

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perkembangan Mikoriza

Mikoriza merupakan suatu hubungan simbiosis mutualisme antara fungi dan perakaran tumbuhan tingkat tinggi (Kavitha dan Nelson, 2013). Mikoriza adalah simbiosis antara fungi tanah dengan akar tanaman yang memiliki banyak manfaat di bidang pertanian, diantaranya adalah membantu meningkatkan status hara tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, penyakit, dan kondisi tidak menguntungkan lainnya (Auge, 2001).

1. Tahap *Trapping* Mikoriza

Trapping mikoriza dilakukan untuk memperbanyak populasi spora mikoriza yang terdapat di dalam sampel tanah mediteran Gunungkidul dengan menggunakan inang tanaman jagung yang dipelihara selama tiga bulan dengan selama 2 bulan disiram dan 1 bulan terakhir tanpa disiram. Spora yang telah berkembang dan diperbanyak dalam kultur *trapping* tersebut selanjutnya digunakan sebagai inokulan untuk pembuatan kultur spora mikoriza tunggal. Untuk memperoleh spora mikoriza.

Pengamatan hasil *trapping* dilakukan dengan cara mengambil 3 polybag tanaaman secara acak. Untuk pengamatan spora dilakukan dengan mengambil sampel 100 gram tanah pada sekitar perakaran jagung dan untuk pengamatan infeksi akar dilakukan dengan mengamati akar tanaman jagung. Hasil pengamatan jumlah spora dan infeksi akar setelah tahap *trapping* seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah spora dan presentase infeksi mikoriza

Sampel	Presentase Infeksi Mikoriza (%)	Jumlah Spora (spora/100 gr tanah)
S1	100	51,00
S2	100	55,00
S3	100	54,00
Rata-rata	100	53,33

Hasil pengamatan perbanyak inokulum mikoriza yang telah dilakukan untuk menentukan dosis aplikasi mikoriza pada setiap tanaman didapatkan hasil rata-rata presentase infeksi mikoriza sebesar 100% dan jumlah spora mikoriza 53,33. Berdasarkan hasil tersebut maka penentuan dosis aplikasi mikoriza pada setiap tanaman adalah 40 gram/tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Simanungkalit (1990), yaitu jika derajat infeksi melebihi 80% dan jumlah spora kurang dari 60/100 gram tanah maka dosis mikoriza 40 g/tanaman.

2. Perkembangan Mikoriza pada Budidaya Singkong Renek

Singkong Varietas Renek merupakan singkong varietas lokal Kabupaten Karanganyar yang memiliki keunggulan yaitu umur panennya yang lebih cepat yaitu dengan umur 4-5 bulan sudah bisa dipanen. Pengaplikasian Mikoriza diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman singkong. Hasil pengamatan presentase infeksi mikoriza dan jumlah spora pada minggu ke-4,8, dan 12 seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil sidik ragam perkembangan jumlah spora mikoriza

Perlakuan	Parameter Pengamatan					
	Presentase Infeksi Mikoriza (%)			Jumlah Spora (spora/100 g tanah)		
	Minggu Ke-4	Minggu Ke-8	Minggu Ke-12	Minggu Ke-4	Minggu Ke-8	Minggu Ke-12
<i>Coating</i>	83,33 a	88,33 a	96,67 a	85,67 a	90,67 a	92,33 a
<i>Rhizosfer</i>	85,00 a	86,67 a	100,00 a	87,00 a	89,33 b	90,33 a
<i>Ring placement</i>	80,00 a	83,33 a	96,67 a	87,67 ab	89,67 a	92,00 a
Kontrol	63,33 b	76,67 a	95,00 a	73,67 b	75,33 b	76,67 a

Keterangan : Nilai rerata perlakuan yang diikuti huruf tidak sama menunjukkan ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf kesalahan $\alpha=5\%$

a. Infeksi Mikoriza

Mikoriza dapat membantu tanaman dengan cara bersimbiosis dengan akar tanaman inang. Mikoriza juga bertahan hidup dengan cara menginfeksi akar tanaman sehingga nantinya akar tanaman tersebut dapat lebih baik dalam memperoleh nutrisi yang ada didalam tanah. Proses infeksi MVA ke dalam akar tanaman dimulai dengan perkecambahan spora dalam tanah. Menurut Anas &

Santoso (1993) Hifa yang tumbuh berpenetrasi ke dalam akar lalu berkembang dalam korteks. Pada akar yang terinfeksi akan terbentuk hifa interseluler yang tidak bercabang, terletak di ruangan antar sel. Selain itu juga akan terbentuk hifa intraseluler yang bercabang secara *dichotomy* (arbuskular), atau yang membengkok menjadi bulat atau bulat memanjang (*vesikel*) dan hifa yang mengering (hifa gelung).

Pada pengamatan infeksi mikoriza menunjukkan penurunan presentase infeksi dibandingkan saat *trapping* yang 100% menjadi hanya sekitar 63-85% saja. Hal ini dapat terjadi karena spora mikoriza masih membutuhkan waktu untuk menginfeksi akar tanaman singkong. Pada minggu ke-4 hasil sidik ragam infeksi mikoriza menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.a.1). Perlakuan *coating* (83,33 %), rhizosfer (85 %), dan *ring placement* (80 %) berbeda nyata dengan kontrol (63 %). Sedangkan penelitian Arianto (2018) menemukan bahwa pada tanaman singkong yang diberi inokulum mikoriza *indigenus* gunungkidul pada minggu ke-4 memiliki rerata infeksi mikoriza sebesar 80%.

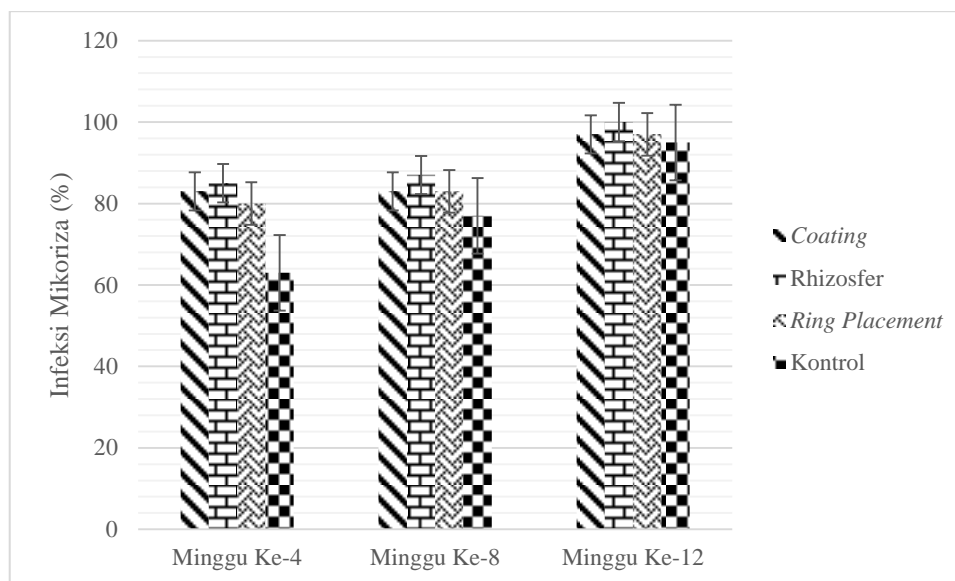
Pada minggu ke-8 hasil sidik ragam infeksi mikoriza menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.a.2). Perlakuan *coating* (88,33 %), berbeda nyata dengan rhizosfer (86,67 %), dan *ring placement* (83,33 %) dan juga berbeda nyata dengan kontrol (78,33 %). Sedangkan penelitian Widyawati (2018) menemukan bahwa pada tanaman singkong yang diberi inokulum mikoriza *indigenus* Gunungkidul pada minggu ke-8 memiliki rerata jumlah spora 65,71%.

Pada minggu ke-12 hasil sidik ragam infeksi mikoriza menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.a.3). Perlakuan *coating* (100 %), rhizosfer (98,33 %), *ring placement* (96,67 %), dan kontrol (96,67 %) tidak menunjukkan adanya beda nyata. Sedangkan pada penelitian Ekaputri (2018) menemukan bahwa pada tanaman singkong yang diberi inokulum mikoriza *indigenus* gunungkidul pada minggu ke-12 memiliki rerata jumlah spora 100%.

Pada minggu ke-4, minggu ke-8, dan minggu ke-12 menunjukkan hasil infeksi mikoriza yang lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena Spora mikoriza dapat bekerja efektif jika berasosiasi dengan akar tanaman sehingga mikoriza

dapat berkolonisasi dan berkembang secara mutualistik (Adnan & Talanca, 2005). Hal ini juga dapat di pengaruhi oleh faktor unsur hara yang ada di dalam tanah karena pada penelitian yang saya lakukan ada pada musim kemarau hingga kandungan unsur haranya mencapai minimum sehingga lebih mendukung infeksi mikoriza pada akar seperti menurut Saputra (2015).

Hail pengamatan perkembangan infeksi mikoriza pada gambar 1.



Gambar 1. Perkembangan infeksi mikoriza pada tanaman singkong

Dari gambar 1. diketahui bahwa pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12 grafik infeksi mioriza pada setiap perlakuan mengalami kenaikan. Hal ini dapat terjadi karena semakin lama mikoriza diaplikasi maka semakin tinggi tingkat infeksi yang terjadi (Marwani dkk., 2013). Pada hasil minggu ke-4 berdasarkan standar deviasi menunjukkan bahwa adanya hasil beda pada perlakuan *coating*, *rhizosfer*, dan *ring placement* dengan perlakuan kontrol dengan 63,33 %. Hal ini dapat terjadi karena pelakuan kontrol tidak diaplikasikan mikoriza jadi pertumbuhan spora yang menginfeksi akar membutuhkan waktu. Sementara itu pada minggu ke-8 dan minggu ke-12 tidak menunjukkan pengaruh beda diantara masing-masing perlakuan berdasarkan standar deviasi.

Terus meningkatnya infeksi mikoriza dari minggu ke-4 hingga minggu ke-12 juga dapat di pengaruhi oleh faktor unsur hara yang ada di dalam tanah karena pada penelitian yang saya lakukan ada pada musim kemarau hingga kandungan unsur haranya mencapai minimum sehingga lebih mendukung infeksi mikoriza

pada akar seperti menurut Saputra (2015) bahwa presentase infeksi mikoriza pada perakaran dipengaruhi oleh faktor unsur hara yang ada, semakin tinggi kandungan unsur hara maka semakin rendah presentase infeksi mikoriza dan sebaliknya.

b. Jumlah Spora Mikoriza

Suardi (1989) menyatakan bahwa spora biasanya berkembang karena adanya reaksi terhadap pertumbuhan akar dan spora akan berkembang semakin banyak setelah tanaman inang menjadi dewasa bahkan mendekati tua.. Jumlah spora merupakan parameter pengamatan yang bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah spora yang ada 100 gram tanah agar dapat diketahui nantinya pengaruhnya dalam pertumbuhan tanaman.

Pada pengamatan jumlah spora menunjukkan peningkatan jumlah spora/100 gram tanah dari 53,33 spora menjadi sekitar 73-87,67 spora/100 gram tanah. Hal ini dapat terjadi karena lahan yang digunakan merupakan bekas lahan tanaman jagung yang merupakan tanaman inang spora mikoriza dan juga kondisi suhu lingkungan yang tinggi. Nurhalimah *et al* (2014) menyatakan semakin tinggi suhu maka jumlah mikoriza akan semakin banyak karena suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan koloni spora mikoriza. Hal tersebut terbukti dari hasil penelitian ini bahwa tanah pasca tambang yang telah diberi perlakuan pupuk kandang ayam dan kambing dengan berbagai dosis pada waktu sebelum tanam dan tanaman umur 2 minggu meningkat (suhu tanah 33-37 oC dan pH 4,5-5,0), sehingga populasi spora mikoriza menjadi lebih banyak.

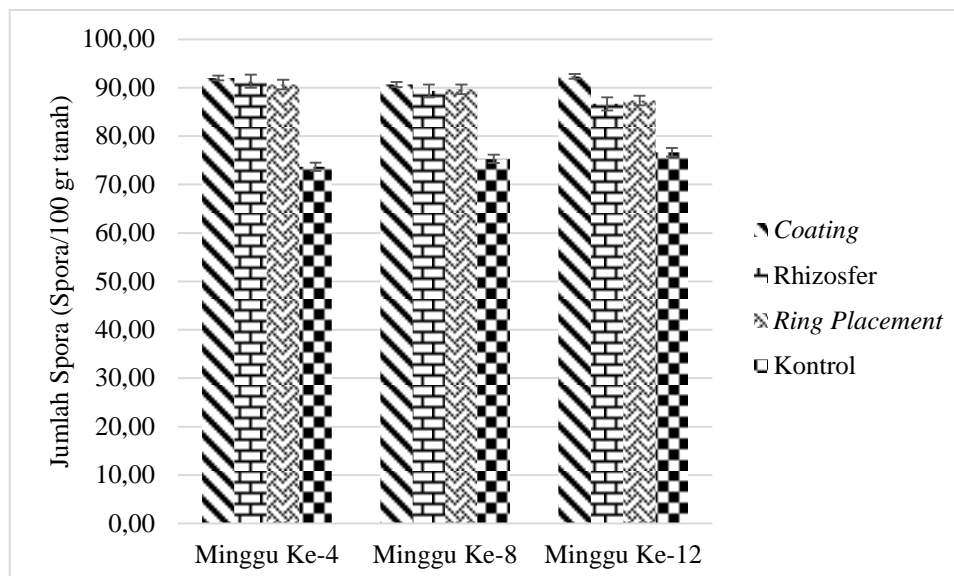
Pada minggu ke-4 hasil sidik ragam jumlah spora menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.b.1). Perlakuan *coating* (85,67 spora/100 g tanah), *ring placement* (87 spora/100 g tanah), dan rhizosfer (87,67 spora/100 g tanah) berbeda nyatadengan kontrol (73,67 spora/100 g tanah). Sedangkan penelitian Arianto (2018) menemukan bahwa pada tanaman singkong yang diberi inokulum mikoriza *indigenus* gunungkidul pada minggu ke-4 memiliki rerata jumlah spora 38,3 spora/100 g tanah. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang dipakai memberikan jumlah spora yang lebih rendah. Pembentukan dan perkembangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya suhu tanah dan intensitas cahaya, kemasaman tanah, kadar hara tanah, senyawa- senyawa kimia

pertanian seperti pupuk, dan pestisida, jasad renik tanah dan hasil metabolisme tanaman inang (Smith & Read, 1997). Pada awal penanaman seperti pada minggu ke-4 terhambatnya perkembangan jumlah spora dapat diakibatkan waktu pengaplikasian pupuk anorganik pada saat 2 minggu setelah tanam.

Pada minggu ke-8 hasil sidik ragam jumlah spora menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.b.2). Perlakuan *coating* (90,67 spora/100 g tanah), *ring placement* (89,33 spora/100 g tanah), dan rhizosfer (89,67 spora/100 g tanah) berbeda nyata dengan kontrol (75,33 spora/100 g tanah). Sedangkan penelitian Ekaputri (2017) menemukan bahwa pada tanaman singkong yang diberi inokulum mikoriza *indigenus* gunungkidul pada minggu ke-8 memiliki rerata jumlah spora 110,11 spora/100 g tanah. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang dipakai memberikan jumlah spora yang lebih rendah. 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 menyebabkan rendahnya jumlah spora dalam 100 g tanah.

Pada minggu ke-12 hasil sidik ragam jumlah spora menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.b.3). Perlakuan *coating* (92,33 spora/100 g tanah), *ring placement* (90,33 spora/100 g tanah), rhizosfer (92,00 spora/100 g tanah), dan kontrol (76,67 spora/100 g tanah) tidak menunjukkan adanya beda nyata. Sedangkan penelitian Arianto (2018) menemukan bahwa pada tanaman singkong yang diberi inokulum mikoriza *indigenus* gunungkidul memiliki rerata jumlah spora 204,6 spora/100 g tanah. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang dipakai memberikan jumlah spora yang lebih rendah sama seperti pada minggu ke-4 dan minggu ke-8. Hasil pengamatan jumlah spora dapat dilihat pada gambar 2.

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa jumlah spora pada setiap perlakuan mengalami kenaikan pada minggu ke-4 hingga minggu ke 12. Pada minggu perlakuan kontrol memberikan pengaruh paling rendah pada minggu ke-4 dengan 63,33 spora/100 gram tanah dengan perlakuan *coating*, rhizosfer, *ring placement* berbeda dengan perlakuan kontrol. Sedangkan pada minggu ke-8 perlakuan *coating*, rhizosfer, dan *ring placement* memberikan pengaruh beda dibandingkan perlakuan kontrol.



Gambar 2. Grafik perkembangan spora mikoriza pada tanaman singkong

Pada minggu ke-12 perlakuan *coating* menunjukkan hasil beda dibandingkan dengan perlakuan *rhizosfer*, *ring placement*, dan kontrol. Perlakuan *rhizosfer* dan *ring placement* juga menunjukkan hasil beda dengan perlakuan kontrol berdasarkan standar deviasi. 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.

c. Pengamatan Organel Mikoriza

Infeksi mikoriza pada akar tanaman dimulai saat hifa di dalam tanah merespons akar diikuti pertumbuhan hifa, membangun suatu kontak dan tumbuh di sepanjang permukaan akar. Penetrasi akar dimulai dengan pembentukan apesorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal. Hifa eksternal ini berasal dari spora yang berkecambah ataupun akar tanaman yang sudah terinfeksi. Hifa FMA akan masuk ke dalam akar menembus atau melalui celah antar sel epidermis, kemudian hifa aseptat akan tersebar baik secara interseluler maupun intraseluler di dalam sel korteks sepanjang akar. Kadang terbentuk jaringan hifa yang rumit di dalam sel-sel kortikal luar. Setelah proses-proses tersebut berlangsung, selanjutnya terbentuk arbuskula, vesikel, dan akhirnya spora (Brundrett *et al.*, 1996). Hasil pengamatan organel mikoriza tersaji pada tabel 4.

i. Arbuskula

Pada hasil sidik ragam identifikasi mikoriza seperti pada tabel 4 menunjukkan bahwa pada akar tanaman singkong yang terinfeksi oleh mikoriza *indigenus* Gunungkidul terdapat arbuskula, vesikula, hifa internal, dan hifa eksternal. Perkembangan arbuskula pada minggu ke-4 menunjukkan hasil sidik ragam pada rerata jumlah arbuskula tidak ada beda nyata antar perlakuan dengan perlakuan *coating* (10,6 buah), rhizosfer (8,47 buah), *ring placement* (11,87 buah), dan kontrol (9,1) buah.

Tabel 4. Pengamatan organel mikoriza pada akar singkong

	Arbuskula (buah)			Vesikula (buah)			Hifa internal (buah)			Hifa Eksternal (buah)		
	Minggu Ke-			Minggu Ke-			Minggu Ke-			Minggu Ke-		
	4	8	12	4	8	12	4	8	12	4	8	12
A	10,6a	9,3a	4,03b	7,0a	9,6ab	9,4a	1,3	1,5	1,9	1,3	1,1	1,4
B	8,5a	9,3a	8,30a	9,0a	9,4 b	9,7a	1,4	1,4	1,6	1,3	1,2	1,2
C	11,9a	8,3a	9,13a	8,7a	9,9ab	10,0a	1,4	1,4	1,6	1,3	1,2	1,3
D	9,1a	8,5a	7,30ab	7,1a	12,0a	10,3a	1,3	1,5	1,8	1,4	1,2	1,2

Keterangan : Nilai rerata perlakuan yang diikuti huruf tidak sama menunjukkan ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf kesalahan $\alpha=5\%$

A: *Coating*

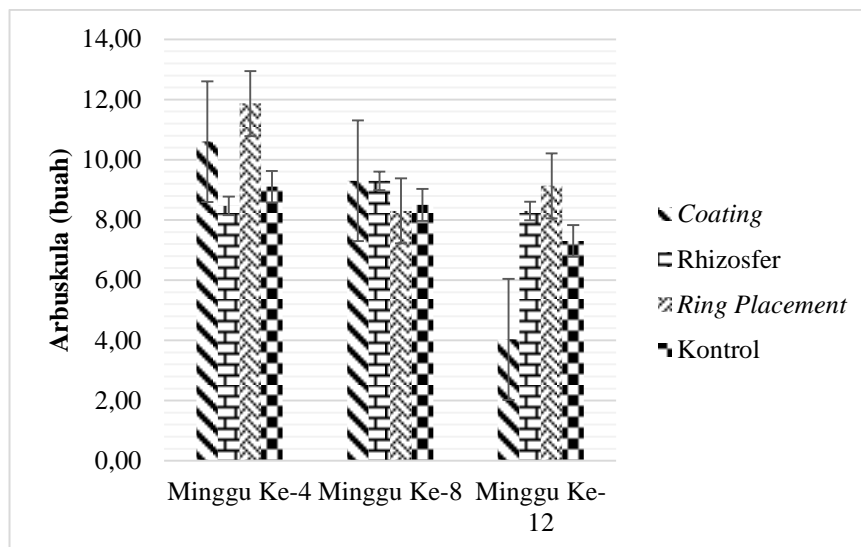
B: Rhizosfer

C: *Ring Placement*

D: Kontrol

Pada minggu ke-8 hasil sidik ragam menunjukkan rerata jumlah arbuskula tidak ada beda nyata pada antar perlakuan dengan *coating* (9,3 buah), *ring placement* (9,3 buah), rhizosfer (8,3 buah), dan kontrol (8,5 buah).

Pada minggu ke-12 hasil sidik ragam menunjukkan rerata jumlah arbuskula ada beda nyata pada perlakuan *coating* (4,03 buah) dan rhizosfer (8,30 buah) berbeda nyata dengan *ring placement* (10,03 buah) namun tidak beda nyata dengan kontrol (10,30 buah). Perkembangan jumlah arbuskula tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Perkembangan jumlah arbuskula

Dari hasil pengamatan berdasarkan gambar 3 menunjukkan pada minggu ke- 4 sampai minggu ke-12 jumlah arbuskula mengalami kenaikan pada tiap minggunya pada perlakuan rhizosfer dan terjadi penurunan pada tiap minggunya pada perlakuan *coating* dan kontrol. Sedangkan pada perlakuan *ring placement* terjadi penurunan pada minggu ke-8 dan kembali naik jumlah arbuskulanya pada minggu ke-12. Berdasarkan standar deviasi pada minggu ke-4 menunjukkan hasil ada beda antara perlakuan *ring placement* (11,87 buah) dengan perlakuan rhizosfer (8,5 buah) dan kontrol (9,1 buah). Sedangkan pada minggu ke-8 menunjukkan hasil tidak ada beda pada antar perlakuan dan.

ii. Vesikula

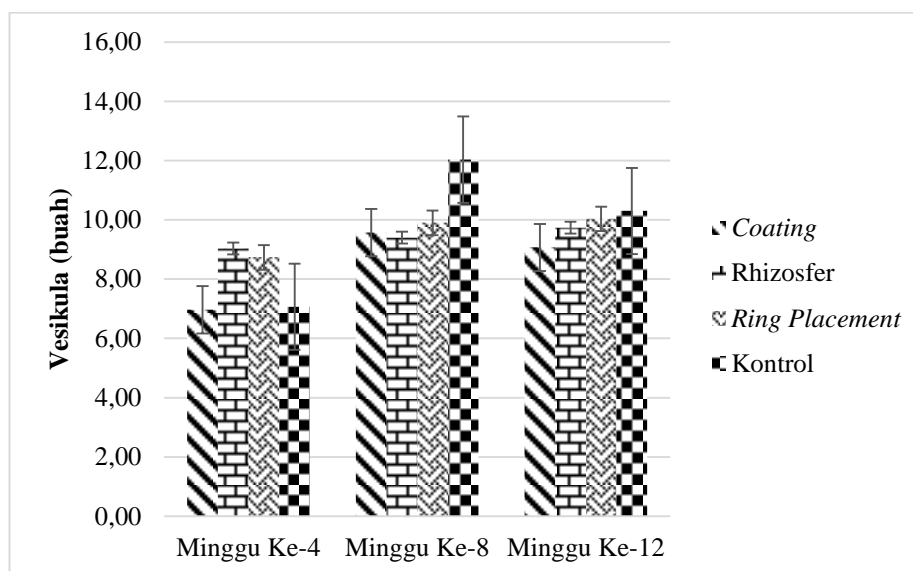
Pada minggu ke-4 hasil sidik ragam menunjukkan rerata jumlah arbuskula tidak ada beda nyata antar perlakuan *coating* (6,97 buah), *ring placement* (9,03 buah), rhizosfer (8,73 buah), dan kontrol (7,07 buah). Dari hasil ini menunjukkan jumlah vesikula paling banyak pada perlakuan rhizosfer dan paling sedikit pada perlakuan *coating*.

Pada minggu ke-8 hasil sidik ragam menunjukkan rerata jumlah arbuskula ada beda nyata antar perlakuan dengan *coating* (9,57 buah) berbeda nyata dengan rhizosfer (9,4 buah dan *ring placement* 9,9 buah), dan kontrol (12,03 buah). Dari

hasil ini menunjukkan jumlah vesikula paling banyak pada perlakuan kontrol dan paling sedikit pada perlakuan rhizofer.

Pada minggu ke-4 hasil sidik ragam menunjukkan rerata jumlah arbuskula tidak ada beda nyata antar perlakuan *coating* 9,4 buah, rhizosfer 10,7 buah, *ring placement* 10,03 buah, dan kontrol 10,3 buah. Perkembangan jumlah vesikula tersaji pada gambar 4.

Dari hasil pengamatan minggu ke- 4 sampai minggu ke-12 menunjukkan kenaikan jumlah vesikula pada tiap minggunya pada perlakuan rhizosfer dan *ring placement*. Sedangkan pada perlakuan *coating* dan kontrol terjadi kenaikan pada minggu ke-8 dan kembali terjadi penurunan jumlah vesikulanya pada minggu ke-12.



Gambar 4. Perkembangan jumlah vesikula

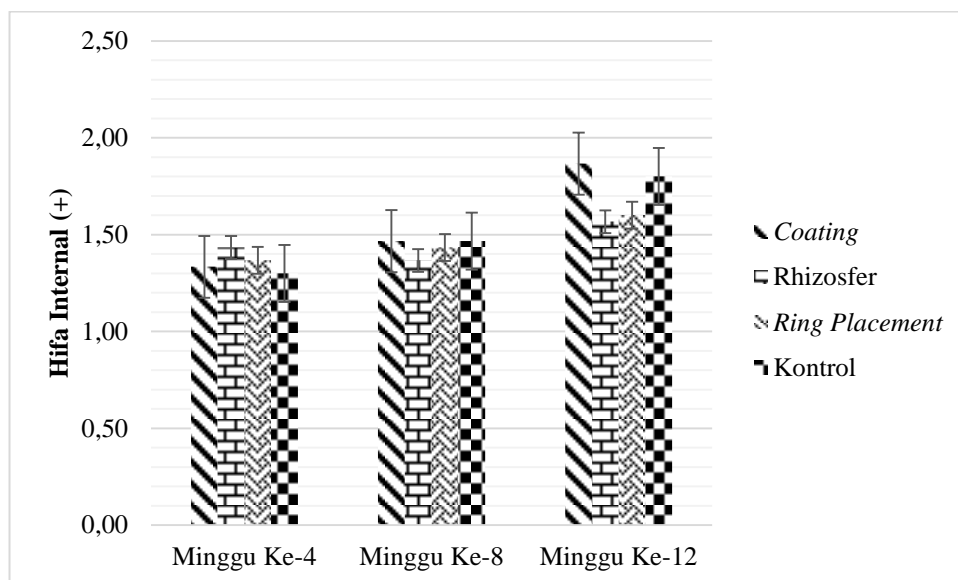
Pada hasil perkembangan jumlah vesikula yang tersaji pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada minggu ke-4 terdapat hasil ada beda pada perlakuan rhizosfer dan *ring placement* dengan perlakuan *coating* berdasarkan standar deviasi. Pada minggu ke-8 perlakuan kontrol berbeda nyata dengan rhizosfer. Sementara itu pada minggu ke-12 berdasarkan standar deviasi tidak menunjukkan hasil beda antar perlakuan.

iii. Hifa Internal

Perkembangan hifa internal pada minggu ke-4 menunjukkan skor harkat rerata banyaknya hifa internal pada perlakuan *coating* 1,33, rhizosfer 1,43, *ring placement* 1,37, dan kontrol 1,30. Dari hasil ini menunjukkan jumlah hifa internal paling banyak pada perlakuan rhizosfer dan paling sedikit pada perlakuan kontrol.

Pada minggu ke-8 menunjukkan rerata jumlah hifa internal pada perlakuan *coating* 1,47, *ring placement* 1,43, rhizosfer 1,37, dan kontrol 1,47. Dari hasil ini menunjukkan jumlah hifa internal paling banyak pada perlakuan *coating* dan kontrol sedangkan perlakuan dengan hifa internal paling sedikit ada pada perlakuan rhizosfer.

Pada minggu ke-12 menunjukkan rerata jumlah hifa internal pada perlakuan *coating* 1,87, rhizosfer 1,57, *ring placement* 1,60, dan kontrol 1,80. Dari hasil ini menunjukkan jumlah hifa internal paling banyak pada perlakuan *coating* dan paling sedikit pada perlakuan rhizosfer. Perkembangan hifa internal tersaji pada gambar 5.



Gambar 5. Perkembangan hifa internal

Dari hasil pengamatan minggu ke- 4 sampai minggu ke-12 seperti yang tersaji pada gambar 5 menunjukkan kenaikan jumlah hifa internal pada tiap minggunya pada perlakuan *coating*, *ring placement*, dan kontrol. Sedangkan pada

perlakuan rhizosfer mengalami penurunan pada minggu ke-8 dan kembali naik pada minggu ke-12.

Pada hasil pada gambar 5 menunjukkan tidak adanya beda antar perlakuan pada minggu ke-4 dan minggu ke-8 berdasarkan standar deviasi. Sementara itu pada minggu ke-12 perlakuan *coating* menunjukkan hasil beda dibandingkan dengan perlakuan rhizosfer dan *ring placement* berdasarkan hasil standar deviasi.

iv. Hifa Eksternal

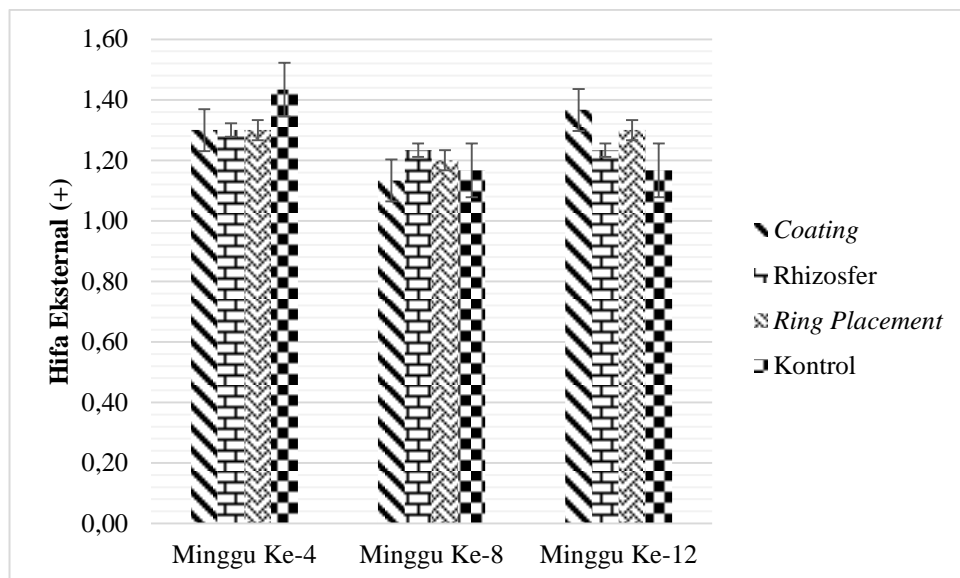
Perkembangan hifa eksternal pada minggu ke-4 menunjukkan skor harkat rerata banyaknya hifa eksternal pada perlakuan *coating* 1,3, rhizosfer 1,3, *ring placement* 1,3, dan kontrol 1,43. Dari hasil ini menunjukkan jumlah hifa eksternal paling banyak pada perlakuan kontrol sedangkan pada *coating*, rhizosfer, dan *ring placement* memiliki skor yang sama.

Pada minggu ke-8 menunjukkan rerata jumlah hifa eksternal pada perlakuan *coating* 1,13, rhizosfer 1,23, *ring placement* 1,2, dan kontrol 1,17. Dari hasil ini menunjukkan jumlah hifa eksternal paling banyak pada rhizosfer sedangkan pada *coating* memiliki skor hifa eksternal paling sedikit.

Pada minggu ke-12 menunjukkan rerata jumlah hifa eksternal pada perlakuan *coating* 1,37, rhizosfer 1,4, *ring placement* 1,30, dan kontrol 1,23. Dari hasil ini menunjukkan jumlah hifa eksternal paling banyak pada perlakuan rhizosfer sedangkan pada kontrol memiliki skor hifa eksternal paling sedikit. Perkembangan hifa eksternal tersaji pada gambar 6.

Dari hasil pengamatan minggu ke-4 sampai minggu ke-8 menunjukkan penurunan jumlah hifa eksternal pada tiap minggunya pada perlakuan *coating*, rhizosfer, *ring placement*, dan kontrol. Sedangkan pada minggu ke-8 hingga minggu ke-12 mengalami kenaikan kembali.

Berdasarkan standar deviasi, pada minggu ke-4 menunjukkan hasil tidak ada beda antar perlakuan. Pada minggu ke-8 perlakuan *coating* ada beda dengan perlakuan rhizosfer.



Gambar 6. Perkembangan hifa eksternal

Sementara itu pada minggu ke-12 berdasarkan standar deviasi menunjukkan pada perlakuan *coating* ada beda dengan perlakuan rhizosfer, dan kontrol. Sedangkan perlakuan rhizosfer ada beda dibandingkan dengan perlakuan *ring placement*.

Perbedaan jumlah arbuskula, vesikula, hifa internal, dan hifa eksternal pada tiap minggunya dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Seperti menurut Proborini (1998) pada faktor abiotik, perbedaan musim atau waktu (temporal) dan tempat (spatial) dapat mempengaruhi persentasi kolonisasi hifa, pembentukan arbuskular, vesikel endomikoriza pada akar-akar inangnya.

B. Perkembangan Akar Singkong

Akar singkong berkembang seiring dengan meningkatnya nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Parameter perkembangan akar singkong diamati pada minggu ke-4, ke 8, dan minggu ke-12 yaitu panjang akar, proliferasi akar berat segar akar, berat kering akar. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan didapatkan data seperti pada tabel 4. Dari hasil uji sidik ragam pada lampiran 4. didapatkan hasil tidak beda nyata seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Parameter Perkembangan akar singkong pada minggu ke-12

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Proliferasi akar (+)	Berat Kering Akar (gram)	Berat Segar Akar (gram)
<i>Coating</i>	26,67 a	3,33	5,18 a	21,76 a
Rhizhosfer	23,17 a	3,00	16,47 a	77,43 a
<i>Ring placement</i>	21,17 a	3,00	7,41 a	32,30 a
Kontrol	23,67 a	2,67	14,57 a	74,08 a

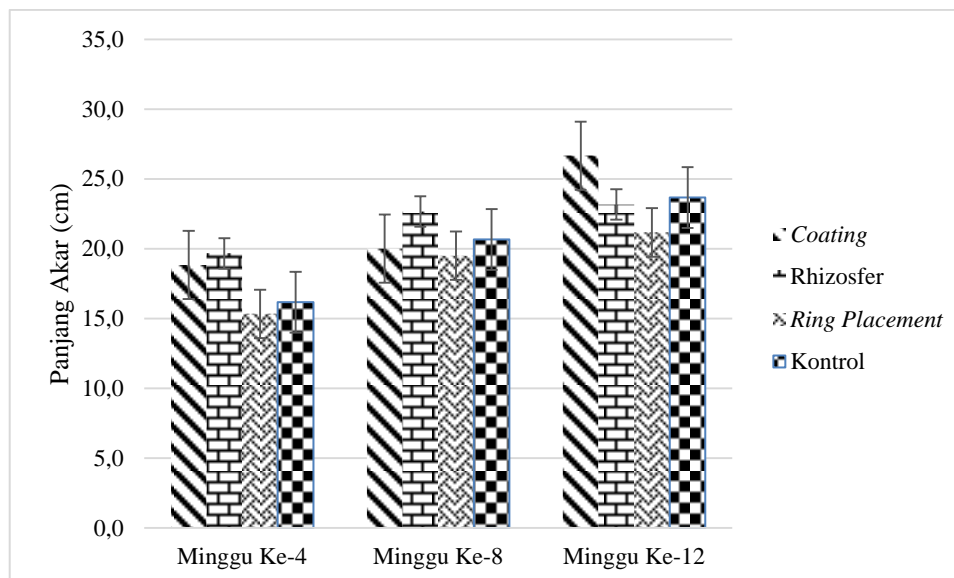
Ketrangan : Nilai rerata perlakuan yang diikuti huruf tidak sama menunjukkan ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf kesalahan $\alpha=5\%$

1. Panjang Akar

Akar merupakan bagian tanaman yang digunakan untuk menyerap nutrisi yang ada di dalam tanah. Akar memiliki ruang lingkup pertumbuhan yang cukup terbatas. Parameter pengamatan akar bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan akar pada setiap perlakuan setiap 4 minggu sekali.

Hasil pengamatan panjang akar yang sudah diamati dan setelah dilakukan hasil sidik ragam pada parameter panjang akar pada minggu ke-12 menunjukkan hasil tidak beda nyata antar perlakuan (lampiran 4.c). Perlakuan *coating* (26,67 cm), rhizosfer (23.17 cm), *ring placement* (21,17 cm), dan kontrol (23,67 cm) tidak menunjukkan adanya beda nyata. Sedangkan penelitian Wdyawati (2018) menunjukkan panjang akar singkong yang diaplikasikan mikoriza *indigenous* Gunungkidul memiliki rerata 18,55 cm pada bulan ke-12. Hal ini dapat berkaitan dengan kondisi lingkungan yang minim unsur hara sehingga sangat mendukung perkembangan spora hingga dapat membantu perakaran lebih panjang. Widiastuti & Kramadibrata (1993) menyatakan bahwa mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara sehingga dapat meningkatkan perkembangan akar-akar halus yang mengakibatkan serapan hara menjadi tinggi yang nantinya digunakan untuk pertumbuhan dan pemanjangan sel-sel bagian tanaman.

Hasil perkembangan panjang akar tersaji seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik perkembangan panjang akar singkong

kan setiap satu bulan sekali seperti pada gambar 7. menunjukkan bahwa data panjang akar pada setiap perlakuan mengalami kenaikan dari minggu ke-4 hingga minggu ke-12. Walaupun hasil sidik ragam tidak menunjukkan adanya beda nyata namun perkembangan panjang akar akar pada setiap minggunya berbeda-beda.

Pada minggu ke-4 berdasarkan hasil standar deviasi perlakuan *coating* dan *rhizosfer* memberikan adanya beda pengaruh dengan perlakuan *ring placement* dan kontrol. Pada minggu ke-8 perlakuan *rhizosfer* memberikan pengaruh berbeda dibandingkan perlakuan *ring placement* berdasarkan hasil standar deviasi. Sedangkan pada minggu minggu ke-12 menunjukkan panjang akar pada perlakuan *coating* menunjukkan adanya beda dibandingkan perlakuan *ring placement*. berdasarkan hasil standar deviasi. Hal ini dapat berkaitan dengan infeksi akar oleh mikoriza. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mosse (1981) bahwa infeksi mikoriza yang terjadi pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan hara melalui hifa eksternal yang tumbuh melalui bulu akar.

2. Proliferasi Akar

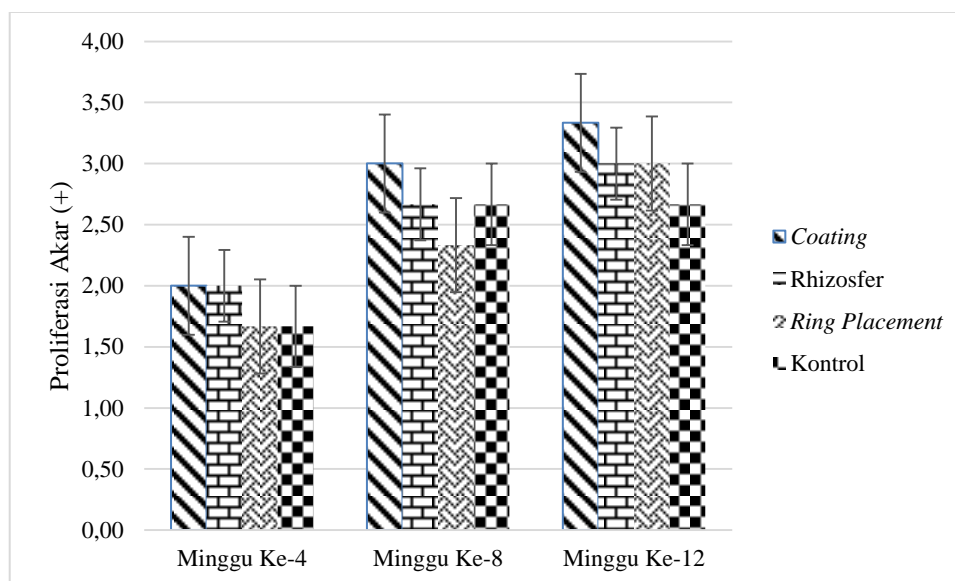
Akar suatu tanaman mengalami pertumbuhan setiap waktunya untuk beradaptasi dengan lingkungan dalam usaha memperoleh sumber nutrisi yang ada

di dalam tanah. Akar tumbuh secara horizontal maupun vertikal tergantung sumber hara itu sendiri berada. Oleh karena itu perlunya pengamatan pertumbuhan proliferasi akar untuk mengetahui perkembangan percangan akar pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12. Pada minggu ke-12 perlakuan *coating* (3,33), rhizosfer (3,00), *ring placement* (3,00), kontrol (2,67) mendapatkan nilai harkat yang sama.

Perkembangan perakaran singkong tersaji seperti pada gambar 4.

Pada hasil pengamatan proliferasi akar pada tanaman singkong yang dilihat dari gambar 4 bahwa proliferasi akar pada setiap perlakuan mengalami kenaikan pada setiap minggunya dari minggu ke-4 hingga minggu ke-12 (gambar 8).

Berdasarkan hasil standar deviasi perlakuan *coating*, rhizosfer, *ring placement* dan kontrol tidak menunjukkan pengaruh beda pada proliferasi akar minggu ke-4, minggu ke-8, dan minggu ke-12.



Gambar 8. Grafik perkembangan proliferasi akar singkong

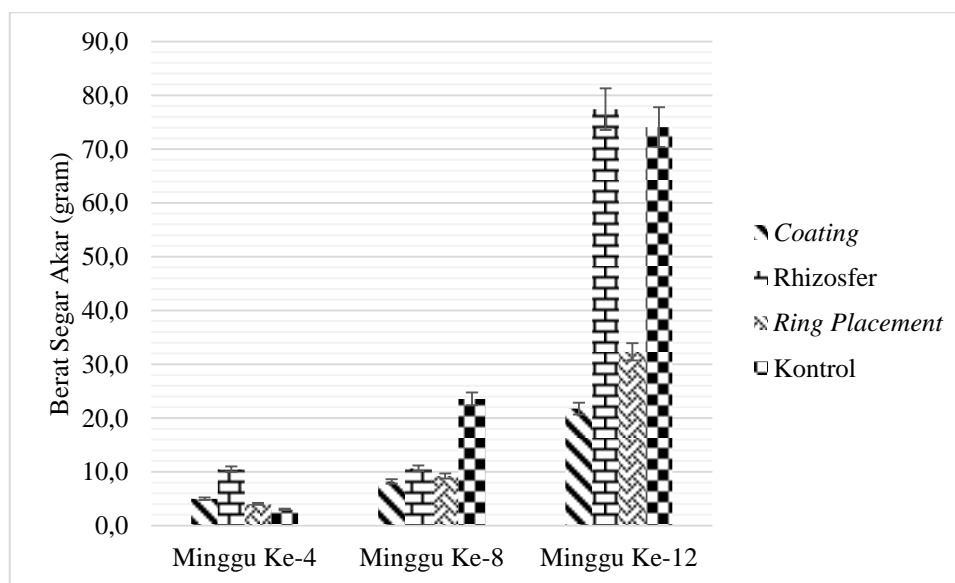
Hal ini sesuai dengan pernyataan Mosse (1981) bahwa kolonisasi mikoriza yang terjadi pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan hara akar tanaman melalui hifa eksternal yang tumbuh melalui bulu akar. Hal ini juga dapat dipengaruhi adanya lubang tanam karena tanah disekitar lubang tanam berbeda teksturnya dengan tanah yang ada diluar lubang tanam sehingga memudahkan

perkembangan akar singkong. Saputra (2015) menjelaskan bahwa tekstur tanah yang cenderung gembur memudahkan akar dalam menembus pori-pori tanah.

3. Berat Segar Akar

Akar pada tanaman singkong selalu mengalami perkembangan pada setiap minggu. Oleh karena itu dilakukan pengamatan berat segar akar yang bertujuan untuk mengetahui perkembangan akar pada setiap perlakuan yang sudah diamati didapatkan hasil tidak berpengaruh nyata nyata seperti pada tabel 6. Hasil sidik ragam pada parameter berat segar akar (lampiran 4.d) menunjukkan perlakuan *coating* (21,76 gram), *ring placement* (77,43 gram), rhizosfer (32,3 gram), dan kontrol (74,08 gram) tidak berpengaruh nyata pada berat segar akar. Sementara itu, Penelitian Widyawati(2018) menunjukkan berat segar akar singkong yang diaplikasikan mikoriza *indigenus* gunungkidul memiliki rerata 18,42 gram pada bulan ke-12. Hal ini dapat terjadi karena spora mikoriza juga mengandung hormone auksin yang cukup tinggi yang dapat mempengaruhi peningkatan penumbuhan akar (Musafa dkk., 2015).

Hasil perkembangan berat segar akar tersaji pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik perkembangan berat segar akar singkong

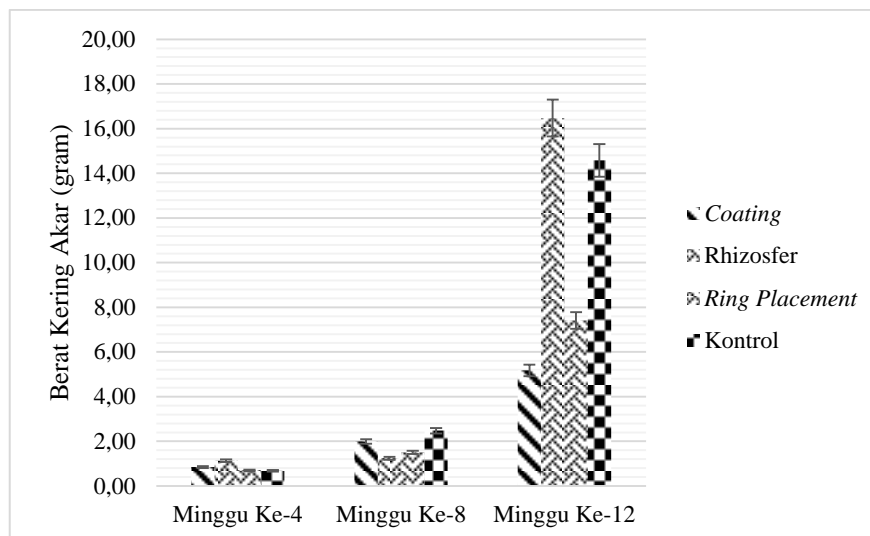
Berdasarkan hasil perkembangan berat segar akar pada gambar 9 menunjukkan bahwa perkembangan berat segar akar pada setiap perlakuan pada minggu ke-4, minggu ke-8, minggu ke-12 selalu mengalami kenaikan.

Berdasarkan hasil pada minggu ke-4 menunjukkan hasil ada beda antar perlakuan berdasarkan pada standar deviasi. Sementara itu pada minggu ke-8 perlakuan rhizosfer menunjukkan adanya pengaruh beda dengan perlakuan *coating*, dan *ring placement* dan juga perlakuan *coating* dan *ring placement* menunjukkan pengaruh berbeda dibandingkan dengan kontrol berdasarkan hasil standar deviasi. Mulyadi (2018) yang menyatakan bahwa perkembangan berat segar akar akar bertambah seiring bertambahnya umur tanaman.

4. Berat Kering Akar

Parameter berat kering akar singkong merupakan pengamatan berat kering akar yang sudah diamati setelah melakukan pengovenan didapatkan hasil tidak berpengaruh nyata seperti pada tabel 6. Hasil sidik ragam pada parameter berat segar akar (lampiran 4.d) menunjukkan perlakuan *coating* (5,18 gram), *ring placement* (16,47 gram), rhizosfer (7,1 gram), dan kontrol (14,57 gram) tidak ada pengaruh nyata. Sementara itu, Penelitian Widyawati (2018) menunjukkan berat kering akar singkong yang diaplikasikan mikoriza *indigenous* gunungkidul memiliki rerata 1,94 gram pada bulan ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang saya lakukan memberikan berat kering akar yang lebih baik. Hasil berat kering singkong memberikan hasil yang selaras dengan berat segar agar akar. Berat kering akar yang tinggi didapatkan dari berat segar akar yang tinggi pula karena semakin tinggi berat segar maka akan memiliki hasil fotosintat (berat kering akar) yang tinggi.

Hal ini dapat terjadi karena Spora mikoriza dapat bekerja efektif jika berasosiasi dengan akar tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Triwayuningsih (2000) bahwa berat kering akar menunjukkan banyaknya fotosintat yang ditimbun oleh akar. Hal ini dapat disebabkan telah aktifnya organisme yang menginfeksi akar sehingga dapat memberikan tambahan unsur nitrogen bagi tanaman, terutama pada akar tanaman. Jika unsur N tersedia cukup bagi tanaman maka pertumbuhan tanaman akan. Perkembangan berat kering akar tersaji seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengamatan Berat Kering Akar singkong

Berdasarkan grafik berat kering akar yang ada pada gambar 10. menunjukkan bahwa berat kering akar pada setiap perlakuan mengalami peningkatan pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12. Berat kering akar diamati pada minggu ke-4 menunjukkan pengaruh beda pada perlakuan rhizosfer dengan perlakuan lainnya berdasarkan standar deviasi. Sementara itu pada minggu ke-8 berdasarkan standar deviasi pada grafik perkembangan berat segar akar pada gambar 10 yang ditarik garis sejajar pada setiap perlakuan menunjukkan garis yang tidak sejajar sehingga pada setiap perlakuan menunjukkan hasil adanya beda antar perlakuan. Pada hasil minggu ke-12 juga menunjukkan adanya pengaruh beda antar perlakuan.

Hasil pada berat kering akar selaras dengan hasil berat segar akar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Isnaini & Endang (2009) bahwa unsur hara yang diserap akan memberikan kontribusi terhadap penambahan bobot kering pada seluruh organ tanaman termasuk akar. Selain itu dengan serapan cahaya matahari yang lebih besar, laju fotosintesis lebih tinggi, sehingga menyebabkan tingginya akumulasi bahan kering (Linda,2016).

C. Pertumbuhan Tajuk Singkong

Tajuk merupakan seluruh bagian tanaman yang ada. Tajuk tanaman singkong selalu mengalami penambahan ukuran dan volume setiap waktunya. Oleh karena itu perlunya pengamatan pertumbuhan tajuk singkong untuk mengetahui

perbedaan pertumbuhan tajuk singkong pada setiap perlakuan. Parameter pertumbuhan tajuk singkong diamati pada minggu ke-4, ke 8, dan minggu ke-12 kecuali parameter tinggi tanaman dan jumlah daun yang diamati 2 minggu sekali. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan didapatkan data seperti pada tabel 6.

1. 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 genetis.

Tabel 6. Rerata hasil pertumbuhan tajuk singkong pada minggu ke-12

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ²)	Berat segar tajuk (gram)	Berat Kering tajuk (gram)
<i>Coating</i>	75,00 a	30,33 a	3272,00 a	170,42 a	43,90 a
Rhizosfer	78,33 a	28,33 a	3192,00 a	196,87 a	45,99 a
<i>Ring placement</i>	86,00 a	27,67 a	2825,00 a	158,14 a	26,08 a
Kontrol	80,33 a	25,67 a	2009,00 a	195,83 a	43,61 a

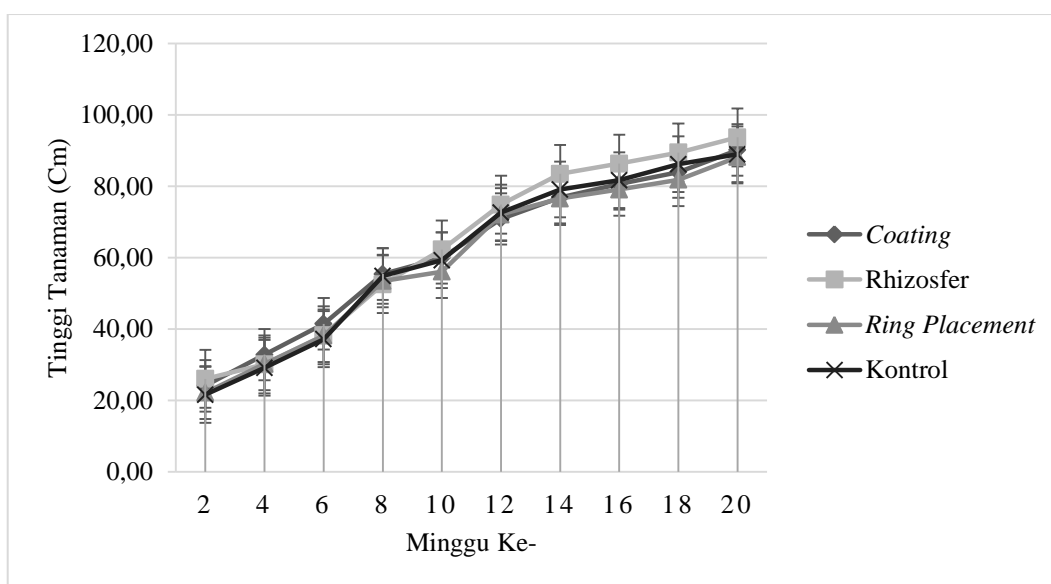
Keterangan : Nilai rerata perlakuan yang diikuti huruf tidak sama menunjukkan ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf kesalahan $\alpha=5\%$

Parameter tinggi tanaman yang diamati 2 minggu sekali selama 20 minggu didapatkan hasil tidak ada pengaruh nyata seperti pada hasil sidik ragam (lampiran 4.f) Pada minggu ke-12 perlakuan *coating* (75 cm), *ring placement* (78,33 cm), rhizosfer (86 cm), kontrol (80,33 cm) menunjukkan tidak ada pengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman. Sementara itu, Penelitian Widyawati (2018) menunjukkan tinggi tanaman singkong pada minggu ke-12 yang diaplikasikan mikoriza *indigenous* gunungkidul memiliki rerata 28,51 cm pada bulan ke-12. Dari hasil ini menunjukkan perlakuan yang saya lakukan memberikan pengaruh

tinggi tanaman. yang lebih baik. Banyak faktor yang mempengaruhi perkembangan tinggi tanaman. Menurut Goldworthy & fisher (1992) penambahan 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 genetis.

Pada parameter pengamatan tinggi tanaman yang dilakukan pada minggu ke-2 hingga minggu ke-20 selalu mengalami penambahan tinggi tanaman. Pada hasil sidik ragam hasil tinggi tanaman tidak menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan. Hal ini juga sama jika berdasarkan pada standarr deviasi tidak menunjukkan adanya beda pengaruh antar perlakuan dari hasil minggu ke-2 hingga hasil tinggi tanaman pada minggu ke-20. Perkembangan tinggi tanaman tersaji pada gambar 11.

Pada Gambar 11 ditunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman meningkat dengan lambat dari minggu ke-0 sampai minggu ke-4 karena pada masa ini tanaman mengalami *lag phase* atau fase lambat. Pada fase ini, tanaman mengalami pertumbuhan yang lambat karena jumlah sel masih sedikit dan belum



Gambar 11. Grafik Tinggi Tanaman singkong

aktif melakukan pembelahan sel. Kemudian tanaman mengalami fase pertumbuhan tinggi tanaman dengan pesat disebut dengan *exponential phase*, yaitu fase pertumbuhan tanaman secara pesat pada minggu ke-5 sampai minggu ke-12.

Hal ini dikarenakan tanaman aktif melakukan pembelahan sel, terutama pada ujung sel meristem apikal untuk membentuk batang dan daun, serta penambahan panjang akar untuk menguatkan tanaman, sehingga tinggi tanaman mengalami kenaikan dengan pesat (Noviana, 2009).

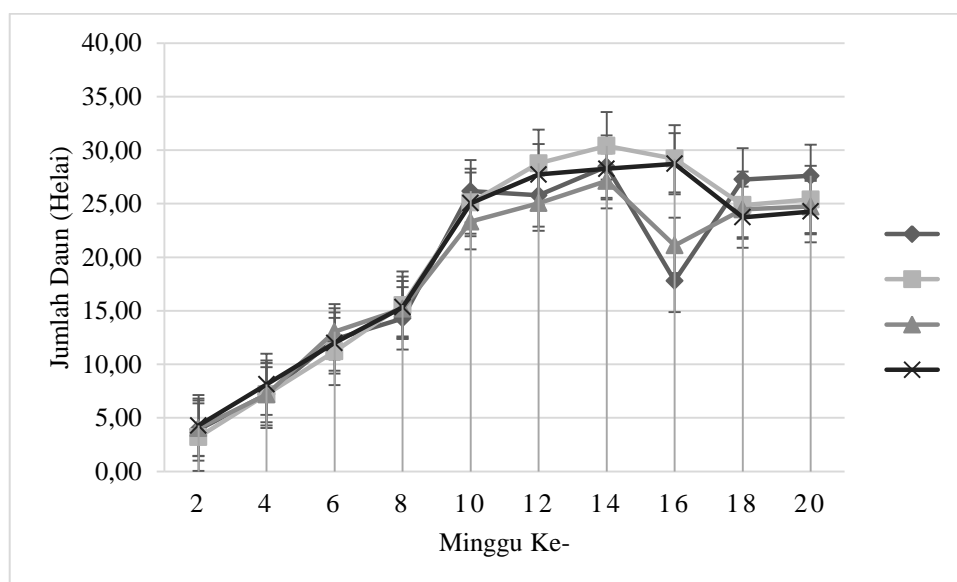
2. Jumlah Daun

Daun merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting dan pada umumnya tiap tumbuhan mempunyai sejumlah besar daun. Daun merupakan salah satu organ tanaman yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun dalam satu tubuh tanaman memungkinkan pemerataan jumlah cahaya yang diterima oleh daun dan penyerapan hara menjadi lebih optimum. 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.

Parameter jumlah daun yang diamati 2 minggu sekali didapatkan hasil tidak ada pengaruh nyata seperti pada hasil sidik ragam pada (lampiran 4.g). Pada minggu ke-12 perlakuan *coating* (30,33 helai), rhizosfer (28,33 helai), *ring placement* (27,67 helai), dan kontrol (25,67 helai) menunjukkan tidak ada pengaruh nyata pada parameter jumlah daun. Sementara itu, Penelitian Ekaputri (2017) menunjukkan jumlah daun tanaman singkong pada minggu ke-12 yang diaplikasikan mikoriza *indigenus* gunungkidul memiliki rerata 75,22 helai pada bulan ke-12. Halini menunjukkan bahwa perlakuan yang saya lakukan memiliki hasil yang lebih rendah. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya ketersediaan unsur hara seperti pernyataan Kuswandi & Sugiyanto (2015) bahwa ketersediaan air

yang cukup dapat membantu tanaman melakukan fotosintesis dan metabolisme sel lainnya sehingga dapat didapat hasil berupa fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Perkembangan jumlah daun tanaman singkong digambarkan pada gambar 12.

Pengamatan parameter jumlah daun yang diamati pada minggu ke-2 hingga minggu ke-20 seperti pada grafik yang terdapat pada gambar 8 menunjukkan bahwa perkembangan jumlah daun dari minggu ke-2 hingga minggu ke-14 selalu mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan *coating* yang mengalami penurunan jumlah daun pada minggu ke-10 namun kembali naik pada minggu ke-12.



Gambar 12. Histogram hasil pengamatan jumlah daun tanaman singkong

Pada minggu ke-16 jumlah daun mengalami penurunan namun kembali mengalami peningkatan pada minggu ke-16 hingga minggu terakhir pada perlakuan rhizhosfer. Pada perlakuan *coating* dan *ring placement* perkembangan jumlah daun menurun hingga minggu ke-18 dan baru bertambah kembali pada minggu ke-20.

Penurunan jumlah daun dapat terjadi karena tanaman terserang hama tungau merah. Hama ini menyerang pada permukaan bawah daun dengan menghisap cairan daun tersebut dan gejala tanaman terserang hama ini adalah dengan daun akan menjadi kering dan lama kelamaan akan rontok. Fase pengisian umbi juga

mempengaruhi mempengaruhi perontokan daun karena pada saat fase pemngisian umbi tanaman singkong akan merontokkan daun-daunnya dan pertumbuhannya terfokus pada umbi (Litbang, 2017).

Faktor lainnya yaitu karena adanya kompetisi dengan mikroorganismenya lainnya yang ada di tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lukiwati (2007) & Sieverding (1991) bahwa keefektifan populasi mikoriza indigen berhubungan dengan beberapa faktor seperti status hara tanah, tanaman inang, kepadatan propagula, serta kompetisi antara mikoriza dan mikroorganismenya tanah lainnya.

Hasil sidik ragam jumlah daun pada minggu ke-12 tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata antar perlakuan. Hal ini juga terjadi pada grafik hasil jumlah daun setelah diberikan standar deviasi tidak menunjukkan adanya beda pengaruh beda antar perlakuan pada minggu ke-2 hingga minggu ke-14 namun pada minggu ke-16 perlakuan rhizosfer dan kontrol menunjukkan hasil beda dibandingkan perlakuan *coating* dan *ring placement*. Sementara itu pada minggu ke-18 dan minggu ke-20 berdasarkan standar deviasi menunjukkan hasil jumlah daun pada perlakuan *coating* memberikan pengaruh beda dibandingkan perlakuan rhizosfer, *ring placement*, dan kontrol.

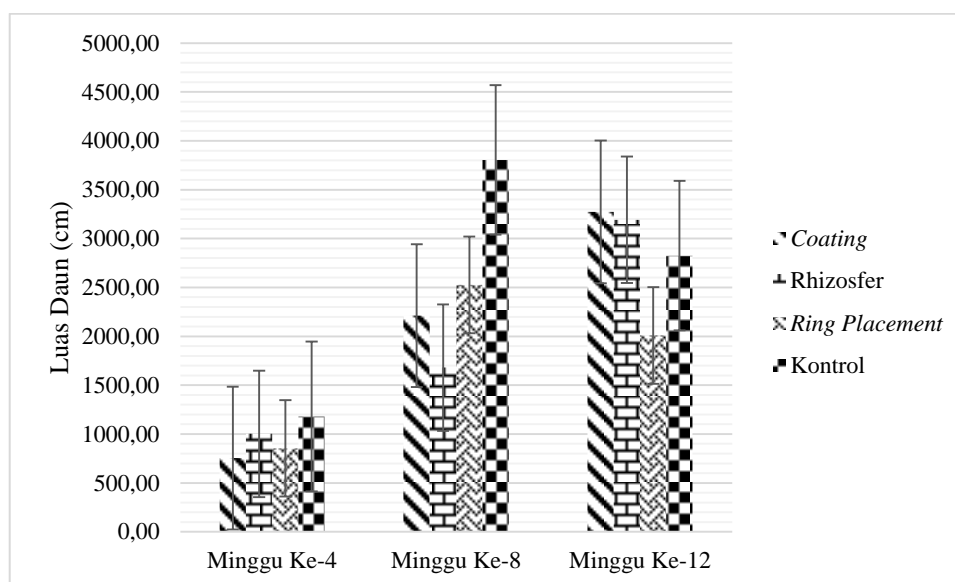
3. Luas Daun

Luas daun tanaman merupakan salah satu peubah tanaman yang sering diamati dalam penelitian. Hasil pengukuran luas daun, di antaranya digunakan 54 untuk mengetahui berat spesifik daun laju pertumbuhan relatif dan laju asimilasi (Grotkopp dan Rejmanek, 2007; Hossain *et al.*, 2011).

Hasil Parameter pengamatan luas daun yang diamati 4 minggu sekali didapatkan hasil tidak ada pengaruh nyata seperti pada hasil sidik ragam pada minggu ke-12 (lampiran 4.j) perlakuan *coating* (3272 cm²), rhizosfer (3192 cm²), *ring placement* (2825 cm²), kontrol (2009 cm²) menunjukkan tidak ada pengaruh nyata terhadap parameter luas daun. Sementara itu, Penelitian Widyawati (2018) menunjukkan luas daun singkong pada minggu ke-12 yang diaplikasikan mikoriza *indigenous* gunungkidul memiliki rerata 2195,7 cm² pada bulan ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang saya lakukan memberikan rerata luas daun yang lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena 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. Hasil perkembangan luas daun pada gambar 13.

Pengamatan parameter luas daun yang diamati pada minggu ke-4 hingga minggu ke-8 selalu mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Pada minggu ke-12 luas daun pada perlakuan *coating* dan *ring placement* mengalami kenaikan sedangkan pada perlakuan rhizosfer dan kontrol mengalami penurunan. Hasil sidik ragam luas daun pada minggu ke-12 menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata.



Gambar 13. Histogram hasil perkembangan luas daun singkong

Pada grafik hasil setelah diberikan standar deviasi menunjukkan pada minggu ke-4 tidak menunjukkan pengaruh beda antar perlakuan. Sedangkan pada minggu ke-8 berdasarkan standar deviasi menunjukkan adanya hasil beda antara perlakuan *coating*, rhizosfer, dan *ring placement* dengan kontrol. Tingginya hasil luas daun pada perlakuan kontrol dapat disebabkan karena tanaman pada perlakuan kontrol mendapatkan cahaya sinar matahari yang cukup untuk bahan sintesis sehingga nutrisi yang dihasilkan pada saat pertumbuhan daun juga baik. Sedangkan pada minggu ke-12 perlakuan *coating* dan rhizosfer memberikan hasil beda yang cenderung lebih baik dibandingkan dengan *ring placement*.

Mulyadi (2018) menyatakan bahwa luas daun bergantung pada jumlah tunas, cabang produktif, dan jumlah daun. Penurunan luas daun juga dapat terjadi karena tanaman terserang hama tungau merah dan telah memasuki masa dormansi yang menyebabkan daun berguguran. Hama ini menyerang pada permukaan bawah daun dengan menghisap cairan daun tersebut dan gejala tanaman terserang hama ini adalah dengan daun akan menjadi kering dan lama kelamaan akan rontok.

4. Berat Segar Tajuk

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.

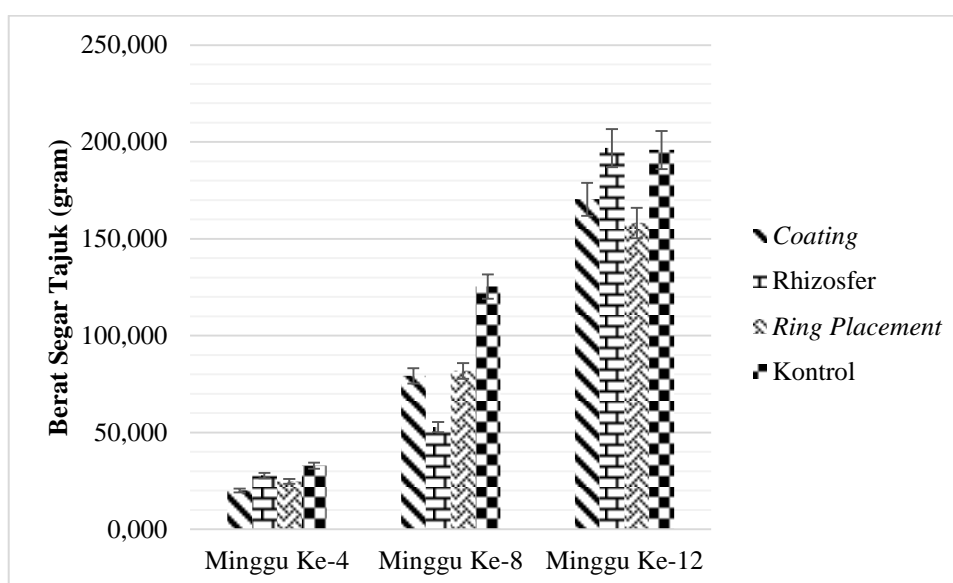
Hasil uji sidik ragam pada parameter berat segar tajuk pada minggu ke-12 (lampiran 4.d) menunjukkan perlakuan *coating* (170,42 gram), *ring placement* (196,87 gram), rhizosfer (158,14 gram), dan kontrol (195,83 gram) tidak berpengaruh nyata pada parameter berat segar tajuk. Sementara itu, Penelitian Widyawati (2018) menunjukkan berat segar tajuk singkong pada minggu ke-12 yang diaplikasikan mikoriza *indigenous* gunungkidul memiliki rerata 111,88 gram pada bulan ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang saya lakukan memberikan rerata luas daun yang lebih tinggi. Ini dapat terjadi karena pertumbuhan akar yang baik akibat infeksi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tajuk Reshi (2014). Perkembangan berat segar tajuk tersaji pada gambar 14

Pengamatan parameter luas daun yang diamati pada minggu ke-4, minggu ke-8, dan minggu ke-12 berdasarkan hasil dari gambar 14 terlihat bahwa perkembangan berat segar akar pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12 selalu mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. perlakuan paling baik walaupun tidak beda nyata terjadi pada perlakuan *ring placement* (196,870 gram).

Dari grafik yang ada pada gambar 14 menunjukkan bahwa pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12 terjadi peningkatannya yang sangat banyak. Hal ini karena pada mulai minggu ke-4 pertumbuhan daun mulai banyak dan membesar sehingga

banyak tempat untuk melakukan fotosintesis yang akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman (Litbang, 2017).

Tingginya hasil pada perlakuan kontrol dapat terjadi karena pada perlakuan yang diaplikasikan mikoriza, asosiasi mikoriza dan tanaman tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tajuk sehingga hasil pada perlakuan kontrol dapat mengimbangi atau mengungguli perlakuan dengan aplikasi mikoriza.



Gambar 14. Histogram hasil perkembangan berat segar tajuk singkong

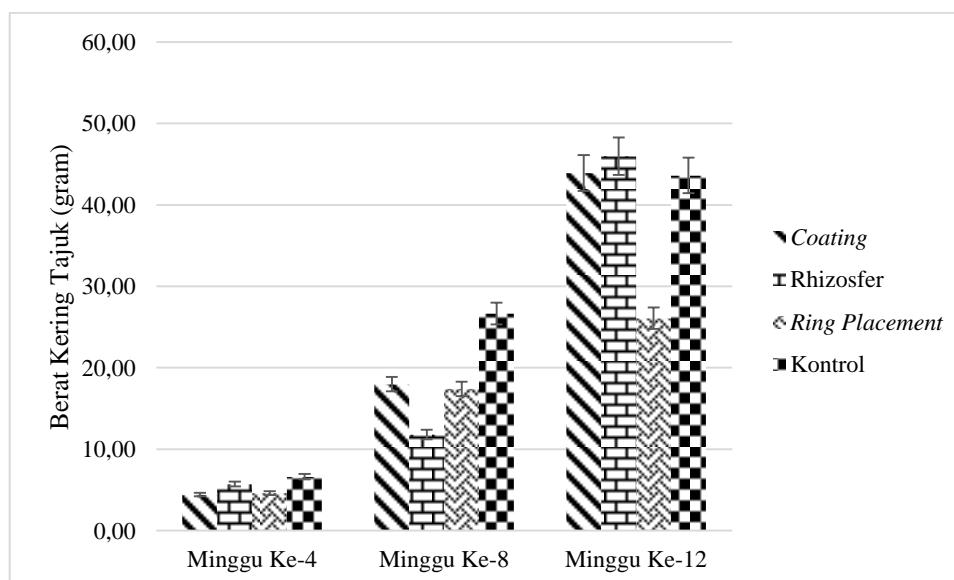
Berdasarkan hasil standar deviasi menunjukkan bahwa hasil pada minggu ke-4 hasil berat segar tajuk pada perlakuan *coating* menunjukkan hasil ada beda dengan perlakuan *rhizosfer* dan *ring placement*, sedangkan perlakuan *rhizosfer* dan *ring placement* juga menunjukkan hasil ada beda dengan perlakuan kontrol berdasarkan standar deviasi. Pada minggu ke-8 hasil berat segar tajuk menunjukkan hasil ada beda antara perlakuan *coating* dan *ring placement* dengan *rhizosfer*, sedangkan pada perlakuan *coating* dan *ring placement* juga menunjukkan hasil ada beda dengan perlakuan kontrol. Sementara pada minggu ke-12 menunjukkan hasil ada beda pada perlakuan *coating* dan *ring placement* dengan *rhizosfer* dan kontrol berdasarkan standar deviasi.

5. Berat Kering Tajuk

Semakin besar bobot kering tanaman maka diketahui hasil fotosintesisnya semakin tinggi, berat kering tanaman merupakan akibat dari penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ selama masa pertumbuhan (Gardner dkk., 1991). Parameter pengamatan berat kering tajuk bertujuan untuk mengamati perkembangan berat kering tajuk dari minggu ke-4 hingga minggu ke-8.

Hasil uji sidik ragam pada parameter berat segar tajuk pada minggu ke-12 (lampiran 4.d) menunjukkan perlakuan *coating* (43,9 gram), *ring placement* (45,987 gram), *rhizosfer* (26,083 gram), dan kontrol (43,607 gram) tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tajuk. Sementara itu, Penelitian Widyawati (2018) menunjukkan panjang berat kering tajuk singkong pada minggu ke-12 yang diaplikasikan mikoriza *indigenous* gunungkidul memiliki rerata 22,88 gram pada bulan ke-12. Hal ini menunjukkan perlakuan yang saya lakukan memberikan perlakuan yang lebih tinggi. Menurut Fitter dan Hay (1981) bahwa 90% berat kering adalah hasil fotosintesis tanaman yang tersimpan pada organ tertentu tanaman. Perbedaan hasil berat kering tersebut dapat terjadi karena kemampuan akar tanaman dalam menyerap hara.

Hasil perkembangan berat kering tajuk pada gambar 15.



Gambar 15. Hasil perkembangan berat kering tajuk singkong

Pengamatan parameter luas daun yang diamati pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12 berdasarkan hasil dari gambar 15. menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan mengalami peningkatan berat kering tajuk. Pada minggu ke-4 hasil berat kering tajuk menunjukkan hasil ada beda pada perlakuan *coating* dan *ring placement* dengan rhizosfer dan kontrol berdasarkan standar deviasi. Pada minggu ke-8 hasil berat kering tajuk juga menunjukkan hasil ada beda antara perlakuan *coating* dan *ring placement* dengan rhizosfer dan kontrol berdasarkan standar deviasi berdasarkan standar deviasi. Sementara itu pada minggu ke-12 perlakuan *coating*, rhizosfer, dan kontrol menunjukkan hasil beda dengan perlakuan *ring placement* berdasarkan hasil standar deviasi.

Hasil berat kering tajuk selaras dengan hasil berat segar tajuk. Hal ini menunjukkan bobot kering tajuk berhubungan dengan bobot segar tajuk, menurut Gardner dkk. (1991), besarnya bobot kering tanaman disebabkan oleh besarnya fotosintat yang dihasilkan.

D. Hasil Singkong

Panen dan pengamatan hasil singkong dilakukan setelah panen ketika tanaman dipanen pada umur 5 bulan. Parameter pengamatan hasil singkong antara lain jumlah umbi per tanaman, panjang singkong, diameter singkong, berat singkong, dan hasil singkong. Dari hasil sidik ragam seperti pada lampiran 4. didapatkan hasil tidak beda nyata diantara 4 perlakuan di 5 parameter pengamatan hasil singkong kecuali pada parameter hasil singkong Ton/Ha dimana pada perlakuan kontrol mendapatkan hasil paling rendah seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata hasil singkong

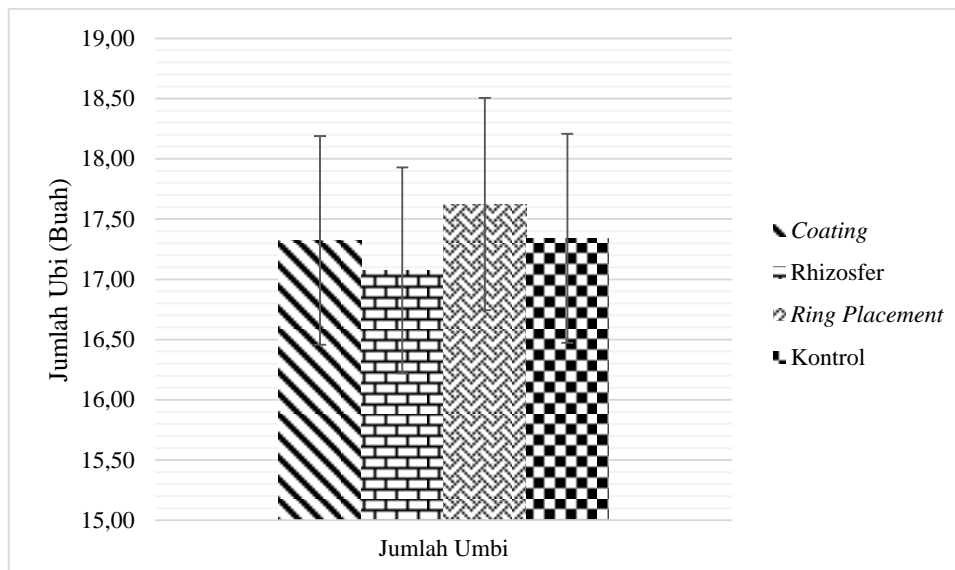
Perlakuan	Jumlah umbi per tanaman (buah)	Panjang umbi (cm)	Diameter umbi (mm)	Berat ubi per tanaman (Kg)	Hasil Ubi (Ton/Ha)
<i>Coating</i>	4,00 a	17,75 a	29,16 a	0,53 a	5,30 a
Rhizosfer	4,67 a	16,69 a	24,44 a	0,46 a	4,60 a
<i>Ring placement</i>	4,11 a	16,33 a	16,33 b	0,39 a	3,93 a
Kontrol	2,10 a	14,27 a	25,26 a	0,17 b	1,7 b

Keterangan : Nilai rerata perlakuan yang diikuti huruf tidak sama menunjukkan ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf kesalahan $\alpha=5\%$

1. Jumlah Ubi per Tanaman

Ubi adalah organ tumbuhan yang mengalami perubahan ukuran dan bentuk akibat pembengkakan sebagai akibat perubahan fungsinya. Perubahan ini berakibat pula pada perubahan anatominya. Organ yang membentuk umbi terutama batang, akar, atau modifikasinya.

Hasil sidik ragam diketahui parameter jumlah umbi per tanaman tidak didapat hasil ada pengaruh nyata pada perlakuan jumlah umbi per tanaman perlakuan *coating* (4 buah), *rhizosfer* (4,67 buah), *ring placement* (4,11 buah), dan kontrol (2,10 buah). Sedangkan penelitian Arianto (2018) menghasilkan jumlah umbi 7,56 buah. Hal ini menunjukkan hasil yang lebih rendah yang dikarenakan perbedaan tanah yang menyebabkan hasil lebih rendah. Tanah mediteran memiliki lebih sedikit unsur hara sehingga menyebabkan jumlah umbi lebih sedikit. Hal ini juga dapat dipengaruhi karena perakaran sulit menembus tanah yang bertekstur keras. Wargiono (1979) juga menyebutkan bahwa jumlah umbi dipengaruhi oleh kondisi atau jumlah daun yang berkorelasi dengan aktivitas fotosintesis yang tinggi. Hasil jumlah umbi tersaji pada gambar 16.



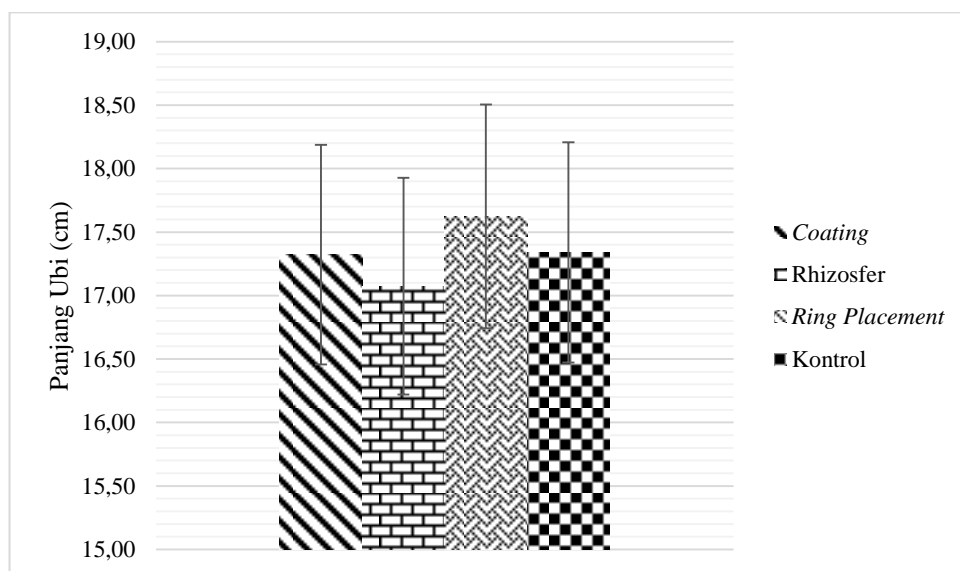
Gambar 16. Grafik hasil jumlah umbi singkong Renek

Pada gambar 16 dapat dilihat bahwa hasil jumlah umbi tidak ada beda antar perlakuan berdasarkan standar deviasi.

2. Panjang Ubi

Parameter pengamatan panjang umbi singkong merupakan parameter pengamatan yang bertujuan untuk mengetahui rerata hasil panjang umbi singkong

pada setiap perlakuan. Hasil sidik ragam hasil singkong pada perlakuan *coating* (17,75 cm), *rhizosfer* (16,69 cm), *ring placement* (16,33 cm), dan kontrol (14,27 cm) menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan. Sedangkan penelitian Arianto (2018) menghasilkan jumlah ubi 20,21 cm. Hal ini menunjukkan hasil yang lebih rendah yang dikarenakan kondisi tanah yang kurang subur dan musim tanam yang tidak tepat karena ditanam pada saat musim kemarau sehingga tanah miskin unsur hara. Lakitan (2007) menyatakan bahwa semakin panjang perkembangan ubi, maka semakin banyak air dan hara yang diserap oleh tanaman sehingga kebutuhan hara untuk pertumbuhan dan produksi tanaman semakin terjamin .



Gambar 17. Grafik panjang ubi

Pada pengamatan parameter panjang ubi menunjukkan bahwa perlakuan *coating* memiliki panjang ubi terbaik yaitu dengan 17,62 cm, sedangkan perlakuan *ring placement* memiliki rata-rata panjang ubi yang paling pendek. Berdasarkan standar deviasi pada grafik hasil panjang ubi menunjukkan tidak ada beda pada antar perlakuan

3. Diameter Ubi

Diameter singkong merupakan parameter pengamatan ubi singkong yang bertujuan untuk mengetahui ukuran rerata ukuran diameter singkong pada setiap perlakuan. Hasil sidik ragam hasil singkong pada perlakuan *coating* (29,16 mm), *rhizosfer* (24,44 mm), *ring placement* (16,33 mm), dan kontrol (26,26 mm)

menunjukkan perlakuan *coating*, rhizosfer, dan kontrol berbeda nyata dengan *ring placement*. Sedangkan penelitian Arianto (2018) menghasilkan jumlah ubi 17,1 mm. Hal ini menunjukkan aplikasi yang saya lakukan memberikan diameter singkong yang lebih besar. Hal ini diduga disebabkan penyerapan air dan unsur hara oleh tanaman akibat berasosiasi dengan mikoriza. Rofiq (2011) menyatakan bahwa ubi pada tanaman singkong merupakan akar tanaman yang mengalami pembelahan dan pembesaran sel, yang kemudian berfungsi sebagai penampung kelebihan hasil fotosintat yang dihasilkan tanaman di daun.

Diameter singkong merupakan parameter yang diamati saat setelah panen dimana perlakuan *coating* memiliki diameter ubi singkong paling baik dengan 29,48 cm, sedangkan perlakuan kontrol memiliki diameter ubi singkong yang paling kecil dengan 22,9 cm. Tarigan (2007) menyatakan bahwa apabila proses sintesa protein berlangsung dengan baik maka akan berkorelasi positif dengan meningkatnya ukuran tongkol, panjang, berat, maupun diameter ubi.

4. Berat ubi per Tanaman

Berat segar ubi tanaman singkong merupakan indikator untuk mengetahui hasil umbi yang diproduksi selama pertumbuhan tanaman. Ubi merupakan tempat tanaman untuk menyimpan cadangan makanan. Menurut (Tjitrosoepomo, 2003). Semakin bagus laju fotosintesis pada tanaman maka hasil fotosintat yang dihasilkan lebih banyak. Fotosintat yang diproduksi berguna untuk pembentukan tubuh tanaman termasuk disimpan dalam ubi.

Hasil sidik ragam berat singkong per tanaman singkong menunjukkan pada perlakuan *coating* (0,53 kg), rhizosfer (0,46 kg), *ring placement* (0,39 kg), berbeda nyata dengan kontrol (0,17 kg). Sedangkan penelitian Arianto (2018) menghasilkan berat singkong 0,63 Kg. Hal ini menunjukkan aplikasi yang saya lakukan memberikan diameter singkong yang lebih rendah. Hal ini dapat terjadi karena penyerapan hara oleh tanaman dan cahaya sebagai bahan fotosintesis kurang. Proses fotosintesis yang terjadi didaun tidak berjalan dengan maksimal yang akan mempengaruhi jumlah makanan yang akan disimpan didalam umbi dan juga akan berpengaruh pada bobot dan jumlah ubi yang dihasilkan (Suwanto, 2005)

Parameter berat basah singkong per tanaman diamati pada saat panen. Berdasarkan data berat basah singkong diatas diketahui bahwa berat basah singkong dengan perlakuan *ring placement* memiliki berat terbaik dengan 0,4179 kg, sedangkan berat basah singkong dengan perlakuan control paling rendah dengan 0,168 kg. Perlakuan kontrol memiliki berat singkong paling rendah karena

6. Hasil Ubi

Hasil panen merupakan salah satu parameter terpenting untuk menentukan tingginya produktifitas tanaman. Hasil panen juga dapat menggambarkan kualitas lahan yang digunakan. Semakin tinggi hasil panen yang diperoleh, maka semakin tinggi juga produktivitas lahan yang digunakan.

Hasil sidik ragam berat singkong per tanaman singkong pada perlakuan *coating* (5,3 Ton/Ha), rhizosfer (4,6 Ton/Ha), *ring placement* (3,9 Ton/Ha), berbeda nyata dengan kontrol (1,7 Ton/Ha). Hal ini menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan. Sedangkan penelitian Nugroho (2019) menyatakan bahwa hasil ubi singkong renek umur 5 bulan sebesar 40,9 ton/ha. Lebih rendahnya hasil singkong karena kondisi lahan yang merupakan tanah mediteran yang kurang akan unsur hara sehingga singkong yang dihasilkan sedikit.

Dari hasil singkong yang didapatkan menunjukkan bahwa pemberian inokulum mikoriza secara nyata dapat meningkatkan hasil umbi pada singkong dengan hasil terbaik ditunjukkan perlakuan *coating* dengan hasil 5,18 Ton/Ha dan perlakuan paling rendah ditunjukkan perlakuan kontrol dengan hasil 1,68 Ton/Ha. Hal ini sesuai dengan Penelitian Rahayu (2010) membuktikan bahwa *seed coating* dengan bahan perekat tapioka dan bahan pelapis gambut-gipsum dan mikoriza (50:50) dengan pemupukan SP-18 100Kg/ ha mampu meningkatkan produktivitas tanaman kedelai varietas willis sampai 3,96 ton/ha dibandingkan dengan yang hanya menggunakan pupuk SP-18 400 Kg/ha tanpa mikoriza yang hanya 3, 76 Ton/ha.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan didapatkan hasil bahwa aplikasi mikoriza dengan metode *coating* dapat memberikan pengaruh terbaik pada parameter presentase infeksi mikoriza, jumlah spora, panjang akar, diameter ubi, berat ubi per tanaman dan ploriferasi akar. Sementara itu perlakuan metode

aplikasi mikoriza dengan metode rhizosfer dan perlakuan kontrol dapat memberikan pengaruh pada parameter berat segar tajuk dan berat kering tajuk. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *coating* dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan ubi singkong karena membantu infeksi spora dan jumlah spora sehingga membuat ubi singkongnya lebih besar. Sementara pada perlakuan rhizosfer juga hampir memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan ubi namun memiliki berat yang lebih rendah daripada *coating*. Sedangkan pada perlakuan *ring placement* memberikan pengaruh terhadap panjang ubi singkong namun memiliki diameter yang lebih kecil dibandingkan yang lainnya karena aplikasinya yang jauh dari tajuk tanaman sehingga membuat spora lebih bekerja pada ujung-ujung akar. Pada perlakuan kontrol memberikan pengaruh terhadap hasil ubi singkong hampir sama dengan perlakuan lainnya tetapi ubi pada perlakuan kontrol memiliki berat yang rendah. Hal ini dapat dikarenakan karena ubi pada perlakuan kontrol kopong karena pada perlakuan kontrol tidak diaplikasikan mikoriza.