yang terserap oleh tanaman dari akar dan proses fotosintesis pada daun. Semakin tinggi nilai parameter bobot akar, jumlah daun, luas daun dan parameter generatif maka akan semakin tinggi juga perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

Selain itu, penambahan tinggi tanaman juga berhubungan dengan parameter persentase infeksi. Berdasarkan parameter persentase infeksi didapatkan bahwa semua tanaman sudah terinfeksi oleh Mikoriza pada umur 12 minggu setelah tanam. Akan tetapi akar yang terinfeksi oleh Mikoriza tidak dapat berperan secara maksimal, hal ini menunjukkan bahwa penyerapan unsur hara yang dilakukan oleh tanaman singkong masih didominasi oleh pemberian macam pupuk kandang. Hasil rerata tinggi tanaman tersaji pada gambar 8.

Berdasarkan gambar 8.a dapat diketahui bahwa pertumbuhan tanaman singkong jika dilihat dari faktor pemberian dosis Mikoriza yang berbeda maka terjadi peningkatan pada setiap pengamatannya. Pada minggu ke 4 dan minggu ke 12 tinggi tanaman singkong relatif seragam, tetapi pada minggu ke 8 tanaman yang diberi Mikoriza 75 gram memiliki tinggi yang lebih rendah yaitu 8,47 cm jika dibandingkan dengan tanaman dengan diberi Mikoriza 25 g yaitu sebesar 10,88 cm dan tanaman yang diberi Mikoriza 50 gram yaitu sebesar 13,41 cm.



(a)

(b)

Gambar 8. Tinggi tanaman singkong (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Berdasarkan gambar 8.b dapat dilihat bahwa tinggi tanaman singkong yang dilihat dari faktor bahan organik mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Akan tetapi, pada tanaman dengan pemberian pupuk kandang ayam sedikit lebih rendah tinggi tanamannya di setiap minggunya hal ini dikarenakan pengambilan unsur hara yang berbeda pada setiap jenis bahan organiknya. Akan tetapi apabila

dilihat dari peningkatan pada setiap bulannya, peningkatan tersebut tergolong tinggi pada setiap pengamatannya. Peningkatan tinggi tanaman yang tergolong tinggi ini terjadi karena tanaman sedang dalam masa pertumbuhan awal sehingga pertumbuhannya selalu meningkat sampai tanaman menuju fase stasioner (pertumbuhan berlangsung secara konstan).

2. Jumlah daun

Daun merupakan tempat dimana zat-zat organik karbondioksia dan air diubah menjadi senyawa organik dan energi dalam proses fotosintesis. Gardener dkk., (1991) menyatakan bahwa produksi tanaman budidaya pada dasarnya tergantung pada ukuran dan banyaknya tempat untuk berfotosintesis. Sehingga semakin banyak dan semakin luas daun, maka proses fotosintesis akan semakin mudah. Rerata jumlah daun disajikan pada tabel 6.

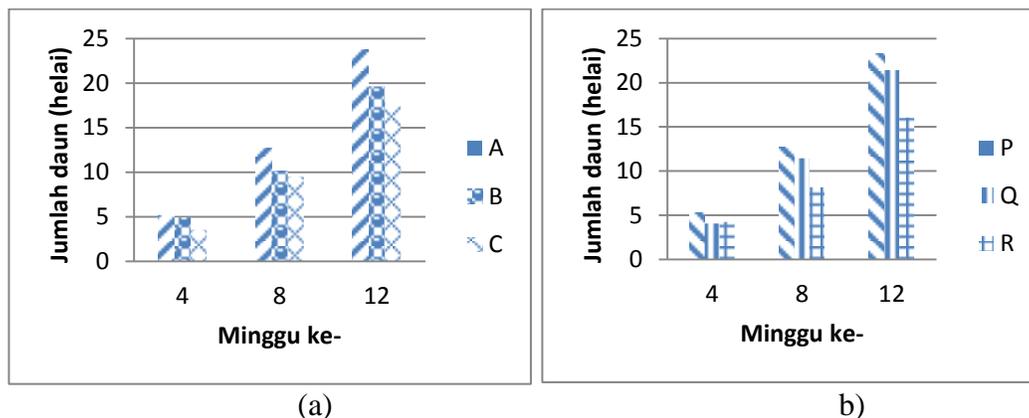
Hasil sidik ragam jumlah daun minggu ke 12 (Lampiran 3.8) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara kombinasi perlakuan pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik, serta tidak ada interaksi antar perlakuan (Tabel 6). Hal ini berarti pemberian Mikoriza dengan bahan organik tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah daun tanaman singkong. Hal tersebut diduga karena kondisi lingkungan yang diterima oleh tanaman pada semua perlakuan relatif sama, seperti penyinaran cahaya yang didapatkan. Air dan unsur hara yang diserap oleh tanaman singkong yang didalam tanah mampu mencukupi kebutuhan tanaman singkong untuk

tumbuh, sehingga proses fotosintesis berjalan dengan baik sehingga pertumbuhan jumlah daun relatif sama antar perlakuan.

Jumlah daun pada penelitian ini yaitu sekitar 20 helai pada minggu ke 12, sedangkan berdasarkan penelitian Ariestyandini (2017) menyatakan bahwa jumlah daun pada tanaman singkong varietas ketan yang diinokulasi dengan Mikoriza dari rhizosfer pantai bugel pada minggu ke 8 yaitu sebanyak 68 helai. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah daun pada penelitian ini tergolong lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian tersebut. Hal ini diduga karena pada penelitian Ariestyandini proses pembelahan dan pembesaran sel lebih besar sehingga pembentukan daun baru juga lebih banyak. Terjadinya penambahan jumlah daun pada tanaman singkong seiring dengan bertambahnya tinggi tanaman. Unsur hara hanya akan diserap oleh tanaman dalam bentuk ion, oleh karena itu air yang diikat oleh bahan organik akan menjadi pelarut unsur-unsur hara yang ada didalam bahan organik tersebut. Air dan hara akan diserap oleh akar dan didistribusikan ke bagian vegetatif tanaman yang akan digunakan untuk pembentukan daun selama masa vegetatif tanaman belangsung. Perkembangan jumlah daun tersaji pada gambar 9

Gambar 9.a penambahan jumlah daun apabila dilihat dari faktor dosis Mikoriza menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman singkong mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Peningkatan yang terjadi pada minggu ke 4, minggu ke 8 dan minggu ke 12 tergolong seragam, hanya saja pada minggu 12 tanaman yang diberi Mikoriza 25 g memiliki jumlah daun terbanyak yaitu sebanyak 23,71 helai dan

tanaman yang diberi Mikoriza 75 g memiliki jumlah daun terendah yaitu sebanyak 17,41 helai.



Gambar 9. Jumlah daun (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Berdasarkan gambar 9.b dapat dilihat bahwa pertumbuhan jumlah daun jika dilihat dari faktor bahan organik menunjukkan peningkatan pada setiap pengamatannya. Pada minggu pertama pengamatan yaitu minggu ke 4 dilihat pada jumlah daun pada semua perlakuan hampir seragam, pada minggu ke 8 dan minggu ke 12 untuk tanaman yang diberi pupuk kandang sapi dan kambing mempunyai jumlah daun yang seragam, akan tetapi tanaman yang diberi pupuk kandang ayam terlihat lebih rendah jika dibandingkan dengan pupuk kandang sapi dan kambing. Hal ini dikarenakan jumlah daun akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Selain itu, peningkatan ketersediaan air dalam tanah juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan juga

luas daun. Jumlah daun akan mengalami penurunan apabila daun tersebut mengalami perontokan akibat terserang hama dan penyakit atau karena mendekati masa tua. Jumlah daun dalam suatu tanaman jugaditentukan oleh banyak sedikitnya primordial daun yang terbentuk pada tanaman.

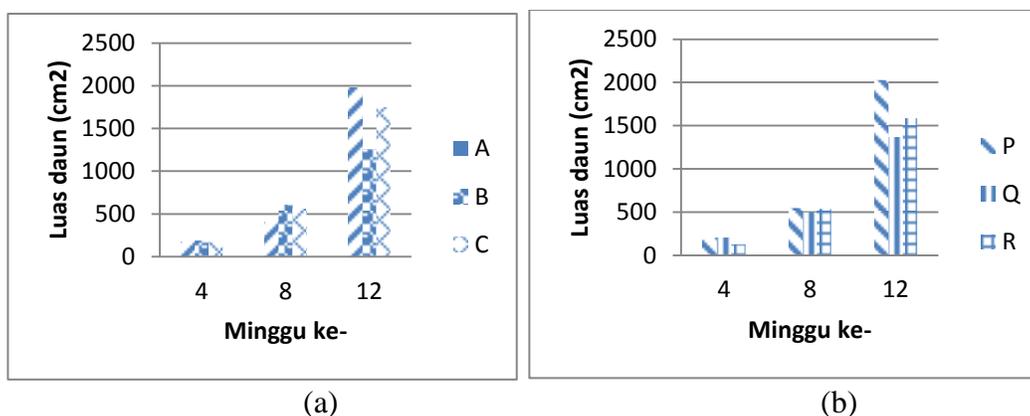
3. Luas daun

Daun merupakan bagian dari tanaman yang mengandung klorofil sehingga daun dijadikan tempat untuk berfotosistesis dan penghasil energi. Oleh karena itu, semakin luas daun maka akan semakin besar energi yang dapat diubah dan digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Hasil uji lanjut terhadap luas daun dapat dilihat pada tabel 6.

Hasil sidik ragam luas daun minggu ke 12 (Lampiran 3.9) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi pada kombinasi perlakuan pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik, serta tidak ada beda nyata pengaruhnya antar perlakuan (Tabel 6). Hal ini berarti pemberian dosis Mikoriza dan bahan organik tidak memberikan pengaruh pada luas daun tanaman singkong. Hal tersebut diduga karena tercukupinya unsur hara bagi tanaman singkong sehingga merangsang pertumbuhan pembentukan daun baru yang relatif seragam. Pembentukan daun baru akan meningkatkan jumlah daun sehingga berakibat luas daun juga akan meningkat.

Parameter luas daun sangat berhubungan erat dengan parameter pertumbuhan vegetatif tanaman. Terutama parameter jumlah daun, Semakin banyak jumlah daun maka luas daun juga akan semakin meningkat. Semakin tinggi nilai luas daun maka perkembangan tanaman juga akan semakin optimum. Berdasarkan rerata jumlah daun dan luas daun (Tabel 5) menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah daun pada

tanaman singkong membuat luas daunnya juga semakin tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Husin (1997) bahwa penambahan luas daun dan jumlah daun dipengaruhi oleh unsur hara N yang diserap oleh tanaman. Unsur N berfungsi untuk membentuk asam amino dan protein yang dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhan vegetatifnya. Selain itu juga dipengaruhi oleh cahaya yang diterima oleh tanaman. Perkembangan luas daun tersaji pada gambar 10.



Gambar 10. Luas daun tanaman singkong (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Gambar 10.a menunjukkan bahwa luas daun tanaman singkong jika dilihat dari faktor dosis Mikoriza mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Pada pengamatan di minggu ke 4 dan ke 8 luas daun tanaman singkong mengalami peningkatan yang hampir seragam, akan tetapi pada minggu ke 12 luas daun pada tanaman yang diberi Mikoriza 25 g memiliki jumlah daun yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman yang diberi Mikoriza 50 g maupun 75 g.

Gambar 10.b menunjukkan bahwa luas daun tanaman singkong bila dilihat dari faktor bahan organik maka luas daunnya mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Peningkatan luas daun berdasarkan faktor bahan organik ini memiliki peningkatan yang hampir sama dengan faktor dosis Mikroiza. Berdasarkan gambar 10.a dan 10.b dapat dilihat bahwa luas daun semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Pada minggu ke 12, luas daun mengalami peningkatan yang tinggi, hal ini berarti pada minggu ke 12 tanaman aktif memproduksi daun baru sehingga luas daun pada minggu tersebut meningkat sangat tinggi. Selain itu, tanaman juga aktif membelah dan memperbesar sel terutama merangkas pertumbuhan primer tanaman sehingga mempengaruhi penambahan luas daun dan pembentukan daun baru pada tanaman singkong.

4. Berat segar tajuk

Berat segar tajuk menunjukkan akumulasi hasil fotosintesis tanaman yang tersimpan pada bagian tajuk tanaman. Berat segar tanaman dipengaruhi oleh kandungan air pada jaringan, hasil metabolisme tanaman dan unsur hara yang tersedia. Proses fisiologis tanaman dapat terhambat apabila ketersediaan air juga terhambat. Rerata berat segar tajuk tersaji pada tabel 6.

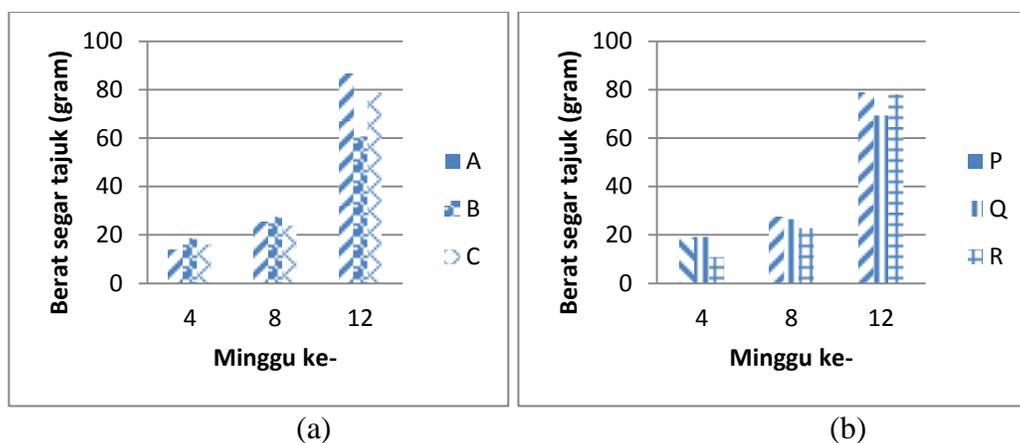
Hasil sidik ragam berat segar tajuk pada minggu ke 12 (Lampiran 3.10) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik tidak memiliki interaksi satu sama lain, serta tidak ada beda nyata antar perlakuan (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik tidak mempengaruhi peningkatan berat

segar tajuk tanaman. Hal ini berarti perkembangan bobot segar tajuk memiliki bobot yang hampir seragam, penyerapan unsur hara dan air pada minggu ke 12 oleh akar tanaman tergolong sama sehingga menghasilkan berat segar tajuk yang hampir seragam. Faktor yang menyebabkan berat segar tanaman tinggi adalah tingginya penyerapan air dan unsur hara terutama kalium oleh akar dan digunakan tanaman untuk proses pembelahan sel pada batang tanaman singkong, sehingga batang memiliki diameter yang besar dan tidak mudah roboh. Besarnya diameter batang menyebabkan kandungan air didalamnya semakin besar sehingga bobot segar tanaman semakin tinggi.

Berat segar tajuk pada penelitian ini yaitu sekitar 60-80 gram di minggu ke 12, sedangkan berdasarkan penelitian Ariestyandini (2017) menyatakan bahwa berat segar tajuk pada tanaman singkong varietas ketan yang diinokulasi dengan Mikoriza dari rhizosfer pantai bugel pada minggu ke 8 yaitu sebesar 80,91. Apabila dibandingkan dengan penelitian tersebut maka berat segar tajuk pada penelitian ini tergolong lebih rendah. Hal ini juga berkaitan dengan parameter tinggi tanaman, dan jumlah daun. Kemampuan tanaman untuk menyimpan air akan dipengaruhi oleh bobot kering tanaman.

Tanaman yang pertumbuhan vegetatifnya baik akan mempunyai bobot segar yang tinggi diikuti oleh kandungan air yang rendah maka akan diperoleh bobot kering tanaman yang tinggi. Tajuk yang masih segar menyimpan air didalam jaringannya. Hal ini membuat partikel-partikel air pada bobot segar tajuk yang menyumbangkan berat, sehingga saat bobot kering tajuk terlihat massa sesungguhnya yang lebih kecil

dibandingkan dengan perbandingan air yang tersimpan saat pengukuran bobot segar akar. Seperti pendapat Manuhuttu dkk. (2014) bahwa bobot segar tajuk adalah gabungan dari perkembangan dan penambahan jaringan tanaman seperti jumlah daun, dan tinggi tanaman yang dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan unsur hara yang ada di dalam sel-sel jaringan tanaman. Perkembangan bobot kering tajuk dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Berat segar tajuk (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Berdasarkan gambar 11.a menunjukkan bahwa berat segar tajuk bila dilihat dari faktor dosis Mikoriza mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. memiliki peningkatan setiap minggunya. Pada minggu ke 4 dan ke 8 peningkatan berat segar tajuknya seragam pada setiap tanamannya sedangkan pada minggu ke 12 berat segar tajuk yang tertinggi yaitu pada tanaman dengan diberi Mikoriza 25 g sedangkan terendah yaitu pada tanaman yang diberi Mikoriza 50 g. Gambar 11.b dapat dilihat

bahwa berdasarkan faktor bahan organik, berat segar tajuk mengalami peningkatan yang seragam baik pada minggu ke 4, ke 8 maupun ke 12.

Berdasarkan gambar 11.a dan 11.b dapat dilihat bahwa pada minggu ke 8 hingga ke 12 berat segar tajuk mengalami peningkatan yang tinggi. Hal ini dikarenakan pada minggu ke 4 dan ke 8 masih dalam musim kemarau dan musim penghujan baru dimulai ketika menuju bulan ketiga setelah tanam. Sehingga dalam minggu ke 4 dan ke 8 penyerapan airnya masih sedikit dibandingkan pada minggu ke 12. Sebagian besar kandungan berat segar tajuk adalah air. Hal ini sesuai dengan teori dari Hardjadi (1987) yang menyatakan bahwa air merupakan bagian yang sangat penting bagi tanaman dan menyusun 80-90% bobot segar jaringan-jaringan tanaman. Didalam jaringan tanaman, air digunakan sebagai pelarut. Fotosintat yang dibentuk dan disimpan pada proses fotosintesis tanaman dapat diketahui dengan mengetahui bobot segar tanaman. Salah satu syarat untuk berlangsungnya fotosintesis yang baik bagi tanaman yaitu dengan tercukupinya air bagi tanaman yang diserap melalui akar.

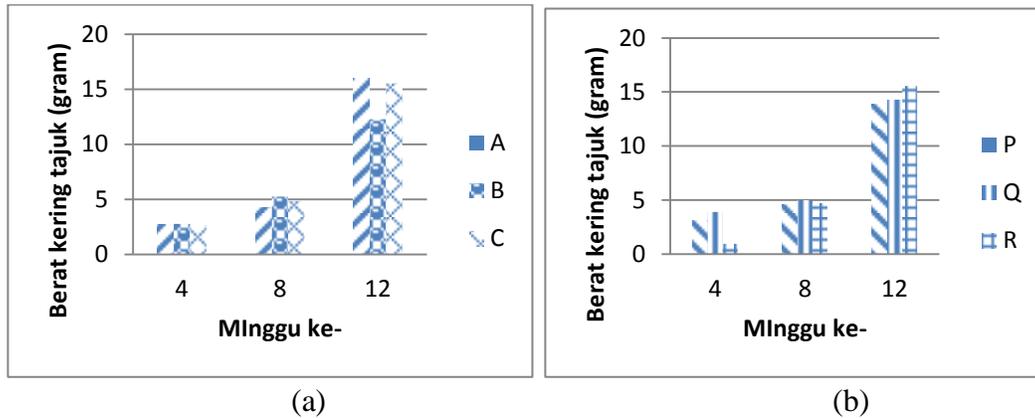
5. Berat kering tajuk

Berat kering tajuk merupakan akumulasi bahan kering yang dihasilkan dari proses fotosintesis tanaman. Menurut Gardener dkk. (1991) menyatakan bahwa besarnya bobot kering tanaman dipengaruhi oleh besarnya fotosintat yang dihasilkan saat tanaman berfotosintesis. Perkembangan bobot kering tajuk dapat dilihat pada tabel 6.

Hasil sidik ragam berat kering tajuk minggu ke 12 (Lampiran 3.11) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara kombinasi perlakuan pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik serta tidak terdapat beda nyata pengaruhnya antar

perlakuan (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik tidak berpengaruh terhadap berat kering tajuk tanaman singkong. Berat kering tajuk berhubungan erat dengan berat segar tajuk, apabila berat segar tajuk rendah maka berat kering tajuk juga rendah. Fitter dan Hay (1981) menyatakan bahwa 90% berat kering adalah hasil fotosintesis tanaman yang tersimpan pada organ tertentu tanaman. Perbedaan berat kering tajuk tersebut diduga disebabkan perbedaan kemampuan daya serap akar pada masing-masing tanaman, baik penyerapan unsur hara maupun air. Sehingga pembentukan dan penambahan daun pada tanaman akan berbeda yang berakibat pada banyak atau tidaknya tempat untuk proses fotosintesis yang dilakukan. Perbedaan kemampuan tersebut disebabkan oleh faktor genetik tanaman. Perkembangan berat segar tajuk tersaji pada gambar 12.

Gambar 12.a menunjukkan bahwa bila dilihat dari faktor dosis Mikoriza berat kering tajuk mengalami peningkatan pada minggu ke 4 hingga minggu ke 12. Pada minggu ke 4 dan ke 8 peningkatan berat kering tajuk tergolong seragam. Berat kering tajuk mengalami peningkatan yang signifikan pada minggu ke 8 sampai minggu ke 12. Pada minggu ke 12 berat kering tajuk tertinggi yaitu pada tanaman yang diberi Mikoriza 25 g.



Gambar 12. Berat kering tajuk (a) faktor dosis Mikoriza (b) faktor bahan organik

Keterangan :

A = Mikoriza 25 g

B = Mikoriza 50 g

C = Mikoriza 75 g

P = Pupuk kandang sapi

Q = Pupuk kandang kambing

R = Pupuk kandang ayam

Berdasarkan gambar 12.b dapat dilihat bahwa berat kering tajuk bila dilihat dari faktor bahan organik mengalami peningkatan pada setiap pengamatannya. Pada minggu ke 4, tanaman yang diberi pupuk kandang sapi dan kambing memiliki berat kering tajuk yang seragam sedangkan pada tanaman yang diberi pupuk kandang ayam memiliki berat kering tajuk yang lebih rendah. Akan tetapi pada minggu ke 8 dan ke 12 berat kering tajuk pada semua perlakuan memiliki berat yang seragam. Hal ini selaras dengan berat segar tajuk dimana pada berat segar tajuk minggu ke 4 sampai minggu ke 8 terjadi peningkatan berat yang tidak terlalu tinggi, dan mengalami peningkatan yang signifikan pada minggu ke 8 sampai minggu ke 12. Pada berat kering tajuk juga mengikuti tren dari berat segar tajuk. Hal ini menunjukkan bahwa fotosintat yang disimpan pada tajuk mengalami peningkatan yang signifikan pada minggu ke 12.

Berdasarkan semua parameter pengamatan dan hasil pertumbuhan vegetatif singkong menunjukkan bahwa pemberian dosis Mikoriza dan berbagai macam bahan organik memberikan respon yang berbeda-beda pada setiap parameternya. Mikoriza yang diberi bahan organik memiliki respon yang baik pada persentase infeksi yaitu mencapai 100% pada semua perlakuan di minggu ke 12. Selain itu, jumlah spora terbaik yaitu pada perlakuan tanaman yang diberi pupuk kandang kambing yaitu sebesar 696 spora/100 gram tanah.

Berdasarkan parameter akar tanaman, pemberian dosis Mikoriza dengan penambahan bahan organik tidak memberikan pengaruh terhadap penambahan panjang akar tanaman singkong. Akan tetapi, pada pengamatan berat segar dan berat kering akar tanaman terdapat interaksi antara kombinasi perlakuan bahan dosis Mikoriza dengan berbagai macam bahan organik. Berat segar dan kering akar tertinggi yaitu pada tanaman dengan perlakuan pemberian Mikoriza dengan dosis 25 gram/tanaman dan dengan penambahan pupuk kandang sapi yaitu masing-masing sebesar 18,22 gram. Untuk berat segar dan 2,96 gram untuk berat kering akar. Jumlah akar primer terbiak pada perlakuan dengan pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 52,71 akar sedangkan pada jumlah akar sekunder terbaik pada perlakuan dengan pemberian pupuk kandang kambing yaitu sebanyak 108,57.

Berdasarkan pengamatan tajuk tanaman, pemberian dosis Mikoriza dan bahan organik tidak memberikan pengaruh terhadap parameter jumlah daun, luas daun, berat segar tajuk dan berat segar tajuk. Akan tetapi, memberikan pengaruh terhadap

parameter tinggi tanaman singkong. Panjang akar tertinggi pada tanaman dengan perlakuan penambahan Mikoriza 25 gram/tanaman yaitu sebesar 15,71 cm, tinggi tanaman terbaik yaitu pada tanaman dengan pemberian pupuk kandang kambing yaitu 22,65 cm, jumlah daun dan luas daun tertinggi yaitu pada tanaman dengan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi yaitu sebanyak 22,94 helai dengan luas sebesar 1.983,1 cm², berat segar tajuk tertinggi yaitu pada tanaman dengan perlakuan penambahan mikoriza 25 gram/tanaman yaitu sebesar 84,29 gram dan berat kering tajuk tertinggi pada perlakuan dengan penambahan pupuk kandang ayam yaitu sebesar 15,96 gram.