

## **APLIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT, BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI (*Capsicum annum* L.)**

### **Applications Solvents Phosphate Bacteria, Nitrogen-Fixing Bacteria and Mycorrhizae Plants Against Pace of Chili (*Capsicum annum* L.)**

*Rahmawaty Rahman<sup>1)</sup>, Muhammad Anshar<sup>2)</sup>, Bahrudin<sup>2)</sup>*

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

<sup>2)</sup> Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

Email :Rachmawaty\_Rahman@yahoo.com

Email :apasigai@yahoo.com

Email :bahrudinuntad@ymail.com

#### **ABSTRACT**

The aims of this experiment were to evaluate the response of red pepper plants with the provision of bacteria solvent application phosphate , nitrogen-fixing bacteria and mycorrhizae. This experiment used a randomized block design (RBD ) with 5 treatments and 3 replications. Each treatment unit represented 8 plants in polybags so that in this study there were 120 plants which consists of three plants as samples harvested ( destructive ) respectively at the age of 2, 4 and 6 weeks after planting (WAP), 3 plant samples were observed when non- destructive observation and two (2 ) backup plants. Results of this experiment showed that giving of compost + phosphate + mycorrhizal solvent bacteria produce an average of the highest growth in the varieties of pepper plants TM 999 , ie plant height at 2 WAP 81,00 cm and 83,67 cm at 4 WAP, number of leaves at 4 WAP 59,00 strands and strands 97,00 on 6 WAP. Leaf Area Ratio ( LAR ) in 14-28 days 73.95 cm<sup>2</sup>/g , and the LAR in 14-42 days 61,25 cm<sup>2</sup>/g , Net Assimilation Rate ( NAR ) at the age of 14- 42 days 0,03 cm<sup>2</sup>/g/day; whereas treatment ( compost + BPF ) which resulted in the growth of plants with an average height of the highest crop leaf area 4 WAP aged 84,63 cm<sup>2</sup>/plant<sup>-1</sup> and 6 WAP 92,73 cm<sup>2</sup>.plant<sup>-1</sup> , total dry weight of crop age 4 WAP ie 1,6016 g/plant<sup>-1</sup>. Treatment ( compost + BPN ) produces an average growth rate of the highest cultivation of age 14-42 days, 0,8 g/ cm<sup>2</sup>/day increased to 0,17 g/cm<sup>2</sup>/day increased to 0,26 g/ cm<sup>2</sup>/day and Net Assimilation Rate ( NAR ) ) at the age of 14-42 days 0,03 cm<sup>2</sup>/g/ day.

**Keywords** : Red chili , compost , fosfar solvent bacteria , nitrogen-fixing bacteria , mycorrhizal .

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman cabai merah aplikasi bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen, dan mikoriza. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap unit perlakuan diwakili 8 tanaman dalam polibag sehingga dalam penelitian ini terdapat 120 tanaman yang terdiri atas 3 tanaman sebagai sampel yang dipanen (destruktif) masing-masing pada umur 2, 4 dan 6 minggu setelah tanam (MST), 3 tanaman sampel non destruktif yang diamati saat pengamatan dan 2 (dua) tanaman cadangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat + mikoriza menghasilkan rata-rata pertumbuhan tanaman cabai tertinggi pada varietas TM 999, yaitu tinggi tanaman pada 2 MST 81,00 cm dan 83,67 cm pada 4 MST, jumlah daun pada 4 MST 59,00 helai dan 97,00 helai pada 6 MST. Nisbah Luas Daun (NLD) pada 14-28

hari 73,95 cm<sup>2</sup>/g, dan NLD pada 14-42 hari 61,25 cm<sup>2</sup>/g, Laju Asimilasi Netto (LAN) pada umur 14-42 hari 0,03 cm<sup>2</sup>/g/hari; sedangkan perlakuan (kompos+bakteri pelarut fosfat) yang menghasilkan pertumbuhan tanaman dengan tinggi rata-rata luas daun pertanaman tertinggi umur 4 MST 84,63 cm<sup>2</sup>.Tanaman<sup>-1</sup> dan 6 MST 92,73 cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>, berat kering total pertanaman umur 4 MST yaitu 1,6016 g tanaman<sup>-1</sup>. Perlakuan (kompos + penambat nitrogen) menghasilkan rata-rata laju tumbuh pertanaman tertinggi dari umur 14-42 hari yaitu 0,8 g/cm<sup>2</sup>/hari bertambah menjadi 0,17 g/cm<sup>2</sup>/hari kemudian meningkat menjadi 0,26 g/cm<sup>2</sup>/hari dan Laju Asimilasi Netto (NLD) pada umur 14-42 hari 0,03 cm<sup>2</sup>/g/hari.

**Kata kunci** : Cabai merah, kompos, bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen, mikoriza  
**PENDAHULUAN**

Tanaman Cabai merah (*Capsicum annum* L.) memiliki potensi sebagai jenis sayuran atau buah untuk dibudidayakan karena cukup penting peranannya baik untuk memenuhi kebutuhan konsumsi nasional maupun komoditas ekspor, dengan makin beragamnya kebutuhan manusia serta makin berkembangnya teknologi, baik dari segi obat-obatan, kosmetik dan lainnya, maka kebutuhan bahan baku cabai merah akan terus meningkat setiap tahunnya. Cabai merah adalah salah satu tanaman sayuran yang merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi (Purwono, 2006).

Pengembangan tanaman hortikultura di Sulawesi tengah pada umumnya dilakukan pada daerah lahan kering yang memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah dan ketersediaan airnya yang relatif rendah. Kekurangan kandungan bahan organik dalam tanah serta ketersediaan air dan unsur hara yang rendah serta suhu udara yang tinggi (suhu udara rata-rata 26-35<sup>0</sup>C dan pada kondisi ekstrim suhu udara dapat mencapai ± 37 <sup>0</sup>C) serta kelembaban udara yang rendah (± 76%) merupakan faktor yang dapat mempengaruhi rendahnya produktivitas cabai merah yang dihasilkan di Lembah Palu. Tanaman cabai tidak dapat memberikan hasil yang maksimum apabila keadaan lingkungan tidak mendukung, misalnya ketersediaan air yang kurang dan unsur hara yang rendah serta struktur tanah yang kurang

baik. Oleh karena itu perlu adanya upaya perbaikan teknologi budidaya secara biologis yang dapat mendukung peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah di Lembah Palu. Pemberian pupuk organik dan pupuk hayati (*biofertilizer*) diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman cabai.

Pupuk organik mempunyai fungsi antara lain adalah: dapat memperbaiki struktur tanah, karena bahan organik dapat mengikat partikel tanah menjadi agregat yang mantap, memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air tanah meningkat dan pergerakan udara (aerasi) di dalam tanah menjadi lebih baik. Fungsi biologi pupuk kompos adalah sebagai sumber energi dan makanan bagi mikroba di dalam tanah, dengan ketersediaan bahan organik yang cukup, aktivitas organisme tanah juga akan mempengaruhi ketersediaan hara, siklus hara, dan pembentukan pori mikro dan makro tanah menjadi lebih baik (Setyorini 2004).

Pada tahun 2013 telah berhasil diisolasi mikroorganisme tanah setempat yang merupakan hasil isolasi dari penelitian mahasiswa Jurusan Biologi ITS Surabaya, seperti bakteri penambat nitrogen non simbiotik dengan genus *Azotobacter*, bakteri pelarut fosfat dengan genus *Bacillus*, dan mikoriza yang merupakan kumpulan dari genus *Glomus* dan *Acaulospora*. Salah satu upaya pendekatan dalam menekan penggunaan pupuk sintetik pada sektor pertanian adalah dengan memanfaatkan

kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia unsur hara dalam tanah sehingga dapat tersedia untuk tanaman (Simanungkalit, dkk; 2006).

Bakteri pelarut fosfat mampu mengubah fosfat tidak larut dengan cara mensekresikan asam organik seperti asam format, asetat, propionate, laktat, glikolat, fumarat, dan suksinat (Suliasih; dkk, 2010). Selain bakteri pelarut fosfat terdapat bakteri penambat nitrogen yang memiliki kemampuan meningkatkan efisiensi penggunaan N-tersedia dalam tanah. Bakteri tersebut menggunakan nitrogen bebas untuk sintesis sel protein dimana protein tersebut akan mengalami proses mineralisasi dalam tanah setelah bakteri mengalami kematian, dengan demikian bakteri berkontribusi terhadap ketersediaan nitrogen untuk tanaman (Danapriatna, 2010). Mikroba tanah lainnya adalah mikoriza, yang memiliki kemampuan dalam meningkatkan jangkauan akar dalam penyerapan unsur hara yang tidak mobil seperti unsur P di dalam tanah dan mampu memberikan hasil peningkatan terhadap ketersediaan P maupun serapan P tanaman (Hasanudin, 2004).

Pemberian mikroorganisme dalam bentuk pupuk hayati (*biofertilizer*), seperti inokulan bakteri fiksasi nitrogen non simbiotik (*Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp.) dan bakteri pelarut fosfat (*Bacillus megaterium* dan *Bacillus subtilis*) dalam berbagai dosis secara deskriptif diketahui dapat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai yang mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat buah Supriyanto, dkk;(2011). Sedangkan pada penelitian lain diketahui bahwa penambahan mikoriza mampu memberikan hasil yang lebih baik pada parameter tinggi tanaman, luas daun, dan berat kering tajuk (Haryantini, 2001).

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh dari aplikasi bakteri pelarut fosfat (BPF), bakteri

penambat N (BPN), dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah.

## BAHAN DAN METODE

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian adalah benih cabai merah varietas TM 999, tanah (topsoil), untuk pembibitan menggunakan polibag ukuran 5 x 8 cm, dan polibag ukuran 35 x 40 cm digunakan pada saat penanaman, pupuk organik (kompos) dengan bahan : jerami jagung yang dihaluskan sebanyak 500 kg, pupuk kandang 300 kg, dedak halus 100 kg, sekam padi 100 kg, gula pasir 250 g, EM-4 1 liter, dan air secukupnya. Pupuk anorganik(Urea : 1,141 g.polybag<sup>-1</sup>, SP36: 1,313g. polybag<sup>-1</sup>, KCl: 0,875 g. polibag<sup>-1</sup>), isolasi bakteri pelarut fosfat dan isolate bakteri penambat nitrogen yang diperoleh pada penelitian pendahuluan, mikoriza, media Pikovskaya, media N-fixiation semi solid, aquades steril, alkohol.

Alat yang digunakan untuk penelitian ialah timbangan duduk, sprayer, parang, ajir, meteran, timbangan digital, kamera digital, leaf area meter, USB mikroskop, laptop,cawan petri, jarum ose, oven, autoclave dan alat tulis menulis.

### Desain Penelitian.

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan, pengelompokan berdasarkan jenis tinggi tanaman yang sama dari masing-masing tiap kelompok berbeda serta perlakuan yang diberikan tetap sama yang terdiri dari : R0=Tanpa perlakuan, R1= kompos + (BPF), R2= kompos + (BPN), R3= kompos + BPF + BPN,R4 = Pemberian kompos + BPF + mikoriza. Setiap unit perlakuan perkelompok ada 8 tanaman (8 polibag), sehingga dalam penelitian ini terdapat 120 tanaman yang terdiri atas 3(tiga) tanaman sebagai sampel yang dipanen (destruktif) masing-masing pada umur 2, 4

dan 6 MST,3 (tiga) tanaman sampel non destruktif yang diamati saat pengamatan dan 2 (dua) tanaman cadangan.

### **Pelaksanaan Penelitian:**

**Pengambilan Sampel.** Pelaksanaan penelitian melalui beberapa kegiatan yaitu pembuatan pupuk kompos steril, guna sebagai bahan pembawa dan makanan bagi mikroorganisme didalam tanah. Sebelum melakukan uji sinergisme isolat mikroba pada tanaman cabai, terlebih dahulu dilakukan isolasi bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri penambat nitrogen (BPN) terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel tanah organik dari Desa Sidera, Kecamatan Bolupontu Jaya. Sedangkan mikoriza yang digunakan berasal dari Laboratorium Storma Untad.

### **Penanaman dan Aplikasi Mikroba.**

Sebelum melakukan penanam cabai, terlebih dahulu dilakukan persemaian dengan menggunakan media tanah + kompos. Benih cabai direndam dalam air hangat  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam (Sumarmi dan Muharam, 2005). Perendaman ini bertujuan untuk menghilangkan hama atau penyakit yang menempel pada biji dan untuk mempercepat perkecambahan. Persemaian benih diletakkan di bawah naungan dan disiram setiap hari dengan air secukupnya. Bibit dinyatakan siap ditanam pada saat berumur 3 minggu setelah semai atau memiliki 3-4 helai daun. Sebelum bibit dipindah, tanaman dilakukan sortasi lebih dahulu untuk memilih bibit yang sehat dan seragam. Setelah bibit dipindahkan ke polibag ukuran 35 cm x 40 cm yang berisi media campuran tanah dan pupuk organik dengan perbandingan 4:1, yang telah diatur sesuai perlakuan dengan jarak polibag 50 cm x 50 cm. Untuk menjaga pertumbuhan dan perkembangan bibit yang normal, maka dilakukan pemeliharaan meliputi: penyiraman, penyulaman, pemupukan, dan pengendalian hama dan penyakit tanaman.

Aplikasi mikroba tanah dilakukan pada tanaman cabai dengan cara menyiramkan 60 ml inokulan mikrobatanah (BPF, BPN dan mikoriza) pada 100g kompos steril sebagai bahan pembawa. Setiap polibag diberi sebanyak 25 g kompos steril yang disiram dengan mikroba tanah (biokompos) dan diberikan pada saat tanam. Pemberian pupuk anorganik (urea:1,141 g.polybag<sup>-1</sup>, SP36: 1,313g.polybag<sup>-1</sup>, KCl: 0,875 g.polybag<sup>-1</sup>) dilakukan pada saat tanaman berumur 7(HST).

**Metode Analisis.** Variabel pengamatan meliputi komponen pertumbuhan non destruktif terdiri dari; tinggi tanaman, jumlah daun (helai) serta komponen pertumbuhan destruktif terdiri dari; Luas daun pertanaman (cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>), bobot kering total tanaman, Laju Tumbuh Pertanaman (LTP), Laju Asimilasi Neto (LAN), Nisbah Luas Daun (NLD).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tinggi Tanaman.** Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pada 2, 4 dan 6 MST, perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman.

Hasil uji BNJ (Tabel 1), menunjukkan bahwa tinggi tanaman cabai pada 2 MST perlakuan yang terbaik diperoleh pada perlakuan pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat + mikoriza (R4), tidak berbeda nyata dengan perlakuan R1 (kompos + BPF), R2 (kompos + BPN) dan R3, (kompos + BPF + BPN), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan R0 (tanpa perlakuan), dan hal ini juga serupa dengan hasil tinggi tanaman pada 4 MST. Adapun pada tinggi tanaman cabai umur 6 MST perlakuan yang terbaik diperoleh pada perlakuan pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat (R1) yaitu 92,67 cm berbeda nyata dengan perlakuan (R0) tanpa perlakuan dan pemberian kompos + bakteri penambat nitrogen (R2) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata

pertumbuhan tinggi tanaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L) Varietas TM 999.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
R0	67,33 <sup>a</sup>	72,33 <sup>a</sup>	83,00 <sup>a</sup>
R1	77,33 <sup>b</sup>	83,33 <sup>b</sup>	92,67 <sup>c</sup>
R2	78,33 <sup>b</sup>	80,00 <sup>ab</sup>	86,33 <sup>ab</sup>
R3	76,00 <sup>b</sup>	81,33 <sup>ab</sup>	89,33 <sup>bc</sup>
R4	81,00 <sup>b</sup>	83,67 <sup>b</sup>	92,00 <sup>bc</sup>
BNJ 0,05	6,12	9,30	5,48

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05

R0= Tanpa perlakuan

R1= Kompos+BPF

R2= Kompos+BPN

R3= Kompos+BPF+BPN

R4= Kompos+BPF+Mikoriza

**Jumlah Daun.** Hasil sidik ragam 2, 4 dan 6 MST, menunjukkan hasil yang sangat berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman cabai.

Hasil uji BNJ 5 % (Tabel 2), menunjukkan pada umur 2 MST jumlah daun terbanyak di peroleh pada pemberian kompos + bakteri penambat nitrogen (R2) yaitu 45,00 helai, tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan yang diberikan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan (R0) tanpa perlakuan, sedangkan pada umur 4 MST dan 6 MST jumlah daun terbanyak diperoleh pada pemberian kompos + BPF + mikoriza (R4) yaitu 59,00 helai pada 4 MST dan 97,00 helai pada 6 MST, tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan yang diberikan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan (R0) tanpa perlakuan. Rata-rata jumlah daun tanaman cabai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) Varietas TM 999.

Perlakuan	Luas Daun (Helai)		
	2 MST	4 MST	6 MST
R0	31,33 <sup>a</sup>	49,67 <sup>a</sup>	65,67 <sup>a</sup>
R1	41,00 <sup>ab</sup>	54,33 <sup>ab</sup>	86,67 <sup>ab</sup>
R2	45,00 <sup>b</sup>	57,00 <sup>b</sup>	84,67 <sup>b</sup>
R3	42,33 <sup>b</sup>	55,33 <sup>ab</sup>	98,33 <sup>ab</sup>
R4	40,33 <sup>ab</sup>	59,00 <sup>b</sup>	97,00 <sup>b</sup>
BNJ 0,05	10,20	5,94	21,38

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ0,05

R0= Tanpa perlakuan

R1= Kompos+BPF

R2= Kompos+BPN

R3= Kompos+BPF+BPN

R4= Kompos+BPF+Mikoriza

**Total Luas Daun Pertanaman.** Hasil sidik ragam pada 4 MST dan 6 MST menunjukkan hasil yang sangat nyata terhadap luas daun pertanaman ( $\text{cm}^2 \cdot \text{tanaman}^{-1}$ ), adapun luas daun pertanaman pada 2 MST hasil analisis ragamnya tidak nyata. Rata-rata luas daun pertanaman cabai disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Total Luas Daun Pertanaman Cabai.

Perlakuan	Total Luas Daun Pertanaman ( $\text{cm}^2 \cdot \text{tanaman}^{-1}$ )		
	2 MST	4 MST	6 MST
R0	61,40	70,12 <sup>a</sup>	79,70 <sup>a</sup>
R1	69,86	84,63 <sup>c</sup>	92,73 <sup>c</sup>
R2	62,81	78,37 <sup>b</sup>	86,79 <sup>b</sup>
R3	67,10	78,54 <sup>b</sup>	88,63 <sup>bc</sup>
R4	68,21	83,04 <sup>bc</sup>	90,49 <sup>bc</sup>
BNJ 0,05	tn	5,94	4,23

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05

R0= Tanpa perlakuan R3= Kompos+BPF+BPN

R1= Kompos+BPF R4= Kompos+BPF+Mikoriza

R2= Kompos+BPN

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 3), menunjukkan bahwa pada 4 MST jumlah luas daun pertanaman terbanyak diperoleh pada perlakuan (R1) pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat yaitu 84,63 (cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>), tidak berbeda nyata dengan (R4) pemberian kompos + BPF + Mikoriza yaitu 83,04 (cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>) tetapi berbeda nyata dengan tanpa perlakuan (R0), pemberian kompos + BPN (R2) dan pemberian kompos + BPF + BPN (R3). Demikian juga pada 6 MST luas daun pertanaman terbanyak diperoleh pada perlakuan (R1) pemberian kompos + BPF yaitu 92,73 (cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>), tidak berbeda nyata dengan pemberian kompos + BPF + BPN (R3) yaitu 88,63 (cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>) dan pemberian kompos + BPF + Mikoriza (R4) yaitu 90,49 (cm<sup>2</sup>.tanaman<sup>-1</sup>), tetapi berbeda nyata pada tanpa perlakuan (R0) dan pemberian kompos + BPN (R2).

#### Berat Kering Total Pertanaman.

Hasil sidik ragam pada 4 MST menunjukkan hasil yang nyata terhadap berat kering total pertanaman, adapun berat kering total pertanaman pada 2 MST dan 6 MST hasil analisis ragamnya tidak nyata. Rata-rata berat kering total pertanaman cabai disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Berat Kering Total Pertanaman Cabai

Perlakuan	BK Total Pertanaman (g.tanaman <sup>-1</sup> )		
	2 MST	4 MST	6 MST
R0	0,441	0,524 <sup>a</sup>	1,069
R1	0,650	1,602 <sup>b</sup>	2,072
R2	0,531	1,313 <sup>ab</sup>	2,176
R3	0,713	1,285 <sup>ab</sup>	2,503
R4	0,808	1,567 <sup>ab</sup>	2.131
BNJ 0,05	tn	1,010	tn

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ <0,05

R0= Tanpa perlakuan

R1= Kompos+BPF

R2= Kompos+BPN

R3= Kompos+BPF+BPN

R4= Kompos+BPF+Mikoriza

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 4) menunjukkan bahwa pada 4 MST berat kering total pertanaman terbanyak diperoleh pada perlakuan (R1) pemberian kompos+ BPF yaitu 1,602 (g.tanaman<sup>-1</sup>), berbeda nyata dengan perlakuan (R0) tanpa perlakuan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

**Nisbah Luas Daun.** Hasil sidik ragam pada 28-42 hari menunjukkan hasil yang nyata terhadap NLD, adapun nisbah luas daun pada 14-28 hari dan 14-42 hari menunjukkan bahwa hasil sidik ragam tidak berpengaruh nyata. Rata-rata nisbah luas daun tanaman cabai disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Berat Nisbah Luas Daun Tanaman Cabai.

Perlakuan	Nisbah Luas Daun (cm <sup>2</sup> /g)		
	14-28 Hari	28-42 Hari	14-42 Hari
R0	144,52	123,03 <sup>a</sup>	119,53
R1	78,39	31,63 <sup>b</sup>	67,51
R2	102,03	36,21 <sup>b</sup>	68,08
R3	110,77	57,38 <sup>b</sup>	65,05
R4	73,95	34,76 <sup>b</sup>	61,25
BNJ 0,05	tn	51,24	tn

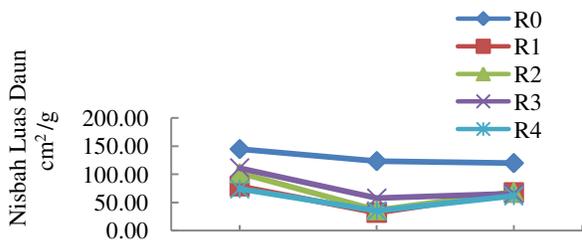
Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05

R0= Tanpa perlakuan R3= Kompos+BPF+BPN

R1= Kompos+BPF R4= Kompos+BPF+Mikoriza

R2= Kompos+BPN

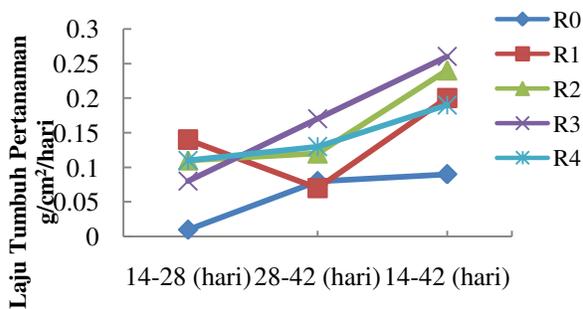
Hasil uji BNJ 5% (Tabel 5) menunjukkan adanya perbedaan nyata pada 28-42 hari pengamatan. Dilihat bahwa semua perlakuan yang diberikan dari (R1, R2, R3 dan R4) berpengaruh nyata terhadap nisbah luas daun 28-42 hari, dan berbeda nyata dengan tanpa perlakuan (R0).



Gambar 1. Grafik Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat, Bakteri Penambat N dan Mikoriza Terhadap Rata-Rata Nisbah Luas Daun Tanaman Cabai

Berdasarkan grafik diatas menyatakan bahwa nisbah daun tanaman cabai semakin menurun dengan meningkatnya umur tanaman terhadap perlakuan yang berbeda. Hal ini disebabkan apabila NLD tanaman<sup>-1</sup> menurun maka bobot kering tanaman<sup>-1</sup> semakin meningkat. Rata-rata nisbah luas daun pada perlakuan R0 (tanpa perlakuan), memiliki NLD yang sangat tinggi pada umur 14-28 hari, kemudian mengalami sedikit penurunan NLD pada umur tanaman 28-42 (hari), kemudian meningkat lagi pada umur 14-42 hari. Rata-rata NLD dari semua perlakuan yang diberikan yaitu R1, R2, R3 dan R4 memiliki nisbah luas daun dengan pola yang hampir sama.

**Laju Tumbuh Pertanaman.** Hasil sidik ragam pada 14-28 hari, 28-42 hari dan 14-42 hari menunjukkan perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap LTP tanaman cabai. Laju tumbuh pertanaman cabai disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Laju Tumbuh Pertanaman Cabai Varietas TM 999.

Berdasarkan grafik diatas (Gambar 2), rata-rata laju tumbuh pertanaman (LTP) terlihat semakin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Berdasarkan perlakuan yang diberikan dari setiap pengamatan, laju tumbuh pertanaman meningkat karena adanya pemberian kompos serta aplikasi dari bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen dan mikoriza, dimana semua perlakuan yang diberikan memberikan dampak yang baik terhadap laju tumbuh pertanaman, sedangkan perlakuan yang tanpa menggunakan bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat N dan mikoriza, tidak mengalami peningkatan LTP yang baik. Dilihat dari garafik rata-rata laju tumbuh pertanaman (Gambar 2), pada perlakuan R0 (tanpa perlakuan) dari umur 14-28 hari LTP meningkat pada umur 28-42 hari tetapi pada umur 14-42 hari mengalami peningkatan laju tumbuh pertanaman yang sedikit, sedangkan pada perlakuan R1, R2 dan R4, mengalami penurunan LTP pada umur 28-42 hari. Hal tersebut di sebabkan aplikasi dari perlakuan yang diberikan terhadap tanaman belum terurai secara menyeluruh di dalam tanah, tetapi pada umur 14-42 hari mengalami peningkatan LTP yang cukup tinggi, sebagaimana perlakuan yang diberikan terhadap tanaman cabai sudah terurai secara menyeluruh, dan unsur hara tanaman dapat terpenuhi dengan baik. Peningkatan laju tumbuh pertanaman yang baik yaitu pada perlakuan R3 (kompos + bakteri penambat nitrogen), dimana LTP mengalami peningkatan dari 14-28 hari sampai 14-42 hari.

**Laju Asimilasi Netto.** Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pada umur 14-28 hari berpengaruh nyata terhadap LAN, sedangkan pada umur 28-42 hari dan 14-42 hari tidak

berpengaruh nyata. Rata-rata laju asimilasi netto tanaman cabai disajikan pada Tabel 6.

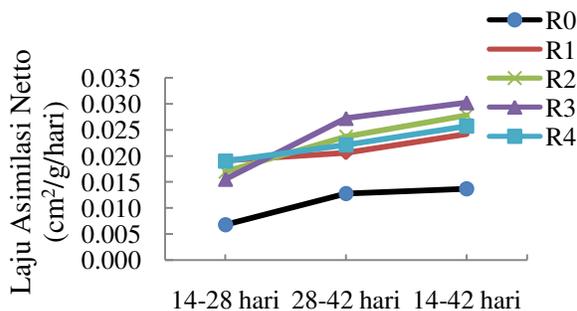
Tabel 6. Rata-rata Laju Asimilasi Netto Tanaman Cabai.

Perlakuan	Laju asimilasi Netto cm <sup>2</sup> /g /hari		
	28 -42		14-42
	14-28 Hari	Hari	Hari
R0	0,0068 <sup>a</sup>	0,0128	0,0137
R1	0,0191 <sup>b</sup>	0,0206	0,0242
R2	0,0170 <sup>b</sup>	0,0237	0,0278
R3	0,0155 <sup>b</sup>	0,0272	0,0302
R4	0,0190 <sup>b</sup>	0,0221	0,0257
BNJ 0,05	8,92	tn	tn

Ket: Nilai rata-rata pada kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05

R0= Tanpa perlakuan R3= Kompos+BPF+BPN  
R1= Kompos+BPF R4= Kompos+BPF+Mikoriza  
R2= Kompos+BPN

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 6), menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap perlakuan yang diberikan pada 14-28 hari pengamatan, dimana semua perlakuan yang diberikan dari (R1, R2, R3, & R4) tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan tanpa perlakuan (R0).



Gambar 3. Grafik Rata – rata Laju Asimilasi Netto Tanaman Cabai Varietas TM 999.

Berdasarkan grafik di atas (Gambar 3), dinyatakan bahwa laju asimilasi netto menggambarkan kemampuan tanaman menghasilkan bahan kering per satuan luas daun per satuan waktu. LAN meningkat apabila memiliki bobot kering tanaman yang

tinggi dengan bertambahnya umur tanaman. Pada grafik diatas, rata-rata perlakuan R0 (tanpa perlakuan) tidak mengalami peningkatan LAN dari umur 14-28 hari – 14-42 hari, sedangkan tanaman yang diberikan perlakuan R1, R2, R3, dan R4 memiliki laju asimilasi netto yang lebih tinggi dari R0, dimana pada umur 14-28 hari- 28-42 hari rata-rata semua perlakuan memiliki laju asimilasi netto yang hampir sama. Pada umur 14-42 hari peningkatan laju asimilasi netto tertinggi yaitu pada perlakuan R2 (kompos + BPN), R3 (kompos + BPF + BPN) dan R4 (kompos + BPF + mikoriza). Hal ini di pengaruhi oleh perlakuan yang diberikan pada tanaman cabai mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan baik dari luas daun tanaman serta penambahan bobot kering tanaman, sehingga laju asimilasi netto cm<sup>2</sup> /g/hari semakin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman.

### Pembahasan.

Rata-rata tinggi tanaman cabai (Tabel 1) pada 2 MST dan 4 MST, perlakuan yang terbaik yaitu pada pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat + mikoriza (R4) dengan tinggi tanaman 2 MST yaitu 81,00 cm dan tinggi tanaman 4 MST yaitu 83,67 cm, sedangkan pada pengamatan 6 MST, perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan pemberian kompos+bakteri pelarut fosfat (R1) yaitu 92,67 cm. Hal ini membuktikan bahwa pemberian kompos + BPF + mikoriza dan pemberian kompos+bakteri pelarut fosfat memberikan respon terbaik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman cabai, sebagaimana menurut pendapat Simanungkalit dan Suriadikarta (2006) keberadaan mikroba pelarut fosfat berkaitan dengan jumlah bahan organik yang terdapat didalam tanah. Pada tanah konvensional masih banyak mengandung bahan–bahan organik, sehingga mikroba akan berasosiasi di dalam tanah

untuk memanfaatkan bahan organik yang masih terkandung, salah satu contoh bahan organik tersebut adalah fosfat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan kompos, bakteri pelarut fosfat, dan mikoriza memberikan pengaruh yang baik terhadap tinggi tanaman cabai. Hal tersebut dinyatakan oleh Widawati dan Suliasih (2006) bahwa bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri yang memiliki kemampuan yang sangat besar sebagai *biofertilizer* dengan cara melarutkan fosfat yang masih terjerat didalam tanah seperti unsur Fe, Al, Ca dan Mg, sehingga unsur-unsur tersebut dapat dilarutkan oleh bakteri selanjutnya menjadi unsur yang tersedia bagi tanaman. Selain itu mikoriza juga mampu merangsang hormon-hormon pertumbuhan tanaman seperti sitokinin dan auksin. Hormon sitokinin dan auksin ini berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel, salah satunya pada sel –sel batang sehingga dapat meningkatkan panjang batang pada suatu tanaman (Talanca, 2010).

Berdasarkan hasil uji BNJ 5 % (Tabel 2), rata-rata jumlah daun 2 MST terbanyak diperoleh pada pemberian kompos + bakteri penambat nitrogen (R2) yaitu 45,00 helai. Hal tersebut dikarenakan bakteri penambat nitrogen yang memiliki kemampuan dalam meningkatkan jumlah daun maupun memperbaiki kandungan unsur nitrogen dalam tanah. Selain itu juga mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Indriani, dkk; 2011), sedangkan menurut pendapat Subowo, dkk; (2010), menyatakan bahwa unsur N berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, merangsang pertumbuhan vegetatif dan berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman.

Jumlah daun pada 4 MST dan 6 MST (Tabel 2) menunjukkan bahwa jumlah daun terbanyak diperoleh pada pemberian kompos

+ bakteri pelarut fosfat + mikoriza (R4) yaitu 59,00 helai pada 4MST, dan 98,33 helai pada 6 MST dengan rata-rata jumlah daun terbanyak pada perlakuan (R3) yaitu kompos+BPF+BPN. Hal tersebut dikarenakan bakteri pelarut fosfat memiliki peran penting dalam meningkatkan ketersediaan unsur P bagi tanaman hingga 50%. Peningkatan ketersediaan unsur P ini disebabkan oleh bakteri pelarut fosfat mampu mengeluarkan asam – asam organik seperti asam sitrat, glutamate, suksinat dan glioksalat yang dapat mengkhelat Fe, Al, Ca, dan Mg sehingga fosfor yang terikat menjadi larut dan tersedia (Boraste, dkk; 2009), sedangkan tanaman yang terinfeksi jamur mikoriza mempunyai kandungan auksin yang lebih tinggi daripada tanaman yang tidak terinfeksi mikoriza dan auksin sendiri berperan dalam pemanjangan sel pada pertumbuhan vegetatif tanaman seperti pada batang dan tunas.

Selain itu tanaman yang terinfeksi antara jamur mikoriza dengan bakteri pelarut fosfat pada tanaman telah diteliti oleh Toro *et al.* (1996), dan Toro *et al.* (1997), hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa secara umum simbiosis antara tanaman, mikoriza dan bakteri pelarut fosfat tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan serapan nutrisi tanaman. Kondisi tanaman yang lebih baik tersebut terjadi karena bakteri yang diinokulasikan mampu melarutkan fosfat dari bentuk terikat sehingga tidak tersedia bagi tanaman menjadi bentuk terlarut yang tersedia bagi tanaman diikuti oleh serapan yang lebih intensif karena adanya mikoriza. Sedangkan tanaman yang diberi unsur N secara cukup, maka pembentukan klorofilnya akan optimal, sehingga proses fotosintesis akan berjalan dengan baik (Ruhnayat, 2007). Ketersediaan unsur N yang cukup akan memberikan hasil yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Dalam

penelitian ini didapatkan hasil bahwa pemberian komposisi inokulan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai, di antaranya adalah diameter batang dan jumlah daun. Selain optimalisasi fotosintesis, unsur N juga digunakan untuk membangun protoplasma sel dan pembentukan enzim. Sedangkan unsur hara P merupakan unsur pelengkap dalam pembentukan protein, enzim dan inti sel, serta bahan dasar untuk membantu proses asimilasi dan respirasi (Karasawa, 2001).

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 3), menunjukkan bahwa pada 4 MST dan 6MST luas daun pertanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan (R1) pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat yaitu 84,63 ( $\text{cm}^2 \cdot \text{tanaman}^{-1}$ ) pada 4 MST, demikian juga pada 6 MST luas daun pertanaman tertinggi yaitu 92,73 ( $\text{cm}^2 \cdot \text{tanaman}^{-1}$ ). Hal tersebut dikarenakan unsur P sendiri berguna untuk merangsang jumlah daun dan penambahan luas daun, pembungaan dan pembuahan, serta merangsang pembentukan biji (Subowo, dkk; 2010), sedangkan penggunaan mikoriza pada tanaman dapat membentuk hormon pertumbuhan pada suatu tanaman karena mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur P yang berperan sebagai salah satu unsur pembentuk ATP atau energi dalam melakukan suatu metabolisme. Oleh karena itu jika tanaman tersebut dapat tumbuh dengan optimal melakukan penyerapan P maka ATP yang dihasilkan juga mencukupi untuk proses metabolisme yang nantinya akan menghasilkan hormon pertumbuhan yang penting untuk perkembangan tanaman tersebut (Sastrahidayat, 2011).

Berat kering suatu tanaman merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan  $\text{CO}_2$ , sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran

$\text{CO}_2$  (Gradner, 1991). Hasil uji BNP 5% (Tabel 4) pada 4 MST menunjukkan bahwa perlakuan kompos + BPF (R1) memiliki rata-rata berat kering total pertanaman tertinggi yaitu 1,602 ( $\text{g} \cdot \text{tanaman}^{-1}$ ), dimana berat kering tanaman mencerminkan pertumbuhan tanaman dan banyaknya unsur hara yang terserap per satuan bobot biomassa yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai berat kering tanaman yang dihasilkan, maka pertumbuhan tanaman semakin baik dan unsur hara yang terserap semakin banyak (Musfal, 2010), dengan adanya penambahan inokulan mikroba, maka kehadiran unsur hara di dalam tanah dapat meningkat sehingga mampu memacu pertumbuhan tanaman. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa komposisi inokulan bakteri penambat nitrogen dan bakteripelarut fosfat dapat memberikan pengaruh dalam pertumbuhan tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun dan berat kering tanaman.

Unsur hara makro dan mikro mempunyai peranan dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman dan memperlancar serapan hara-hara tanaman. Unsur hara N dan Fe sangat dibutuhkan dalam pembentukan klorofil dan sintesis protein yang dikandung dalam kloroplas, serta merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, serta berat kering tanaman. Bila unsur N cukup tersedia bagi tanaman, maka kandungan klorofil pada daun akan meningkat dan proses fotosintesis juga meningkat, sehingga asimilat yang dihasilkan lebih banyak, akibatnya pertumbuhan tanaman lebih baik (Zahrah, 2011). Sebagaimana pendapat Soepardi, (2000), Seiring meningkatnya fotosintesis akan meningkatkan pertumbuhan dan perpanjangan sel, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman yang terjadi semakin meningkat. Suatu pupuk yang digunakan secara tepat, maka keefektifan pemupukan

tersebut dapat dicapai, sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman, diantaranya tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang akar, dan berat kering tanaman.

Nisbah Luas Daun (NLD) mencerminkan luas daun tiap satuan luas daun, ternyata pada tanaman cabai semakin menurun dengan meningkatnya umur tanaman (Gambar 1), dengan meningkatnya umur tanaman NLD juga meningkat, tanaman semakin rimbun dan terlihat rapat. Menurut hukum Beer dengan meningkatnya NLD intensitas cahaya dalam tajuk tanaman juga makin berkurang. Daun tanaman yang kekurangan cahaya cenderung lebih luas tetapi lebih tipis, sehingga luas daun persatuan berat daun semakin rendah.

Dilihat dari (Gambar 1), pada 14-28 hari nisbah luas daun terbaik yakni pada perlakuan pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat + mikoriza (R4) yaitu 73,95 cm<sup>2</sup>/g, dan 28-42 hari NLD terbaik pada perlakuan pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat (R1) yaitu 31,63 cm<sup>2</sup> / g, sedangkan pada 14-42 hari NLD terbaik yakni pada perlakuan R4 (kompos + BPF + mikoriza) yaitu 61,25 cm<sup>2</sup> / g. Hal ini menunjukkan bahwa pada pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat dan pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat + mikoriza memberikan respon yang baik terhadap nisbah luas daun tanaman cabai TM 999. Menurut penelitian Widiastuti *et al* (2004) menjelaskan bahwa pemberian bakteri pelarut fosfat dan mikoriza arbuscular, memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif serta menghemat pemakaian pupuk kimia sampai 50%.

Laju pertumbuhan tanaman menggambarkan kemampuan tanaman menghasilkan bahan kering per satuan luas tanah per satuan waktu. Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa LTP terbaik yaitu pada perlakuan R3 (kompos + bakteri penambat nitrogen) yang meningkat dari

14-28 hari pengamatan yaitu 0,082g/cm<sup>2</sup>/hari bertambah menjadi 0,175 g/cm<sup>2</sup>/hari pada 28-42 hari pengamatan, kemudian dari 28-42 hari LTP meningkat menjadi 0,257g/cm<sup>2</sup>/hari pada 14-42 hari pengamatan. Hal ini sesuai dengan penelitian Indra dewa (1990) *dalam*. Mawarsih (2011), menyatakan bahwa semakin tinggi laju pertumbuhan tanaman semakin banyak bahan kering yang dapat ditimbun oleh tanaman.

Laju asimilasi netto menggambarkan kemampuan tanaman menghasilkan bahan kering per satuan luas daun per satuan waktu. Laju asimilasi bersih dipengaruhi oleh indeks luas daun. Hal ini dipengaruhi oleh indeks luas daun yang tinggi yang akan memicu banyaknya penutupan terhadap daun yang ada dibawahnya. Sehingga daun-daun yang berada dibawah, tidak dapat menghasilkan asimilat dengan baik dan tidak dapat memenuhi kebutuhan respirasinya dan berakibat terhadap penurunan laju asimilasi bersih.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 6), LAN pada 14-28 hari, memiliki rata-rata laju asimilasi netto tertinggi pada perlakuan R1 (kompos+ BPF) yaitu 0,0191 cm<sup>2</sup> /g/hari, tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan tetapi berbeda dengan tanpa perlakuan (R0) yaitu 0,0068 cm<sup>2</sup> /g/hari. Hal ini dipengaruhi oleh adanya aplikasi dari bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen dan mikoriza terhadap laju asimilasi netto tanaman cabai varietas TM 999, sebagaimana pendapat (Arshad dan Frankerberger, 1993), menyatakan bahwa beberapa bakteri yang aktif dalam tanah dapat berperan sebagai biokontrol yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian kompos + bakteri pelarut fosfat + mikoriza menghasilkan rata-rata pertumbuhan tanaman cabai varietas TM 999, yaitu tinggi tanaman pada 2 MST 81,00 cm dan 83,67 cm pada 4 MST, jumlah daun pada 4 MST 59,00 helai dan 97,00 helai pada 6 MST. Nisbah Luas Daun pada 14-28 hari 73,95 cm<sup>2</sup>/g, dan Nisbah Luas Daun pada 14-42 hari 61,25 cm<sup>2</sup>/g,
2. Perlakuan (kompos+bakteri pelarut fosfat) yang menghasilkan pertumbuhan tanaman dengan tinggi rata-rata luas daun pertanaman tertinggi umur 4 MST 84,63cm<sup>2</sup>. Tanaman<sup>-1</sup> dan 6 MST 92,73 cm<sup>2</sup>. Tanaman<sup>-1</sup>, berat kering total pertanaman umur 4 MST yaitu 1,602g. Tanaman<sup>-1</sup>.
3. Perlakuan (kompos+BPN) menghasilkan rata-rata Laju Tumbuh Pertanaman tertinggi dari umur 14-42 hari yaitu 0,082 g/cm<sup>2</sup>/hari bertambah menjadi 0,17 g/cm<sup>2</sup>/hari, meningkat menjadi 0,26 g/cm<sup>2</sup>/hari dan Laju Asimilasi Netto umur 14-42 hari 0,0302 cm<sup>2</sup>/g/hari.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan perlu adanya penelitian lanjutan tentang aplikasi bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) dengan penggunaan varietas cabai yang lain.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arshad, M. and W.T. Frankenberger, 1993. *Microbial Production of Plant Growth Regulators*. In. F.B. Metting (ed). Soil Microbial Ecology. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hongkong. p 307-347.
- Boraste, K.K. Vamsi, A. Jhadav, Y. Khaimar, N. Gupta, S. Trivedi, P. Patil, G. Gupta, M. Gupta, A.K. Mujapara, and B. Joshi. 2009. "Biofertilizer: A Novel Tool for Agriculture." International Journal of Microbiology Research 23-31 hal.
- Danapriatna N, 2010. "Biokimia Penambatan Nitrogen oleh Bakteri Non Simbiotik." Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah Vol. 1 hal: 1-10. Diakses tanggal 01 Januari 2015.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1991. *Plant Physiology Cultivation*. Diterjemahkan oleh: Susilo, H. dan Subiyanto. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta. 428 hlm.
- Hasanudin, dan B.M. Gonggo, 2004. "Pemanfaatan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Mikoriza untuk Perbaikan Fosfor Tersedia Serapan Fosfor Tanah (Ultisol) dan Hasil Jagung (Pada Ultisol)." Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian Indonesia Vol. 6 (2004) 8-13. Diakses tanggal 01 Januari 2015.
- Hairiah.K., Subekti R, and M. van Noordwijk (2000). *Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi*. ICRAF. Bogor.
- Haryantini, B.A. dan M. Santoso, 2001. "Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah pada Andisol yang diberi Mikoriza, Pupuk Fosfor dan Zat Pengatur Tumbuh." Biosain Vol. 1 hal: 50-57.
- Indriani, Mansyur, I. Susilawati, dan R.Z. Islami, 2011. "Peningkatan Produktivitas Tanaman Pakan Melalui Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA)." Pastura Vol. 1 Hal. 27-30.
- Karasawa, T. Kasahara, Y. and Takebe, M. 2001. "Variable Response of Growth and Arbuscular Mycorrhizal Colonization of Maize Plants to Preceding Crops in Various Types of Soils." *Biology and Fertility of Soils*. Hlm; 286-293.
- Mawarsih, 2011. *Pengaruh Penggantian Pupuk Dasar Anorganik dengan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (Capsicum Annuum L.)*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Musfal, 2010. "Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung." Jurnal Agrista Vol. 16. Hal; 154-158.
- Nuraeni, Y. 2012. *Efektivitas Bakteri Penambat N, Pelarut P dan Penghasil IAA dari Berbagai Kompos untuk Perbaikan Kesuburan Tanah dan Produksi Kedelai di Lahan Kering*. (Disertasi). Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

- Ruhnayat, A. 2007. "Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla planifolia* Andrews)." *Bul. Littro*. Hlm; 49-59.
- Sastrahidayat, 2011. *Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza dalam Meningkatkan Produksi Pertanian*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Simanungkalit, R. D. M dan Suriadikarta, D. A. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor
- Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik, 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Diakses tanggal 01 Januari 2015.
- Setyorini, D. 2004. *Strategies Harmonize Rice Production With Biodiversity*. Paper Presented at Workshop on Harmonious Coexistence of Agriculture and Biodiversity, Tokyo, Japa. 21 hlm.
- Soepardi, G. 2000 .Sifat Dan Ciri Tanah. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Subowo, Y. W. Sugiharto , Suliasih, dan S. Widawati, 2010. "Pengujian Pupuk Hayati Kalbar Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max*) var. Baluran." *Cakra Tani* Vol. 25 Hal. 112- 118.
- Suliasih, S.Widawati dan A. Muharam, 2010. *Aplikasi Pupuk Organik dan Bakteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Aktivitas Mikroba Tanah*. *J. Hort.*20(3):241-246.
- Sumarni, N. Dan A. Muharam, 2005. *Budidaya Tanaman Cabai Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang-Bandung.
- Supriyanto, F.K. Umah, dan T. Surtiningsih, 2011. "Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) dan Media Tanam yang Berbeda Pada Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Polibag", Skripsi. Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.
- Talanca, H. 2010. *Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Pada Tanaman*. Prosiding Pekan Serealia Nasional. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi Selatan.
- Toro, M.,R. Azcon & R. Herrera. 1996. *Effects on Yield and Nutrient of Mycorrhizal Nodulated Pueraria Phaseo-iodies Exerted by P-solubilizing Rhizobacteria*. *Biol fertile .Soils*. 21, 23-29.
- Toro, M., Azcon, R., and J. M. Barea, 1997. *Improvement of Arbuscular Mycorrhiza development by inoculation of soil with Phosphate-Solubilizing Rhizobacteria to Improve Rock Phosphate Bioavailability (P32) and Nutrient Cycling*. *Appl Environ Microbiol* 63:4408-4412.
- Widawati, S dan Suliasih. 2006. *Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Caysin (Brasica caventis Oed.) di Tanah Marginal*. *Biodiversitas* 7(1):10-14.
- Widiastuti, H., D. Taniwiriono dan Suharyanto (2004). *Pupuk Hayati Terpadu Miza Plus*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Bogor. <http://www.ibriec.org>. (diakses 02 Januari 2015).
- Zahrah , 2011. "Respon Berbagai Varietas Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Terhadap Pemberian Pupuk NPK Organik." *Jurnal Teknobiologi* Vol. 2. Hal, 65-69.