

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perkembangan Mikoriza

Fungi tanah adalah salah satu komponen utama biota tanah dan sangat menentukan status kesuburan dan kesehatan tanah. Fungi tanah masuk di dalam kajian Mikrobiologi Tanah (*Soil Microbiology*) yaitu ilmu yang mempelajari mikroorganisme tanah dan berbagai proses di dalamnya. Salah satu fungi atau cendawan yang banyak dimanfaatkan adalah cendawan Mikoriza. Mikoriza Vaskular Arbuskular (MVA) adalah salah satu jenis cendawan tanah, yang keberadaannya dalam tanah sangat mempunyai manfaat. Hal ini disebabkan karena MVA dapat meningkatkan ketersediaan dan pengambilan unsur fosfor, air, dan nutrisi lainnya. Efektifitas Mikoriza dapat ditunjukkan dengan pengamatan jumlah spora dan presentase infeksi MVA. 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; Al-Karaki *et al.*, 2003).

Inokulum yang digunakan pada penelitian bentuk formula Mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil singkong Renek ini menggunakan Mikoriza *indigenous* Gunungkidul. Seperti yang kita ketahui bahwa pada daerah Gunungkidul merupakan daerah yang memiliki jenis tanah Mediteran. Penggunaan mikoriza *indigenous* Gunungkidul ini ditujukan untuk menguji kompatibilitas Mikoriza dengan tanaman singkong di tanah Regosol. Seperti pendapat dari Hadi & Nuhamara (1987) bahwa mikoriza dapat bersimbiosis dengan sebagian besar (97%) famili tanaman, seperti tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan salah satunya yaitu singkong. Sebelumnya mikoriza *indigenous* Gunungkidul sudah diketahui efektifitasnya oleh penelitian yang dilakukan Ariestyandhini (2017), bahwa hasil uji tahap perbanyakan terhadap persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman jagung adalah 100% dengan jumlah spora pada *indigenous* tanah Mediteran Gunungkidul 7,93 spora/gram. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian dengan berbagai bentuk formula inokulum Mikoriza.

Mikoriza *indigenous* Gunungkidul diambil dari perakaran tanaman jagung. Tanaman jagung memang lebih sering dijadikan tanaman inang untuk

mendapatkan spora Mikoriza dan biasanya digunakan pada tahap trapping Mikoriza. Ini karena telah banyak penelitian yang menunjukkan bahwa banyak terdapat mikoriza diperakaran jagung maupun sorgum. Hal tersebut didukung oleh penelitian Ariestyandhini (2017), bahwa terdapat infeksi mikoriza pada akar jagung dengan struktur berupa vesikel dan hifa eksternal.

Untuk membuktikan asosiasi mikoriza pada akar tanaman jagung maka dilakukan pengamatan persentase infeksi mikoriza pada akar dan menghitung jumlah spora dengan cara mengidentifikasi organel-organel mikoriza seperti arbuskul, vesikel, hifa internal dan eksternal yang terbentuk pada jaringan korteks akar tanaman padi dengan teknik pengecatan menggunakan larutan Acid Fuhsin (Giovannetti dan Mosse, 1980) dan menghitung jumlah spora mikoriza dengan teknik penyaringan basah (dekantasi) (Schenk and Perez, 1990). Apabila dari perhitungan jumlah spora didapatkan $\pm 50-60$ spora/gram dan persentase infeksi $\pm 80\%$ maka cukup diinokulasikan sebanyak 20 gram *crude*/tanaman (Lukiwati dan Simanulangkit, 2001).

1. Inokulum Mikoriza *Indigenous* Gunungkidul

Mikoriza merupakan suatu hubungan simbiotik mutualisme antara jamur tertentu dengan perakaran tanaman tingkat tinggi. Efektivitas Mikoriza dapat ditunjukkan dengan pengamatan jumlah spora dan presentase infeksi MVA. Adapun hasil rerata persentase infeksi MVA dan jumlah spora disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase infeksi mikoriza dan jumlah spora pada akar jagung.

Sampel	Infeksi akar tanaman jagung (%)	Jumlah spora (spora/100gram tanah)
Tanaman jagung 1	96,67	64,00
Tanaman jagung 2	83,33	50,00
Tanaman jagung 3	90,00	39,00
Rerata	90,00	51,00

a. Presentasi Infeksi Mikoriza

Identifikasi persentase mikoriza bertujuan untuk mengidentifikasi organel-organel mikoriza yang terbentuk pada jaringan korteks akar tanaman, dan untuk mengetahui efektivitas mikoriza pada tanaman inang. Kolonisasi akar merupakan parameter yang paling mudah diamati untuk menilai pengaruh inokulasi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. Suatu akar tanaman dikatakan terinfeksi oleh mikoriza apabila terdapat salah satu struktur mikoriza yang terbentuk. Adanya infeksi pada akar tanaman menunjukkan bahwa jamur mikoriza berasosiasi pada

tanaman dan membentuk koloni. Dalam berasosiasi jamur menginfeksi tanaman dan berkoloni di akar tanpa menimbulkan patogenesis sebagaimana biasa terjadi pada infeksi jamur patogenik, dalam hal ini cendawan tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya tetapi cenderung keduanya bekerjasama dan saling mempertukarkan hara sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Persentase infeksi mikoriza pada akar jagung tersaji pada tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman jagung yang ditanam pada *indigenous* mediteran Gunungkidul, menunjukkan rerata presentase infeksi mikoriza sebesar 90%. Berdasarkan dari hasil tersebut sudah memenuhi syarat infeksi Mikoriza pada akar tanaman inangnya, sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Lukiwati (2001) yang menyatakan bahwa syarat minimal infeksi Mikoriza pada akar sebesar 80%-100%. Agustina (2014) menyatakan bahwa perbedaan tanah dan Sifat kimia tanah tidak berpengaruh terhadap perbedaan tingkat persen kolonisasi mikoriza pada akar tanaman di masing-masing lokasi.

b. Jumlah Spora Mikoriza

Menurut Suhardi (1989), perkembangan spora biasanya terjadi karena reaksi terhadap pertumbuhan akar, tetapi produksi spora akan semakin banyak setelah tanaman inang menjadi dewasa bahkan mendekati tua. Suhardi (1989) juga melaporkan bahwa jumlah spora belum bisa menunjukkan secara langsung jumlah koloni akar yang terbentuk. Seperti yang ditulis oleh Sieverding (1991), bahwa pembentukan spora merupakan proses yang dinamis sehingga ada spora yang terbentuk dan sebagian yang lain berkecambah dalam waktu bersamaan. Jumlah spora merupakan indikator pertumbuhan dan perkembangan spora mikoriza di dalam tanah. Perkembangan spora mikoriza di dalam tanah bergantung pada metabolisme tanaman inang. Rerata jumlah spora mikoriza pada perakaran jagung tersaji pada tabel 2.

Berdasarkan tabel 2, menunjukkan bahwa rerata jumlah spora adalah 51 spora/100 gram tanah. Jika dibandingkan dengan presentase infeksi yang mendekati angka 100%, jumlah spora pada tanah mediteran tersebut terbilang cukup rendah. Produksi spora yang rendah dapat saja terjadi walaupun persentase akar yang terinfeksi tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Suhardi (1989) bahwa perkembangan spora biasanya terjadi karena reaksi terhadap pertumbuhan akar,

tetapi produksi spora akan semakin banyak setelah tanaman inang menjadi dewasa bahkan mendekati tua. Selain itu menurut Masria (2005) mikoriza berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan, sehingga semakin kering kondisi media tanam tanaman inang, mikoriza semakin banyak berkecambah di dalam tanah. Pada jumlah spora, idealnya semakin tua tanaman inang maka jumlah spora di tanah semakin meningkat, dalam hal ini tidak ada standar minimal atau maksimal jumlah spora pada suatu media. Hal tersebut akan berbeda jika tanah *rhizosfer* tanaman inang tersebut akan digunakan untuk inokulum mikoriza yang standar jumlah sporanya adalah 50-60 spora/gram dan persentase infeksiya lebih dari 80%, maka dosis aplikasi pada tanaman adalah sebanyak 40 gram per tanaman (Lukiwati & Simanungkalit, 2010).

2. Perkembangan Mikoriza pada Tanaman Singkong Renek

a. Presentasi Infeksi Mikoriza

Persentase infeksi merupakan parameter yang penting 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.

Adanya infeksi pada akar tanaman menunjukkan bahwa jamur mikoriza berasosiasi pada tanaman dan membentuk koloni. Dalam berasosiasi jamur menginfeksi tanaman dan berkoloni diakar tanpa menimbulkan patogenesis sebagaimana biasa terjadi pada infeksi jamur patogenik, dalam hal ini cendawan tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya tetapi cenderung keduanya bekerjasama dan saling mempertukarkan hara sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Rerata presentase infeksi mikoriza tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Presentase infeksi mikoriza

Perlakuan	Infeksi akar tanaman singkong		
	Minggu 4	Minggu 8	Minggu 12
Spora murni	96,67a	100,00a	100,00a
<i>Crude</i> inokulum	98,33a	100,00a	100,00a
<i>Pelet</i>	98,33a	100,00a	100,00a
Rerata	97,78	100,00	100,00

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama dalam satu kolom menunjukkan ada beda nyata berdasarkan hasil uji F pada taraf 5%.

Hasil sidik ragam pada infeksi mikoriza akar singkong pada minggu 4 menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata pada semua perlakuan terhadap presentase infeksi mikoriza (Lampiran 3.a.1). Rerata dari presentase infeksi mikoriza pada tanaman singkong Renek yaitu 97,78%. Hasil tersebut lebih tinggi dari yang didapatkan oleh Arianto (2015) yaitu hasil uji identifikasi persentase infeksi akar oleh mikoriza dari sumber inokulan pada akar tanaman jagung sebesar 80,1%. Jika dilihat dari data tersebut, presentase infeksi mikoriza sudah menunjukkan bahwa mikoriza *indigenous* Gunungkidul telah berasosiasi dengan perakaran singkong Renek.

Pada minggu 8, presentase mikoriza sudah mengalami peningkatan yaitu 100%. Pada akar yang terinfeksi mikoriza, maka terdapat organel-organel mikoriza seperti vesikula, arbuskula, dan hifa eksternal maupun internal. Dengan berbagai organel tersebut, mikoriza dapat terus menginfeksi keseluruhan akar suatu tanaman.

Pada minggu 12, terlihat bahwa presentase infeksi yaitu 100% pada perlakuan spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet*. Data tersebut menunjukkan bahwa seluruh perakaran singkong Renek sudah terinfeksi oleh cendawan mikoriza pada semua perlakuan bentuk formula.

Pada minggu awal (minggu 4) Mikoriza masih dalam tahap adaptasi dengan lingkungan sehingga persentase infeksinya belum maksimal. Meskipun begitu, presentase mikoriza sudah memenuhi syarat infeksi Mikoriza pada akar tanaman inangnya, sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Lukiwati (2001) yang menyatakan bahwa syarat minimal infeksi Mikoriza pada akar sebesar 80%-100%.

Intensitas infeksi mikoriza dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, meliputi pemupukan, nutrisi tanaman, pestisida, intensitas cahaya, musim, kelembaban tanah, pH, kepadatan inokulum, dan tingkat keretakan tanaman. Jumlah spora dapat dihubungkan dengan jumlah infeksi akar, pada umumnya pada waktu spora membentuk miselium di sekeliling akar yang menghambat perkembangan miselium bagian luar atau pertumbuhan akar dihambat oleh miskinnya suplai hara. Spora lebih banyak pada tingkat fosfat sedang daripada tingkat fosfat rendah, jika kekurangan fosfat membatasi pertumbuhan dan mempengaruhi keseluruhannya (Fakuara, 1988).

Berdasarkan dari perkembangan jumlah infeksi pada tanaman singkong minggu 4, 8, dan 12 dapat dilihat bahwa jumlah infeksi mikoriza semakin meningkat. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pertumbuhan usia tanaman yang juga semakin bertambah. Dengan peningkatan usia tanaman, kemampuan metabolisme tanaman juga semakin meningkat. Hal serupa juga terjadi pada mikoriza.

Pengamatan infeksi MVA mulai dilakukan pada minggu ke-4, hal ini dikarenakan infeksi MVA baru terjadi pada minggu ke 3-4 setelah inokulasi. Hasil penelitian Prayudyaningsih (2014) menyatakan bahwa pada umur 4 minggu pertumbuhan semai *A. scholaris* yang diinokulasi CMA menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada kontrol (-). Setelah 6 - 14 minggu peningkatan pertumbuhan tinggi semai *A. scholaris* yang diinokulasi CMA sangat berbeda dibandingkan dengan kontrol (-). Hal ini menunjukkan pengaruh asosiasi CMA mulai terlihat setelah inokulasi lebih dari 4 minggu.

Hal tersebut dapat diartikan bahwa akar tanaman singkong terbukti terinfeksi oleh cendawan mikoriza. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Nuhamara (1993) bahwa mikoriza dapat bersimbiosis dengan sebagian besar (97%) famili tanaman, seperti tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan salah satunya yaitu singkong. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa baik bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, maupun *pelet* sama efektifnya dalam menginfeksi perakaran singkong.

Infeksi mikoriza yang terjadi pada akar terdapat vesikula, hifa eksternal dan arbuskula sesuai dengan pendapat Nurhandayani *et al.* (2013), berbentuk bulat, oval atau lonjong dengan warna mulai dari kuning, oranye sampai merah bata. Spora *Glomus* mampu menginfeksi tanaman budidaya secara luas. Berdasarkan hasil penelitian Masfufah *et al.* (2016), menunjukkan bahwa kolonisasi mikoriza dengan akar tanaman kedelai ditunjukkan dengan adanya hifa, arbuskula dan vesikel pada akar tanaman kedelai.

b. Jumlah Spora Mikoriza singkong Renek

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 jumlah spora tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah spora tanaman singkong Renek minggu 4, 8, dan 12.

Perlakuan	Jumlah spora (spora/100 gram tanah)		
	Minggu 4	Minggu 8	Minggu 12
Spora murni	60,67a	77,67a	89,67a
<i>Crude</i> inokulum	65,67a	83,00a	115,00a
<i>Pelet</i>	60,00a	64,33a	94,00a
Rerata	62,11	75,00	99,57

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama dalam satu kolom menunjukkan ada beda nyata berdasarkan hasil uji F pada taraf 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata pada ketiga perlakuan terhadap jumlah spora dalam 100 gram tanah (Lampiran 3.a).

Berdasarkan hasil sidik ragam (tabel 4) pada minggu 4 perlakuan inokulasi bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, serta *pelet*, tidak menunjukkan hasil yang beda nyata (Lampiran 3.a.4). Hal tersebut terlihat dari rerata jumlah spora dalam 100 gram tanah adalah 62,11 spora/100 gram tanah.

Pada minggu 8 masing-masing dari perlakuan menunjukkan adanya peningkatan jumlah spora, namun disini terlihat bahwa masih menunjukkan tidak adanya beda nyata (Lampiran 3.a.5). Rerata jumlah spora pada bulan 2 yaitu 75 spora/100gram tanah. Angka tersebut menunjukkan peningkatan jumlah spora.

Dari pengamatan minggu 12, jumlah spora yang ada pada perakaran singkong Renek terus meningkat. Berdasarkan dari tabel pengamatan jumlah spora (tabel 4), menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata pada semua perlakuan terhadap jumlah spora dalam 100 gram tanah. Rerata dari jumlah spora pada bulan ketiga yaitu 99,57 spora/100 gram tanah. Mikoriza yang diaplikasikan ke dalam tanah dapat membentuk asosiasi dengan akar tanaman. Jumlah vesikel bertambah banyak dengan semakin tua umur tanaman dan hifa luaran pada setiap minggunya akan bertambah, sehingga mampu membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara.

Sesuai pendapat Goldsworthy dan Fisher (1989) bahwa penambahan pupuk ke dalam tanah adalah untuk menciptakan suatu kadar zat hara yang tinggi dalam larutan tanah bila pupuk larut dan dapat secara potensial akan menaikkan jumlah hara yang diserap akar dan akan berpengaruh pada proses fotosintesis.

Seiring bertambahnya umur tanaman maka bertambah juga populasi mikoriza. Hal tersebut ditandai dengan meningkatnya jumlah spora pada minggu ke 8 dan minggu ke 12 untuk masing-masing perlakuan. Spora mikoriza dapat bekerja efektif jika berasosiasi dengan akar tanaman sehingga mikoriza dapat berkolonisasi dan berkembang secara mutualistik (Adnan & Talanca, 2005). Dilihat dari standar deviasi pada ketiga perlakuan dari standar deviasi negatif dan positif menunjukkan garis yang sejajar pada minggu ke 4 hingga minggu ke 12. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa terjadi pengaruh berbagai perlakuan inokulasi bentuk formula mikoriza terhadap jumlah spora. Perkembangan kolonisasi CMA dimulai dengan pembentukan suatu apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang berasal dari spora yang berkecambah. Apresorium tersebut masuk kedalam akar melalui celah antar epidermis, kemudian membentuk hifa intraselular di sepanjang epidermis akar. Setelah berlangsung terbentuklah arbuskular dan vesicular (Wirawan, 2014).

B. Perkembangan Akar singkong Renek

Menurut Sitompul dan Guritno (1995) akar memiliki peran pertumbuhan yang sama pentingnya dengan tajuk. Kemampuan tanaman terhadap daya serap unsur hara yang ada didalam media tanam dapat dilihat melalui pengamatan panjang akar, berat segar akar dan berat kering akar. Rerata panjang akar, berat segar akar dan berat kering akar disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata panjang akar, bobot segar akar dan bobot kering akar tanaman singkong dan proliferasi pada minggu ke 12.

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Poliferasi (+)	Berat Segar Akar (gram)	Berat Kering Akar (gram)
Spora murni	64,67a	3	396,90a	63,93a
<i>Crude</i> inokulum	63,00a	3	278,30a	44,27a
<i>Pelet</i>	69,00a	4	364,80a	46,73a
Rerata	65,57	3	346,67	51,64

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama dalam satu kolom menunjukkan ada beda nyata berdasarkan uji F pada taraf 5%.

1. Panjang akar tanaman singkong

Panjang akar merupakan hasil perpanjangan sel-sel di belakang meristem ujung (Gardner, 1991). Sistem perakaran tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan media tumbuh tanaman. Sebagian besar nutrisi yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan tanah melalui akar, kecuali karbon dan oksigen yang

diserap dari udara melalui daun. Semakin panjang perkembangan akar, maka semakin banyak air dan hara yang diserap oleh tanaman sehingga kebutuhan hara untuk pertumbuhan dan produksi tanaman semakin terjamin (Lakitan, 2007).

Berdasarkan hasil sidik ragam panjang akar (tabel 5) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap panjang akar minggu ke 12 tanaman singkong Renek (Lampiran 3.b.1). Pada perlakuan inokulasi mikoriza dengan bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* memiliki rerata yaitu 65,57 cm pada minggu ke 12. Dilihat dari data pengamatan tersebut, dapat dikatakan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza dalam bentuk formula *crude* inokulum merupakan yang terendah. Panjang akar yang didapatkan pada minggu ke 12 adalah lebih dari 20 cm. Hal ini didukung oleh penelitian Ariestyandini (2017) yang menyatakan bahwa panjang akar tanaman singkong pada minggu ke 12 mencapai sekitar 20-30 cm. Agung-Astuti *et al.*, (2002) menunjukkan bahwa inokulasi CMA dapat meningkatkan panjang akar jagung di tanah pasir pantai sebesar 14,11 %. Apabila dibandingkan dengan penelitian tersebut maka panjang akar tanaman singkong pada penelitian ini tergolong lebih tinggi. Perkembangan panjang akar dipengaruhi oleh mikoriza yang diaplikasikan pada tanaman singkong varietas Renek ini.

Hal tersebut karena mikoriza mampu memperbaiki struktur tanah dengan menambah serapan hara sehingga tanah dapat menyimpan bahan organik lebih banyak. Saat bahan organik yang tersimpan dalam tanah banyak, maka tanah menjadi lebih subur dengan tekstur gembur. Dengan begitu, akar dapat menembus tanah dan berkembang dengan baik. Oleh karena itu panjang akar yang didapatkan sangatlah tinggi.

Peningkatan yang terjadi pada akar tanaman singkong dikarenakan dalam tahap ini, tanaman singkong masih melalui fase pertumbuhan vegetatif. Pada umur 18-35 hst akar tanaman mengalami pertumbuhan yang sangat cepat dan penyebaran di tanah sangat cepat, kemudian pertumbuhan akar akan diperlambat sering gejalanya laju pertumbuhan generatif (Deptan, 2010). Selain itu, pemanjangan akar juga disebabkan oleh mikoriza. Widiastuti dan 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

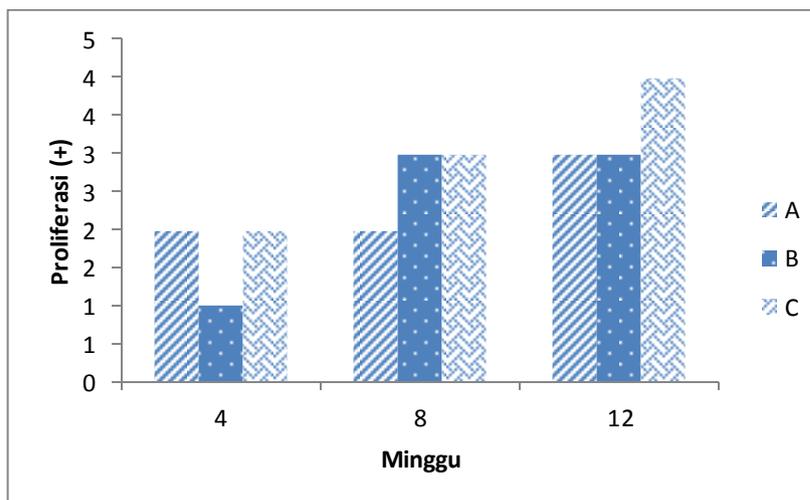
pemanjangan sel-sel bagian tanaman. Berdasarkan dari perkembangan panjang akar pada tanaman singkong Renek tersebut maka dapat terlihat bahwa tidak adanya beda nyata pada ketiga perlakuan bentuk formula. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa ketiga bentuk formula memiliki keefektikan yang sama dalam memberikan pengaruh dan manfaatnya terhadap tanaman.

2. Poliferasi akar tanaman singkong

Proliferasi akar menggambarkan pertumbuhan akar yang meluas pada media tumbuh. Tanah sebagai media tumbuh, di mana akar mencari nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Akar akan membentuk bulu-bulu akar yang akan menyusup di antara partikel tanah, memperluas permukaan kontak akar dengan tanah untuk mencari nutrisi (Wuryaningsih dkk., 2010). Rerata proliferasi akar disajikan pada tabel 5.

Dilihat dari rerata proliferasi minggu 12 (tabel 5) dapat dikatakan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza bentuk formula *pelet* memiliki proliferasi tertinggi. Hal tersebut berbeda dengan perlakuan bentuk formula spora murni dan *crude* inokulum yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh terdapatnya spora mikoriza *indigenous* dan terinfeksi mikoriza pada seluruh perlakuan. Disini spora juga melakukan perkecambahan dan menyebabkan perluasan jangkauan akar akibat infeksi mikoriza yang menciptakan adanya hifa eksternal. Berdasarkan hal tersebut, maka poliferasi tanah juga akan semakin berkembang seiring dengan meningkatnya jumlah spora serta presentase infeksi mikoriza pada perakaran tanaman singkong Renek. Menurut Sylvia *et al.* (2005) mikoriza yang berasosiasi dengan tanaman legum dapat meningkatkan unsur P, memicu meningkatnya aktivitas nitrogenase sehingga menyebabkan pertumbuhan perakaran.

Perkembangan proliferasi singkong Renek selama 12 minggu disajikan pada gambar 4.



Keterangan :

A : Spora murni

B : *Crude* inokulum

C : *Pelet*

Gambar 4. Proliferasi akar tanaman singkong

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa proliferasi akar mengalami peningkatan disetiap minggunya. Peningkatan tersebut terlihat pada minggu ke 4, minggu ke 8, hingga minggu ke 12. Pada ketiga perlakuan bentuk formula inokulum mikoriza terlihat bahwa perlakuan bentuk formula *pelet* menjadi perlakuan yang memiliki nilai tertinggi. Terlihat dari minggu ke-4 semua perlakuan menunjukkan nilai yang hampir seragam, kemudian minggu ke-8 mulai mengalami peningkatan, hingga minggu 12 proliferasi akar tanaman singkong Renek meningkat cukup pesat terutama untuk perlakuan *pelet*.

Hal ini menunjukkan bahwa terjadi simbiosis antara mikoriza dengan tanaman singkong sebagai tanaman inangnya. Kemampuan mikoriza dalam menstimulasi perkembangan akar berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam menyediakan hifa akar dalam memperluas penyerapan unsur hara dan air pada tanaman singkong Renek. Mikoriza memanfaatkan senyawa unsur hara untuk memacu perkembangan percabangan akar dan panjang akar meskipun dalam kondisi cekaman kekeringan. Intensitas infeksi mikoriza dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, meliputi pemupukan, nutrisi tanaman, pestisida, intensitas cahaya, musim, kelembaban tanah, pH, kepadatan inokulum, dan tingkat keretakan tanaman. Jumlah spora dapat dihubungkan dengan jumlah infeksi akar, pada umumnya pada waktu spora membentuk miselium di sekeliling akar yang menghambat perkembangan miselium bagian luar atau pertumbuhan akar dihambat oleh miskinnya suplai hara. Spora lebih banyak pada tingkat fosfat

sedang daripada tingkat fosfat rendah, jika kekurangan fosfat membatasi pertumbuhan dan mempengaruhi keseluruhannya (Fakuara, 1988).

Parameter infeksi akar saling berhubungan dengan jumlah spora serta persentase proliferasi akar. Arbuskular yang terbentuk dapat meningkatkan luas permukaan akar 2-3 kali lipat sehingga tingkat proliferasi akar tinggi. Fungi mikoriza menjadi kunci dalam memfasilitasi penyerapan unsur hara oleh tumbuhan, peningkatan pertumbuhan dan hasil produk tanaman (Dodd, 2000). Selain itu, 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 (Hadley, 1988 dalam Salisbury dan Ross, 1995). Hifa eksternal mikoriza dapat membantu akar tanaman inang dalam memperluas penyerapan unsur hara, sehingga hal ini berkaitan dengan parameter proliferasi akar.

3. Berat segar akar tanaman singkong

Akar merupakan organ vegetatif utama yang memasok air, mineral dan bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penyerapan air dan mineral terutama terjadi melalui ujung akar dan bulu akar (Gardner dkk., 1991). Akar dalam pertumbuhan tanaman singkong memiliki peran sebagai penopang tanaman agar dapat tumbuh tegak dan menyerap unsur hara dan air yang diperlukan tanaman dalam melakukan kegiatan metabolismenya.

Berdasarkan hasil sidik ragam bobot segar akar (tabel 5) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata (lampiran 3.b.2). Hal tersebut ditunjukkan dari hasil pengamatan berat segar akar pada minggu ke 12 memiliki rerata yaitu 346,67 gram. Hal tersebut diduga kandungan unsur hara yang terdapat dalam tanah bermikoriza memiliki unsur hara yang sama banyaknya. Sehingga kebutuhan tanamanpun tercukupi dengan baik. Bobot segar akar sangat erat kaitannya dengan penyerapan unsur hara dan air (Retno, 2018).

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 lainya yaitu jumlah spora mikoriza. Pada parameter jumlah spora semua perlakuan terdapat spora mikoriza yang berguna untuk membantu penyerapan unsur hara.

Perkembangan yang terjadi pada bobot segar akar menyatakan bahwa seiring bertambahnya umur tanaman singkong maka bobot segar akar tanaman semakin meningkat. Bobot segar akar sangat penting dan erat hubungannya dengan pengambilan air dan nutrisi didalam tanah. 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. Panjang akar mempengaruhi bobot segar akar, semakin panjang akar dan semakin rumit akar maka bobot segar akar semakin meningkat dan serapan air atau unsur hara akan meningkat sehingga bobot segar akar meningkat (Agus, 2015).

Selain hal tersebut, penambahan bobot segar akar tentunya juga dipicu oleh mikoriza. Semakin banyak infeksi mikoriza maka semakin berat akar tanaman, karena infeksi mikoriza menyebabkan pembesaran akar. Infeksi mikoriza menyebabkan akar menjadi lebih besar dan mengembang tetapi tidak sampai merusak sel akar. Infeksi yang terjadi pada akar tanaman disebabkan oleh propagul yang ada di dalam tanah, yang berupa spora istirahat atau mikoriza yang hidup pada akar tanaman (Sander, 1982).

4. Berat kering akar tanaman singkong

Bobot kering akar adalah hasil akumulasi bahan kering (fotosintat) pada proses fotosintesis. Bobot kering akar juga merupakan indikator banyaknya fotosintat yang terbentuk guna absorpsi nutrisi atau unsur hara dari tanah. Bobot kering akar sangat tergantung pada volume akar dan jumlah akar tanaman itu sendiri. Pengamatan berat kering akar dilakukan pada minggu ke 4, 8, dan 12.

Berdasarkan hasil sidik ragam berat kering akar minggu ke 12 (Tabel 5) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada parameter berat kering akar (Lampiran 3.b.3). Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa perlakuan inokulasi mikoriza dengan bentuk formula spora murni, *crude* inokulum dan *pelet* memiliki rerata berat kering pada minggu ke-12 yaitu 51,64 gram. Berat kering akar tanaman singkong menunjukkan pengaruh

yang selaras dengan hasil berat segar akar tanaman singkong, semakin tinggi berat segar akar menyebabkan penyerapan air dan unsur hara menjadi lebih maksimal sehingga proses fotosintesis berjalan dengan lancar dan hasil fotosintat (berat kering akar) juga tinggi. Hal ini didukung oleh Wachjar *et al* (2002), bahwa dari hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan pemberian CMA berpengaruh terhadap jumlah daun, bobot kering dan serapan P pada bibit kelapa sawit, tetapi tidak terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada umur 20 MST.

Menurut Isnaini dan Endang (2009) 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).

Akar merupakan bagian tanaman yang berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara yang berada didalam tanah, selain itu akar merupakan bagian tanaman yang berfungsi untuk menampung hasil fotosintat Peningkatan ini terjadi karena dipengaruhi oleh hasil fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman. Sinar matahari yang cukup serta penyerapan unsur hara dan air yang cukup menyebabkan peningkatan pada bobot kering akar. Hal ini dikarenakan cahaya adalah sebagai sumber fotosintat yang nantinya akan berpengaruh terhadap penambahan bobot kering akar. Pengeringan akar untuk menghilangkan kadar air ditujukan untuk mengetahui seberapa banyak hasil dari fotosintesis tanaman yang disimpan pada akar.

Berat kering tanaman menunjukkan biomassa yang merupakan kandungan bahan organik dari hasil fotosintesis (Harjadi, 1986) berat kering yang terbentuk mencerminkan banyaknya timbunan fotosintesis, karena bering tergantung dari laju fotosintesis. Tingginya berat brangkasan kering oven per hektar diduga karena sebagian besar dari hasil fotosintesis ditranslokasikan ke bagian vegetatif tanaman seperti batang, daun, cabang guna pertumbuhan dan perkembangannya, sehingga traslokasi fotosintat ke umbi berkurang.

C. Pertumbuhan Tajuk Tanaman Singkong Renek

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan tanaman yang baik menurut Sitompul dan Guritno (1995) dipengaruhi oleh faktor dalam

dan faktor luar tanaman itu sendiri. Faktor lingkungan yang mempengaruhi tanaman diantaranya adalah ketersediaan air, unsur hara, iklim dan adanya hama dan penyakit (Gardner *et al.*, 1991).

Berdasarkan Hasil sidik ragam Tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar tajuk dan berat kering tajuk dan luas daun tanaman menunjukkan bahwa tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Hasil rerata pertumbuhan dan perkembangan tanaman singkong tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata tinggi tajuk, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, jumlah daun dan luas daun tanaman singkong pada minggu ke 12.

Perlakuan	Tinggi tajuk (cm)	Jumlah daun	Luas daun (cm ²)	Berat segar tajuk (gram)	Berat kering tajuk (gram)
Spora murni	91,88a	77,22a	13.102a	530,71a	105,58a
<i>Crude</i> inokulum	94,67a	67,78a	11.303a	491,09a	88,70a
<i>Pelet</i>	100,88a	95,33a	10.839a	494,93a	87,03a
Rerata	95,81	80,11	11,74	505,57	93,77

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama dalam satu kolom menunjukkan ada beda nyata berdasarkan hasil uji F pada taraf 5%.

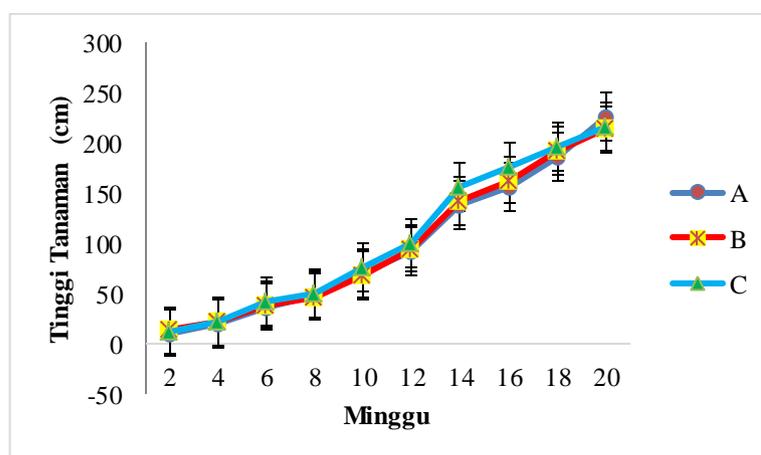
1. Tinggi tajuk tanaman singkong

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).

Berdasarkan hasil sidik ragam tinggi tanaman (Tabel 6) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang beda nyata (lampiran 3.c.1). Pada pengamatan tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan bentuk formula inokulum spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* memiliki nilai rerata pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 95,81 cm. Hasil penelitian Kabirun (2002) menyatakan, pemberian mikoriza pada padi Gogo dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering tanaman, serapan P tanaman, berat, dan jumlah gabah berisi dan berat jerami.

Menurut Kamal (2011), Produksi tanaman pangan pada dasarnya dapat dipandang sebagai hasil dari suatu proses interaksi antara tanaman dan lingkungannya, sehingga kondusifitas lingkungan tumbuh dapat mengoptimalkan produksi tanaman sesuai potensi genetiknya. Dalam proses pertumbuhan dan produksinya, tanaman memanfaatkan sumberdaya yang ada disekitarnya atau faktor lingkungan. Faktor ini terdiri dari cahaya, air, udara, unsur hara dan media tumbuh. Goldsworthy (1996) menyatakan bahwa penambahan tinggi tanaman dipengaruhi oleh kesuburan tanah, air dan cahaya.

Rerata perkembangan tinggi tanaman setiap minggunya berdasarkan perlakuan sistem olah tanahnya tersaji pada pada Gambar 5.



Keterangan :

A : Spora murni

B : *Crude* inokulum

C : *Pelet*

Gambar 5. Tinggi tajuk tanaman singkong

Pada Gambar 5 ditunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman meningkat dengan lambat dari minggu ke-0 sampai minggu ke-4 (Lampiran 3.c.1), 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 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-9 (Lampiran 3.c.1). 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).

Dongoran (2009) menyatakan bahwa, nitrogen dibutuhkan untuk membentuk senyawa penting seperti klorofil, asam nukleat, dan enzim sedangkan unsur hara mikro berfungsi terutama dalam pembentukan daun dan klorofil pada daun. Apabila pembentukan daun tersebut terganggu maka proses fotosintesis akan terganggu juga dan pertumbuhan tanaman terganggu dan jika terjadi kekurangan nitrogen, tanaman akan tumbuh lambat dan kerdil. Menurut Ohorella (2011), penambahan tinggi ini dapat optimal jika faktor pertumbuhan yang diperlukan oleh tanaman ubi kayu dapat terpenuhi. Pertambahan tinggi ubi kayu terjadi karena kesuburan tanah meningkat setelah diaplikasikan perlakuan. Pertumbuhan tanaman akan semakin optimal bila media tempat tumbuh tanaman tersebut dapat di optimalkan pemanfaatannya. Peningkatan kesuburan media tumbuh dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu olah tanah, pemberian bahan organik dan pemberian pupuk sehingga media tumbuh akan semakin meningkat kesuburannya.

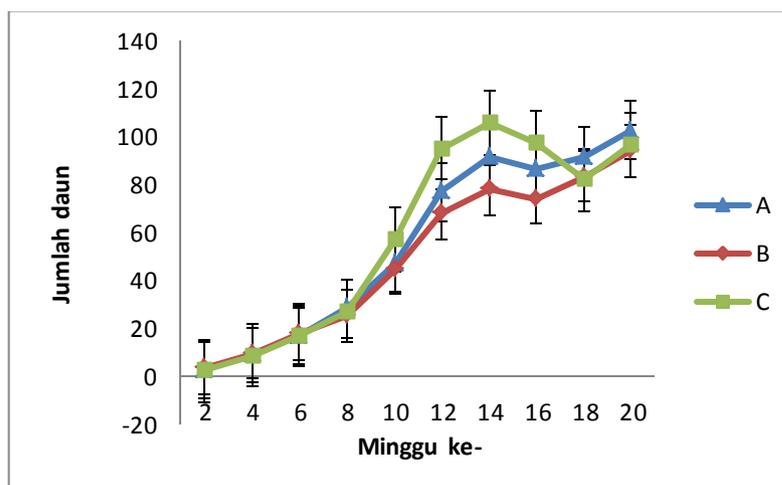
2. Jumlah daun tanaman singkong

Daun merupakan salah satu organ inti tanaman yang digunakan sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Pengamatan jumlah daun berfungsi untuk mengetahui pengaruh fotosintesis yang terjadi pada tanaman. Menurut Gardner dkk. (1991), mengemukakan bahwa daun diperlukan untuk menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi asimilat melalui proses fotosintesis tanaman. Rerata jumlah daun singkong disajikan dalam tabel 6.

Berdasarkan hasil sidik ragam jumlah daun (tabel 6) diketahui bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata (Lampiran 3.c.4). Inokulasi mikoriza dalam bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* menunjukkan rerata jumlah daun pada minggu ke 12 memiliki nilai yaitu 80,11 helai. Dari hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa bentuk formula inokulum ketiga perlakuan memberikan efektifitas terhadap mikoriza pada jumlah daun. Hal ini didukung oleh pernyataan Husin (1994) mengatakan bahwa mikoriza dapat meningkatkan nutrisi tanaman dan menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan seperti auksin dan giberelin. Auksin berfungsi untuk mencegah penuaan akar, sehingga akar dapat berfungsi lebih lama dan penyerapan unsur hara akan lebih banyak. Sedangkan giberelin berfungsi untuk merangsang

pembesaran dan pembelahan sel, terutama merangsang pertumbuhan primer sehingga mempengaruhi baik tinggi tanaman, maupun jumlah daun.

Perkembangan jumlah daun minggu ke 2 hingga minggu ke 12 disajikan dalam gambar 6.



Keterangan :
 A : Spora murni
 B : *Crude inokulum*
 C : *Pelet*

Gambar 6. Jumlah daun

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman Singkong pada semua perlakuan mengalami kenaikan dari minggu ke 2 sampai minggu ke 12. Hal ini dikarenakan pengaruh dari kebutuhan unsur hara yang sudah terpenuhi pada semua perlakuan. Unsur hara dan air sangat erat hubungannya dengan jumlah daun. Air dan unsur hara akan diserap oleh akar tanaman dan akan di distribusikan ke bagian vegetatif tanaman yang akan digunakan untuk pembentukan daun selama masa vegetatif tanaman berlangsung, selain itu unsur hara dan kebutuhan air yang tercukupi akan memaksimalkan proses fotosintesis yang akan berpengaruh terhadap banyaknya jumlah daun.

Menurut Agis (2016) menyatakan bahwa unsur N yang diserap oleh akar akan digunakan sebagai faktor utama penusun klorofil. Semakin tercukupi unsur N pada tanaman maka pemerntukan klorofil semakin tinggi, sehingga hasil fotosintesis semakin banyak. Tingginya hasil fotosintesis pada tanaman Singkong mengakibatkan pertumbuhan jumlah daun semakin banyak dan beriringan dengan pertumbuhan luas daun.

Jumlah daun pada tanaman singkong varietas Renek mengalami kerontokan hebat mulai minggu ke-14 hal ini dikarenakan dilapangan terjadi

serangan tungau, pada bagian bawah daun terdapat banyak tungau berwarna merah kemudian daun menjadi layu dari yang semula berwarna hijau tua segar menjadi kekuningan hingga keseluruhan daun berwarna kuning dan rontok. Penanganan yang dilakukan sejak awal terlihat bahwa tanaman singkon varietas Renek terserang tungau merah yaitu dengan melakukan penyemprotan menggunakan insektisida. Merk dagang insektisida yang digunakan untuk menangani tungau adalah Curacron dengan cara pemakaian mengambil 10 ml per 10 liter air dengan interval aplikasi penyemprotan selama 3 hari. Penyemprotan menggunakan mesin semprot disel dengan pengaturan spray kabut agar tepat sasaran dan merata, penyemprotan dilakukan pada sore hari dibagian bawah daun yang terdapat serangan tungau. Jumlah daun terus rontok walaupun sudah dilakukan penyemprotan secara berkala dengan merk dagang tersebut, hal ini dikarenakan kondisi lingkungan tanaman singkong varietas Renek berdekatan dengan tanaman lain yang rentan terserang hama dan penyakit sehingga secara cepat menular dan mengalami kerontokkan hebat . Daun yang tersisa waktu panen singkong varietas Renek atau pada umur minggu ke-20 jumlah daun sedikit dan hanya tertinggal daun yang ada dibagian atas sehingga hal ini juga beriringan dengan pertumbuhan luas daun.

3. Luas daun tanaman singkong

Daun ini merupakan suatu aspek yang sangat penting dalam proses pertumbuhan tanaman dalam penyediaan substrat. Substrat yang digunakan untuk membentuk bahan baru tanaman yang sebagian besar adalah karbohidrat, diperoleh dari proses fotosintesis pada organ yaitu daun. Kemampuan daun untuk menghasilkan produk fotosintesis ditentukan oleh produktifitas per satuan luas daun eksternal dan internal daun (Fahn, 1995). Laju fotosintesis setiap tanaman umumnya dipengaruhi oleh luas daun. Penambahan luas daun merupakan proses pembelahan dan pembesaran sel.

Berdasarkan hasil sidik ragam luas daun (tabel 6) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang beda nyata (Lampiran 3.c.5). Dari hasil pengamatan rerata luas daun pada bulan ke 3 menunjukkan bahwa perlakuan bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* memiliki luas daun sebesar 11.748 cm². Hasil luas daun ini sejalan dengan jumlah

daun Hal tersebut diduga karena jumlah daun bisa dijadikan salah satu faktor yang menentukan besaran luas per-tiap helai daun yang terdapat pada tangkai setiap tajuk.

Daun singkong termasuk daun yang tidak lengkap (*incompletes*) karena hanya terdiri atas helai daun dan tangkai daun. Daunnya memiliki pertulangan daun menjari dan jumlah belahan helai atau sirip daun pada satu tangkai terdiri dari 3-9 helai. Letak daun yang dekat dengan perbungaan biasanya berukuran lebih kecil dan belahan daunnya hanya terdiri atas 3 helai (Alves, 2002).

Besaran luas daun sejajar dengan jumlah daun yang ada pada tanaman singkong Renek. Hal ini didukung oleh pernyataan Wahida *et al.* (2011) bahwa semakin banyak daun semakin tinggi fotosintesis yang terjadi. Dengan banyaknya fotosintat yang terakumulasi, maka menyebabkan nilai luas daun juga semakin tinggi. Daun berfungsi sebagai organ utama fotosintesis pada tumbuhan, efektif dalam penyerapan cahaya dan cepat dalam pengambilan CO₂. Namun jumlah daun dan luas daun dapat saja terjadi apabila terdapat kendala yang lain terhadap budidaya tanaman seperti terserang hama maupun penyakit seperti apa yang terjadi pada penelitian singkong Renek ini. Dengan adanya serangan tersebut, jumlah daun berkurang sehingga luasan daun pun ikut berkurang.

Dongoran (2009) menyatakan bahwa, nitrogen dibutuhkan untuk membentuk senyawa penting seperti klorofil, asam nukleat, dan enzim sedangkan unsur hara mikro berfungsi terutama dalam pembentukan daun dan klorofil pada daun. Apabila pembentukan daun tersebut terganggu maka proses fotosintesis akan terganggu juga dan pertumbuhan tanaman terganggu dan jika terjadi kekurangan nitrogen, tanaman akan tumbuh lambat dan kerdil.

4. Berat segar tajuk tanaman singkong

Bobot segar tanaman singkong tajuk mengindikasikan akumulasi fotosintat dalam tanaman dan menunjukkan kandungan air yang berada pada jaringan tajuk. Nitrogen merupakan unsur paling penting dalam proses fotosintesis, karena Nitrogen merupakan unsur pembentuk kloroplas yang merupakan tempat hidup zat hijau daun yaitu klorofil. Semakin banyak Nitrogen yang diserap maka kloroplas yang dibentuk semakin banyak dan proses fotosintesis lebih cepat. Hampir 10-40% dari tanaman singkong terdiri atas daun (Marhaeniyanto, 2007).

Salisbury dan Ross (1995) serta Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa berat segar tanaman dapat menunjukkan aktivitas metabolisme tanaman dan nilai berat basah tanaman dipengaruhi oleh kandungan air jaringan, unsur hara dan hasil metabolisme. Khrisnamoorthy (1975) mengemukakan bahwa giberelin mampu meningkatkan ukuran sel (pembesaran sel) dan peningkatan jumlah sel (pembelahan sel). Peningkatan ukuran dan jumlah sel pada akhirnya akan meningkatkan berat tanaman.

Berdasarkan hasil sidik ragam tidak terdapat beda nyata terhadap berat segar pada ketiga perlakuan di minggu ke 12 (Lampiran 3.c.2). Dari hasil pengamatan rerata berat segar tajuk pada minggu 12 (Tabel 6), dapat diketahui bahwa bentuk formula spora murni, *crude* inokulum dan *pelet* memiliki nilai rerata berat segar yaitu 505,57 gram. Nilai tersebut cukup tinggi, didukung oleh penelitian indayanti (2017) bahwa minggu ke 10 diketahui bahwa rerata bobot segar tanaman masing –masing perlakuan yaitu perlakuanimbangan pupuk SP-36 100% dosis anjuran dan MVA 424,37 gram paling tinggi dari pada perlakuan penggunaan kotoran Walet. Hal tersebut menandakan bahwa mikoriza benar-benar mampu meningkatkan berat segar tanaman.

Bagian penting dari Mikoriza adalah hifa eksternal yang dibentuk diluar akar tanaman. Hifa ini membantu memperluas daerah penyerapan akar (Kabirun, 1990). Prinsip kerja dari hifa Mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung Mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas bidang penyerapan unsur hara (Nurbaity dkk., 2009), dengan begitu pertumbuhan tanaman singkong akan meningkat. 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.

Kondisi tinggi tanaman serta jumlah daun ysng belum begitu cukup untuk meningkatkan metabolisme tanaman dapat menjadi suatu faktor pembatas. Jika metabolisme tanaman baik, maka penyerapan air dari dalam tanah juga baik. Dengan begitu, tanaman dapat menyuplai kebutuhan air pada masing-masing organ termasuk bagian dari tajuk tanaman. 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.

5. Berat kering tajuk tanaman singkong

Bobot kering tajuk tanaman singkong menunjukkan akumulasi bahan kering dari hasil fotosintesis tanaman. Hasil fotosintesis yang didistribusikan tidak hanya menghasilkan organ seperti tajuk dan akar, namun hasil fotosintesis juga disimpan sebagai cadangan makanan. Proses fotosintesis ini juga dibantu dengan nutrisi dari media tanam (Gardner dkk., 1991).

Hasil sidik ragam bobot kering menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata pada semua perlakuan (lampiran 3.c.3). Hal ini dapat diartikan bahwa mikoriza menyumbang manfaat yang sama pada berbagai perlakuan bentuk formula mikoriza. Pada rerata berat kering tajuk minggu ke 12 (tabel 6) inokulasi mikoriza bentuk formula spora murni, *crude* inokulum dan *pelet* memiliki nilai yaitu 93,77 gram. Hal ini dikarenakan semakin tinggi berat segar maka semakin tinggi pula berat kering. Data tersebut didukung oleh penelitian yang juga menunjukkan hasil yang tinggi terhadap tanaman jagung dengan pemberian kombinasi SP-36 dosis sesuai anjuran dengan Mikoriza yaitu sebesar 77,98 gram.

Menurut Fitter dan Hay (1981) 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. Pada berat kering tajuk juga mengikuti tren dari 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.

Terkait dengan hasil seragam yang terlihat dari rerata yang memiliki nilai tidak beda nyata, maka dapat dinyatakan bahwa berbagai perlakuan inokulasi yaitu bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, serta *pelet* memiliki sifat efektif yang sama. Ketiganya dapat dengan sama memiliki efisiensi dalam pengaplikasiannya. Hal tersebut juga berkaitan dengan infeksi mikoriza serta jumlah sporangium terdapat pada perakaran tanaman singkong Renek.

D. Hasil Singkong Renek

Hasil panen merupakan salah satu parameter terpenting untuk menentukan tingginya produktivitas tanaman. Hasil panen juga dapat menggambarkan kualitas umur panen yang tepat. Hasil panen tidak hanya ditentukan dari kuantitas melainkan harus terjaga secara kualitas. Rerata hasil panen singkong pada usia 20 minggu disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata jumlah ubi per tanaman, panjang ubi, diameter ubi, berat ubi dan hasil singkong pada minggu ke 20.

Perlakuan	Jumlah ubi (per tanaman)	Panjang ubi (cm)	Diameter ubi (mm)	Berat ubi (kg)	Berat per ubi (kg)	Hasil singkong (Ton/ha)
Spora murni	10,22a	20,16a	34,26a	2,47a	0,24a	24,7a
Crude inokulum	11,22a	20,64a	29,42b	2,08a	0,18a	20,8a
Pelet	9,99a	22,81a	34,64a	2,54a	0,25a	25,4a
Rerata	10,47	21,21	32,77	2,36	0,22	23,63

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama dalam satu kolom menunjukkan ada beda nyata berdasarkan hasil uji F pada taraf 5%, sedangkan rerata yang diikuti dengan huruf tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT dengan kadar kesalahan 5%.

1. Jumlah ubi per tanaman

Pengamatan jumlah singkong dilakukan untuk mengetahui hasil produksi singkong. Perhitungan jumlah singkong bertujuan untuk mengetahui berapa besar hasil panen yang didapatkan, selain itu jumlah singkong menjadi tolak ukur keberhasilan dalam budidaya singkong. Rerata jumlah daun singkong disajikan dalam tabel 7.

Berdasarkan hasil sidik ragam luas daun (tabel 7) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang beda nyata (Lampiran 3.d.1). Pada tabel 7 menunjukkan bahwa bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet*, memiliki rerata jumlah singkong pada tiap tanaman singkong Renek yaitu 10,47 per tanaman. Rendahnya jumlah ubi ini disebabkan karena banyaknya jumlah daun yang tidak optimal yang dapat menurunkan produksi. Jumlah daun yang banyak akan berpotensi menurunkan produksi (Apriyadi, 2011). Meskipun begitu, hasil tersebut lebih tinggi dari penelitian Nugroho (2019) yang memiliki jumlah ubi pertanaman adalah 8,67 buah pada umur panen 20 minggu. Menurut penelitian Dinda (2018), singkong varietas Pandesi Hijau lebih unggul dari Renek dengan jumlah ubi pertanaman adalah 11 buah.

Hasil yang seragam pada parameter jumlah ubi ini menandakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata atau signifikan yang disebabkan oleh bentuk formula mikoriza terhadap jumlah ubi pertanaman singkong varietas Renek ini. Hal ini dapat diduga karena mikoriza tidak bekerja secara optimal dalam perbedaan bentuk formula yang inokulasikan. Mikoriza arbuskular yang diberikan tidak bekerja optimal diduga disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah yang relatif optimal.

Aplikasi mikoriza tersebut mampu meningkatkan serapan unsur hara bagi tanaman. Berdasarkan penelitian Masfufah *et al.* (2016), pemberian mikoriza pada lahan yang kurang subur dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman karena kerja mikoriza dapat optimal. Menurut Jannah (2011), Mikoriza yang diberikan dapat membebaskan unsur P pada koloid tanah serta dapat meningkatkan dan memperluas bidang serapan akar tanaman. Menurut Widnyana (2011), kinerja mikoriza dilahan marginal atau lahan yang tingkat kesuburannya rendah sangat baik dan mempengaruhi semua parameter pengamatan.

2. Panjang ubi

Pengamatan panjang singkong kayu bertujuan untuk mengetahui perkembangan hasil dari pertumbuhan singkong kayu. Pada umumnya pertumbuhan panjang singkong kayu terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh proses peretumbuhan tanaman tersebut. Rerata panjang ubi singkong disajikan dalam tabel 7.

Berdasarkan hasil sidik ragam luas daun (tabel 7) diketahui bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang beda nyata (Lampiran 3.d.2). Pada berbagai perlakuan inokulasi bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* memiliki nilai rerata panjang ubi yaitu 21,21 cm. Dilihat dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa panjang ubi pada minggu ke 20 hampir seragam. Hal ini disebabkan oleh singkong yang masih mengalami masa pertumbuhan. Dengan begitu, ukuran panjang singkong pun belum maksimal meski singkong varietas Renek merupakan singkong genjah. Sedangkan untuk umur panen 5 bulan didapatkan 18,01 cm dan 8 bulan atau minggu 32, panjang ukuran ubi bisa mencapai 31,06 cm (Nugroho, 2019).

Nilai panjang ubi dari singkong Renek masalah belum maksimal. Menurut Nugroho (2019), hasil maksimal yang diperoleh terhadap panjang ubi singkong Renek adalah pada usia 32 minggu. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Deptan (2010), bahwa pertumbuhan panjang singkong mengalami peningkatan seiring bertambahnya pula usia panen dari tanaman tersebut. Panjang ubi merupakan hasil perpanjangan sel-sel di belakang meristem ujung.

3. Diameter ubi

Pengamatan diameter singkong kayu bertujuan untuk mengetahui seberapa besar singkong kayu yang dihasilkan dari hasil fotosintesis yang dilakukan tanaman singkong kayu selama proses pertumbuhan dan perkembangannya. Rerata diameter ubi singkong disajikan pada tabel 7.

Berdasarkan hasil sidik ragam diameter ubi (tabel 7) menunjukkan adanya beda nyata pada berbagai perlakuan (Lampiran 3.d.3). Pada perlakuan bentuk formula *crude* inokulum berbeda nyata dengan perlakuan spora murni dan *pelet*, tetapi antar perlakuan spora murni dan *pelet* tidak ada beda nyata. Terlihat dari parameter bentuk formula spora murni memiliki diameter ubi yang paling tinggi yaitu 34,26 mm, diikuti dengan perlakuan bentuk formula *pelet* yaitu 34,64 mm, dan perlakuan *crude* inokulum yang memiliki nilai terendah yaitu 29,42 mm. Berbeda dengan hasil yang diperoleh Nugroho (2019), bahwa diameter singkong Renek pada usia panen 5 bulan memiliki nilai diameter sebesar 4,19 cm. Hal ini diduga karena hasil fotosintat belum sepenuhnya diakumulasikan terhadap penebalan ubi singkong Renek.

Meskipun begitu, nilai yang didapatkan telah menunjukkan bahwa telah terjadi interaksi mikoriza terhadap tanaman. Hal tersebut 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. Berat kering berkaitan dengan fotosintat yang dihasilkan pada proses fotosintesis tanaman semakin tinggi fotosintat yang dihasilkan maka akan menyebabkan berat dan diameter ubi akan meningkat. Hal tersebut dikarenakan fotosintat akan di salurkan dan di ubi singkong.

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan spora murni dan *pelet* lebih tinggi dari pada *crude* inokulum. Ubi pada tanaman singkong merupakan hasil dari akar yang terus melakukan pembelahan dan pembesaran sel, yang kemudian berfungsi sebagai penampung kelebihan hasil fotosintat yang dihasilkan tanaman di daun (Rofiq, 2011). Berdasarkan hasil pada Tabel 7, terdapat beda nyata terhadap spora murni dengan inokulum *crude*, dan *pelet* dengan inokulum *crude*. Namun spora murni dan *pelet* tidak memiliki beda nyata. Hal ini dapat dikatakan bahwa bentuk formula spora murni dan *pelet* dapat memberikan efektifitas dan manfaat yang sama besarnya. Dengan begitu dapat dikatakan bahwa bentuk formula tersebut efektif untuk diaplikasikan.

Pemberian Mikoriza dapat menyediakan unsur hara esensial yang dapat menyusun perkembangan tanaman seperti unsur P untuk pembentukan energi dan meningkatkan kecepatan tumbuh tanaman. Unsur hara P juga berfungsi sebagai pembentukan akar dimana akar adalah bagian vegetatif dari tanaman yang menyokong pertumbuhan tanaman itu sendiri. Tersedianya unsur hara ini, dibantu dengan adanya cendawan yang bersimbiosis dengan akar tanaman dimana akar yang terinfeksi oleh Mikoriza akan memiliki daya jelajah yang luas dikarenakan hifa-hifa dari Mikoriza akan keluar dari bagian korteks menembus lapisan kulit luar akar tanaman. Hal ini sesuai dengan Wangiyana dkk. (2007) yang menyatakan fungi mikoriza arbuskular dapat dipergunakan untuk memperluas bidang serapan akar tanaman, untuk meningkatkan penyerapan air dan unsur hara, dan bahkan akar tanaman yang berasosiasi dengan CMA dinyatakan dapat mempunyai daya jelajah volume tanah sampai mencapai 100 kali akar tanaman yang sama tetapi tanpa mikoriza. Hal tersebutlah yang menyebabkan diameter singkong Renek dapat terus berkembang.

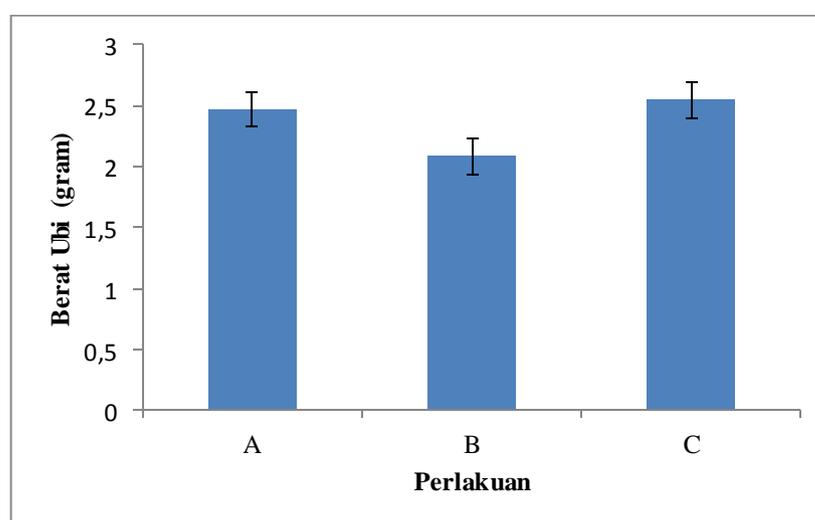
4. Berat ubi / tanaman

Pengamatan berat ubi singkong pada Tabel 7 dilakukan untuk mengetahui hasil perkembangan pertumbuhan singkong singkong setiap umur panen. Berat 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.

Berdasarkan hasil sidik ragam berat segar singkong (tabel 7) menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata dari ketiga perlakuan (lampiran 3.d.4). Dari data yang tersaji pada tabel 7, menunjukkan bahwa perlakuan bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* memiliki rerata berat ubi sebesar 2,36 Kg. Hasil tersebut lebih rendah apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, bahwa berat ubi pada umur panen 5 bulan atau 20 minggu mendapatkan 4,90 Kg (Nugroho, 2019).

Hal tersebut disebabkan oleh Setiap varietas memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap unsur hara, sehingga hal tersebut mempengaruhi perbedaan berat segar tanaman serta umur panen yang belum maksimal. Susilawati *et al.* (2008), menyampaikan bahwa umur panen 8 bulan merupakan waktu yang optimal untuk singkong varietas Renek. Meskipun begitu, jika dilihat dari umur panen yang singkat dapat dikatakan bahwa berat yang didapatkan cukup tinggi untuk tanaman singkong Renek. Hal ini diduga dipengaruhi oleh mikoriza yang dapat mengakumulasi carbon sehingga meningkatkan berat umbi tanaman singkong Renek. Hal tersebut juga didukung oleh Mieke *et al.*, (2003) yang melaporkan pemberian CMA dan pupuk P dapat meningkatkan umbi kentang sebesar 23.5%. Histogram rerata berat ubi singkong per tanaman tersaji pada Gambar 7.



Keterangan :

A : Spora murni

B : *Crude* inokulum

C : *Pelet*

Gambar 7. Berat ubi singkong Renek per tanaman

Pada gambar 7 telah ditampilkan grafik histogram berat segar tanaman singkong varietas Renek minggu ke 20. Penelitian kali ini tanaman singkong hanya ditumbuhkan hingga minggu ke 20. Meski begitu, hasil yang didapatkan bukanlah angka yang kecil. Gambar 7 menunjukkan bahwa parameter berat segar ubi memiliki nilai yang hampir seragam pada perlakuan bentuk formula spora murni dengan *pelet*. Perlakuan bentuk formula *crude* inokulum memiliki nilai berat segar ubi terendah.

Dilihat dari standar deviasi (Gambar 7) pada ketiga perlakuan terlihat bahwa standar deviasi negatif dan positif menunjukkan garis yang sejajar pada perlakuan bentuk formula spora murni dan *pelet*. Dilihat dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa bentuk formula spora murni sama dengan *pelet*, sedangkan berbeda dengan *crude*, yang mana nilai ini sejajar dengan diameter singkong Renek. Hal ini diduga karena pertumbuhan pada tanaman singkong berjalan sama dan maksimal, sehingga tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Sementara hal tersebut tidak terjadi pada tanaman dengan perlakuan bentuk formula *crude* inokulum. Proses fotosintesis yang terjadi di daun 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).

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. Setelah akar berubah menjadi ubi, fungsi-fungsi utama akar sebagai penyerap nutrisi dan air pada tanah. Ukuran dan bentuk pada ubi sangat dipengaruhi oleh tipe varietas dan kondisi lingkungan sekitar (Rofiq, 2011).

Hal tersebut senada dengan pernyataan Norman *et al.* (1995) dalam Agbaje dan Akinlosotu (2004) bahwa tanaman ubi kayu pada tanah dengan kandungan N dan K yang cukup akan menghasilkan umbi yang lebih besar dan perkembangan akar yang optimal. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan Howeler (1991) bahwa dalam pembentukan umbi, tanaman ubi kayu merupakan jenis tanaman yang membutuhkan unsur hara yang tinggi terutama unsur N dan K yang sangat berperan penting dalam membentuk pati pada akarnya serta untuk pertumbuhan yang optimal. Disamping itu, unsur hara K juga sangat diperlukan

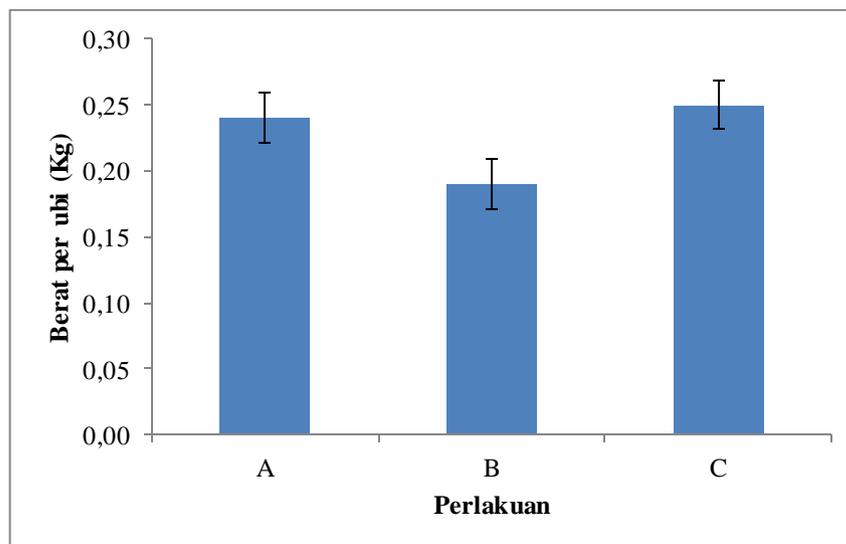
untuk memacu sintesa karbohidrat dalam proses metabolisme terutama untuk tanaman ubiubian (Sugito, 1990).

5. Berat per ubi

Pengamatan berat per ubi dilakukan untuk mengetahui akumulasi biomassa yang terjadi pada setiap akar tanaman singkong Renek. Pada akar ini juga terdapat rambut akar. Rambut akar muncul pada umur 10 hst. Pada umur 15-30 hst rambut akar mulai memanjang. Dengan adanya rambut akar ini bidang penyerapan akar menjadi amat diperluas sehingga lebih banyak air dan zat-zat makanan yang dihisap (Tjitrosoepomo, 2007). Struktur anatomi penampang melintang umbi ketela pohon menunjukkan adanya bagian-bagian jaringan Epidermis, Korteks, Endodermis, Xylem dan Floem. Tempat utama amilum disimpan adalah jaringan parenkim, yaitu jaringan metabolisme yang penting bagi tanaman (Sari *et al.*, 2017). Pembentukan akar menjadi umbi akar terjadi ketika pembentukan parenkim floem dalam jumlah besar menghasilkan bulir-bulir pati sehingga terbentuklah sebuah pati (Keating, 1988).

Berdasarkan hasil sidik ragam berat per ubi singkong (Tabel 7) menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata dari ketiga perlakuan (lampiran 3.d.5). Dari data yang tersaji pada Tabel 7, menunjukkan bahwa perlakuan bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, dan *pelet* memiliki rerata berat per ubi sebesar 0,22 Kg.

Hasil dari berat per ubi tergolong lebih kecil diakibatkan oleh tidak semua akar dapat terbentuk umbi dengan sempurna. Akumulasi asimilat dari tanaman diduga tidak secara keseluruhan disimpan pada umbi melainkan terdapat pada batang maupun bagian tanaman yang lain. Hal ini sejalan seperti yang dinyatakan oleh Islami (2015), bahwa umlah akar yang berfungsi sebagai penyimpan pati dipengaruhi oleh genotype, suplai asimilat, adanya naungan, photoperiod dan temperatur. Rerata berat per ubi singkong tersebut sejalan dengan berat ubi per tanaman singkong pada umur 5 BST atau minggu ke-20. Susilawati *et al.* (2008), menyampaikan bahwa umur panen 8 bulan merupakan waktu yang optimal untuk singkong varietas Renek. Histogram rerata berat ubi singkong tersaji pada Gambar 7.



Keterangan :

A : Spora murni

B : *Crude inokulum*

C : *Pelet*

Gambar 8. Berat per ubi singkong Renek

Pada gambar 8 telah disajikan histogram berat per ubi tanaman singkong varietas Renek minggu ke 20. Penelitian kali ini tanaman singkong hanya ditumbuhkan hingga minggu ke 20. Meski begitu, hasil yang didapatkan bukanlah angka yang kecil. Gambar 8 menunjukkan bahwa parameter berat per ubi memiliki nilai yang relatif sama pada semua perlakuan yaitu bentuk formula spora murni dengan *pelet*. Perlakuan bentuk formula *crude inokulum* memiliki nilai berat per ubi terendah.

Apabila dilihat dari standar deviasinya, terlihat bahwa garis negatif dan positif yang terdapat pada perlakuan bentuk spora murni dan *pelet* menunjukkan garis sejajar namun tidak pada perlakuan *crude inokulum*. Hal ini dapat dinyatakan bahwa perlakuan bentuk formula murni dengan *pelet* memiliki nilai berat per ubi yang sama besarnya namun berbeda dengan *crude inokulum*. Hasil yang disajikan pada berat per ubi sejalan dengan berat ubi per tanaman singkong. Semakin tinggi berat ubi pertanaman, maka berat per ubi juga semakin tinggi. Hal ini diakibatkan oleh bulir-bulir hasil asimilat atau pati berkumpul serta menyebabkan penebalan dinding akar dan menjadi ubi.

Zat pengatur tumbuh diantaranya yaitu auksin yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan akar, sedangkan sitokinin berperan dalam pembentukan tunas. Auksin dapat meningkatkan perakaran karena dapat menginduksi sekresi ion H^+ keluar melalui dinding sel yang menyebabkan K^+

diambil dan akan mengurangi potensial dalam sel. Enzim selulase memotong ikatan selulosa pada dinding primer akibat dorongan air yang masuk sehingga dinding primer menjadi elastis dan sel membesar dan terbentuklah umbi akar (Lakitan, 1996).

Pada tanaman ubi kayu menunjukkan korelasi positif antara luas daun area dan hasil produksi umbi akar, hal ini menunjukkan bahwa luas daun sangat penting dalam tingkat pertumbuhan tanaman dan pembentukan umbi akar. Luas area daun per tanaman bergantung pada jumlah tunas (cabang) yang produktif, jumlah daun terbentuk, ukuran daun dan umur daun (Alves, 2002). Selain itu Wargiono *et al.* (2006) melaporkan bahwa laju pertumbuhan umbi akar cepat pada umur 5-8 bulan, sehingga akumulasi bahan kering tiap minggunya akan semakin meningkat.

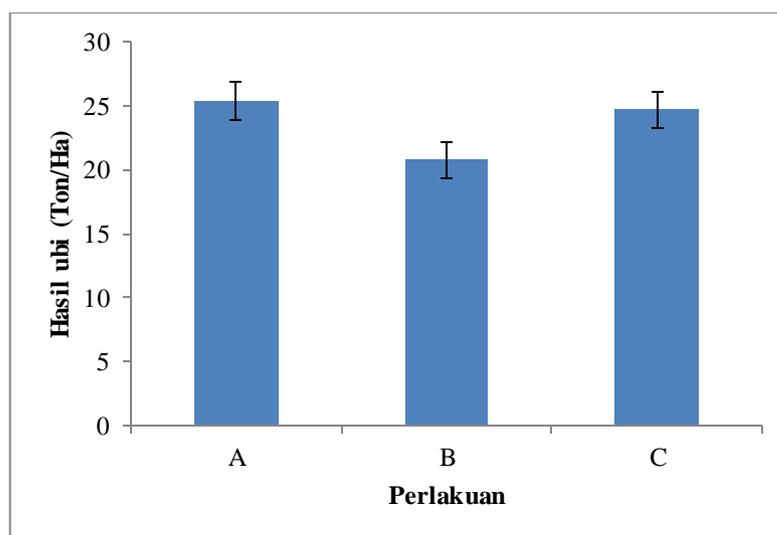
6. Hasil singkong per Hektar

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. Rerata hasil panen singkong Renek tersaji pada tabel 7.

Berdasarkan dari hasil sidik ragam hasil ubi singkong Renek (tabel 7) menunjukkan bahwa singkong Renek memiliki nilai yang tidak berbeda nyata pada berbagai perlakuan (Lampiran 3.d.6). Masing-masing perlakuan memberikan hasil dengan rerata 23,63 Ton/Ha. Menurut Prihandana (2008) mengatakan bahwa produksi singkong dapat dimaksimalkan hingga 30-60 Ton/Ha. Hasil yang didapatkan pada singkong Renek tersebut masih rendah diduga karena masih pada fase yang belum optimal untuk dilakukan pemanenan.

Meskipun begitu, pada perlakuan *crude* inokulum, spora murni, dan *pelet*, mikoriza *indigenous* Gunungkidul yang diaplikasikan pada tanaman singkong di tanah Regosol ini memiliki pengaruh yang sama terhadap singkong yang dihasilkan. Hal ini menandakan bahwa berbagai bentuk formula mikoriza mampu meningkatkan hasil singkong Renek melalui asosiasi mikoriza yang terdapat didalamnya.

Rerata hasil ubi singkong Renek tersaji pada Gambar 8.



Keterangan :

A : Spora murni

B : *Crude* inokulum

C : *Pelet*

Gambar 9. Hasil ubi singkong Renek per Hektar

Pada gambar 9, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara perlakuan spora murni dengan *crude* inokulum dan perlakuan antara pelet dengan *crude* inokulum. Namun melalui standar deviasi histogram tersebut, tidak menunjukkan adanya beda nyata antara perlakuan spora murni dan *pelet* namun berbeda dengan perlakuan *crude*. Hal tersebut sesuai dengan diameter dan berat ubi singkong Renek.

Menurut Tetelepta *et al.* (2016) pemberian mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman dengan menghasilkan hormone yang memacu pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemberian mikoriza juga dapat mempengaruhi ukuran buah dengan menyediakan unsur hara yang diperlukan agar dapat diserap tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi.

Berdasarkan penelitian Kustiyo *et al.* (2010), Aplikasi mikoriza arbuskular jenis *Glomus*. sp ke tanaman ubi kayu memiliki tingkat kecocokan yang sangat tinggi baik dari jenis *Glomus Manihotis* atau pun jenis *Glomus* lain. pengujian tiga jenis *Glomus* mikoriza arbuskular yaitu *G. Columbiana*, *G. Fasciculatum*, dan *G. Manihotis* pada tanaman ubi kayu dengan tingkat kecocokan mencapai 90-100% sehingga tingkat infeksi mikoriza pada tanaman ubi kayu sangat tinggi namun faktor lingkungan masih menjadi faktor pembatas respon mikoriza untuk bekerja optimal. Menurut Saputra *et al.* (2015), semakin tinggi kadar unsur hara dan semakin optimal tanah untuk pertumbuhan tanaman, maka kerja mikoriza

kurang responsif karena kerja mikoriza berkaitan dengan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Unsur hara yang optimal yang dapat digunakan oleh tanaman akan mempengaruhi tingkat infeksi mikoriza. Walaupun jumlah spora banyak di daerah perakaran tidak akan mempengaruhi jumlah infeksi jika unsur hara tanaman tercukupi.

Berdasarkan semua parameter pertumbuhan dan hasil yang terdapat pada tanaman singkong varietas Renek menunjukkan bahwa semua perlakuan baik itu bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, maupun *pelet* pada tanah Regosol terdapat infeksi mikoriza pada perakaran singkong. Hal ini dikarenakan mikoriza indigenous Gunungkidul sudah terbukti efektif dan memenuhi syarat inokulasi. Disamping itu, hal tersebut juga dapat terjadi disebabkan oleh bentuk formula mikoriza memang terbukti efisien dalam pengaplikasian mikoriza sebagai pupuk hayati pada tanaman khususnya singkong Renek. Perlakuan bentuk formula spora murni, *crude* inokulum, serta *pelet*, memiliki pengaruh yang sama efektifnya terhadap parameter pertumbuhan tanaman meliputi, panjang akar, berat segar akar, berat kering akar, tinggi tajuk, berta segar tajuk, berat kering tajuk, jumlah daun, dan luas daun. Sedangkan pada hasil tanaman singkong, hal serupa juga terjadi terhadap parameter panjang ubi dan jumlah ubi per tanaman dengan perbedaan keefektifan yang tidak berbeda nyata pada ketiga perlakuan. Namun perlakuan *crude* inokulum pada parameter diameter ubi singkong Renek nyata lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan bentuk formula spora murni dan *pelet*. Hal tersebut juga terlihat pada parameter berat ubi, berat per ubi dan hasil singkong Renek yang memiliki nilai sejalan dengan perbedaan nyata pada spora murni dan *pelet* namun berbeda pada *crude* inokulum. Hal tersebut diduga karena singkong Renek pada penelitian kali ini pada perlakuan *crude* mendapatkan hasil asimilat dari fotosintesis yang berkaitan dengan aktifitas mikoriza terhadap panjang ubi dan bukan pada diameternya. Pada penelitian ini, melihat dari parameter hasil tanaman singkong menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi bentuk formula mikoriza *pelet* dan spora murni memiliki nilai sama dan lebih baik dibanding dengan bentuk *crude* inokulum. Hal ini dilihat dari nilai yang didapat pada parameter hasil ubi tanaman singkong Renek dalam satuan Ton/Ha.

Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa perlakuan bentuk formula *pelet* merupakan bentuk formula yang lebih efektif untuk diaplikasikan dibandingkan dari bentuk formula spora murni dan *crude* inokulum. Selain itu, efisiensi terhadap transportasi lebih tinggi karena bentuk formula *pelet* lebih praktis dalam pengemasan dan pengaplikasian. Terkait hal tersebut, maka bentuk formula *pelet* juga dapat menekan biaya produksi sehingga memiliki nilai ekonomis yang tinggi.