

## **Pemanfaatan Mikroba Tanah dalam Pembuatan Pupuk Organik serta Perannya terhadap Tanah Aluvial dan Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao**

### ***Utilization of Soil Microbes in the Production of Organic Fertilizers and Their Role in Alluvial Soil and Growth of Cocoa Seedlings***

**Agustinus Mangungsong, Soemarsono\*, dan Fatardho Zudri**

Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh  
Jl. Raya Negara Km.7 Sarilamak 26271, Indonesia

Diterima 30 Desember 2018/Disetujui 27 November 2019

#### **ABSTRACT**

*The use of microorganisms and organic materials in agriculture because it can increase the availability of soil nutrients and absorption by plants and form soil structures becomes looser. The purpose of this study was to obtain the most effective types of decomposer microorganisms and the most appropriate organic fertilizer (compost) to improve the physical, chemical and biological properties of alluvial soils and their role in plants in cocoa seedlings. The research was conducted in the Laboratory of Soil, Greenhouses and experimental gardens of the Agricultural Polytechnic State Payakumbuh Tanjung Pati Kabupaten Lima Puluh Kota. The study uses experimental methods. The study used a factorial randomized block design on soil tests and a complete randomized design for the cacao seedling test. Parameters observed were alluvial soil pH, N-total alluvial soil, P-available alluvial soil, K-exchangeable alluvial soil, alluvial soil volume weight, the total population of alluvial soil bacteria, plant height of cocoa seedlings, number of leaves of cocoa seedlings, stem diameter of cocoa seedlings, dry weight of cacao seed stover. The results of the study there were no differences in the treatment of the type of compost and the type of microorganisms to the pH value of the soil. Types of microorganisms with the type of compost can increase the total N content in alluvial soil. The use of compost types and types of microorganisms had a significantly different effect on the value of soil volume weight, P-available, K-exchangeable, and the total population of alluvial soil bacteria. Treatment of Type of Compost Tithonia and Types of Pseudomonas fluorescens + Trichoderma harzianum microorganisms have the best influence on soil test variables. The application of cacao seedlings at the dose of Tithonia compost 1.25 kg/polybag provides the best growth.*

*Keywords: Alluvial soil, cocoa seedlings, compost, microorganisms*

#### **ABSTRAK**

*Pemanfaatan mikroorganisme dan bahan organik dalam pertanian mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah dan penyerapan oleh tanaman serta membentuk struktur tanah menjadi lebih gembur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis mikroorganisme sebagai pengurai yang efektif serta pupuk organik (kompos) yang paling tepat untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah aluvial serta peranannya terhadap tanaman pada bibit kakao. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tanah, rumah kaca dan kebun percobaan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh Tanjung Pati Kabupaten Lima Puluh Kota. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial pada uji tanah dan rancangan acak lengkap pada uji bibit kakao. pengamatan mencakup pH tanah aluvial, N-Total tanah aluvial, P-tersedia tanah aluvial, K-dd tanah aluvial, berat volume tanah aluvial, jumlah populasi bakteri tanah aluvial, tinggi tanaman bibit kakao, jumlah daun bibit kakao, diameter batang bibit kakao, berat kering brangkasan bibit kakao. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pada perlakuan jenis pupuk kompos maupun jenis mikroorganisme terhadap nilai pH tanah. Jenis mikroorganisme dengan jenis pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan N total pada tanah aluvial. Penggunaan jenis pupuk kompos dan jenis mikroorganisme memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai berat volume tanah, P-tersedia, K-dd, dan jumlah populasi bakteri tanah aluvial. Perlakuan jenis pupuk kompos Tithonia dan jenis mikroorganisme *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh yang terbaik terhadap variabel uji tanah. Aplikasi pupuk kompos Tithonia pada dosis 1.25 kg per polibag terhadap bibit kakao memberikan pertumbuhan yang terbaik.*

*Kata kunci: Bibit kakao, mikroorganisme, kompos, tanah alluvial*

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: [soemars\\_sono@yahoo.com](mailto:soemars_sono@yahoo.com)

## PENDAHULUAN

Tanah di Indonesia terutama Sumatera Barat mempunyai potensi untuk pengembangan areal pertanian. Salah satu jenis tanah yang terdapat di Sumatera Barat adalah jenis tanah aluvial. Tanah aluvial yang dilaporkan Hikmatullah dan Sukarman (2007) merupakan tanah yang mempunyai tekstur bervariasi dari pasir berlempung sampai lempung liat berpasir, pH agak masam sampai agak alkalis, kadar C organik rendah sampai sangat rendah, kadar  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  (ekstraksi HCl 25%) tinggi,  $P_2O_5$  tersedia (ekstraksi Olsen) sedang sampai tinggi, KTK tanah rendah dan kejenuhan basa tinggi. Tanah Aluvial pada proses pembentukannya sangat tergantung dari faktor bahan induk asal tanah dan faktor topografi.

Pupuk organik merupakan salah satu cara dalam pengembalian kesuburan tanah, yang berperan cukup besar terhadap perbaikan sifat fisika, kimia biologi tanah serta lingkungan. Pupuk organik berperan sebagai pengikat butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang stabil. Untuk pengembalian kesuburan tanah digunakan pupuk organik yang bersumber dari bahan organik. Pembuatan pupuk organik ini digunakan jerami padi, *Tithonia*, dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Kandungan yang terdapat dari TKKS dapat memberikan unsur hara kepada tanaman tetapi terlebih dahulu perlu diperlakukan atau pengomposan untuk menjadi pupuk organik. Komposisi penyusun TKKS adalah lignin 26.53%, selulosa 36.59% hemiselulosa 24.97% dan abu 1.79% (Muryanto *et al.*, 2016). Jerami padi mempunyai komposisi selulosa 25.19%, hemiselulosa 20.80%, dan lignin 30.14% (Amin *et al.*, 2015). *Tithonia* memiliki kandungan unsur hara dengan rincian 2.7-3.59% N; 0.14-0.47% P; 0.25-4.10% K, yang mana kandungan hara ini dapat disetarakan dengan kandungan hara dalam kotoran kambing (Purwani, 2011). *Tithonia* ini diperoleh Sebarang Air, Kab. Lima Puluh Kota yang tumbuh dengan liar. Semua bahan yang digunakan sebagai sumber bahan organik perlu dilakukan pengomposan. Dalam pelaksanaan pengomposan digunakan mikroorganisme dalam membantu proses pengomposan sehingga berlangsung lebih cepat.

Penggunaan mikroorganisme decomposer lignin, hemilosa dan selulosa diantaranya adalah jamur dan bakteri. Menurut Goyal *et al.* (2005) jamur *Trichoderma* secara aktif terlibat dalam dekomposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang ada dalam bahan organik. Proses pengomposan dapat dipercepat menjadi satu bulan oleh inokulasi jamur selulolitik seperti *Aspergillus* dan *Trichoderma* (Dayana Amira, 2012) karena kemampuannya dalam menghasilkan enzim yang dapat menurunkan selulosa, hemiselulosa dan lignin (Sailiet *et al.*, 2014). Spesies *Trichoderma* telah terbukti mampu dan efektif menurunkan bahan organik. Spesies *Trichoderma* juga telah digunakan sebagai agen kontrol biologis karena bersaing untuk ruang dan nutrisi, dan menghasilkan racun terhadap jamur fitopatogenik. Spesies *Trichoderma* dengan demikian meningkatkan kinerja pertumbuhan tanaman. (Izzati dan Abdullah, 2008). Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan jenis kompos terbaik

dan mencari pengaplikasian dosis pupuk kompos terhadap bibit tanaman kakao.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Oktober 2017. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Rumah kaca dan kebun percobaan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh Tanjung Pati Kab. Lima Puluh Kota. Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap I yaitu pengujian pupuk organik pada tanah aluvial selama 2.5 bulan dan tahap II pengujian pada bibit kakao selama 2.5 bulan.

### Tahap I Pembuatan Kompos dengan Berbagai Mikroorganisme dan Aplikasi ke Tanah Alluvial

Pelaksanaan penelitian menggunakan RAK faktorial yang terdiri dua faktor yaitu pupuk kompos dan kombinasi mikroorganisme dan diulang sebanyak tiga kali. Pupuk kompos yang digunakan terdiri atas kompos Jerami padi, kompos *Tithonia* dan kompos tandan kosong sawit, yang masing-masing jenis kompos diberikan dengan dosis 1 kg per plot. (Ukuran Plot 1 m<sup>2</sup>).

Pembuatan kompos dilakukan dengan menggunakan bahan organik yang diambil dari tandan kosong sawit, *Tithonia*, dan jerami. Lalu dikomposkan tanpa menggunakan mikroorganisme. Bahan yang digunakan dalam pembuatan kompos; a) Bahan baku segar yaitu jerami padi, *Tithonia* dan tandan kosong kelapa sawit, b) 10 kg *top soil*, c) Kapur 1 kg, d) Pupuk Urea 100 g, e) Pupuk kandang ayam 10 kg. Bahan tersebut disusun berlapis pada bak setinggi 1 m x 1 m x 1 m lalu diinkubasikan selama 30 hari. Setiap 7 hari dilakukan pengadukan sampai masa inkubasi selesai.

Kombinasi mikroorganisme yang digunakan terdiri atas *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus thuringiensis*, *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* + *Aspergillus niger*, *Bacillus thuringiensis* + *Trichoderma harzianum*, *Bacillus thuringiensis* + *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum* + *Aspergillus niger*. Dosis mikroorganisme *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus thuringiensis*, masing-masing 50 mL per plot sedangkan untuk mikroorganisme *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus niger* masing-masing 1 kg per plot. Perbanyakan mikroorganisme dilakukan di laboratorium yang berasal dari biakan murni dari masing-masing mikroorganisme.

Pengamatan yang dilakukan pengaruh kompos dan mikroorganisme terhadap pH tanah aluvial, N-Total (%) tanah aluvial, P-tersedia tanah aluvial, K-dd tanah aluvial, berat volume tanah, jumlah populasi bakteri pada tanah aluvial. Data penelitian dianalisis menggunakan uji F dan uji lanjut DMRT 5%.

### Tahap II Pengujian pada Bibit Kakao

Hasil penelitian tahap I diperoleh bahwa *Tithonia* dengan menggunakan mikroorganisme *Pseudomonas*

*fluorescens* dengan *Trichoderma harzianum* sebagai penghasil kompos terbaik dan diuji terhadap bibit tanaman kakao. Pada tahap ini bibit tanaman kakao yang digunakan adalah TSH858. Pemeliharaan yang dilakukan yaitu penyiangan dan Pemupukan, dengan pemberian NPK 15-15-15 pada umur 1 bulan dalam pembibitan, dosis yang diberikan 2 g per tanaman yang diberikan 3 kali sampai umur 2.5 bulan, Rancangan yang digunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas enam taraf dan diulang sebanyak tiga kali. Dosis pupuk kompos *Tithonia* yang digunakan yaitu 0 kg per polibag, 0.25 kg per polibag, 0.5 kg per polibag, 0.75 kg per polibag, 1.0 kg per polibag, dan 1.25 kg per polibag. Ukuran polibag yang digunakan adalah 50 cm x 40 cm. Variabel yang diamati terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat kering tajuk. Data dianalisis uji F dengan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemberian Pupuk Organik terhadap Tanah Aluvial

#### Analisis sifat kimia pupuk organik dan analisis tanah aluvial

Tanah aluvial merupakan salah satu tanah yang bermasalah. Masalah yang terdapat pada tanah aluvial adalah pH yang agak masam, P-Tersedia yang rendah, kandungan C-organik dan N-total rendah, unsur P-tersedia sangat rendah serta berat volume tanah yang kurang baik. Sebelum

penelitian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan analisis sifat kimia tanah alluvial pada Tabel 1. Hal yang sama dijelaskan oleh Sumarni *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa permasalahan tanah aluvial adalah dari rendahnya kandungan C-organik dan N-total. Analisis sifat kimia berbagai pupuk kompos dilakukan sebelum mengaplikasikan pupuk kompos yang menggunakan bahan dasar jerami padi, *Tithonia* dan TKKS. Hasil dari analisis sifat kimia pupuk kompos dapat dilihat pada Tabel 2.

#### pH tanah alluvial

Berdasarkan Tabel 3 tidak terdapat perbedaan yang nyata antara Pupuk kompos dan mikroorganisme dalam pengaruhnya terhadap pH tanah aluvial. Kadar pH terendah didapatkan pada perlakuan *Bacillus thuringiensis* dan *Aspergillus niger* pada kompos jerami padi yaitu pH 6.00, tetapi penggunaan *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* pada kompos jerami padi menaikkan pH tanah aluvial menjadi 6.39 dari analisis tahap awal. Selain itu, penggunaan jenis mikroorganisme *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* pada pupuk kompos *Tithonia* mendapatkan pH tanah 6.80. Bahan baku kompos dan mikroorganisme yang digunakan pada tanah dapat meningkatkan pH tanah. Hal ini sesuai dengan yang didapatkan Suwarniati (2014) bahwa berbagai sumber bahan organik dan pemberian jenis mikroorganisme memberikan pengaruh terhadap pH tanah.

Tabel 1. Analisis kimia tanah aluvial

No.	Analisis	Nilai	Kriteria*)
1	C- organik (%)	2.00	Rendah
2	N Total (%)	0.18	Rendah
3	pH H <sub>2</sub> O (1:1)	6.10	Agak masam
4	PH KCl (1:1)	4.90	Masam
5	P tersedia (ppm) (Metode Olsen)	6.90	Rendah
6	Berat volume tanah (g/cm <sup>3</sup> )	1.36	Kurang baik

Keterangan: \* Kriteria penilaian berdasarkan Pusat Penelitian Tanah (1997)

Tabel 2. Hasil analisis kimia kompos jerami, *Tithonia* dan tandan kosong kelapa sawit

Analisis	Kandunagnn hara		
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit
C organik (%)	50.00	56.00	54.00
N total (%)	2.70	3.80	2.10
C/N Ratio	18.50	14.70	25.70
pH (H <sub>2</sub> O)	7.20	7.10	6.90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.50	0.78	2.80
K <sub>2</sub> O (%)	3.60	4.50	5.10
Ca (%)	3.17	3.22	3.15
Mg (%)	0.54	2.18	2.80

Tabel 3. Pengaruh kompos dan mikroorganisme terhadap pH tanah aluvial

Perlakuan	Nilai pH tanah		
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	6.27	6.33	6.30
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	6.39	6.80	6.60
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Aspergillus niger</i>	6.35	6.67	6.50
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	6.18	6.25	6.20
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Aspergillus niger</i>	6.00	6.15	6.12
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Aspergillus niger</i>	6.35	6.05	6.40

*N-total*

Informasi tentang interaksi antara jenis mikroorganisme dan kompos disajikan pada Tabel 4. Jenis kompos dan mikroorganisme yang digunakan dapat mempengaruhi N-Total pada tanah. Kandungan N-Total pada tanah terendah dihasilkan oleh perlakuan *Bacillus thuringiensis* dan *Aspergillus niger* yaitu 0.11%, sedangkan pada perlakuan *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* pada pupuk kompos *Tithonia* dapat meningkatkan kandungan N total pada tanah menjadi 0.48% dari yang awalnya 0.18%. Peningkatan pada penggunaan kompos *Tithonia* dan *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* dikarenakan proses penguraian bahan organik tanah lebih cepat dilakukan oleh mikroorganisme. Selain dari itu, juga karena kandungan N-total pada kompos *Tithonia* sangat tinggi yaitu 3.5% (Jama *et al.*, 2000). Barua *et al.* (2018) mendapatkan kandungan N-total pada pupuk organik yang menggunakan *Trichoderma* 1.36%. Kandungan N-total dapat berkurang karena adanya pengambilan oleh tanaman dan pencucian oleh air.

*P-tersedia*

Berdasarkan Tabel 5, pemberian berbagai jenis mikroorganisme terhadap jenis pupuk memberikan perbedaan nyata terhadap P-tersedia. Data awal sebelum perlakuan, menunjukkan kandungan P-tersedia tanah aluvial 6.9 ppm dan setelah pemberian kompos dan

mikroorganisme P-tersedia meningkat pada setiap perlakuan. P-tersedia terendah didapatkan pada perlakuan menggunakan *Bacillus thuringiensis* dan *Aspergillus niger* dengan kandungan P-tersedia 7.47 ppm. P-tersedia yang tertinggi didapatkan pada perlakuan *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* dengan kandungan 9.20 ppm. Rata-rata setiap perlakuan mikroorganisme dan pupuk kompos berhasil meningkatkan kandungan P-tersedia dalam tanah dan menunjukkan berbeda nyata pada setiap perlakuan. Hal ini karena pemberian pupuk kompos pada tanah dapat meningkatkan terurainya bahan organik oleh mikroorganisme. Margenot *et al.* (2017) menyatakan bahwa penambahan bahan organik dan mikroorganisme pelarut fosfat dapat meningkatkan P-tersedia dan secara tidak langsung akan meningkat unsur mikro dalam tanah. *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus thuringiensis* merupakan bakteri pelarut fosfat, yang dapat meningkatkan P-tersedia dalam tanah sehingga bisa dimanfaatkan oleh tanaman.

*K-dd tanah*

Perbedaan yang nyata akibat pemberian mikroorganisme terhadap K-dd tanah aluvial disajikan pada Tabel 6. Nilai K-dd tertinggi dihasilkan oleh perlakuan *Pseudomonas florescens* + *Thrighoderma hazzianum* yaitu sebesar 0.40 me per 100 g dan yang terendah ada pada perlakuan *Bacillus thuringiensis* + *Aspergillus niger* yaitu sebesar 0.23 me per 100 g. Peran mikroba pelarut kalium

Tabel 4. Interaksi pupuk kompos dan mikroorganisme terhadap N-total (%) tanah aluvial

Perlakuan	N total (%) tanah		
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0.14aA	0.16aA	0.15aA
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	0.17aA	0.48bC	0.31bB
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Aspergillus niger</i>	0.16aA	0.41bB	0.40bB
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	0.12aA	0.15aA	0.13aA
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Aspergillus niger</i>	0.11aA	0.13aA	0.12aA
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Aspergillus niger</i>	0.16aA	0.25aA	0.19aA

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf kapital yang sama pada baris yang sama atau huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Tabel 5. Pengaruh pupuk kompos dan mikroorganisme terhadap P-tersedia tanah aluvial

Perlakuan	P (ppm)			Rata-rata
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit	
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	8.20	8.53	8.40	8.38ab
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	8.70	9.10	9.80	9.20c
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Aspergillus niger</i>	8.50	9.00	8.70	8.73bc
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	7.80	8.10	8.00	7.97ab
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Aspergillus niger</i>	7.30	7.60	7.50	7.47a
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Aspergillus niger</i>	8.67	9.00	8.90	8.86bc
Rata-rata	8.10a	8.47a	8.48a	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama atau huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

yang cukup besar seperti bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan jamur *Trichoderma harzianum* yang menghasilkan asam-asam organik seperti asam humat, fulvat, asetat, dan malat mampu melepaskan K-terfiksasi oleh mineral liat menjadi K-tersedia di dalam tanah (Mursyida *et al.*, 2005). Nilai pH 6.6 yang sudah mendekati netral, mendukung aktifitas mikroorganisme. Rao (2010) menyatakan bahwa pada kondisi pH yang agak netral sampai netral, unsur hara di dalam tanah akan lebih banyak tersedia bagi tanaman dan dapat mendukung aktivitas mikroba dalam mendekomposisi bahan organik.

#### Berat volume tanah alluvial

Sebelum pelaksanaan penelitian hasil analisis kimia tanah menunjukkan berat volume tanah 1.36 g/cm<sup>3</sup>. Tabel 7, Berat volume setelah dilakukannya penelitian menunjukkan pemberian pupuk kompos dapat menurunkan berat volume tanah. Pemberian pupuk kompos TKKS dan kompos jerami padi, dapat menurunkan berat volume tanah sebanyak 0.16 g/cm<sup>3</sup> dan 0.13 g/cm<sup>3</sup> sebelum dilakukan penelitian, sedangkan pada pemberian pupuk kompos *Tithonia* dapat

menurunkan berat volume tanah sampai dengan 0.26 g/cm<sup>3</sup> (23.6%) dari sebelum dilakukan penelitian. Muyassar *et al.* (2012) mendapatkan penurunan berat volume tanah dengan pemberian pupuk organik dapat menurunkan berat volume tanah sebanyak 0.16 g/cm<sup>3</sup>.

Terjadinya penurunan nilai berat volume tanah merupakan akibat dari pemberian pupuk organik, hal dikarena partikel bahan organik yang berukuran kecil menempati celah-celah agregat tanah, sehingga mengisi ruang pori makro maupun pori mikro. Hal ini sejalan dengan pernyataan Widodo dan Kusuma (2018) bahwa terdapat hubungan yang erat antara pemberian bahan organik dengan agregat tanah, pori makro, dan pori meso tanah. Selain dari pada itu Muyassar *et al.* (2012) menyatakan bahwa semakin remahnya struktur tanah dapat meningkatkan nilai pori tanah dan menurunkan berat volume tanah.

Jenis mikroorganisme memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai berat volume tanah. Bobot volume tanah aluvial terendah terdapat pada *Pseudomonas florescens* + *Trichoderma hazzianum* sebesar 0.93 g/cm<sup>3</sup> sedangkan bobot volume terbesar dihasilkan pada pemberian *Bacillus thuringiensis* + *Aspergillus niger* sebesar 1.29 g/cm<sup>3</sup>. Hal

Tabel 6. Pengaruh pupuk kompos dan mikroorganisme terhadap K-dd tanah aluvial (me 100 g<sup>-1</sup>)

Perlakuan	K-dd pada tanah			Rata-rata
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit	
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0.27	0.32	0.31	0.30bc
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	0.35	0.45	0.41	0.40c
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Aspergillus niger</i>	0.31	0.43	0.42	0.39bc
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	0.26	0.29	0.27	0.27b
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Aspergillus niger</i>	0.21	0.24	0.23	0.23a
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Aspergillus niger</i>	0.34	0.39	0.40	0.38bc
Rata-rata	0.28a	0.35a	0.33a	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama atau huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Tabel 7. Pengaruh pupuk kompos terhadap massa jenis tanah aluvial

Perlakuan	Massa jenis tanah (g cm <sup>-3</sup> )			Rata-rata
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit	
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1.26	1.20	1.25	1.24b
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	0.93	0.93	0.93	0.93a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Aspergillus niger</i>	1.23	1.12	1.16	1.17b
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	1.27	1.10	1.33	1.23b
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Aspergillus niger</i>	1.35	1.14	1.38	1.29b
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Aspergillus niger</i>	1.17	1.12	1.30	1.20b
Rata-rata	1.20b	1.10a	1.23b	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT 5%

ini diduga karena peranan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan jamur *Trichoderma harzianum* sangat aktif dan efektif dalam proses dekomposisi bahan organik dibandingkan dengan peranan bakteri *Bacillus thuringiensis* dan jamur *Aspergillus niger*. Rao (2010) menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* sangat aktif dan efektif dalam mendekomposisi selulosa, hemiselulosa, ligin, pectin, inulin, yang menyusun bahan organik, demikian pula jamur *Trichoderma harzianum* sangat aktif dan efektif dalam mendekomposisi selulosa hemiselulosa, ligin, dan khitin. Dayana Amira *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa *Trichoderma* sangat aktif dalam merombak dari bahan selulosa, hemiselulosa dan ligin.

#### Kepadatan populasi bakteri

Jumlah populasi bakteri tertinggi dihasilkan oleh perlakuan *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* yaitu sebesar  $13.57 \times 10^7$  per g tanah (Tabel 8). Proses dekomposisi pada perlakuan ini telah berjalan lanjut ditandai dengan nilai C/N ratio yang paling rendah sebesar 14.7 sehingga berat volume menjadi berkurang. Turunnya berat volume menyebabkan ruang pori meningkat sehingga

dapat meningkatkan aerasi tanah. Aerasi tanah yang baik menyebabkan suasana aerob. Kondisi aerob menyebabkan jumlah mikroba tanah sebagian besar meningkat (Hajoeningtjas, 2012). Selain itu, hasil dekomposisi bahan organik akan menambah ketersediaan unsur hara di dalam tanah sehingga menjadi sumber energi bagi mikroba tanah, dan akhirnya dapat meningkatkan jumlah dan aktivitas mikroba tanah (Meryandini *et al.*, 2009).

#### Pengujian Bibit Kakao

##### Pertumbuhan bibit tanaman kakao pada berbagai dosis pupuk organik

Tabel 9 memperlihatkan pengaruh yang nyata dengan penggunaan pupuk kompos *Tithonia* terhadap pertumbuhan tinggi tanaman per bibit kakao umur 2.5 bulan (10 minggu). Penggunaan pupuk kompos *Tithonia* dengan berbagai dosis yang diberikan dapat menunjang pertumbuhan tanaman, dibandingkan tidak diberikan kompos *Tithonia*. Perlakuan dosis pupuk *Tithonia* 0.25 kg per polibag sampai 1.25 kg per polibag menunjukkan perbedaan relatif sama. Hasil pengamatan tinggi tanaman per bibit kakao tanpa diberikan

Tabel 8. Pengaruh pemberian pupuk kompos dan mikroorganisme terhadap jumlah populasi bakteri tanah aluvial

Perlakuan	Jumlah bakteri (x10 <sup>7</sup> )			Rata-rata
	Jerami	<i>Tithonia</i>	Tandan kosong sawit	
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	8.50	11.70	11.90	10.70b
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	12.80	14.00	13.90	13.57a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Aspergillus niger</i>	12.70	13.80	13.70	13.40a
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	11.00	11.20	11.10	11.10b
<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Aspergillus niger</i>	10.10	10.80	10.50	10.47b
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Aspergillus niger</i>	12.40	13.50	13.00	12.97a
Rata-rata	11.25a	12.50a	12.35a	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama atau huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Tabel 9. Pengaruh dosis pupuk kompos *Tithonia* terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat kering brangkasan bibit kakao umur 2.5 bulan (10 minggu)

Dosis kompos	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Diameter batang (mm)	Berat kering brangkasan (g)
0.00 kg per polibag	21.88a	9.75a	3.30a	3.26a
0.25 kg per polibag	30.88b	12.00ab	4.83ab	4.02ab
0.50 kg per polibag	32.25b	13.00b	5.15b	4.31b
0.75 kg per polibag	33.63b	13.50bc	5.50b	4.40b
1.00 kg per polibag	34.50b	15.75cd	6.10bc	5.00b
1.25 kg per polibag	38.88c	16.50d	6.11bc	8.02c

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

pupuk kompos *Tithonia* adalah 21.88 cm, sedangkan pemberian dengan dosis 1.25 kg per polibag mendapatkan tinggi tanaman 38.88 cm (naik 77.70%). Penambahan dosis pupuk kompos dapat menambah ketersediaan unsur hara tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan bibit kakao. Menurut Jama *et al.* (2000) kandungan unsur hara pada kompos *Tithonia* cukup tinggi yaitu sebesar 3.5% N, 0.37% P, dan 4.1% K. Menurut Liu *et al.* (2018) unsur N, P dan K dapat meningkatkan biomassa diatas permukaan tanah. Hasil tinggi tanaman yang diperoleh sebesar 38.88 cm pada perlakuan 1.25 kg per polibag untuk umur bibit 2.5 bulan menggambarkan bahwa pertumbuhan bibit kakaoyang cukup baik.

Tabel 9 Peningkatan jumlah daun (16.50 helai) dan diameter batang (6.11 mm) terbesar ditunjukkan oleh pemberian kompos *Tithonia* dengan dosis 1.25 kg per polibag. Perlakuan 1.25 kg per polibag dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan tinggi awal 24.88 cm menjadi 38.88cm (naik 56.27%), jumlah daun 10.25 helai menjadi 16.50 helai (naik 60.98%), dan diameter batang dari 3.30 mm menjadi 6.11 mm (naik 85.15%). Almeida *et al.* (2012) melaporkan bahwa terdapat korelasi yang positif antara tinggi tanaman dan diameter batang pada tanaman kakao terhadap unsur hara tanah terutama unsur N. Pemberian dosis pupuk kompos *Tithonia* 1.25 kg per polibag mendapatkan berat kering bibit kakao yang tertinggi sebesar 8.02 g. Hanum (2013) melaporkan bahwa penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan parameter pengamatan jumlah bintil akar, bobot kering akar, bobot kering biji, dan kandungan lemak.

Pemberian pupuk organik pada bibit kakao dapat menunjang pertumbuhan bibit kakao. Pemberian pupuk organik ini dapat menyumbangkan unsur hara, yang dapat memberikan dampak langsung terhadap penyerapan unsur hara dan perkembangan akar tanaman karena struktur tanah yang semakin remah. Khair *et al.* (2012) Pemberian pupuk organik untuk pertumbuhan benih kakao menunjukkan perbedaan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, berat basah batang, serta volume akar. Penggunaan mikroorganisme terhadap tanaman dapat mempercepat pelapukan bahan organik dalam tanah. Selain dari pada itu, pemberian mikroorganisme ini mampu menyumbangkan IAA, bermanfaat pada tanaman. IAA

yang dapat membantu pertumbuhan tanaman. Puspita *et al.* (2018) Pemberian *Bacillus* sp. Endofit konsentrasi 1011 cfu/mL mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kakao melalui pertambahan tinggi, diameter batang, jumlah daun, luas daun dan jumlah koloni yan lebih baik.

## KESIMPULAN

Terdapat interaksi antara pupuk kompos dengan mikroorganisme terhadap N total tanah aluvial. Pupuk kompos dan mikroorganisme masing-masing memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH, P-tersedia, K-dd, berat volume tanah, dan jumlah populasi bakteri tanah aluvial. Perlakuan pupuk kompos *Tithonia* dan mikroorganisme *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* merupakan perlakuan terbaik karena dapat meningkatkan nilai pH, N, P-tersedia, K-dd tanah, jumlah populasi bakteri serta menurunkan nilai berat volume tanah aluvial. Perlakuan dosis pupuk kompos *Tithonia* 1.25 kg per polibag merupakan perlakuan terbaik karena memberikan hasil tertinggi untuk semua variabel pertumbuhan bibit kakao dan mampu menghasilkan persentase pertumbuhan yang memenuhi standar kualitas bibit kakao.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, R.L.D.S., L.H.G. Chaves, E.F.D. Silva. 2012. Growth of cocoa as function of fertigation with nitrogen. *Iranica J. Energy Environ.* 3:385-389.
- Amin, M., S.D. Hasan, O.Yanuarianto, M. Iqbal. 2015. Pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas jerami padi amoniasi yang ditambah probiotik *Bacillus* sp. *J. Ilmu Tek. Peternakan Indonesia* 1:8-13.
- Barua, S., A.H. Molla, Md.M. Haque, M.S. Alam. 2018. Performance of *Trichoderma-enriched* bio-organic fertilizer in N supplementation and bottle gourd production in field condition. *Hort. Internat. J.* 2:106-114.

- Dayana, A.R., A.R. Roshanida, M.I. Rosli, M.F, S.F. Zahrah, J.M. Anuar, C.M.N. Adha. 2012. Bioconversion of empty fruit bunch (EFB) and palm oil mill effluent (POME) into compost using *Trichoderma virens*. Afr. J. Biotechnol. 10:18775-18780.
- Goyal, S., D.K. Dhull, K.K. Kapoor. 2005. Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. Bioresour. Technol. 96:1584-1591.
- Hajoeningtjas, O.W. 2012. Mikrobiologi pertanian. Graha Ilmu Yogyakarta. Yogyakarta, ID.
- Hanum. C. 2013. Pertumbuhan, hasil, dan mutu biji kedelai dengan pemberian pupuk organik dan fosfor. J. Agron. Indonesia 41:209-214.
- Hikmatullah dan Sukarman. 2007. Evaluasi sifat-sifat tanah pada landform aluvial di tiga lokasi di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. J. Tanah Iklim 25:69-82.
- Jama, B., C.A. Palm, R.J. Buresh, A. Niang, C. Gachengo, G., Nziguheba, B. Amadalo, 2000. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. Agroforestry system. 49:201-221.
- Khair H., H. Hasyim, R. Ardinata. 2012. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan beberapa benih asal klon kakao (*Theobroma cacao* L.) di pembibitan. Agrium. 3:218-226.
- Liu, C., Y. Liu, K. Guoa, X. Qiaoa, H. Zhaoa, S. Wange, L. Zhange, X. Caie. 2018. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium addition on the productivity of a karst grassland: Ecological Engineering 117:84-95.
- Margenot, A.J., B.R. Singh, I.M. Rao, R. Sommer. 2017. Phosphorus fertilization and management in soils of Sub-Saharan Africa. p. 151-208 In Rattan Lal, B.A. Stewart (Eds.). Soil Phosphorous. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Meryandini, A., W. Widosari, B. Maranatha, T.C. Sunarti, N. Rachmania, H. Satria. 2009. Isolasi bakteri selulolitik dan karakterisasi enzimnya. Makara Sains. 13:33-38.
- Mursyida. 2015. Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat dan kalium dari kawasan sekitar tambang batu kapur Cirebon. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muryanto, Y. Sudiyani, H. Abimanyu. 2016. Optimasi proses perlakuan awal NaOH tandan kosong kelapa sawit untuk menjadi bioetanol. J. Kimia Terapan Indonesia 18:27-35.
- Muyassir, S., Saputra, I. 2012. Perubahan sifat fisika inceptisol akibat perbedaan jenis dan dosis pupuk organik. Lentera 12:1-8.
- Purwani, J. 2011. Pemanfaatan *Tithonia diversifolia* (Hamsley) A. Gray untuk perbaikan tanah. hal. 253-263. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Buku II: Konservasi Lahan, Pemupukan, dan Biologi Tanah. Bogor 30 November - 1 Desember 2010.
- Puspita, F., S.I. Saputra, J. Merini. 2018. Uji beberapa konsentrasi bakteri *Bacillus sp.* endofit untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). J. Agron. Indonesia 46:322-327.
- Rao, S. 2010. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia, ID.
- Saili, N.S., S. Siddiquee, C.M.W.V. Ling, M. González, S. V. Kumar. 2014. Lignocellulolytic activities among *Trichoderma* isolates from Lahad Datu, Sabah and deception island, Antarctic. J. Microb. Biochem. Technol. 6:295-302.
- Sumarni, N., R. Rosliani, R.S. Basuki, Y. Hilman. 2012. Respons tanaman bawang merah terhadap pemupukan fosfat pada beberapa tingkat kesuburan lahan (status P-Tanah). J. Hort. 22:129-137.
- Sutanto, A., A.E. Prasetyo, A.E. Fahrodayanti, A.F. Lubis, A.P. Dongoran. 2005. Viabilitas bioaktivator jamur *Trichoderma koningii* pada media tandan kosong kelapa sawit. J. Penelitian Tandan Kelapa Sawit 13:25-33.
- Suwarniati, 2014. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan bunga matahari (*Helianthus annuus* l.) pada lahan kritis. J. Biotik 2:58-69.
- Zainuddin, N.A.I.M., F. Abdullah. 2008. Disease suppression in ganoderma treated with *Trichoderma harzianum*. Plant Protect. Sci. 44:101-107.