

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Aplikasi Biochar dan POH Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah

4.1.1. Total Populasi Bakteri Tanah

Jumlah dan aktivitas mikroba didalam suatu tanah dapat menunjukkan apakah tanah tersebut termasuk subur atau tidak, karena populasi mikroba yang tinggi menunjukkan adanya suplai makanan yang cukup, suhu yang sesuai, ketersediaan air yang cukup dan kondisi ekologi tanah mendukung perkembangan mikroba (Hastutti dan Ginting, 2007 dalam Sinaga *et al.*, 2015). Menurut Wicaksono *et al.* (2015) aktivitas mikroorganisme tanah merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya kehidupan mikroorganisme yang melakukan aktivitas hidup dalam suatu masa tanah. Aktivitas mikroorganisme tanah berbanding lurus dengan total mikroorganisme didalam tanah, jika total mikroorganisme tinggi maka aktivitas mikroorganisme juga semakin tinggi. Rata-rata total populasi bakteri tanah disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 1. Rata-rata Total Populasi Bakteri dalam Tanah

No	Perlakuan	Populasi Bakteri (CFU g ⁻¹)		
		0 HST*	6 MST**	10 MST**
1.	M0P0	58,1 x 10 ²	40,0 x 10 ⁶ a	33,8 x 10 ⁶
2.	M0P1	66,2 x 10 ²	60,0 x 10 ⁶ bc	47,7 x 10 ⁶
3.	M0P2	59,1 x 10 ²	41,3 x 10 ⁶ a	35,0 x 10 ⁶
4.	M0P3	64,9 x 10 ²	62,0 x 10 ⁶ bc	49,7 x 10 ⁶
5.	M1P0	58,5 x 10 ²	58,4 x 10 ⁶ bc	34,5 x 10 ⁶
6.	M1P1	72,2 x 10 ²	62,6 x 10 ⁶ bc	52,4 x 10 ⁶
7.	M1P2	69,9 x 10 ²	52,0 x 10 ⁶ ab	50,4 x 10 ⁶
8.	M1P3	76,1 x 10 ²	70,0 x 10 ⁶ c	68,5 x 10 ⁶

Keterangan: *= Pengambilan sampel secara komposit dari 3 ulangan

**=Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Hasil sidik ragam dari perlakuan aplikasi penambahan kompos serta penambahan biochar dan pupuk organik hayati (POH) tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) pada 0 HST dan 10 MST (Lampiran 3b) pada total populasi bakteri tanah tetapi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) (Lampiran 3a) pada 6 MST dengan nilai rata-rata total populasi bakteri dalam tanah yang tertinggi terdapat pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + biochar dan POH) yaitu $70,0 \times 10^6$ CFU g^{-1} dan nilai rata-rata terendah terdapat pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) yaitu $40,0 \times 10^6$ CFU g^{-1} .

Secara umum pemberian kompos, POH dan biochar berpotensi meningkatkan total bakteri tanah jika dilihat dari perlakuan tanpa pemberian POH dan biochar. Pemberian bahan organik berupa kompos dapat meningkatkan total populasi bakteri pada tanah seperti yang terlihat pada perlakuan jika dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Izzudin (2012) bahwa jumlah mikroorganisme tanah di lahan sangat dipengaruhi oleh bahan organik, karena semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi organisme tanah. Mikroorganisme menjalankan perannya dalam tanah untuk mendekomposisi bahan organik tanah. Selain itu jumlah populasi bakteri juga dapat dikarenakan penambahan biochar yang diaplikasikan yang dimanfaatkan mikroorganisme untuk dapat tinggal dan hidup. Hal ini sejalan dengan pendapat Gani (2009) yang menyatakan bahwa didalam tanah, biochar menyediakan habitat bagi mikroorganisme tanah, yang tidak dikonsumsi dan umumnya biochar yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan atau bahkan ribuan tahun. Rata-rata jumlah populasi bakteri pada 2 MST dan 6 MST terjadi peningkatan jumlah populasi, tetapi menurun pada 10 MST, hal ini berkaitan dengan fase tumbuh bakteri (Gambar 2) yaitu fase lag, fase log, fase stationer dan fase kematian (Hamdiyati, 2011).

4.1.2. Respirasi Mikroba Tanah

Respirasi mikroba dijadikan sebagai indikator dari aktivitas mikroorganisme yang berada di dalam tanah tanah. Menurut Widati (2007) dalam Sinaga *et al.*, 2015 pada aktivitas mikroorganisme tanah menunjukkan tentang respirasi mikroorganisme

yaitu penggunaan O_2 dan pembebasan CO_2 oleh mikroorganisme tanah. Menurut Andre (2010) pengukuran respirasi tanah berkorelasi baik dengan peubah kesuburan tanah yang berkaitan dengan aktivitas mikroba seperti kandungan bahan organik, hasil antara pH dan rata-rata jumlah mikroorganisme tanah. Rata-rata respirasi tanah dapat dilihat pada table 8.

Tabel 2. Rata-rata Hasil Respirasi Tanah Pada Perlakuan

No	Perlakuan	Respirasi ($mgCO_2 \cdot g^{-1} \cdot jam^{-1}$)		
		0 HST*	6 MST**	10 MST**
1.	M0P0	1,98	3,96	1,16 bc
2.	M0P1	3,19	4,33	1,29 bc
3.	M0P2	1,65	2,75	0,33 a
4.	M0P3	1,98	3,19	0,63 ab
5.	M1P0	3,30	4,68	1,54 c
6.	M1P1	3,96	4,73	4,51 e
7.	M1P2	3,08	4,40	3,12 d
8.	M1P3	2,20	4,14	3,22 d

Keterangan: *= Pengambilan sampel secara komposit dari 3 ulangan

**=Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Dari hasil sidik ragam diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan kompos dan perlakuan Pupuk Organik Hayati (POH) dan biochar menunjukkan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) (Lampiran 3d) terhadap total respirasi tanah pada 10 MST dan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 3c) pada 0 HST dan 6 MST. Pada perlakuan M0P2 (Tanah + Biochar) memiliki nilai respirasi paling rendah dengan nilai $0,33 \text{ mgCO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$, pada perlakuan M1P1 (tanah + kompos + POH) memiliki nilai respirasi paling tinggi dengan nilai $4,51 \text{ mgCO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$. Tingginya nilai respirasi tanah akibat pemberian kompos dan POH menandakan bahwa tingginya aktivitas mikroorganisme tanah, dimana aktivitas mikroorganisme tanah salah satunya ditentukan oleh sumber makanan yang terdapat di dalam tanah. Penambahan kompos didalam tanah dapat menjadikan sumber karbon tanah yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah dalam metabolismenya. Hal tersebut sesuai dengan

pernyataan Atmojo (2003) dalam Ramadhan (2016) yang menyatakan bahwa bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah berupa kompos akan menyebabkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi. Juarsah dan Purwani (2014) mengemukakan bahwa mikroba tanah memperoleh energi dari proses perombakan bahan yang mengandung karbon. Selain penambahan kompos tingginya total respirasi tanah juga dikarenakan oleh aplikasi pupuk organik hayati (POH) yang di tambahkan. Seperti yang dijelaskan oleh Antonius dan Agustiyani (2011) bahwa perlakuan pupuk organik hayati yang mengandung mikroba penyuburan perakaran dalam percobaan lapang memiliki efek dalam memperbaiki respirasi tanah. Populasi bakteri juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah seperti yang dikemukakan oleh Sarah (2015) bahwa jumlah mikroorganisme tanah mempengaruhi aktivitas mikroorganisme didalam tanah. Nilai respirasi pada perlakuan MOP2 (tanah + biochar) lebih rendah jika dibandingkan dengan MOP0 (tanpa Perlakuan). Keberadaan aktivitas demikian mencerminkan penambahan biochar dapat mengurangi emisi CO₂ yang di hasilkan oleh mikroba. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Gani (2009) yang menyatakan bila biochar digunakan sebagai suatu pembenah tanah dapat mengurangi CO₂.

4.1.3. Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase (PMe-ase)

Ketersediaan fosfor dalam tanah pada umumnya rendah, disebabkan P terikat menjadi Fe-fosfat dan Al-Fosfat pada tanah masam atau Ca₃(PO₄)₂. Pada tanah basa tanaman tidak dapat menyerap P dalam bentuk terikat dan harus diubah menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Mikroba tanah berperan dalam beberapa aktivitas dalam tanah seperti pelarutan P terikat oleh sekresi asam, dan mineralisasi komponen fosfat organik dengan mengubahnya menjadi bentuk anorganik. Mineralisasi fosfat organik juga melibatkan peran mikroba tanah melalui produksi enzim fosfatase seperti fosfomonoesterase, fosfodiesterase, trifosfomonoesterase dan fosfoamidase (Pang, 1986 dalam Rahmat dan Suliasih, 2006). Enzim-enzim tersebut bertanggung jawab pada proses hidrolisis P organik menjadi fosfat anorganik (H₂PO₄⁻², HPO₄⁻)

yang tersedia bagi tanaman (Lal, 2000). Rata-rata aktivitas Enzim Fosfomonoesterasi (PME-ase) dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 3. Rata-rata Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase

No	Perlakuan	Enzim Fosfomonoesterase (ppm)		
		0 HST*	6 MST**	10 MST**
1.	M0P0	31,51	42,60	26,29
2.	M0P1	33,77	43,36	29,17
3.	M0P2	37,13	42,80	29,56
4.	M0P3	38,13	43,73	29,69
5.	M1P0	34,12	43,45	28,95
6.	M1P1	37,98	43,86	26,65
7.	M1P2	63,56	43,19	29,99
8.	M1P3	64,16	44,69	30,72

Keterangan: Keterangan: *= Pengambilan sampel secara komposit dari 3 ulangan

**=M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Berdasarkan hasil sidik ragam diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan kompos dan perlakuan Pupuk Organik Hayati (POH) dan biochar menunjukkan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap aktivitas enzim Pme-ase pada 0 HST, 6 MST (Lampiran 3e) dan 10 MST (Lampiran 3f). Hal tersebut menurut Rachmat (2008) bahwa enzim fosfomonoesterase termasuk stabil karena tidak banyak dipengaruhi oleh bahan organik tanah dan bahan pencemar.

4.2. Pengaruh Aplikasi Biochar dan POH Terhadap Sifat Kimia Tanah

4.2.1. C-Organik

Penambahan kompos sebagai masukkan bahan organik dan pembenah tanah berupa biochar dimaksudkan untuk dapat memperbaiki kualitas sifat tanah salah satunya kandungan C-organik didalam tanah. Menurut Sipahutar *et al.* (2014), mengatakan bahwa karbon Organik tanah menggambarkan keadaan bahan organik pada tanah. Rata-rata nilai C-organik tanah setelah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah C-Organik dalam Tanah

No	Perlakuan	C-Organik(%)	
		6 MST	10 MST
1.	M0P0	1,49 a	1,33 a
2.	M0P1	1,52 a	1,37 a
3.	M0P2	1,67 ab	1,51 ab
4.	M0P3	1,84 bcd	1,59 ab
5.	M1P0	1,84 bcd	1,69 ab
6.	M1P1	1,77 bc	1,89 bc
7.	M1P2	1,93 cd	1,91 bc
8.	M1P3	1,99 d	2,23 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi penambahan kompos serta penambahan biochar dan pupuk organik hayati (POH) memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) terhadap kandungan C-organik tanah pada 6 MST (Lampiran 3g) dan 10 MST (Lampiran 3h). Persentase nilai C-organik tertinggi pada 6 MST terdapat pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH dan biochar) dengan nilai 1,99 % dan terendah pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) dengan nilai 1,49 %. Persentasi nilai C-organik tanah paling rendah pada 10 MST ditunjukkan pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) dengan nilai 1,37 %, sedangkan persentasi nilai C-organik paling tinggi di tunjukkan pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH dan biochar) dengan nilai 2,23 %. Hal tersebut menandakan bahwa penambahan bahan organik berupa kompos ke dalam tanah ultisol serta biochar dan pupuk organik hayati dapat meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Nurida *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa kandungan C-organik tanah meningkat dari 0,90 % menjadi 1,02 % - 1,07 % setelah diberikan bahan pembenah tanah berupa biochar sekam padi dan tempurung kelapa. Hal tersebut juga di perkuat dari pernyataan Syukur (2005) yang menyatakan bahwa

penambahan bahan organik maka kandungan C-organik akan meningkat dan sebaliknya. Meningkatnya kandungan bahan organik didalam tanah dapat memperbaiki sifat kimia, dan biologi tanah. Seperti yang dijelaskan oleh Simanungkalit *et al.* (2006) bahwa peran bahan organik didalam tanah untuk memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah.

4.2.2. P-Tersedia

Fosfor memegang peran penting dalam proses metabolisme, didalam tanah, fosfor dijumpai dalam bentuk fosfor organik dan anorganik. Menurut Rahmat dan Suliasih (2006), menyatakan bahwa fosfor yang tersedia bagi tanaman yaitu dalam bentuk $H_2PO_4^{-2}$, dan PO_4^{-3} . Nilai rata-rata P-Tersedia setelah aplikasi perlakuan disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 5. Rata-rata Jumlah P-Tersedia dalam Tanah

No	Perlakuan	P-Tersedia (ppm)	
		6 MST	10 MST
1.	M0P0	12,36	77,02 a
2.	M0P1	13,75	77,17 a
3.	M0P2	13,93	81,76 a
4.	M0P3	14,82	83,07 a
5.	M1P0	20,68	107,07 b
6.	M1P1	31,00	119,01 b
7.	M1P2	22,44	109,92 b
8.	M1P3	20,19	110,85 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan kompos dan perlakuan Pupuk Organik Hayati (POH) dan biochar menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$) pada 6 MST (Lampiran 3i) dan memberikan pengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap fosfor tersedia di tanah ultisol pada 10 MST (Lampiran 3j). Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan M1P1 (tanah + kompos) dengan nilai yaitu 119,9 ppm, jika dibandingkan dengan perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) memiliki nilai paling rendah dengan nilai 77,02 ppm. Hal

tersebut menandakan bahwa perlakuan penambahan bahan organik sebagai media tanam dan aplikasi pupuk organik hayati dapat meningkatkan kandungan P-tersedia didalam tanah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Isnaini (2006) yang mengatakan sumber fosfat yang ada di dalam tanah sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman dan bahan organik lainnya. Selain penambahan bahan organik aplikasi pupuk organik hayati juga memberikan pengaruh dari peningkatan fosfor yang tersedia didalam tanah. Penambahan pupuk organik hayati yang didalamnya terdapat mikroorganisme bermanfaat yaitu bakteri pelarut fosfat yang dapat membantu proses pelarutan fosfat dari bahan organik yang ditambahkan. Sesuai dengan penelitian Isnaini (2006), yang mengatakan bahwa perubahan fosfor organik menjadi fosfor anorganik dilakukan oleh mikroorganisme.

4.2.3. pH Tanah

Nilai pH menunjukkan jumlah konsentrasi ion hidrogen (H^+) didalam tanah. Tanah masam memiliki nilai pH yang rendah atau kadar ion H^+ yang rendah. Namun sebaliknya tanah basa memiliki nilai pH yang tinggi atau jumlah kadar ion OH^- yang berbanding terbalik dengan ion H^+ (Hardjowiegeno, 2003). Nilai rata-rata pH tanah pada berbagai perlakuan ditunjukkan pada Tabel 12.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan kompos, Pupuk Organik Hayati (POH) dan biochar menunjukkan pengaruh yang sangat berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai pH tanah pada 6 MST (Lampiran 3k) dan 10 MST (Lampiran 3l).

Tabel 6. Rata-rata Hasil Analisa pH Tanah

No	Perlakuan	pH	
		6 MST	10 MST
1.	M0P0	5.67 a	5.67 a
2.	M0P1	5.72 a	5.76 a
3.	M0P2	5.98 b	5,94 b
4.	M0P3	6.11 b	5,95 b
5.	M1P0	6.04 b	6,21 c
6.	M1P1	6.04 b	6.23 c
7.	M1P2	6.13 b	6.32 cd
8.	M1P3	6.08 b	6.44 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Perlakuan pemberian kompos, pupuk organik hayati dan biochar mampu meningkatkan pH tanah, hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan nilai pH yang paling tinggi yaitu perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH + biochar) dengan nilai 6,44, untuk nilai pH paling rendah terdapat pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) dengan nilai 5,67. Hal tersebut diduga bahwa pemberian bahan organik berupa kompos serta aplikasi biochar dapat meningkatkan pH tanah. Hal tersebut sejalan menurut Nurida *et al.* (2012) yang mengatakan bahwa biochar menaikkan pH tanah yang rendah. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian Nisa (2010) menunjukkan bahwa tanah yang diberikan perlakuan biochar 10 ton⁻¹ dapat menaikkan pH tanah dari kondisi awal 6,78 menjadi 7,40 atau naik 9,14 %. Peningkatan pH tanah dipengaruhi oleh dekomposisi bahan organik, dimana proses dekomposisi bahan organik menghasilkan asam-asam organik yang bersifat amfoter sehingga mampu menetralkan pH tanah (Tan, 2003 dalam Rocana, 2011). Menurut Darrman (2006) biochar mengandung gugus karboksil yang berperilaku sebagai asam dan gugus amino yang berlaku sebagai basa (tergantung pada keadaan tanah), dapat bermuatan positif atau negatif. Dengan demikian dalam lingkungan basa, amino akan berubah bentuk menjadi anion, dan dalam lingkungan asam berubah menjadi kation.

4.3. Pengaruh Aplikasi Biochar dan POH Terhadap Pertumbuhan Bawang Merah

4.3.1. Tinggi Tanaman Bawang Merah

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada saat umur 2, 6 dan 10 MST. Dari data agronomi tanaman bawang merah pada M0P0 (tanpa perlakuan) secara umum lebih rendah dari pada perlakuan lainnya. Tinggi tanaman pada masing-masing perlakuan terjadi peningkatan dan memiliki tinggi yang hampir sama. Nilai rata-rata tinggi tanaman disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 7. Rata-rata Tinggi Tanaman Bawang Merah

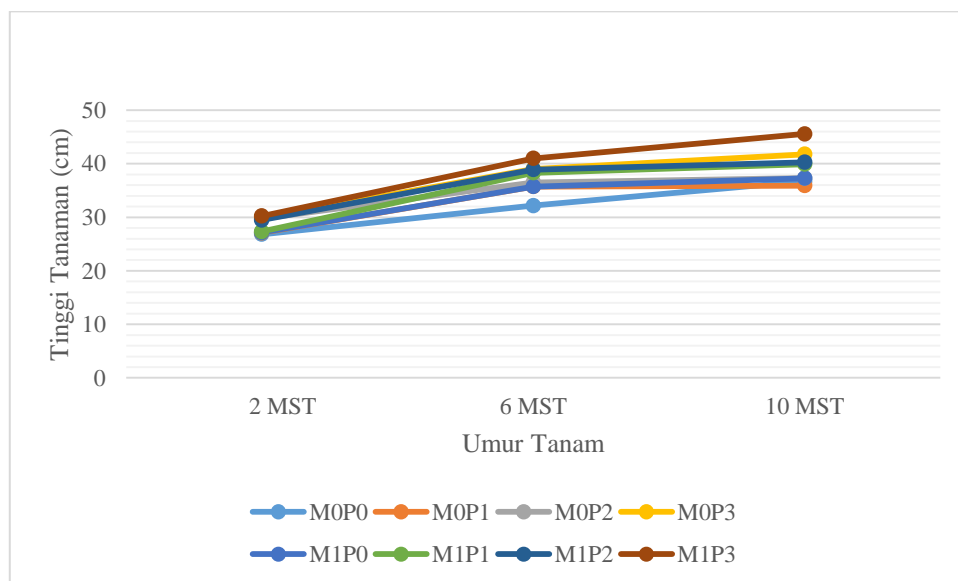
Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	2 MST	6 MST	10 MST
M0P0	26,82 a	32,17 a	36,72
M0P1	27,09 a	35,72 ab	35,91
M0P2	29,72 b	36,50 ab	37,32
M0P3	29,92 b	39,00 bc	41,78
M1P0	27,16 a	35,74 ab	37,28
M1P1	27,33 a	38,31 bc	39,92
M1P2	29,50 b	38,89 bc	40,28
M1P3	30,22 b	41,00 c	45,58

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kompos, pupuk organik hayati (POH) dan biochar berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap tinggi tanaman bawang merah pada 2 MST (Lampiran 3m) dan berbeda nyata ($p < 0,05$) pada 6 MST (Lampiran 3n), tetapi tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) 10 MST (Lampiran 3o). Tinggi tanaman pada 2 MST menunjukkan bahwa tanaman yang mendapatkan perlakuan tanah ultisol, kompos, POH dan biochar mengalami pertumbuhan yang jauh lebih pesat dibandingkan dengan perlakuan lain, dengan hasil tertinggi pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH dan biochar) yaitu 30,22 cm, dan nilai terendah terdapat pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) yaitu 26,82 cm.

Tinggi tanaman pada 6 MST menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH dan biochar) yaitu 40,00 cm dan tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) dengan nilai 32,17 cm.

Secara umum aplikasi perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini diduga karena pemberian kompos, biochar dan pupuk organik hayati mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Lumbantobing *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa pupuk organik yang mengandung unsur hara serta mikroba yang terkandung didalam pupuk organik hayati mampu meningkatkan efisiensi pengambilam unsur hara. Pemberian biochar sampai 20 ton⁻¹ dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui sifat fisik tanah sehingga tanaman dengan mudah menyerap unsur hara baik tersedia maupun yang ditambahkan untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Gani, 2009).



Gambar 1. Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

4.3.2. Jumlah Daun Bawang Merah

Data agronomi tanaman bawang merah pada perlakuan kontrol secara umum lebih rendah dari pada perlakuan lainnya. Jumlah daun pada setiap perlakuan terjadi peningkatan dan memiliki tinggi yang hampir sama. Rata-rata jumlah daun disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 8. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)		
	2 MST	6 MST	10 MST
MOP0	7,83 a	14,33	17
MOP1	9,50 b	17,44	24,56
MOP2	8,67 a	17,17	18,89
MOP3	9,77 b	18,56	18,56
M1P0	8,33 a	18,09	22,17
M1P1	9,55 b	18,17	23,17
M1P2	9,67 b	17,34	20,55
M1P3	9,87 b	19,06	24,25

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; MOP0 (Tanpa Perlakuan), MOP1 (Tanah + POH), MOP2 (Tanah + Biochar), MOP3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kompos, pupuk organik hayati (POH) dan biochar tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap jumlah daun tanaman bawang merah pada 6 MST (Lampiran 3q) dan 10 MST (Lampiran 3r), tetapi sangat berbeda nyata ($p < 0,01$) pada 2 MST (Lampiran 3p). Jumlah daun pada 2 MST dengan rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH dan biochar) yaitu 9,87 helai, dan terendah pada MOP0 (tanpa perlakuan) dengan nilai 7,83 helai)

Secara umum perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun pada tanaman bawang merah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Elisabeth *et al.* (2013) bahwa perlakuan bahan organik tidak menunjukkan beda nyata terhadap parameter pertumbuhan seperti panjang tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, luas daun, bobot segar umbi, bobot kering matahari total pada tanaman bawang merah.

4.3.3. Jumlah Umbi Bawang Merah

Variabel jumlah umbi di hitung pada saat setelah panen dimana umur bawang merah 10 MST. Hasil analisis ragam pada rata-rata jumlah umbi menunjukkan bahwa pemberian kompos, pupuk organik hayati (POH) dan biochar tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) (Lampiran 3s) terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah. Rata-rata jumlah umbi disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 9. Rata-rata Jumlah Umbi Tanaman Bawang Merah

No	Perlakuan	Jumlah Umbi
1.	M0P0	4,22
2.	M0P1	5,17
3.	M0P2	5,72
4.	M0P3	4,56
5.	M1P0	5,56
6.	M1P1	3,72
7.	M1P2	4,89
8.	M1P3	3,89

Keterangan: M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Perlakuan M0P2 (tanah + biochar) memiliki nilai rata-rata jumlah umbi tertinggi yaitu sebesar 5,72, dan nilai rata-rata jumlah umbi terendah terdapat pada perlakuan M1P1 (tanah + kompos + POH) yaitu 3,72.

Perlakuan kompos, biochar dan pupuk organik hayati tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Elisabeth *et al.* (2013) bahwa perlakuan bahan organik tidak menunjukkan beda nyata terhadap parameter pertumbuhan seperti panjang tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, jumlah umbi, luas daun, bobot segar umbi, bobot kering matahari total pada tanaman bawang merah.

4.3.4. Berat Umbi Bawang Merah

Variabel pengamatan biomassa selain jumlah umbi yaitu berat basah dan berat kering umbi bawang merah. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan aplikasi penambahan kompos, pupuk organik hayati (POH) dan biochar memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada berat basah (Lampiran 3t) dan berat kering tanaman bawang merah (Lampiran 3u). Rata-rata berat kering dan berat basah brangkasan dan umbi disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 10. Rata-rata Berat Basah dan Berat Kering Brangkasan dan Umbi

Perlakuan	Berat Umbi (g/tanaman)	
	BB	BK
M0P0	5,00 a	0,60 a
M0P1	5,06 a	0,65 a
M0P2	6,00 a	1,08 bc
M0P3	8,27 b	1,17 bc
M1P0	8,81 bc	0,91 ab
M1P1	9,88 c	1,05 bc
M1P2	11,22 d	1,19 bc
M1P3	11,40 d	1,32 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%; M0P0 (Tanpa Perlakuan), M0P1 (Tanah + POH), M0P2 (Tanah + Biochar), M0P3 (Tanah + POH + Biochar), M1P0 (Tanah + Kompos), M1P1 (Tanah + Kompos + POH), M1P2 (Tanah + Kompos + Biochar), M1P3 (Tanah + Kompos + POH + Biochar).

Rata-rata berat basah umbi tertinggi terdapat pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH) yaitu 11,40 g/tanaman dan rata-rata berat basah terendah terdapat pada perlakuan M0P (tanpa perlakuan) yaitu 5,00 g/tanaman. Rata-rata berat kering umbi tertinggi pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH) yaitu 1,32 g/tanaman dan terendah pada perlakuan M0P0 (tanpa perlakuan) yaitu 0,60 g/tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Gardner *et al.* (1991) dalam Elisabeth *et al.* (2013) bahwa bahan organik membentuk granular-granular yang mengikat liat, akibatnya tanah menjadi porus. Tanah yang porus ini mudah di tembus akar sehingga umbi lebih besar dan lebih banyak.

4.4 Pembahasan Umum

Permasalahan ultisol di Indonesia menjadi pertimbangan bagi para petani di Indonesia untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Permasalahan utama dari tanah ultisol adalah masam, rendahnya bahan organik dan kandungan unsur hara yang ada di dalamnya akibat proses pencucian yang intensif. Hasil analisa dasar pH tanah menunjukkan kriteria agak masam dengan nilai 5,6, C-organik rendah dengan nilai 1,62 %, kandungan P-tersedia sangat rendah dengan nilai 2,2 ppm. Kandungan C-organik rendah dan pH yang merendah mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang ada di tanah ultisol, menurut Sinaga *et al.* (2015) faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah diantaranya pH tanah, bahan organik tanah, dan total mikroorganisme. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisis dasar tanah yang menunjukkan total populasi bakteri tanah yaitu 200×10^4 , respirasi tanah dengan nilai $1,07 \text{ mgCO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$, aktivitas enzim fosfomonoesterase 34,50 ppm. Aplikasi pemberian bahan organik dan pemberian pembenah tanah merupakan cara yang digunakan untuk dapat memperbaiki kualitas tanah ultisol dari sifat fisika, kimia dan biologi tanah tanah ultisol.

Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kompos dan pupuk organik hayati (POH) serta pembenah tanah berupa biochar yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas tanah, dilihat dari aktivitas mikroorganisme tanah. Penambahan kompos bermanfaat untuk dapat meningkatkan c-organik di tanah ultisol dan sebagai tambahan sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Menurut Izzudin (2012) bahwa jumlah mikroorganisme tanah di lahan sangat dipengaruhi oleh bahan organik, karena semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi organisme tanah, sebab bahan organik dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dan pemberian bahan organik dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah. Pupuk organik hayati (POH) yang digunakan mengandung mikroorganisme bermanfaat seperti pelarut fosfat, penambat nitrogen, penghasil ZPT (IAA, sitokinin, giberelin), dan biokontrol. Penambahan pupuk organik hayati (POH) bertujuan untuk dapat meningkatkan aktivitas

mikroorganisme yang ada di tanah ultisol. Selain kompos dan POH bahan organik lain yang digunakan adalah biochar.

Aplikasi kompos, pupuk organik hayati (POH) dan biochar dalam percobaan ini memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas mikroorganisme tanah yang meliputi total populasi bakteri dan respirasi tanah. Selain itu aplikasi perlakuan juga memberikan pengaruh terhadap sifat kimia seperti pH, P-tersedia, C-organik. Pemberian perlakuan juga berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman bawang merah yang meliputi tinggi tanaman, berat basah umbi dan berat kering umbi, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas fosfomonoesterase, jumlah daun dan jumlah umbi bawang merah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kompos, POH dan biochar berpengaruh nyata pada total populasi bakteri tanah, dimana total bakteri tanah pada perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH dan biochar) memiliki hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan M0P0 (tanpa perlakuan). Izzudin (2012) menjelaskan bahwa jumlah mikroorganisme tanah di lahan sangat dipengaruhi oleh bahan organik, karena semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi organisme tanah. Total populasi bakteri tanah mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah (Sarah, 2015). Hasil penelitian menunjukkan respirasi mikroba tanah pada perlakuan M1P1 (tanah + kompos + POH) memiliki nilai yang lebih tinggi di bandingkan dengan M0P0 (tanpa perlakuan). Pengukuran respirasi tanah dapat merefleksikan keberadaan kehidupan atau aktivitas mikroorganisme tanah (Hu *et al.* (2007) dalam Antonius dan Agustiyani (2011)). Hasil tersebut tidak sejalan dengan hasil pengukuran total bakteri tanah, Menurut Hanafiah *et al* (2009) dalam Sinaga *et al.* (2015) semakin tinggi total mikroorganisme dan semakin banyak bahan organik ditanah maka nilai respirasi mikroorganisme akan semakin tinggi. Jika dilihat dari perlakuan biochar pada hasil respirasi tanah menunjukkan bahwa perlakuan biochar tidak menunjukkan nilai respirasi yang tinggi hal ini dikarenakan CO₂ yang dikeluarkan mikroorganisme saat melakukan respirasi di ikat oleh biochar hal ini sesuai dengan manfaat biocar yang disampaikan oleh Gani (2009) yang menyatakan bila biochar digunakan sebagai suatu pembenah tanah dapat mengurangi

CO₂. Tinggi rendahnya aktivitas mikroorganisme dalam tanah di pengaruhi salah satunya dengan keberadaan bahan organik dalam tanah. Menurut Hanafiah *et al.* (2009) dalam Sinaga *et al.* (2015) bahan organik sebagai suplai makanan atau energi yang sedikit ditanah akan menurunkan aktivitas mikroorganisme. Bahan organik tanah direpresentasikan dari perhitungan C-organik yang terdapat didalam tanah. Dimana semakin tinggi kandungan bahan oraganik didalam tanah maka total mikroorganisme tanah juga semakin tinggi. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian, dimana hasil pengukuran C-organik menunjukkan bahwa perlakuan M1P3 (tanah + kompos + POH + biochar) memiliki hasil yang tinggi.

Rata-rata pH tanah yang diaplikasikan kompos, pupuk organik hayati dan biochar menunjukkan adanya peningkatan pH tanah jika dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian Suliasih dan Widawati (2015), aplikasi formula pupuk hayati yang berasal dari bakteri PGPR mampu meningkatkan pH tanah agak masam (5,8) menjadi netral (7,12). pH tanah merupakan faktor utama terhadap tingkat kesuburan tanah dan dapat mempengaruhi total mikroorganisme tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah. Menurut Syahputra (2007) dalam Sinaga *et al.* (2015) pada pH tanah masam maka aktivitas mikroorganisme menurun. Pemberian kompos, POH dan biochar tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas enzim fosfomonoesterase pada penelitian yang dilakukan. Enzim fosfomonoesterasi salah satunya juga mempengaruhi kandungan P-tersedia didalam tanah ultisol. Pada hasil penelitian menunjukkan pemberian kompos, POH dan biochar memberikan pengaruh nyata terhadap P-tersedia didalam tanah ultisol. Meningkatnya kandungan P-tersedia didalam tanah dipengaruhi karena pemberian bahan organik, seperti yang di kemukakan oleh Isnaini (2012) bahwa sumber fosfat yang ada didalam tanah sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman, dan bahan organik lainnya. Penambahan pupuk organik hayati yang mengandung mikroorganisme pelarut fosfat juga meningkatkan P-tersedia didalam tanah.

Pengaruh pemberian kompos, pupuk organik hayati (POH) dan biochar terhadap pertumbuhan tanaman bawang pada pengamatan tinggi tanaman pada 2 MST dan 6 MST serta berat basah dan kering umbi menunjukkan perbedaan yang

nyata. Hal tersebut sesuai dengan Gardner *et al.* (1991) dalam Elisabeth *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa bahan organik merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah anakan dan jumlah umbi tanaman bawang merah karena pemberian bahan organik akan membentuk granular granular yang mengikat liat, akibatnya tanah menjadi porus. Tanah yang porus ini lah yang mudah ditembus akar sehingga umbi lebih besar dan lebih banyak. Berdasarkan penelitian Pratama (2015) bahwa pemberian biochar 30 ton ha⁻¹ memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan pada tanaman bawang merah dilihat dari tinggi tanaman, jumlah anakan per rumpun, jumlah umbi perumpun, bobot basah perumpun, bobot kering perumpun. Berdasarkan hasil penelitian Antonius *et al.* (2015) bahwa pupuk organik yang diperkaya inokulan mikroba (pupuk hayati) yang mengandung bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp.), bakteri penambat N, fungi perombak bahan organik (*Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp.) dapat meningkatkan hasil panen wortel sebesar 15-30 %, brokoli sebesar 65-90 % dan jagung sebesar 10 %.