

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh pemberian MA (Mikoriza Arbuskula) dan Bakteri *P. fluorescens* terhadap Sifat Kimia Tanah

4.1.1. Kemasaman Tanah (pH)

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa pemberian MA dan bakteri *P. fluorescens* menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata terhadap pH tanah pada 50 HST (Tabel 5). Nilai pH yang paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa adanya inokulasi dengan nilai pH sebesar 4.83 dan diikuti perlakuan M₁P₁ (10 spora MA dan 10⁵ cfu/ml *P. fluorescens*) dengan nilai pH sebesar 4.82 tergolong sebagai pH masam (Lampiran 5), sedangkan nilai pH yang paling rendah terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ cfu/ml *P. fluorescens*) yakni menunjukkan nilai 4,53 dengan kriteria pH masam (Lampiran 5).

Tabel 1. Nilai rerata pH Tanah pada 50 HST

Perlakuan	Rata-rata	*Kriteria
K	4.83 a	Masam
M ₁ P ₁	4.82 a	Masam
M ₁ P ₂	4.69 ab	Masam
M ₁ P ₃	4.63 ab	Masam
M ₂ P ₁	4.57 b	Masam
M ₂ P ₂	4.55 b	Masam
M ₂ P ₃	4.60 b	Masam
M ₃ P ₁	4.59 b	Masam
M ₃ P ₂	4.54 b	Masam
M ₃ P ₃	4.53 b	Masam

Keterangan: Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($p=5\%$). K=kontrol; M₁P₁ (10 spora MA dan 10⁵ bakteri *P. fluorescens*); M₁P₂ (10 spora MA dan 10⁷ bakteri *P. fluorescens*); M₁P₃ (10 spora MA dan 10⁹ bakteri *P. fluorescens*); M₂P₁ (20 spora MA dan 10⁵ bakteri *P. fluorescens*); M₂P₂ (20 spora MA dan 10⁷ bakteri *P. fluorescens*); M₂P₃ (20 spora MA dan 10⁹ bakteri *P. fluorescens*); M₃P₁ (30 spora MA dan 10⁵ bakteri *P. fluorescens*); M₃P₂ (30 spora MA dan 10⁷ bakteri *P. fluorescens*); M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ bakteri *P. fluorescens*); *Kriteria nilai pH tanah (Syarif 1986)

Penurunan pH tanah dapat disebabkan oleh kemampuan mikoriza dalam menghasilkan asam organik dan dapat meningkatkan populasi mikroorganisme lain di dalam tanah. Mikroorganisme tersebut berperan dalam mendekomposisi bahan organik kemudian akan melepaskan CO₂ yang akan membentuk asam karbonat dan melepaskan H⁺ ke dalam larutan tanah yang menyebabkan penurunan pH tanah (Halvin *et al.*, 1999).

Pemberian bakteri *P. fluorescens* dapat menurunkan nilai pH tanah pada beberapa tanah masam seperti Adisol, karena pada dasarnya penurunan pH juga dapat disebabkan karena terbebasnya asam sulfat dan nitrat pada oksidasi kemoautotrofik sulfur dan ammonium (Alexander, 1977). Selanjutnya asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat sehingga dapat diserap oleh tanaman.

4.1.2. C-Organik tanah

Hasil analisis ragam dari inokulasi MA dan bakteri *P. fluorescens* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap nilai C-organik tanah (Tabel 6).

Tabel 2. Nilai rerata C-organik Tanah 50 HST

Perlakuan	Rata-rata (%)	*Peningkatan (%)	**Kriteria
K	4.48 a	0	Tinggi
M ₁ P ₁	4.71 ab	5,13	Tinggi
M ₁ P ₂	4.86 bc	8,48	Tinggi
M ₁ P ₃	4.98 bc	11,16	Tinggi
M ₂ P ₁	4.73 ab	5,58	Tinggi
M ₂ P ₂	4.85 abc	8,26	Tinggi
M ₂ P ₃	4.88 bc	8,93	Tinggi
M ₃ P ₁	4.89 bc	9,15	Tinggi
M ₃ P ₂	4.97 bc	10,94	Tinggi
M ₃ P ₃	5.12 c	14,29	Sangat tinggi

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5,*(nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%, **Kriteria C-organik tanah (Syarief 1986), HST(hari setelah tanam).

Secara statistik, setiap perlakuan yang diteliti mempunyai pengaruh yang nyata terhadap C-organik tanah pada saat tanaman berumur 50 HST. Dari semua perlakuan yang diteliti hasil tertinggi terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10^9 cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) sebesar 5.12% dan diikuti oleh perlakuan M₁P₃ (10 spora MA dan 10^9 cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) dengan nilai rata-rata sebesar 4.98%, sedangkan nilai C-organik terendah adalah perlakuan kontrol (tanpa inokulasi) yaitu sebesar 4.48%.

Biomassa merupakan sumber bahan organik bagi tanah, peningkatan masukan biomassa ini dapat dilakukan dengan mempertahankan kondisi tanaman agar tumbuh dengan baik atau dengan melakukan rotasi tanaman, selain itu kemampuan agen hayati dalam menghasilkan biomassa juga menjadi salah satu

faktor yang dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, mikoriza merupakan agen hayati yang dapat meningkatkan biomassa tanaman dengan adanya infeksi pada akar maka biomassa akan bertambah dan dengan demikian maka akan diikuti dengan peningkatan kandungan bahan organik tanah (Blair *et al.*, 2005).

Mikoriza juga menambahkan karbon organik dari tanaman inang dan dari produksi glicoprotein atau glomalin yang elatif tahan terhadap dekomposisi sehingga senyawa ini dapat berfungsi sebagai sumber karbon dan pemantap agregat. Dinding sel fungi yang banyak mengandung khitin yang tahan terhadap pelapukan juga merupakan sumber karbon, selain itu akan berperan dalam meningkatkan agregasi lewat hifa eksternalnya yang mampu menyatukan butiran tanah sehingga memantapkan agregat tanah, sehingga secara fisik melindungi karbon organik dalam agregat untuk terdekomposisi lebih lanjut (Jastrow *et al.*, 2007).

4.1.3. P tersedia

Berdasarkan hasil analisis ragam Inokulasi ganda antara MA dan bakteri *P. fluorescens* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap nilai P tersedia pada tanah (Tabel 7).

Tabel 3. Nilai rerata P tersedia pada 50 HST

Perlakuan	Rata-Rata (ppm)	*Peningkatan (%)
K	11.77 a	0
M ₁ P ₁	16.91 b	44
M ₁ P ₂	12.05 ab	2
M ₁ P ₃	23.67 d	101
M ₂ P ₁	18.83 c	60
M ₂ P ₂	18.38 c	56
M ₂ P ₃	18.94 c	61
M ₃ P ₁	20.29 cd	72
M ₃ P ₂	21.47 cd	82
M ₃ P ₃	24.40 d	107

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5, *((nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%, HST(hari setelah tanam).

Hasil analisa P tersedia pada 50 HST menunjukkan bahwa setiap perlakuan mempunyai hasil yang berbeda, nilai P tersedia yang tertinggi terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yakni

sebesar 24.40 ppm, sedangkan nilai P tersedia yang paling rendah terjadi pada perlakuan kontrol yang menunjukkan nilai sebesar 11.77 ppm. Rerata hasil yang didapatkan nilai P tersedia masih tergolong dalam kategori rendah-sedang (Lampiran 7) tetapi pada dasarnya kandungan P tersedia di dalam tanah sudah mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan analisa sebelum perlakuan yakni sebesar 7.74 ppm.

Pelarutan fosfat secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase dan enzim fitase (Alexander, 1977). Fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase diekskresi-kan oleh akar tanaman dan mikroorganisme, dari keduanya tersebut mikroorganisme lebih dominan dalam menghasilkan fofosfat (Joner *et al.*, 2000). Pada proses mineralisasi bahan organik, senyawa fosfat organik diuraikan menjadi bentuk fosfat anorganik yang tersedia bagi tanaman dengan bantuan enzim fosfatase (Gaur *et al.*, 1980). Enzim fosfatase dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia.

Beberapa asam organik mampu menjerap Fe lebih banyak dibanding dengan asam organik lainnya salah satunya adalah asam sitrat yang mampu menjerap Fe lebih banyak dibanding dengan asam organik asetat dan lainnya. Mikroba menghasilkan asam organik melalui proses katabolisme glukosa dan siklus asam trikarboksilat (TCA), yang merupakan hasil dari reaksi glikolisis. Asam- asam ini merupakan substrat untuk proses anabolisme dalam sintesis asam amino dan makromolekul lain (Dawes dan Sutherland, 1976).

4.1.4. Serapan P Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa Inokulasi ganda agen hayati MA dan bakteri *P. fluorescens* menunjukkan hasil yang berpengaruh sangat nyata terhadap serapan P tanaman pada 50 hst (Tabel 8).

Tabel 4. Nilai rerata serapan P pada 50 HST.

Perlakuan	Rata-Rata (g/tanaman)	*Peningkatan (%)
K	0.25 a	0
M ₁ P ₁	0.26 b	4
M ₁ P ₂	0.29 d	16
M ₁ P ₃	0.26 b	4
M ₂ P ₁	0.29 d	16
M ₂ P ₂	0.30 e	3
M ₂ P ₃	0.29 d	16
M ₃ P ₁	0.27 c	8
M ₃ P ₂	0.27 c	8
M ₃ P ₃	0.31 f	24

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5, *((nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%, HST(hari setelah tanam).

Tanaman menyerap P dalam bentuk ion fosfat anorganik terutama $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Tumbuhan tidak dapat menyerap fosfat yang terikat sehingga harus diubah menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Elfiati, 2005). Ketersediaan fosfat didalam tanah ditentukan oleh pH tanah dan dekomposisi bahan organik yang ada dalam tanah tersebut. Berdasarkan (Tabel 8), dapat disimpulkan bahwa pemberian MA dan bakteri *P. fluorescens* dapat meningkatkan serapan hara P dari perlakuan kontrol yang menunjukkan nilai terendah yakni sebesar 0.25 g/tanaman peningkatan terus terjadi seiring dengan semakin banyaknya dosis yang diaplikasikan pada tanah tersebut, MA mampu memperbaiki penyerapan hara dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Nilai Serapan P tertinggi terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ cfu/ml *P. fluorescens*) dengan nilai sebesar 0.31 g/tanaman dan diikuti perlakuan M₂P₂ (20 spora MA dan 10⁷ cfu/ml *P. fluorescens*) dengan nilai serapan P sebesar 0.30 g/tanaman. Rerata nilai serapan P yang paling rendah terdapat pada perlakuan kontrol yakni sebesar 0.25 g/tanaman.

Mikoriza menginfeksi akar tanaman kemudian memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam penyerapan unsur hara. Quimet *et al.*, (1996), mengungkapkan bahwa akar yang terinfeksi mikoriza mampu meningkatkan penyerapan NH_4^+ dan NO_3^- , sedangkan MA dapat meningkatkan ketahanan tanaman pada kondisi kekurangan air melalui peningkatan penyerapan hara, transpirasi daun dan efisiensi penggunaan air sehingga terjadi penurunan nisbah

akar terhadap pupus. Keadaan itu menunjukkan bahwa fotosintesis tanaman meningkat dan fotosintat lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan pupus. Kemampuan MA tersebut dapat dijadikan alat biologis untuk mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik.

4.2. Pengaruh Pemberian MA (Mikoriza Arbuskula) dan bakteri *P. fluorescens* Terhadap Sifat Biologi tanah

4.2.1. Kerapatan Mikoriza Arbuskula (MA) pada 50 HST

Berdasarkan hasil analisis ragam pengaruh perlakuan Inokulasi ganda MA dan Bakteri *P. fluorescens* menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada setiap perlakuan terhadap tingkat kerapatan MA pada 50 HST (Tabel 9), dengan demikian apabila dosis perlakuan semakin tinggi maka akan semakin mempengaruhi jumlah akhir dari kerapatan mikoriza tersebut.

Tabel 5. Nilai Rerata kerapatan spora dalam tanah

Perlakuan	Rata-rata (Spora/100g tanah)	*Peningkatan (%)
K	61 a	0
M ₁ P ₁	103 bc	69
M ₁ P ₂	114 bc	87
M ₁ P ₃	101 b	66
M ₂ P ₁	112 bc	84
M ₂ P ₂	106 bc	74
M ₂ P ₃	114 bc	87
M ₃ P ₁	111 bc	82
M ₃ P ₂	119 bc	95
M ₃ P ₃	127 c	108

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5,*((nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%,

Nilai kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yaitu sebesar 127 spora/100g tanah, hal ini diduga karena dosis yang diaplikasikan lebih besar yakni sebanyak 30 spora/100 g tanah, sehingga perkembangan MA pada dosis tersebut lebih cepat apabila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Nilai kerapatan terendah terdapat pada perlakuan tanpa inokulasi mikoriza dan bakteri *P. fluorescens*. pada perlakuan kontrol terdapat spora yang tumbuh pada tanah hal ini di duga karena pada dasarnya jagung merupakan tanaman inang utama dari mikoriza. Pada dasarnya spesifikasi jenis mikoriza yang diaplikasikan pada tanaman memiliki interaksi

dengan bakteri pelarut P sehingga menyebabkan perubahan populasi spora MA dan populasi bakteri (Han, Supanjan & Lee., 2006).

Menurut Artursson (2005), interaksi antara bakteri dan MA bersifat spesifik, interaksi ini berpengaruh pada tanaman inangnya yang dapat menstimulasi perubahan komposisi senyawa kimia eksudat akar, dan menyebabkan perkembangan komunitas bakteri, dimana *pseudomonas sp* yang melekat pada permukaan hifa MA akan meningkat sejalan dengan bertambahnya MA yang di inokulasikan pada tanaman.

4.2.2. Presentase Infeksi akar tanaman jagung

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa pengaruh perlakuan inokulasi MA dan bakteri *P. fluorescens* menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada setiap perlakuan terhadap infeksi akar pada tanaman jagung (Tabel 10).

Tabel 6. Nilai rerata infeksi akar tanaman jagung oleh MA

Perlakuan	Rata-rata(%)	*Peningkatan (%)
K	20.00 a	0
M ₁ P ₁	28.89 ab	44
M ₁ P ₂	44.44 c	122
M ₁ P ₃	35.56 bc	78
M ₂ P ₁	46.67 c	133
M ₂ P ₂	40.00 bc	100
M ₂ P ₃	71.11 d	256
M ₃ P ₁	68.89 d	244
M ₃ P ₂	71.11 d	256
M ₃ P ₃	82.22 d	311

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5, *((nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%.

Dari (Tabel 10), dapat diketahui bahwa Infeksi akar tertinggi terjadi pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yaitu sebesar 82.22% dan diikuti dengan perlakuan M₃P₂ (30 spora MA dan 10⁷ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yakni sebesar 71%. Infeksi akar pada dasarnya merupakan faktor penentu dari perkembangan mikoriza. Dari semua perlakuan diketahui bahwa derajat infeksi akar oleh mikoriza menunjukkan perkembangan yang terus meningkat sesuai dengan dosis perlakuan.

Untuk mengetahui peran Mikoriza dalam meningkatkan serapan P oleh akar tanaman, maka salah satu hal yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan persentase infeksi akar. Musfal (2010), menyatakan bahwa infeksi MA pada akar tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh dosis MA atau pupuk yang diberikan. Semakin tinggi derajat infeksi mikoriza dapat mengindikasikan bahwa semakin aktif mikoriza tersebut menginfeksi akar dan memperluas daerah serapan akar terhadap air dan unsur hara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah *et al.*, (2009), prinsip kerja dari mikoriza ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas penyerapan unsur hara.

4.2.3. Total populasi bakteri

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa pengaruh perlakuan inokulasi MA dan bakteri *P. fluorescens* menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap jumlah populasi bakteri pada tanah (Tabel 11).

Tabel 7. Rerata populasi bakteri akibat inokulasi MA dan *P. fluorescens*

Perlakuan	Rata-rata (10^8 cfu/ml)	*Peningkatan (%)
K	45 a	0
M ₁ P ₁	68 a	51
M ₁ P ₂	72 a	60
M ₁ P ₃	91 ab	102
M ₂ P ₁	59 a	31
M ₂ P ₂	81 a	80
M ₂ P ₃	102 ab	127
M ₃ P ₁	90 ab	100
M ₃ P ₂	139 bc	209
M ₃ P ₃	184 c	309

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5, *((nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%,

Dari (Tabel 11), dapat dijelaskan bahwa dari setiap perlakuan rata-rata mengalami peningkatan total populasi bakteri, populasi bakteri tertinggi terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10^9 cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yaitu sebesar 184×10^8 cfu/ml, sedangkan total populasi bakteri yang terkecil adalah pada perlakuan kontrol yakni sebesar 45×10^8 cfu/ml. Perkembangan koloni dan pertumbuhan mikoriza membutuhkan keberadaan bakteri sehingga

perkembangan asosiasi alami tersebut menjadi simbiosis mutualistik atau parasitik tergantung dari spesies dan strain dari tanaman, MA dan bakteri. *P. fluorescens* menempel lebih erat pada hifa *Glomus sp* yang selanjutnya hifa mengeluarkan exudat berupa karbohidrat sederhana dalam bentuk glukosa dan asam organik yang digunakan sebagai sumber karbon dan nutrisi bagi bakteri khususnya bakteri *P. fluorescens* (Artursson dan Jonsson, 2003).

4.3. Pengaruh Pemberian MA (Mikoriza Arbuskula) dan bakteri *P. fluorescens* Terhadap Pertumbuhan tanaman jagung

4.3.1. Tinggi tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian dan bakteri *P. fluorescens* tidak mengalami perbedaan yang nyata pada saat tanaman berumur 10 – 30 HST. Pada saat tanaman berumur 10 HST kenampakan dari tinggi tanaman jagung masih relatif sama antara satu dengan lainnya, begitu pula pada saat tanaman berumur 20 HST perbedaan tinggi tanaman hanya sebagian kecil dari perlakuan, tanaman mulai menunjukkan perbedaan tinggi ketika berumur 30 hst tetapi pada umur ini masih belum mempunyai perbedaan yang nyata walaupun sudah mempunyai tinggi yang beragam. Perlakuan menunjukkan pengaruh nyata terlihat pada saat tanaman berumur 40 - 50 HST (Tabel 12).

Tabel 8. Nilai rerata tinggi tanaman jagung (cm)

Perlakuan	Waktu Pengamatan(HST)					Peningkatan (%)		
	10	20	30	40	50			
K	9.3	11.7	55.3	80.3	a	116	a	0
M ₁ P ₁	9.3	10.7	53.3	87	abc	127	abc	9.48
M ₁ P ₂	7.3	14.3	58.3	93.7	bcd	124.3	bc	7.18
M ₁ P ₃	11.7	13.3	67.3	98	cd	146	d	17.24
M ₂ P ₁	16.7	17.7	57.7	85	ab	123.3	bc	6.32
M ₂ P ₂	11.3	16.7	63.3	95.7	bcd	131.7	abcd	13.51
M ₂ P ₃	17.7	14	63	96.7	cd	133	abcd	14.66
M ₃ P ₁	11.3	19.7	65.7	96.7	cd	137	b cd	18.39
M ₃ P ₂	17.3	18.7	71.7	97	cd	143	cd	23.56
M ₃ P ₃	19.3	18.7	68	101	d	148.	d	27.59

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5,tn (tidak nyata).

Menurut De La Cruz *et al.*, (1992), sebagian besar pertumbuhan tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza menunjukkan hubungan yang positif yaitu

meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya. Hal ini dapat terjadi karena infeksi cendawan mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara oleh miselium eksternal dengan memperluas permukaan penyerapan akar atau melalui hasil senyawa kimia yang menyebabkan lepasnya ikatan hara dalam tanah. Miselium ekstra radikal didalam tanah sekitar akar menghasilkan material yang mendorong agregasi tanah sehingga dapat meningkatkan aerasi, penyerapan air, dan stabilitas tanah. Infeksi mikoriza pada akar, memungkinkan mineral dapat dialirkan langsung dari satu tanaman ke tanaman lain akibat perubahan fisiologi akar dan produksi sekresi oleh mikoriza (Tisdall, 1991).

Secara umum simbiosis antara tanaman, mikoriza dan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan pertumbuhan dan serapan nutrisi tanaman. Kondisi tanaman menjadi lebih baik karena bakteri yang diinokulasikan mampu melarutkan fosfat dari bentuk terikat sehingga tidak tersedia bagi tanaman menjadi bentuk terlarut yang tersedia bagi tanaman diikuti serapan yang lebih intensif karena adanya mikoriza (Pujiyanto, 2005).

4.3.2. Jumlah daun

Hasil analisis ragam dari perlakuan inokulasi MA dan bakteri *P. fluorescens* menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada saat tanaman berumur 40 hst dan 50 hst, sedangkan pada saat tanaman berumur 10 hst, 20 hst, dan 30 hst belum menunjukkan hasil yang nyata (Tabel 13).

Tabel 9. Nilai rerata jumlah daun tanaman jagung

Perlakuan	Waktu pengamatan (HST)					Peningkatan (%)
	10	20	30	40	50	
K	3	4	4	7 a	8 a	0
M ₁ P ₁	3	3	4	6 a	9 bc	16.67
M ₁ P ₂	3	4	4	7 ab	9 ab	12.50
M ₁ P ₃	4	4	5	8 c	10 bc	20.83
M ₂ P ₁	3	4	4	7 ab	9 ab	8.33
M ₂ P ₂	4	4	4	8 abc	10 bc	25
M ₂ P ₃	3	4	4	8 abc	9 bc	16.67
M ₃ P ₁	4	4	5	7 ab	10 bc	25
M ₃ P ₂	3	4	4	8 bc	10 bc	25
M ₃ P ₃	3	4	4	8 bc	11 c	33.33

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5,*tn (tidak nyata), HST(hari setelah tanam).

Dari (Tabel 13), dapat diketahui bahwa rerata nilai jumlah daun dari setiap pengamatan menunjukkan nilai yang berbeda dan terus mengalami peningkatan dari setiap pengamatan, nilai rerata jumlah daun terbaik pada 40 hst dan 50 hst terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ bakteri *P. fluorescens*) dengan rerata jumlah daun yakni sebesar 8 helai pada 40 hst dan 11 helai pada 50 hst kemudian diikuti oleh perlakuan M₃P₂ (30 spora MA dan 10⁷ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) dan M₂P₂ (20 spora MA dan 10⁷ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) dengan rata-rata nilai jumlah daun sebesar 10 helai pada 50 HST, nilai terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan rata-rata jumlah daun sebesar 8 helai pada 50 HST.

Pemberian Mikoriza tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun khususnya pada tanaman masih muda. Jumlah daun lebih dipengaruhi oleh unsur hara pada tanah tersebut dan yang paling utama dipengaruhi oleh faktor genetik dari tanaman tersebut, sehingga jumlah daun yang ada hampir sama. Respon pemberian mikoriza terhadap jumlah daun memang mempunyai gambaran yang kurang jelas karena pertumbuhan daun mempunyai faktor yang erat dengan faktor genetik, selain itu unsur hara utama yang mempengaruhi pertumbuhan daun adalah unsur hara N (Lakitan, 2004).

4.3.3 Total Panjang Akar Tanaman Jagung

Hasil analisis ragam inokulasi MA dan bakteri *P. fluorescens* berpengaruh nyata terhadap distribusi akar tanaman jagung (Tabel 14).

Tabel 10. Nilai rerata total panjang akar tanaman jagung 50 HST

Perlakuan	Rata-rata(cm)	*Peningkatan (%)
K	94.99 a	0
M ₁ P ₁	130.05 ab	37
M ₁ P ₂	169.30 bc	78
M ₁ P ₃	137.11 abc	44
M ₂ P ₁	124.82 ab	31
M ₂ P ₂	166.94 bc	76
M ₂ P ₃	144.70 abc	52
M ₃ P ₁	141.56 abc	49
M ₃ P ₂	177.93 bc	87
M ₃ P ₃	191.53 c	102

Keterangan: Kode perlakuan tertera pada keterangan tabel 5,*((nilai perlakuan-nilai kontrol)/nilai kontrol)x100%,HST=Hari setelah tanam.

Rerata nilai total panjang akar yang paling tinggi terdapat pada perlakuan M₃P₃ (30 spora MA dan 10⁹ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yaitu sebesar 191.53 cm, selanjutnya diikuti oleh perlakuan M₃P₂ (30 spora MA dan 10⁷ cfu/ml bakteri *P. fluorescens*) yakni sebesar 177.93 cm. Nilai terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 51.81 cm. Kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang penyerapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu-bulu akar. Hifa yang mempenetrasi tanaman inang akan membantu mendekatkan unsur hara dari zona rhizosfer pada tanaman inang, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi lebih cepat. Semakin banyaknya perlakuan dosis mikoriza yang diberikan, maka pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih cepat dan lebih besar.

Tanaman yang terinfeksi jamur mikoriza akan menyebabkan jangkauan akar diperluas akibat adanya hifa mikoriza, sehingga unsur hara yang diserap oleh akar akan berpengaruh terhadap akar tanaman. Pemberian mikoriza tersebut diperkirakan dapat memperbaiki kondisi media juga mendukung penyerapan hara. Kelangsungan simbiosis antara tanaman dan mikoriza akan berpengaruh terhadap proses metabolisme tanaman dapat mempengaruhi pembentukan akar baru. Banyaknya akar yang baru dengan permeabilitas membran yang tinggi akan menguntungkan bagi proses kolonisasi akar oleh mikoriza. Mikoriza juga mempunyai kandungan auksin yang tinggi yang memungkinkan peningkatan penumbuhan akar (Sastrahidayat, 2011).

4.4. Hubungan antar Parameter Pengamatan

4.4.1. Hubungan total populasi bakteri dengan serapan P

Total populasi bakteri dalam tanah mempunyai korelasi positif (Lampiran 7) dengan serapan P dengan hubungan yang rendah ($r = 0.20$), hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya total populasi bakteri maka akan diikuti dengan peningkatan serapan P oleh tanaman jagung. Hubungan yang terjadi antara bakteri dan serapan P memang tergolong rendah karena pada perlakuan ini dengan adanya penambahan total populasi bakteri belum mempunyai pengaruh yang nyata terhadap ketersediaan P bagi tanah, sehingga P yang diserap tanaman juga belum bisa maksimal.

Mekanisme peningkatan dari berbagai P tersedia dari masukan bahan organik yang diberikan kedalam tanah akan mengalami proses mineralisasi P, sehingga akan melepaskan P anorganik kedalam tanah, selain itu penambahan bahan organik kedalam tanah akan meningkatkan aktivitas mikroba tanah, mikrobia akan menghasilkan enzim fosfatase yang merupakan senyawa perombak P-organik menjadi P-anorganik. Enzim fosfatase selain dapat menguraikan P dari bahan organik yang ditambahkan, juga dapat menguraikan P dari bahan organik tanah. Hal ini berdampak pada peningkatan jumlah populasi mikroorganisme tersebut, sehingga membantu dalam pengikatan partikel-partikel tanah yang sangat membantu dalam peningkatan kesuburan tanah (Palm, Myers dan Nandwan, 1997).

4.4.2. Hubungan kerapatan MA dengan serapan P

Perlakuan Inokulasi mikoriza dan bakteri *P. fluorescens* menunjukkan hubungan yang positif antara kerapatan Mikoriza dengan Serapan P pada tanaman jagung walupun masih mempunyai kategori yang lemah hal ini dibuktikan dengan nilai ($r = 0.25$). Hubungan ini mempunyai arti bahwa semakin meningkatnya mikoriza maka akan diikuti oleh peningkatan Serapan P pada tanaman (Lampiran 7). Mikoriza dalam rizosfer dapat meningkatkan aktivitas dehidrogenase, fosfatase, dan nitrogenase. Aktivitas enzim ini menyebabkan peningkatan ketersediaan nutrisi dalam tanah. Mikoriza tidak hanya menyediakan tanaman dengan air dan senyawa mineral serta memperbaiki struktur tanah saja tetapi juga mampu sebagai filter, menghalangi senyawa toksik dengan miselium yang berdampak pada berkurangnya efek toksik bagi tanaman. Selain itu, mikoriza mempengaruhi fisiologis tanaman inang dengan membuat tanaman tersebut lebih tahan terhadap patogen, polusi, salinitas, kekeringan, dan faktor cekaman lingkungan lainnya (Tauchid, 2011). Persentase infeksi mikoriza yang tinggi biasanya berkorelasi dengan kemampuan dari mikoriza dalam menyerap unsur hara di dalam tanah terutama fosfor. Mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena dapat meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman. Mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap air dan unsur hara (Rossiana, 2003).

Mikoriza memiliki jaringan hifa eksternal yang akan memperluas bidang serapan air dan hara. Serapan air yang lebih besar oleh tanaman bermikoriza juga membawa unsur hara yang mudah larut dan terbawa oleh aliran masa seperti N, K dan P sehingga serapan unsur tersebut juga makin meningkat. Disamping serapan hara, serapan P yang tinggi juga disebabkan karena hifa jamur juga mengeluarkan enzim phosphatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik, sehingga tersedia bagi tanaman dimana unsur P ini sangat dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif tanaman salah satunya adalah batang dan daun. Unsur P membantu asimilasi dan pernapasan sekaligus mempercepat pembungaan, pemasakan biji, dan buah. Mikoriza mampu menyerap unsur P yang tinggi disebabkan karena hifa jamur juga mengeluarkan enzim phosphatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik (Sastrahidayat, 2011).

4.4.3. Hubungan Kerapatan Mikoriza dengan tinggi tanaman

Berdasarkan hasil uji korelasi (Lampiran 7) hubungan antara kerapatan mikoriza dengan tinggi tanaman menunjukkan hubungan yang positif dengan nilai ($r = 0.40$) hal ini berarti hubungan keduanya cukup kuat, apabila kerapatan semakin tinggi maka akan diikuti oleh tinggi tanaman jagung. Unsur hara yang telah diserap mikoriza dapat ditranspor ke seluruh organ tanaman dan dapat membantu ketersediaan bahan baku dari proses fotosintesis. Menurut Sastrahidayat (2011), mikoriza dapat menstimulasi pembentukan hormon zat pengatur tumbuh seperti vitamin juga pernah dilaporkan sebagai hasil metabolisme mikoriza. Mikoriza dapat menstimulus pembentukkan hormon seperti auksin, sitokinin, dan giberalin, yang berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, dengan adanya stimulasi produksi hormon pertumbuhan tersebut oleh mikoriza sehingga berpengaruh pada berat kering batang dan daun tanaman (Donely, 1994).

Mikoriza Arbuskular (MA) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena dapat meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman. MA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif, sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap air dan unsur hara. Ukuran hifa yang halus akan

memungkinkan hifa bisa menyusup ke pori-pori tanah yang paling kecil (mikro), sehingga hifa bisa menyerap air pada kondisi kadar air yang sangat rendah. Dengan adanya peran mikoriza dalam membantu penyerapan air dan unsur hara, maka sel tumbuhan akan cepat tumbuh dan berkembang, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman (Rossiana, 2003).

4.4.4. Hubungan kerapatan mikoriza dengan total populasi bakteri.

Dari hasil uji korelasi antara kerapatan spora dengan total populasi bakteri mendapatkan nilai ($r = 0.51$) yang menunjukkan adanya hubungan yang cukup kuat antara mikoriza dengan bakteri. Menurut Gita, P (2012), populasi dan kehadiran *P. fluorescens* dapat meningkatkan presentase panjang akar yang terinfeksi oleh MA, dengan demikian maka asosiasi bakteri dan MA pada rhizosfer secara nyata mempunyai interaksi yang positif, keduanya mempunyai sinergi untuk saling meningkatkan perkembangannya. Sinergi ini terjadi melalui aktivitas pertumuhan populasi bakteri yang menghasilkan pelarutan fosfat, meningkatkan ketersediaan fosfat yang lebih tinggi, dengan kondisi fosfat yang tercukupi maka tanaman akan cukup banyak menghasilkan senyawa-senyawa karbon organik sebagai sumber energi yang didistribusikan kepada MA dan dieksudasikan kedalam rhizosfer. Demikian juga dengan bakteri mendapatkan senyawa karbon organik yang cukup, baik dari rhizosfer yang dieksudasikan akar ataupun hyposfer yang dieksudasikan hifa selanjutnya bakteri akan memacu pertumbuhannya untuk meningkatkan populasinya.

Bakteri merupakan kelompok mikroba dekomposer yang jumlahnya paling banyak dan bersama dengan mikroba indigen dari tanah mineral akan memberikan kontribusi dalam menguraikan bahan organik, mensintesis asam-asam atau senyawa organik tertentu serta memicu proses mineralisasi unsur hara (Conte et al., 2003). Kondisi lingkungan media tanam yang tidak optimal untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba dekomposer diduga merupakan akibat dari dominannya material vulkanik yang masih baru (Lund & Doss, 1980).