

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Mikoriza Arbuskular (MA) dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Sifat Kimia Tanah

4.1.1. Variabel pH tanah

Tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen di dalam tanah erat kaitannya dengan tingkat ketersediaan hara, status kation-kation basa, di dalam tanah yang akan diserap oleh tanaman. Perlakuan MA dan pupuk kandang secara tunggal berpengaruh nyata terhadap pH tanah namun interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh MA dan Pupuk kandang terhadap pH tanah

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ polybag)	A1 (100 g/ polybag)	
M0 (0 g/ polybag)	6.44	6.72	6.58 a
M1 (5 g/ polybag)	6.57	6.84	6.71 b
M2 (10 g/ polybag)	6.57	6.87	6.72 b
M3 (15 g/ polybag)	6.66	6.93	6.80 c
Rata- rata	6.56 a	6.84 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Nilai pH tanah terendah terdapat pada perlakuan A0M0 (kontrol) sedangkan pH tanah tertinggi terdapat pada perlakuan A1M3 yaitu 6.93 dengan peningkatan sebesar 7.60 % dari pH kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan nilai pH tanah yang berbeda nyata dan hasilnya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Peningkatan pH tanah disebabkan karena pupuk kandang yang diaplikasikan sudah mengalami mineralisasi (C/P pupuk kandang ayam dasar = 57.38) sehingga melepaskan OH^- ke tanah yang dapat meningkatkan pH tanah. Selain itu pupuk kandang mengandung asam humat yang mampu meningkatkan pH dengan mengikat sumber kemasaman seperti Al dan Fe sehingga mengurangi kemasaman pada tanah. Sesuai dengan pernyataan Hakim (2006) bahwa dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam humat, asam vulvat, serta asam-asam organik lainnya yang dapat mengikat logam seperti Al dan Fe, sehingga mengurangi kemasaman pada tanah.

Perlakuan mikoriza yang diberikan secara tunggal menghasilkan pH tanah yang berbeda nyata dengan perlakuan tunggal mikoriza lainnya. Semakin tinggi dosis mikoriza maka terjadi peningkatan pH lebih tinggi. Peningkatan dosis mikoriza menyebabkan peningkatan aktifitas dan metabolisme MA sehingga akan menghasilkan dan melepaskan senyawa-senyawa organik yang berperan dalam mengikat kation-kation logam yang menjadi penyebab kemasaman pada tanah (Stevenson, 2007). Selain itu peningkatan pH tanah juga disebabkan karena adanya MA yang dapat membentuk asosiasi dengan akar tanaman sehingga dapat memperbaiki sifat-sifat tanah termasuk menjaga kondisi pH tanah yang lebih baik.

4.1.2. P-tersedia Tanah

P-tersedia merupakan jumlah kandungan fosfat yang tersedia dalam tanah yang mampu diserap oleh tanaman. P merupakan unsur hara yang memberikan peranan yang penting dalam beberapa kegiatan pembelahan sel, pembentukan bunga, buah, dan biji, merangsang perkembangan akar, meningkatkan kualitas hasil tanaman dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Perlakuan pupuk kandang secara tunggal berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah namun perlakuan mikoriza secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah serta interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh MA dan Pupuk kandang terhadap P-tersedia Tanah

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	A1 (100 g/ <i>polybag</i>)	
	----- (ppmP) -----		
M0 (0 g/ <i>polybag</i>)	22.28	93.88	58.08
M1 (5 g/ <i>polybag</i>)	28.92	103.35	66.14
M2 (10 g/ <i>polybag</i>)	23.71	96.72	60.22
M3 (15 g/ <i>polybag</i>)	30.82	94.34	62.58
Rata-rata	26.43 a	97.07 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Nilai P-tersedia tanah terendah terdapat pada perlakuan A0M0 yaitu 22.28 ppmP, sedangkan P-tersedia tanah tertinggi terdapat pada perlakuan A1M1 yaitu 103.35 ppmP. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi

pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan nilai P-tersedia yang tidak berbeda nyata namun hasilnya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Peningkatan P-tersedia disebabkan oleh kandungan unsur hara P yang terdapat dalam bahan organik (pupuk kandang ayam) sehingga menambah sumbangan unsur hara P dalam tanah dibanding yang menggunakan mikoriza saja dengan dosis tertinggi. Djuniwati dkk, (2007) menjelaskan bahwa pupuk kandang ayam berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah sehingga dapat merangsang kegiatan biokimia dalam tanah seperti pengeluaran enzim fosfatase yang dapat merubah P menjadi tersedia baik bagi mikroorganisme atau tanaman.

Peningkatan P-tersedia juga disebabkan karena pemberian mikoriza yang memiliki kemampuan dalam melepaskan P tanah dari bentuk yang sukar larut menjadi bentuk larut sehingga P tersedia meningkat (Huda, 2001). MA mampu melarutkan P yang sukar larut dengan menghasilkan enzim fosfatase dan senyawa pengkkelat Fe dan Al. MA sehingga ketersediaan P meningkat dengan adanya hifa eksternal yang memiliki jangkauan luas (Iskandar, 2001).

4.1.3. C-organik Tanah

C-organik merupakan bahan organik yang terkandung di dalam maupun pada permukaan tanah yang berasal dari senyawa karbon di alam dan di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus (Supryono dkk, 2009). Karbon organik merupakan bagian fungsional dari bahan organik tanah yang mempunyai fungsi dan peranan sangat penting di dalam menentukan kesuburan dan produktivitas tanah melalui pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Karbon organik menjadi sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan karbon organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme yang akan meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi (Utami dan Handayani, 2003). Perlakuan pupuk kandang dan mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap C-organik tanah namun interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik tanah (Tabel 4)

Tabel 4. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap C-organik Tanah

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	A1 (100 g/ <i>polybag</i>)	
	------(%)-----		
M0 (0 g/ <i>polybag</i>)	0.21	0.78	0.50
M1 (5 g/ <i>polybag</i>)	0.26	0.86	0.56
M2 (10 g/ <i>polybag</i>)	0.51	0.80	0.66
M3 (15 g/ <i>polybag</i>)	0.62	0.80	0.71
Rata-rata	0.40 a	0.81 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

C-organik tanah terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 0.21 % sedangkan nilai C-organik tertinggi terdapat pada perlakuan A1M1 yaitu 0.86 % dengan peningkatan sebesar 309,5 % dari kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan C-organik yang tidak berbeda nyata namun hasilnya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Peningkatan C-organik tanah disebabkan karena penambahan pupuk kandang yang menyuplai bahan organik pada tanah.

Sesuai dengan penelitian Simanjuntak dkk, (2016) bahwa aplikasi pupuk kandang dengan dosis 22.5 t/ha dapat meningkatkan C-organik 1.45 % sedangkan perlakuan tanpa pupuk kandang hanya meningkatkan C-organik sebesar 0.83 %. Hasil dekomposisi bahan organik (karbon) akan masuk ke dalam jaringan mikrobial tanah untuk membentuk jaringan dan menyusun sel, selanjutnya menjadi bagian tanaman dan akhirnya mentransformasikan ke dalam bentuk humus yang stabil. Ditambah pernyataan Buckman dan Brady (1982) bahwa peningkatan C-organik karena selama proses dekomposisi karbon dibebaskan oleh mikroorganisme tanah dalam bentuk CO₂, CH₄ dan bentuk lain yang mudah menguap dan terlepas di dalam tanah. Meningkatnya kandungan C-organik tanah juga berasal dari MA yang menginfeksi akar tanaman sehingga mengeluarkan eksudat berupa karbon organik. Hairiah dkk, (2000) mengatakan bahwa karbon merupakan makanan bagi mikroorganisme yang berada di dalam tanah seperti mikoriza sehingga keberadaan karbon dapat memacu peningkatan kerja mikoriza dalam mempercepat proses dekomposisi tanah.

4.2. Pengaruh Mikoriza Arbuskular (MA) dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada

4.2.1. Tinggi Tanaman Selada

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada 1, 2, 3 dan 4 MST yang diukur mulai dari pangkal tumbuh sampai lengkung kanopi tertinggi. Perlakuan pupuk kandang dan mikoriza pada 1 MST secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Perlakuan pupuk kandang pada 2, 3, 4 MST secara tunggal berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman namun perlakuan mikoriza pada 2, 3 MST secara tunggal serta interaksi mikoriza dan pupuk kandang pada 1, 2, 3 dan 4 MST tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Tinggi Tanaman Selada

Waktu	Pupuk kandang (A)	Mikoriza (M)				Rata-rata
		M0(0 g/polybag)	M1 (5 g/polybag)	M2 (10 g/polybag)	M3 (15 g/polybag)	
----- (cm) -----						
1 MST	A0 (0 g/polybag)	5.53	6.50	6.47	6.77	6.32
	A1 (100 g/polybag)	5.67	6.13	8.00	7.57	6.84
	Rata-rata	5.60	6.32	7.23	7.17	-
2 MST	A0 (0 g/polybag)	8.93	9.90	10.37	10.93	10.03 a
	A1 (100 g/polybag)	11.73	12.17	13.27	13.40	12.64 b
	Rata-rata	10.33	11.03	11.82	12.17	-
3 MST	A0 (0 g/polybag)	13.50	13.73	14.27	14.63	14.03 a
	A1 (100 g/polybag)	15.40	17.77	18.57	20.30	17.94 b
	Rata-rata	14.45	15.75	16.42	17.33	-
4 MST	A0 (0 g/polybag)	18.67	18.97	19.13	21.83	19.85 a
	A1 (100 g/polybag)	22.63	23.03	25.07	25.97	24.18 b
	Rata-rata	20.89 a	21.00 a	21.87 ab	24.30 b	-

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada masing masing waktu pengamatan menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Hasil tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan kontrol (A0) pada 4 MST yaitu 18.67 cm sedangkan hasil tertinggi pada perlakuan A1M3 pada 4 MST yaitu 25.97 cm dengan peningkatan sebesar 39.1 % dari perlakuan kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan tinggi tanaman selada yang berbeda nyata namun hasilnya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari pupuk kandang yang menyumbangkan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Pupuk kandang ayam mengandung N yang dapat merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau daun, panjang daun, lebar daun) dan pertumbuhan vegetatif batang (tinggi dan ukuran batang).

Pupuk kandang ayam juga mengandung P untuk merangsang pembungaan dan pembuahan, merangsang pertumbuhan akar, merangsang pembentukan biji, merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel (Pernata, 2005). Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa perlakuan pupuk kandang ayam yaitu (subsoil + pukan ayam 1:1) menunjukkan hasil tinggi tanaman yang tertinggi yaitu 9,81 cm dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan pupuk kandang ayam perlakuan dan (subsoil + urea 1 g/bibit, KCl 2 g/bibit, SP36 2 g/bibit) yaitu hanya 6.34 cm dan 3.85 cm.

Peningkatan tinggi tanaman juga disebabkan oleh mikoriza yang dapat membantu tanaman dalam penyerapan air dan unsur hara terutama P. Mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena adanya peningkatan dalam pengambilan nutrient yaitu oleh hifa sehingga menghasilkan bidang penyerapan yang lebih luas yang meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman lebih cepat (Sitrianingsih, 2010).

4.2.2. Jumlah Daun Tanaman Selada

Pengukuran jumlah daun tanaman dilakukan pada 1, 2, 3, 4 MST dengan cara menghitung jumlah helai daun pada tiap perlakuan yaitu pada daun yang telah membuka. Perlakuan pupuk kandang pada 1, 2, 3 dan 4 MST secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman. Perlakuan mikoriza secara

tunggal pada 1 dan 2 MST tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman namun berpengaruh nyata pada 3 dan 4 MST terhadap jumlah daun tanaman. Interaksi mikoriza dan pupuk kandang pada 3 dan 4 MST berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Jumlah Daun Tanaman Selada

Waktu	Pupuk kandang (A)	Mikoriza (M)				Rata-rata
		M0 (0 g/ <i>polybag</i>)	M1 (5 g/ <i>polybag</i>)	M2 (10 g/ <i>polybag</i>)	M3 (15 g/ <i>polybag</i>)	
1 MST	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	4.67	5.00	5.33	5.33	5.08 a
	A1(100 g/ <i>polybag</i>)	5.67	5.67	5.67	5.67	5.67 b
	Rata-rata	5.17	5.33	5.50	5.50	
2 MST	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	6.00	7.00	6.67	7.00	6.67 a
	A1(100 g/ <i>polybag</i>)	7.33	8.00	8.00	7.00	7.58 b
	Rata-rata	6.67	7.50	7.33	7.00	
3 MST	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	8.00 a	8.67 a	8.00 a	9.00 a	8.42 a
	A1(100 g/ <i>polybag</i>)	9.00 a	11.00 b	10.67 b	9.33 a	10.00 b
	Rata-rata	8.50 a	9.83 ab	9.33 ab	9.16 b	
4 MST	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	10.00 a	10.33 a	10.00 a	10.30 a	10.17 a
	A1(100 g/ <i>polybag</i>)	12.00 b	14.00 c	13.67 c	11.67 b	12.83 b
	Rata-rata	11.00 a	12.17 ab	11.83 ab	11.00 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada masing masing waktu pengamatan menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Jumlah daun tanaman selada mengalami peningkatan setiap minggu pengamatan. Jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan jumlah 10.00 sedangkan jumlah daun tertinggi pada perlakuan A1M1 dengan jumlah 14.00 yang mengalami peningkatan sebesar 40 % dari perlakuan kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan jumlah daun yang berbeda dan hasilnya lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Perlakuan mikoriza tunggal dengan dosis yang

berbeda tidak menghasilkan jumlah daun yang berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza tunggal lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh pupuk kandang yang diserap oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman dapat sehingga dengan perlakuan pupuk kandang saja (A1M0) sudah mampu meningkatkan jumlah daun yang berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza tunggal.

Dewanto (2013) menyatakan bahwa pupuk kandang mengandung unsur hara fosfor dan nitrogen yang sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan tanaman yaitu menyuplai unsur hara, membuat daun lebih segar yang mampu meningkatkan kandungan klorofil daun yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesis. Banyaknya klorofil (sel hijau daun) pada daun dapat meningkatkan proses fotosintesis. Oleh karena itu dengan optimumnya fotosintat yang dihasilkan akan meningkatkan biomassa tanaman, sehingga meningkatkan produksi daun tanaman selada.

Selain melalui pupuk kandang, pemberian mikoriza mampu membantu mempermudah tanaman dalam penyerapan unsur hara sehingga unsur hara diserap tanaman secara optimum. Unsur hara yang tersedia mampu membantu pembentukan bagian vegetative tanaman termasuk jumlah daun. Sesuai hasil penelitian Dewanto (2013) menjelaskan bahwa Aplikasi 10 t/ha pupuk kandang + 10 g/tanaman MA memberikan jumlah daun dengan jumlah 9 yang hasilnya lebih banyak dari aplikasi 20 t/ha ataupun tanpa pupuk kandang maupun MA.

4.2.3. Bobot Segar Tanaman Selada

Perhitungan bobot segar tanaman dilakukan setelah panen berlangsung dengan cara menimbang semua bagian tanaman mulai dari daun, batang sampai akar menggunakan timbangan analitik. Perlakuan pupuk kandang secara tunggal berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman namun perlakuan mikoriza secara tunggal serta interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Bobot Segar Tanaman Selada

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	A1 (100 g/ <i>polybag</i>)	
	------(g/tanaman)-----		
M0 (0 g/ <i>polybag</i>)	33.84	86.60	60.22
M1 (5 g/ <i>polybag</i>)	41.77	97.53	69.70
M2 (10 g/ <i>polybag</i>)	44.86	93.10	68.98
M3 (15 g/ <i>polybag</i>)	40.83	86.18	63.51
Rata-rata	40.35 a	90.85 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Bobot segar tanaman terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 33.84 mg/tanaman sedangkan nilai bobot segar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan A1M1 sebesar 97.53 mg/tanaman dengan peningkatan sebesar 188.2 % dari perlakuan kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan bobot segar tanaman selada yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Hal ini disebabkan karena unsur hara khususnya P yang diperoleh dari pupuk kandang sehingga tanaman menyerap P dalam jumlah yang cukup sehingga dengan perlakuan pupuk kandang saja (A1M0) sudah mampu menghasilkan bobot segar tanaman selada yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan mikoriza tunggal. Johnston (2000) menyimpulkan bahwa pupuk kandang ayam menghasilkan peningkatan bobot segar tanaman tertinggi pada dosis 35 t/ha (122,73 g), sedangkan bobot kering tanaman terendah terjadi pada perlakuan kontrol sebesar 77,67 g.

Pernata (2005) menambahkan bahwa unsur P digunakan tanaman untuk bahan dasar protein, memperkuat batang tanaman dan meningkatkan hasil biji-bijian dan buah. Peningkatan unsur hara P juga dibantu oleh mikoriza yang akan ditranslokasikan ke bagian atas tanaman sehingga akan meningkatkan bobot segar tanaman. Hal ini sesuai dengan Purba (2005) bahwa manfaat utama simbiosis antara mikoriza dengan tanaman adalah kemampuannya dalam meningkatkan serapan hara fosfor dan memperbaiki pertumbuhan tanaman.

4.2.4. Bobot Kering Tanaman Selada

Perhitungan bobot kering tanaman diperoleh dari hasil penimbangan hasil tanaman yang sudah dipanen dan dioven. Perlakuan pupuk kandang dan mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman namun interaksi kedua faktor tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Bobot Kering Tanaman Selada

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ polybag)	A1 (100 g/ polybag)	
	----- (g/tanaman) -----		
M0 (0 g/ polybag)	2.25	4.18	3.22
M1 (5 g/ polybag)	2.64	5.67	4.16
M2 (10 g/ polybag)	2.54	4.93	3.74
M3 (15 g/ polybag)	2.48	4.02	3.25
Rata-rata	2.48 a	4.70 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Bobot kering tanaman terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 2.25 g/tanaman sedangkan bobot kering tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan A1M1 yang memiliki nilai sebesar 5.65 g/tanaman dengan kenaikan sebesar 151.1 % dari perlakuan kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan bobot kering tanaman selada yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Hal ini disebabkan karena penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ sepanjang masa pertumbuhan yang didukung oleh pasokan hara dari akar yang dihasilkan dari pupuk kandang sehingga perlakuan menggunakan pupuk kandang saja (A1M0) sudah dapat meningkatkan bobot kering tanaman. Maryanto dan Ismangil (2010) menyatakan bahwa sumbangan P dari pupuk kandang ke dalam tanah diserap akar tanaman selanjutnya digunakan untuk penyusunan organ tanaman. Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa perlakuan pupuk kandang ayam dengan dosis 500 g menghasilkan bobot kering tertinggi yaitu sebesar 15.3 g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kandang ayam dengan dosis 250 g.

Peningkatan bobot kering tanaman juga dibantu oleh mikoriza yang membantu penyerapan unsur P oleh tanaman serta penyerapan air oleh tanaman, sehingga air yang tersedia cukup memungkinkan terjadinya translokasi P dari tanah ke bagian tanaman sehingga dapat meningkatkan bobot kering tanaman. Sesuai dengan pendapat Sastrahidayat (2011) bahwa mikoriza bermanfaat bagi pertumbuhan dan produksi tanaman karena mampu meningkatkan kemampuan tanaman menyerap nutrisi dan air yang ada dalam tanah. Mekanisme peningkatan absorpsi unsur hara dan air pada tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza adalah melalui pertambahan luas permukaan absorpsi dan meningkatnya volume daerah penyerapan oleh hifa di luar permukaan akar serta kemampuan hifa yang lebih tinggi dalam mengabsorpsi unsur hara dan air dibanding rambut akar.

4.2.5. Serapan P Tanaman Selada

Analisis serapan P tanaman dilakukan pada akhir masa vegetative dengan menggunakan metode destruksi basah. Perlakuan pupuk kandang secara tunggal berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman namun perlakuan mikoriza secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman dan interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman (Tabel 9).

Tabel 9. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Serapan P Tanaman Selada

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ polybag)	A1 (100 g/ polybag)	
	------(mg/tanaman)-----		
M0 (0 g/ polybag)	781.38	2344.05	1562.70
M1 (5 g/ polybag)	1041.82	2734.75	1888.29
M2 (10 g/ polybag)	1172.16	2604.51	1888.34
M3 (15 g/ polybag)	911.62	2344.13	1627.87
Rata-rata	976.70 a	2506.90 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Serapan P tanaman terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 781.38 mg/tanaman sedangkan serapan P tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan A1M1 yang memiliki nilai sebesar 2734.75 mg/tanaman dengan peningkatan sebesar 250 % dari kontrol. Perlakuan mikoriza pada dosis yang

berbeda dengan kombinasi pupuk kandang ayam pada dosis yang sama menghasilkan serapan P tanaman selada yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Hal ini disebabkan karena pemberian unsur hara dari pupuk kandang dan bantuan mikoriza sehingga unsur hara dapat tersedia dan diserap oleh tanaman.

Pupuk kandang berinteraksi positif dalam tanah sehingga perlakuan menggunakan pupuk kandang saja (A1M0) sudah dapat meningkatkan serapan P tanaman dibandingkan dengan perlakuan mikoriza tunggal. Pupuk kandang selain memberi unsur hara bagi tanaman juga sebagai sumber nutrisi bagi mikoriza sehingga mengakibatkan aktivitas mikoriza meningkat dalam membantu penyerapan unsur P. Serapan P sangat tergantung pada kontak akar dengan P dalam larutan tanah.

Pengambilan P oleh tanaman selada dipengaruhi oleh sifat akar dan sifat tanah dalam menyediakan P. Pelepasan serapan P hanya dilakukan oleh asam-asam organik yang dihasilkan oleh akar tanaman itu sendiri (Hakim, 2006). Oleh karena itu fungsi mikoriza sangat diperlukan karena mikoriza menghasilkan enzim phosphatase yang mampu melepaskan P dan dapat membantu pengambilan hara yang terdapat di luar jangkauan akar mentranslokasikan ke jaringan inang dan secara langsung dapat meningkatkan ketersediaan hara pada jaringan inang. Sesuai dengan penelitian Hakim (2006) menjelaskan bahwa aplikasi inokulum penambat P dapat meningkatkan serapan hara tanaman lada dibandingkan tanpa inokulum, baik tidak dikombinasikan dengan pupuk, maupun perlakuan yang dikombinasikan dengan 100 % pupuk. Fungsi MA yaitu meningkatkan serapan hara, membantu melarutkan fosfor, membawa unsur hara fosfor, nitrogen, hara mikro dan mungkin air ke seluruh bagian tanaman (Handayanto dan Hairiah, 2007).

4.3. Pengaruh Mikoriza Arbuskular (MA) dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Sifat Biologi Tanah

4.3.1. Jumlah Spora

Perhitungan jumlah spora dilakukan menggunakan metode ayakan basah dengan mengambil sampel tanah setiap perlakuan dan dianalisis di laboratorium.

Perlakuan pupuk kandang dan mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah spora namun interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah spora (Tabel 10).

Tabel 10. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Jumlah Spora

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	A1 (100 g/ <i>polybag</i>)	
	-----(/ 100 g tanah)-----		
M0 (0 g/ <i>polybag</i>)	15.00	17.33	16.17 a
M1 (5 g/ <i>polybag</i>)	39.33	61.67	50.50 b
M2 (10 g/ <i>polybag</i>)	58.00	70.67	64.33 c
M3 (15 g/ <i>polybag</i>)	78.67	98.00	88.33 d
Rata-rata	47.75 a	61.92 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan jumlah spora yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda. Jumlah spora terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan jumlah 15.00 sedangkan jumlah spora tertinggi terdapat pada perlakuan A1M3 yang memiliki jumlah sebesar 98.00 dengan peningkatan 553.3 % dari perlakuan kontrol. Hal ini disebabkan oleh penambahan pupuk kandang ke dalam tanah dapat meningkatkan perkembangan mikoriza karena adanya suplai karbon sebagai energi untuk berkembangnya aktivitas mikoriza dalam tanah. Sesuai dengan penelitian Dewi dan Setiadi (2011) bahwa peningkatan jumlah spora tertinggi 303/100 g tanah dihasilkan oleh perlakuan dengan dosis mikoriza tertinggi yaitu 180 g ditambah asam humat 100 g, sedangkan jumlah spora terendah 94.33/ 100 g tanah dengan perlakuan tanpa mikoriza dan asam humat (kontrol).

Perlakuan mikoriza tunggal dengan dosis yang berbeda menghasilkan jumlah spora yang berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza tunggal lainnya, dan menunjukkan jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk kandang saja yang memiliki jumlah tidak berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan mikoriza tunggal yang menghasilkan jumlah spora yang tertinggi yaitu dengan dosis 15 g. Semakin tinggi dosis mikoriza maka dapat meningkatkan jumlah spora yang lebih tinggi. Sesuai dengan penelitian Djazuli (2011) bahwa

dengan perlakuan mikoriza 30 g/tanaman dapat meningkatkan jumlah spora yang lebih tinggi (106.1) dibandingkan dengan perlakuan mikoriza dengan dosis 0 g, 10 g dan 20 g / tanaman (18.0, 68.5, dan 88.5). Dari hasil pengamatan didapatkan 2 jenis genus spora yaitu *Glomus* dan *Acaulospora* (Lampiran 7 dan 8).

4.3.2. Infeksi Akar

Perhitungan infeksi akar dengan metode pewarnaan menggunakan *trypan blue* pada akar tanaman bagian ujung (2 cm). Perlakuan pupuk kandang dan mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap infeksi akar namun interaksi mikoriza dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap infeksi akar (Tabel 11). Perlakuan mikoriza pada dosis yang berbeda dengan kombinasi pupuk kandang pada dosis yang sama menghasilkan infeksi akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan mikoriza saja dengan dosis yang berbeda.

Tabel 11. Pengaruh MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Infeksi Akar

Mikoriza (M)	Pupuk Kandang (A)		Rata-rata
	A0 (0 g/ <i>polybag</i>)	A1 (100 g/ <i>polybag</i>)	
	------(%)-----		
M0 (0 g/ <i>polybag</i>)	26.67	33.33	30.00 a
M1 (5 g/ <i>polybag</i>)	46.67	56.67	51.67 b
M2 (10 g/ <i>polybag</i>)	53.33	70.00	61.67 bc
M3 (15 g/ <i>polybag</i>)	56.67	76.67	66.67 c
Rata-rata	45.83 a	59.17 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan pada taraf 5 %)

Infeksi akar terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu 26.67 % sedangkan nilai infeksi akar tertinggi terdapat pada perlakuan A1M3 yaitu 76.67 % dengan peningkatan sebesar 187.5 %. Hal ini disebabkan karena pemberian bahan organik yang berasal dari kotoran ayam dibutuhkan oleh tanaman dan mikoriza dalam memasok hara yang digunakan tanaman sehingga adanya kerjasama timbal balik antara tanaman dan mikoriza (Arifin dkk, 2002). Pupuk organik sangat penting untuk perkembangan mikoriza dalam bersimbiosis dengan akar tanaman selada. Ibiremo (2010) menambahkan bahwa mikoriza mengangkut nutrisi mineral pada tanah dan pupuk organik untuk digunakan oleh tanaman sehingga pupuk kandang ayam dan mikoriza bersinergis secara positif.

Penambahan bahan organik dan mikoriza dapat menambah kandungan hara, dengan kondisi yang baik dapat merangsang pertumbuhan mikoriza. Sesuai dengan penelitian Dewi dan Setiadi (2011) bahwa peningkatan infeksi tertinggi 77.96 % dihasilkan oleh perlakuan dengan dosis mikoriza tertinggi yaitu 180 g ditambah asam humat 100 g, sedangkan infeksi akar terendah 37.47 % dengan perlakuan tanpa mikoriza (kontrol). Suatu simbiosis terjadi apabila spora masuk ke dalam akar atau melakukan infeksi. Proses infeksi dimulai dengan perkecambahan spora di dalam tanah. Hifa yang tumbuh melakukan penetrasi ke dalam akar dan berkembang di dalam korteks.

Perlakuan mikoriza tunggal dengan dosis yang berbeda menghasilkan infeksi yang berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza tunggal lainnya dan menunjukkan jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk kandang saja yang memiliki jumlah tidak berbeda nyata dengan kontrol. Semakin tinggi dosis mikoriza yang diberikan dapat juga meningkatkan infeksi akar. Sesuai dengan penelitian bahwa pemberian MA (Sampurno dkk, 2010) dengan dosis 15 g mampu menghasilkan jumlah spora yang lebih banyak (13.46 %) dibandingkan dengan pemberian MA dengan dosis 0 g, 5 g, 10 g, 15 g (0 %, 2.96 %, 7.40 %). Ulfa dan Muslimin (2011) menyatakan bahwa MA memerlukan karbohidrat yang cukup dalam akar untuk mendukung pertumbuhannya, sehingga meningkatkan kerja mikoriza dalam membantu penyediaan hara bagi tanaman. Pada akar yang terinfeksi akan terbentuk arbuskel, vesikel dan hifa (Lampiran 9). Penetrasi hifa dan perkembangannya biasanya terjadi pada bagian yang masih mengalami diferensiasi dan proses pertumbuhan.

4.3 Efektivitas MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Ketersediaan P Tanah

Efektifitas adalah pencapaian target output yang diukur dengan cara membandingkan output perlakuan dengan output perlakuan lainnya. Suatu kegiatan dikatakan efektif jika output seharusnya lebih besar daripada output sesungguhnya. Perlakuan mikoriza dan pupuk kandang memiliki nilai efektif yang berbeda-beda. Peningkatan ketersediaan P paling efektif yaitu pada perlakuan pupuk kandang

tunggal dan perlakuan kombinasi pupuk kandang dan mikoriza dibandingkan dengan perlakuan mikoriza secara tunggal (Tabel 12).

Tabel 12. Efektifitas MA dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Ketersediaan P Tanah

MA	Pupuk kandang ayam	
	A0 (0 g/ polybag)	A1 (100 g/ polybag)
M0 (0 g/ polybag)	0 %	321.36 %
M1 (5 g/ polybag)	29.8 %	363.86 %
M2 (10 g/ polybag)	6.41 %	334.11 %
M3 (15 g/ polybag)	38.33 %	323.42 %

Efektivitas MA dan pupuk kandang terhadap ketersediaan P tanah yang tertinggi yaitu pada perlakuan pupuk kandang 100 g/ polybag dan mikoriza 5 g/ polybag (363.86 %). Efektifitas ketersediaan P ini disebabkan oleh aktivitas MA yang menghasilkan enzim phosphatase sehingga mampu melarutkan P. Peningkatan P-tersedia yang paling efektif juga disebabkan karena pemberian pupuk kandang sebagai sumber bahan organik bagi tanah. Pupuk kandang dapat mengurangi aktivitas Al dan Fe dalam memfiksasi P, sehingga P tersedia di dalam tanah akan meningkat. Selain itu, pupuk kandang juga sebagai sumber energi yang memberikan kondisi menguntungkan bagi aktivitas MA dalam meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah sehingga aktifitas MA juga meningkat. Menurut Hairiah dkk, (2000) bahwa karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme sehingga karbon dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme seperti pelarutan P dan fiksasi N.

4.5. Hubungan Antar Variabel Pengamatan

Hubungan antara pH tanah dengan P-tersedia (Lampiran 7) menunjukkan adanya korelasi positif ($r = 0.832$). Nilai ini menunjukkan bahwa apabila pH tanah meningkat, maka nilai P-tersedia tanah juga akan meningkat.

Hubungan antara P-tersedia tanah dengan C-organik tanah (Lampiran 7) menunjukkan adanya korelasi yang positif ($r = 0.708$). Nilai ini menunjukkan

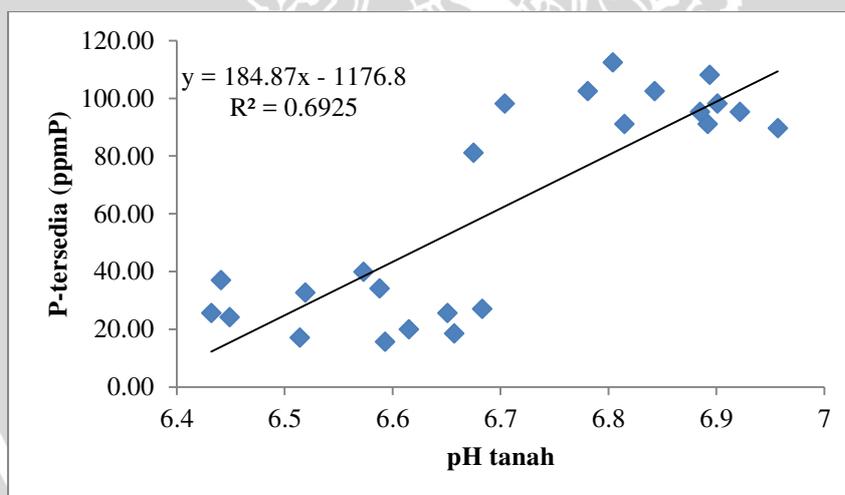
bahwa apabila P-tersedia tanah meningkat, maka nilai C-organik tanah juga akan meningkat.

Hubungan antara P-tersedia tanah dengan serapan P tanaman (Lampiran 7) menunjukkan adanya korelasi positif ($r = 0.889$). Nilai ini menunjukkan bahwa apabila P-tersedia tanah meningkat, maka serapan P tanaman juga akan meningkat.

Hubungan antara P-tersedia tanah dengan pertumbuhan tanaman (Lampiran 7) menunjukkan adanya korelasi positif terhadap tinggi tanaman ($r = 0.703$), jumlah daun ($r = 0.815$), bobot segar tanaman ($r = 0.858$), berat kering tanaman ($r = 0.716$).

Hubungan antara infeksi akar dengan jumlah spora (Lampiran 7) menunjukkan adanya korelasi positif ($r = 0.876$). Nilai ini menunjukkan bahwa apabila infeksi akar meningkat, maka jumlah spora juga akan meningkat.

Hubungan antara P-tersedia tanah dan pH tanah juga memiliki berhubungan erat terlihat dari nilai regresi yaitu $R^2 = 0.6925$ (Gambar 3).

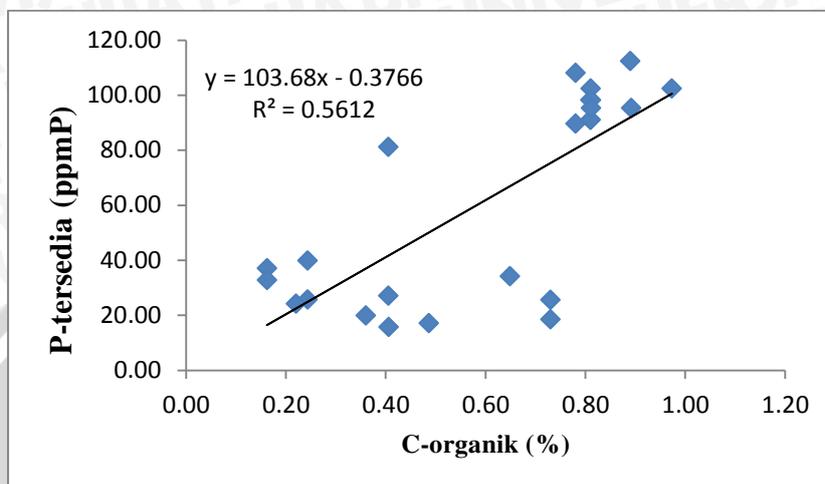


Gambar 3. Hubungan pH tanah dengan P-tersedia Tanah

Perlakuan pH tanah memberikan pengaruh terhadap peningkatan P-tersedia tanah sebesar 69 % (Gambar 3). Peningkatan ketersediaan P menyebabkan beda konsentrasi dalam tanah meningkat sehingga laju difusi ke akar semakin tinggi (Indrayana,1994). Pada umumnya ketersediaan unsur P maksimum di jumpai pada tanah dengan kisaran pH antara 5,5 – 7,0. Ketersediaan P akan menurun bila pH lebih rendah dari 5,5 atau pH lebih tinggi dari 7,0

(Hasanudin, 2003). Menurut Havlin dkk, (2005) bahwa ketersediaan P di dalam tanah dalam jumlah banyak terdapat pada pH 6,0 sampai 6,9.

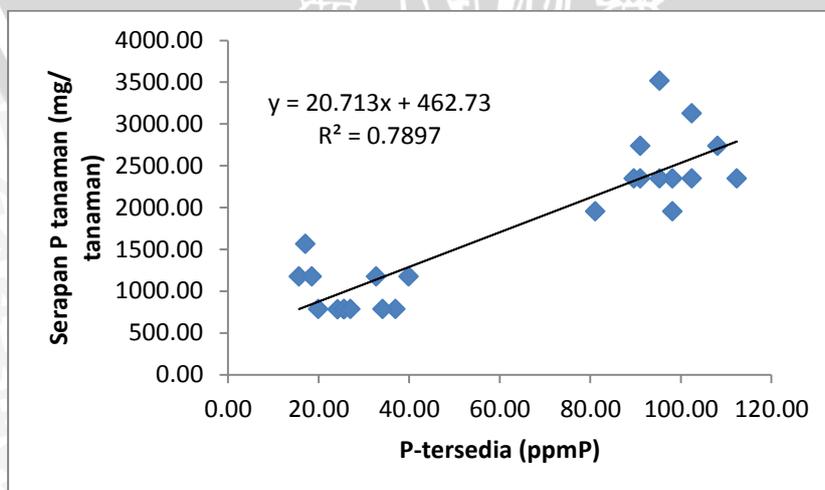
Hubungan C-organik tanah dan P-tersedia tanah juga erat terlihat dari nilai regresi yaitu $R^2 = 0.5019$ (Gambar 4).



Gambar 4. Hubungan C-organik Tanah dengan P-tersedia Tanah

C-organik tanah memberikan pengaruh terhadap peningkatan P-tersedia tanah sebesar 56 % (Gambar 4). Soepardi (1983) menyatakan adanya senyawa organik yang cukup memungkinkan terjadinya khelat yaitu senyawa organik yang berikatan dengan kation logam. Terbentuknya khelat logam akan mengurangi pengikatan P sehingga P menjadi lebih tersedia. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa kandungan semakin meningkatnya C-organik maka kandungan unsur hara P akan lebih tersedia.

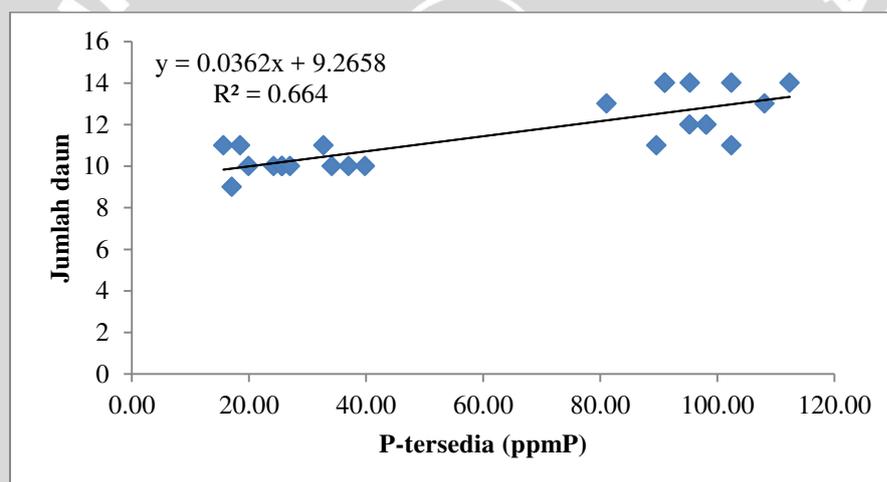
Serapan P dan P-tersedia memiliki hubungan yang erat terlihat dari nilai regresi yaitu $R^2 = 0.7897$ (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan P-tersedia dengan Serapan P Tanaman

P-tersedia tanah memberikan pengaruh terhadap peningkatan serapan P tanaman sebesar 79 %. Soepardi (1983) menyatakan bahwa besar kecilnya serapan P tanaman tergantung dari ketersediaan P dalam larutan tanah karena unsur hara banyak diserap melalui akar. Tinggi rendahnya kadar P-tersedia tanah berkaitan dengan penggunaan pupuk kandang dan mikoriza, semakin banyaknya penggunaan pupuk kandang dan mikoriza maka P-tersedia akan semakin banyak sehingga P tanah yang diserap tanaman akan semakin banyak. Oleh karena itu pemberian pupuk kandang akan menambah bahan organik dalam tanah sehingga meningkatkan P-tersedia tanah sehingga unsur hara yang tersedia akan mudah diserap tanaman secara optimal.

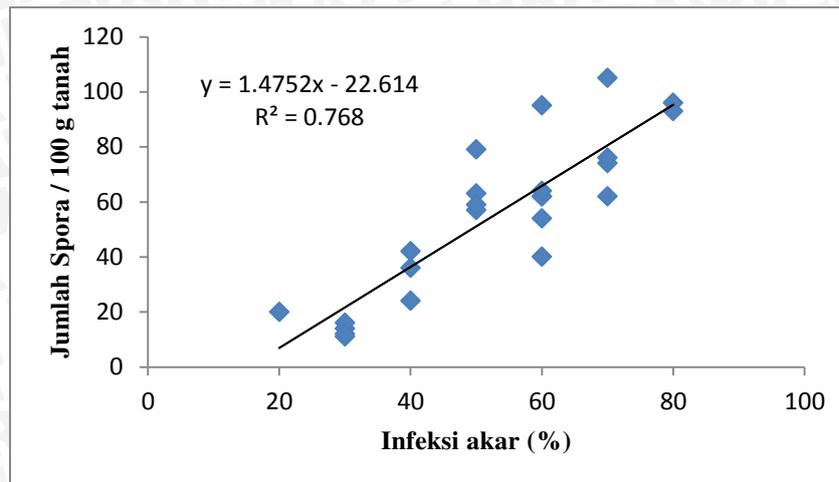
P-tersedia tanah dan pertumbuhan tanaman juga memiliki hubungan yang erat (jumlah daun) terlihat dari nilai regresi yaitu $R^2 = 0.664$ (Gambar 6).



Gambar 6. Hubungan P-tersedia Tanah dengan jumlah daun Tanaman

P-tersedia tanah memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah daun tanaman sebesar 66% (Gambar 6). Unsur hara dari pupuk kandang dapat menambahkan unsur hara pada tanah yang dibantu oleh mikoriza sehingga tersedia bagi tanaman dan mudah diserap oleh tanaman yang meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun serta bobot segar dan bobot kering tanaman. Peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar tanaman dan bobot kering tanaman menunjukkan semakin tingginya unsur hara yang tersedia di tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman (Hasanudin, 2003).

Jumlah spora dan infeksi akar memiliki hubungan yang erat terlihat dari nilai regresi yaitu $R^2 = 0.664$ (Gambar 7)



Gambar 7. Hubungan Infeksi Akar dengan Jumlah Spora

Infeksi akar memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah spora sebesar 76 % (Gambar 7). Besarnya infeksi akar mikoriza yang terjadi pada akar tanaman pada perlakuan karena adanya kondisi yang menguntungkan dari penambahan pupuk kandang. Penambahan pupuk kandang dapat menambah kandungan hara, dengan kondisi yang baik dapat merangsang pertumbuhan mikoriza sehingga meningkatkan kerja mikoriza. Peningkatan infeksi akar dapat meningkatkan jumlah spora yang didukung oleh kondisi yang sesuai pertumbuhan mikoriza. Kelembaban yang tinggi pada tanah akan merangsang pertumbuhan spora dan terbentuknya infeksi dengan tanaman inang (Delvian, 2006).

