

**Perubahan Bentuk P Oleh Mikroba Pelarut Fosfat dan Bahan Organik Terhadap P-tersedia dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada Tanah Andisol Terdampak Erupsi Gunung Sinabung**

*Changes Form of P by Phosphate Solubilizing Microbe and Organic Matter to Availability P and Production of Potato (*Solanum tuberosum* L). at Andisol Soil Impacted Sinabung Mountain Eruption*

Marta Ritonga\*, Bintang, Mariani Sembiring  
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155  
\*Corresponding author: mariani.sembiring29@yahoo.com

**ABSTRACT**

Andisol was soil with high phosphate retention (>85 %) so that Phosphate not available to plants. Phosphate (P) was important nutrient that used in photosynthesis process, roots growth, flower, fruit and seed forming. The object of this research is to know the effect of phosphate solubilizing microbe (MPF) application, some organic matter sources and both of interaction to changes of phosphate form to phosphate availability and potatoes (*Solanum tuberosum* L.) production at Andisol soil impacted Sinabung Mountain eruption. This research was conducted in Kuta Rakyat Village, Naman Teran Subdistrict, Karo Regency on February until July 2015. The research used factorial Random Device Group Methode (RDG) consists of two treatments and two replications. The first factor is phosphate solubilizing microbe with four treatments: control, phosphate solubilizing bacterial (30 ml), phosphate solubilizing fungi (30 ml), phosphate solubilizing bacterial and fungi (15 ml + 15 ml). The second factor is organic matter with five treatments: control, cow manure (100 g/plant), chicken manure (100 g/ plant), straw (100 g/ plant), *Tithonia diversifolia* (100 g/ plant). The result showed that phosphate solubilizing fungi and chicken manure application, increased P availability and productions of potato (*Solanum tuberosum* L.) plants.

---

Key Words : Andisol, Phosphate solubilizing microbe, organic matter, availability phosphate, production of potatoes (*Solanum tuberosum* L.)

**ABSTRAK**

Andisol merupakan jenis tanah dengan retensi P yang tinggi (> 85%) sehingga P tidak tersedia bagi tanaman. Fosfor (P) adalah unsur penting yang digunakan dalam proses fotosintesis, perkembangan akar, pembentukan bunga, buah dan biji. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF), beberapa sumber bahan organik, dan interaksi keduanya terhadap perubahan bentuk P terhadap P-tersedia dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada tanah Andisol terdampak erupsi Gunung Sinabung. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kutarayut Kec. Naman Teran Kab. Karo, mulai bulan Februari – Juni 2015. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah Mikroba Pelarut Fosfat dengan 4 perlakuan, yaitu: control, Bakteri Pelarut Fosfat (30 ml), Jamur Pelarut Fosfat (30 ml), Bakteri dan Jamur Pelarut Fosfat (15 ml + 15 ml). Faktor kedua adalah Bahan Organik dengan 5 perlakuan, yaitu: kontrol, Kotoran Sapi (100 g/Tanaman), Kotoran Ayam (100 g/ Tanaman), Jerami Padi (100 g/ Tanaman), *Tithonia diversifolia* (100 g/ Tanaman). Hasil menunjukkan bahwa aplikasi jamur pelarut fosfat dan bahan organik kotoran ayam dapat meningkatkan ketersediaan P dan produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.).

---

Kata Kunci : Andisol, Mikroba Pelarut Fosfat, Bahan Organik, ketersediaan Fosfat, produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.).

## PENDAHULUAN

Andisol merupakan tanah muda yang berkembang dari bahan induk vulkanik pada ketinggian tempat di atas 700 meter dari permukaan laut, didaerah iklim humid dengan curah hujan tinggi, drainase baik dan tidak pernah kering total. Andisol berasal dari batuan vulkanik yang cukup beragam. Andisol adalah salah satu jenis tanah yang relatif subur namun mempunyai tingkat jerapan P yang tinggi karena dirajai oleh mineral amorf seperti alofan, imogolit, ferihidrit dan oksida-oksida hidrat Al dan Fe dengan permukaan spesifik yang luas (Mukhlis, 2011).

Permasalahan di Andisol adalah ketersediaan fosfat yang rendah, karena sebagian besar (90%) fosfat terikat oleh mineral liat alofan dan Al, sehingga menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan (Tan, 1991). Pemberian pupuk P dan penambahan bahan organik, dapat mengatasi masalah kekahatan P pada Andisol. Meskipun pada Andisol mengandung bahan organik yang tinggi akan tetapi dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan terlepasnya P dari dalam tanah oleh proses dekomposisi bahan organik tambahan (Ferela, 2008).

Fosfor (P) adalah unsur penting setelah nitrogen yang berperan penting dalam fotosintesis, perkembangan akar, pembentukan bunga, buah dan biji (Winarso, 2005). Fosfor yang diserap tanaman sebagian besar terikat oleh koloid tanah, Fe dan Al sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Oleh sebab itu perlu dilakukan suatu usaha untuk mengurangi unsur P yang terikat di dalam tanah.

Salah satu upaya untuk mengatasi rendahnya fosfat tersedia dalam tanah adalah dengan memanfaatkan kelompok mikroorganisme pelarut fosfat dan bahan organik. Mikroorganisme dan bahan organik, masing-masing dapat menghasilkan asam organik yang mengkhelat logam dalam tanah sehingga fosfat menjadi tersedia bagi tanaman. Pemanfaatan mikroorganisme pelarut fosfat dan bahan organik diharapkan

dapat mengatasi masalah P pada tanah masam yang juga dapat menekan penggunaan pupuk anorganik dan diperlukan untuk mempertahankan kesuburan tanah dengan menjaga dan meningkatkan fungsi mikroorganisme tanah sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara dan juga meningkatkan efektivitas pemupukan.

Kentang (*Solanum tuberosum L.*) merupakan komoditas umbi-umbian dengan kebutuhan fosfor (P) yang lebih tinggi dibanding tanaman hortikultura lainnya. Kentang banyak mendapat perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi juga berpotensi sebagai sumber karbohidrat alternatif yang dapat menggantikan bahan pangan penghasil karbohidrat lainnya. Peningkatan produktivitas kentang sangat ditunjang oleh sistem pemupukan dan lingkungan tumbuh yang sesuai. Pemupukan sangat diperlukan untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman dan dapat memperbaiki kondisi tanah sehingga perakaran dapat tumbuh baik serta dapat menyerap unsur hara dalam jumlah cukup (Putro, 2010).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di desa Kutarayut Kecamatan Namanteran dengan ketinggian tempat 1400 m di atas permukaan laut. Penelitian ini dimulai pada bulan Februari sampai dengan bulan Juli 2015.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi kentang sebagai tanaman indikator, bahan organik (kotoran sapi, kotoran ayam, jerami padi, titonia) sebagai sumber asam-asam organik, mikroba pelarut fosfat, pupuk kimia (Urea 7,8 g, KCl 10 g, SP<sub>36</sub> 9,75 g) sebagai sumber unsur hara, dan air untuk menyiram tanaman.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul untuk mengolah lahan, parang untuk mencincang jerami padi dan titonia, kantong plastik sebagai tempat bahan organik, erlenmeyer sebagai wadah mikroba sebelum di aplikasi, gelas ukur untuk mengukur volume mikroba yang akan di aplikasi, timbangan untuk menimbang pupuk,

plastik katup sebagai tempat pupuk kimia, meteran untuk mengukur lahan dan jarak tanam, plakat untuk membuat tanda perlakuan dan kamera sebagai alat dokumentasi.

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan menggunakan 2 faktor. Faktor I adalah mikroba pelarut fosfat dan Faktor II adalah beberapa bahan organik (kotoran sapi, kotoran ayam, jerami padi, *Tithonia diversifolia*) sehingga diperoleh kombinasi perlakuan yaitu 20 unit percobaan dengan 2 ulangan sehingga diperoleh jumlah keseluruhan perlakuan sebanyak 40 unit percobaan. Faktor 1: Mikroba Pelarut Fosfat, yaitu : Kontrol, Bakteri genus *Pseudomonas* 30 mL dengan populasi  $19 \times 10^9$  CFU/mL, Jamur genus *Penicillium* 30 mL dengan

populasi  $18 \times 10^9$  CFU/mL, Jamur 15 mL & Bakteri 15 mL. Faktor 2: bahan organik, yaitu : Kontrol, Kotoran Sapi 100 g/tanaman, Kotoran Ayam 100 g/tanaman, Jerami Padi 100 g/tanaman, *Tithonia diversifolia* 100 g/tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Reaksi Tanah (pH H<sub>2</sub>O)

Interaksi bahan organik segar dengan Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) berpengaruh nyata terhadap pH tanah.

Rataan hasil analisis pH tanah dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1. Rataan pH tanah akibat pemberian Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik.

MPF (30 mL/tan)	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/tan)					Rataan
	Tanpa Aplikasi	Kotoran sapi	Kotoran ayam	Jerami padi	<i>Titonia Diversifolia</i>	
Tanpa MPF	4,17ab	4,52bcdef	4,42abcde	4,42abcde	4,65def	4,43
Bakteri	4,36abcd	4,81f	4,10a	4,35abcd	4,76ef	4,47
Jamur	4,58cdef	4,66def	4,75ef	4,43abcde	4,51bcdef	4,58
Bakteri + Jamur	4,17ab	4,59bcdef	4,46bcdef	4,25abc	4,38abcd	4,37
Rataan	4,32	4,64	4,43	4,36	4,57	

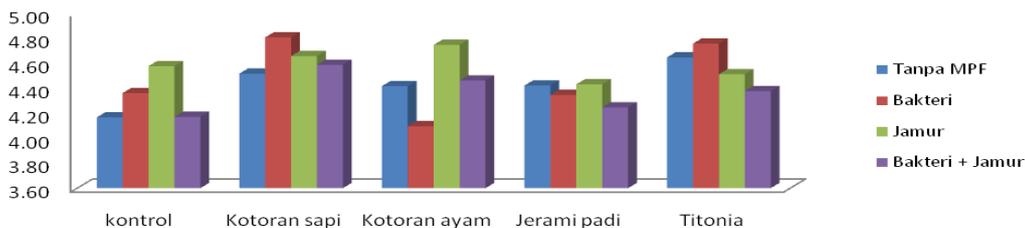
Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Perlakuan interaksi bakteri pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran sapi dengan nilai 4,81 tidak berbeda nyata dengan interaksi bakteri pelarut fosfat dengan bahan organik *Titonia diversifolia* dengan nilai 4,76 dan interaksi jamur pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran ayam dengan nilai 4,75. Namun sangat berbeda nyata pada interaksi bakteri pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran ayam dengan nilai 4,10 yang tidak berbeda nyata dengan tanpa aplikasi MPF dan bahan organik atau control dengan nilai 4,17.

Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion H<sup>+</sup> di dalam tanah. Semakin tinggi kadar ion H<sup>+</sup> di dalam tanah, maka akan semakin masam reaksi tanah tersebut.

Hal ini dikarenakan pH tanah mengalami penurunan dari analisa awal tanah nilai pH sebesar 5,5.

Meningkatnya kadar ion H<sup>+</sup> di dalam tanah (pH semakin asam) dikarenakan MPF dan bahan organik yang diaplikasikan kedalam tanah dapat menghasilkan asam-asam organik yang mampu meningkatkan keasaman di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tan (1995) yang menyatakan bahwa dekomposisi bahan organik mampu melepas atau membentuk sejumlah senyawa asam organik yang mempunyai kapasitas untuk mengkhelat ion-ion logam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram di bawah ini :



Gambar 1. Histogram Reaksi Tanah (pH H<sub>2</sub>O) Akibat pemberian MPF dan Bahan Organik.

Dari gambar diatas didapat bahwa pH tanah pada pemberian kotoran sapi lebih tinggi dari perlakuan lainnya dan tidak jauh berbeda dengan pemberian titonia, hal ini dikarenakan kotoran sapi memiliki kandungan air yang tinggi sedangkan titonia memiliki kadar C/N yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lingga (1991) yang menyatakan bahwa kandungan air pupuk kandang sapi segar mencapai 80% sedangkan kotoran ayam hanya mencapai 57%. Kandungan air ini dapat menaikkan pH tanah walaupun tidak signifikan.

**P-Total**

Pemberian Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) berpengaruh nyata terhadap P-total tanah sedangkan dengan hanya aplikasi bahan organik segar dan interaksinya dengan Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) berpengaruh tidak nyata terhadap P-total tanah.

Rataan hasil analisis P-total tanah Andisol Sinabung dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan dalam tabel di bawah ini :

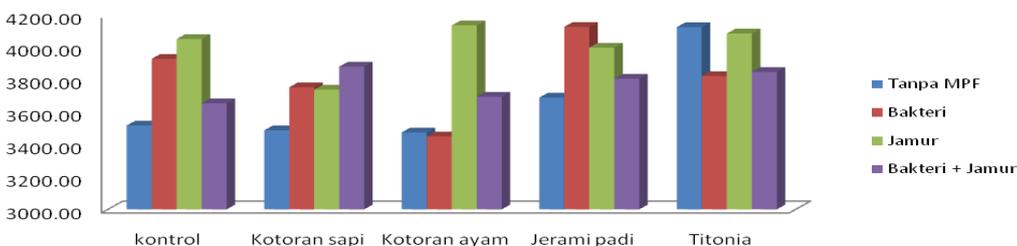
Tabel 2. Rataan P-total tanah (ppm) akibat pemberian MPF dan bahan organik.

MPF 30 mL/Tan	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/Tan)					Rataan
	Tanpa Aplikasi	Kotoran Sapi	Kotoran Ayam	Jerami Padi	Titonia <i>diversifolia</i>	
Tanpa MPF	3517,27	3487,35	3474,90	3689,62	4124,29	3658,68a
Bakteri	3928,51	3753,09	3449,74	4126,26	3822,67	3816,0ab
Jamur	4051,22	3738,68	4134,96	3997,71	4084,87	4001,49b
Bakteri + Jamur	3654,30	3880,47	3694,64	3806,03	3847,93	3776,67a
Rataan	3787,8	3714,9	3688,56	3904,90	3969,94	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa aplikasi jamur pelarut fosfat dengan nilai sebesar 4001,49 tidak berbeda nyata dengan aplikasi bakteri pelarut fosfat dengan nilai 3816,0. Namun berbeda nyata dengan aplikasi

bakteri + jamur pelarut fosfat yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan control dengan nilai 3658,68. Berikut gambar grafik P-total tanah:



Gambar 2. Histogram P-total akibat pemberian MPF dan Bahan Organik.

P-total adalah jumlah P di dalam tanah baik yang tersedia maupun yang tidak tersedia atau terikat oleh unsur lain.

Banyaknya jumlah P yang terdapat di dalam tanah tidak menjamin tanaman di atasnya dapat menyerap unsur P sesuai kebutuhannya. Karena keberadaan unsur P di dalam tanah sangat mobile. Pada keadaan asam (pH rendah) P akan diikat oleh logam seperti Al, Fe sedangkan pada keadaan basa (pH tinggi) P akan diikat oleh logam seperti Ca, dll. Hal ini sesuai dengan pernyataan Elfiati (2005) yang menyatakan bahwa pada tanah masam, P bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P, Fe-P dan *Occluded-P*, sedangkan pada tanah

bereaksi basa, pada umumnya P bersenyawa sebagai Ca-P. Jadi, ketersediaan P di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah.

**P-Fe**

Pemberian bahan organik segar dan interaksinya dengan Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) berpengaruh nyata terhadap P-Fe tanah sedangkan dengan hanya aplikasi MPF berpengaruh tidak nyata terhadap P-Fe tanah.

Rataan hasil analisa P-Fe tanah Andisol Sinabung dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3. Rataan P-Fe (ppm) akibat pemberian MPF dan bahan organik.

MPF 30 mL/ Tanaman	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/Tan)					Rataan
	Tanpa Aplikasi	Kotoran Sapi	Kotoran Ayam	Jerami Padi	<i>Titonia diversifolia</i>	
Tanpa MPF	615,0abcd	672,0cd	651,5bcd	562,5ab	644,5abcd	629,1
Bakteri	606,5abcd	660,0bcd	575,0abc	570,0abc	687,5d	619,8
Jamur	568,0abc	686,0d	654,0bcd	638,0abcd	543,0a	617,8
Bakteri + Jamur	657,0bcd	687,0d	581,5abcd	686,0d	575,0abc	637,3
<b>Rataan</b>	<b>611,63</b>	<b>676,25</b>	<b>615,50</b>	<b>614,13</b>	<b>612,50</b>	

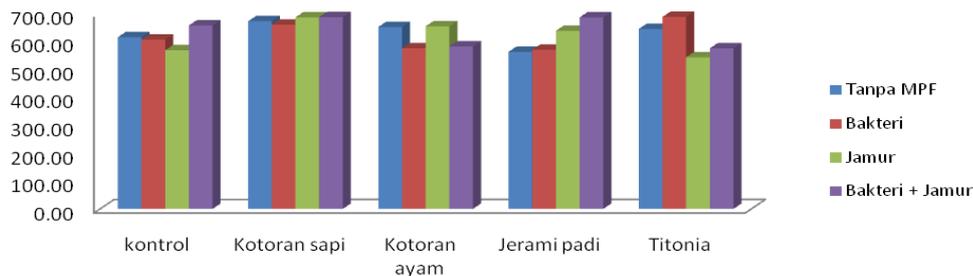
Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Dari tabel dapat diketahui bahwa interaksi MPF dan bahan organik berpengaruh nyata pada Fe-P. Interaksi jamur pelarut fosfat dengan bahan organik *Titonia diversifolia* dengan nilai 543,0 tidak berbeda nyata dengan interaksi tanpa MPF dan bahan organik jerami padi dengan nilai 562,5 yang merupakan nilai terendah tetapi berbeda nyata dengan interaksi bakteri pelarut fosfat dan bahan organik *Titonia diversifolia* dengan nilai 687,5, interaksi jamur + bakteri pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran sapi dengan nilai 687,0 dan interaksi jamur pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran sapi dengan nilai 686,0.

Pemberian MPF dan bahan organik dapat mengurangi jumlah Fe yang bersenyawa dengan P. Hal ini dapat kita lihat

dari data pada table 4, Fe-P lebih tinggi pada perlakuan control, sedangkan untuk kombinasi perlakuan lainnya mengalami penurunan walaupun tidak berbeda nyata. Terlihat bahwa salah satu unsur paling banyak mengikat P dalam tanah sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman adalah Fe.

Lubis, *et al* (1986) menyatakan bahwa pada tanah dengan pH yang rendah, konsentrasi ion Al dan Fe tinggi dan akan bereaksi dengan fosfat membentuk P-Fe dan P-Al yang tidak larut. Peningkatan P-Al lebih besar dari pada P-Fe pada tanah masam, bentuk P-Al relatif lebih mudah larut dan dapat berubah bentuk menjadi P-Fe, dengan kata lain P yang larut dari P-Al akan difiksasi kembali oleh Fe menjadi P-Fe. Berikut histogram P-Fe :



Gambar 3. Histogram P-Fe akibat pemberian MPF dan Bahan Organik.

**Al-P**

Perlakuan tunggal Mikroba Pelarut Posfat (MPF) dan bahan organik segar berpengaruh nyata terhadap Al-P tanah sedangkan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap Al-P tanah Andisol Gunung Sinabung.

Rataan hasil analisis Al-P tanah Andisol Sinabung dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan dalam tabel di bawah ini :

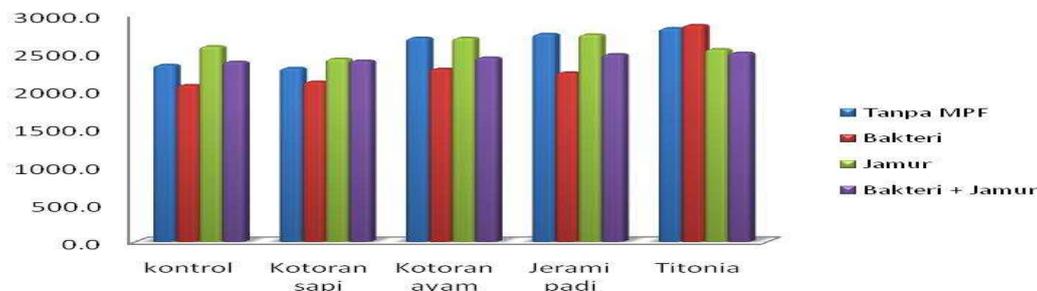
Tabel 4. Rataan P-Al (ppm) akibat pemberian MPF dan bahan organik.

MPF 30 mL/Tan	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/Tan)					Rataan
	Tanpa Aplikasi	Kotoran Sapi	Kotoran Ayam	Jerami Padi	<i>Titonia diversifolia</i>	
Tanpa MPF	2333,5	2293,5	2692,0	2743,0	2818,5	2576,1b
Bakteri	2066,5	2110,5	2281,0	2232,5	2860,0	2310,1a
Jamur	2579,0	2415,0	2691,0	2736,0	2541,0	2592,4b
Bakteri + Jamur	2375,0	2388,5	2430,0	2474,0	2494,5	2432,4ab
<b>Rataan</b>	<b>2338,5ab</b>	<b>2301,88a</b>	<b>2523,5bc</b>	<b>2546,4c</b>	<b>2678,5c</b>	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %

Perlakuan tunggal MPF dan bahan organik berpengaruh nyata pada fraksionasi P oleh Al. Pemberian bakteri pelarut fosfat dengan nilai rataan 2310,1 yang merupakan nilai terendah dan tidak berbeda nyata dengan pemberian bakteri + jamur pelarut fosfat dengan nilai rataan 2432,4 dan pemberian bahan organik kotoran sapi dengan nilai

rataan 2301,88 yang berbeda nyata dengan memberi bahan organik *Titonia diversifolia* dengan nilai rataan 2678,5 yang merupakan nilai P-Al tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan pemberian bahan organik jerami padi dengan nilai rataan 2546,38. Berikut histogram P-Al tanah Andisol Gunung Sinabung :



Gambar 4. Histogram P-Al akibat pemberian MPF dan Bahan Organik

P yang terikat oleh logam Al dan Fe sangat tinggi sehingga mengakibatkan P dalam tanah tidak tersedia untuk diserap tanaman. Tingginya fiksasi P oleh logam sangat dipengaruhi kondisi pH tanah. Pada pH rendah (reaksi tanah asam), logam Fe dan Al akan mengikat P dalam jumlah yang besar. Hal ini sesuai dengan literatur Tan (1992) yang menyatakan bahwa semakin rendah pH tanah maka semakin besar konsentrasi Al, dan Fe yang dapat larut, sehingga akan semakin besar pula jumlah fosfor yang diikatnya. Namun, dengan pemberian MPF dan bahan organik dapat menekan Al dan Fe dalam memfiksasi unsur P didalam tanah sehingga P yang terikat oleh Al dan Fe mengalami

penurunan dan mengakibatkan unsur P menjadi terlepas dan menjadi tersedia bagi tanaman.

**P-Tersedia**

Secara tunggal Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan interaksinya dengan bahan organik berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah sedangkan dengan hanya aplikasi bahan organik berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia Andisol Sinabung.

Rataan hasil analisis P-tersedia tanah Andisol Sinabung dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan dalam tabel di bawah ini :

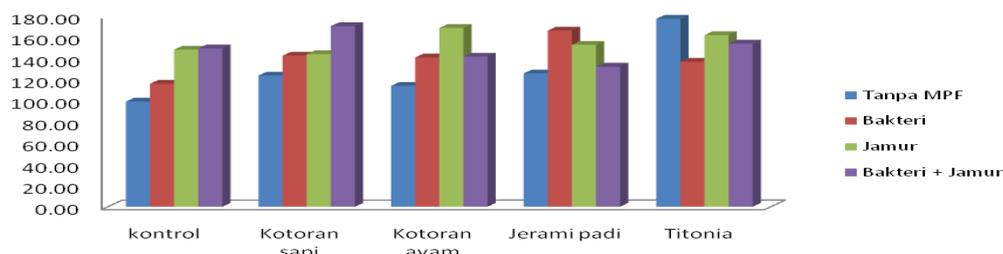
Tabel 5. Rataan P-tersedia (ppm) akibat pemberian MPF dan bahan organik.

MPF 30 mL /Tanaman	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/Tan)					Rataan
	Tanpa Aplikasi	Kotoran Sapi	Kotoran Ayam	Jerami Padi	<i>Titonia diversifolia</i>	
Tanpa MPF	99,30a	123,89abcd	114,16ab	125,90abcde	177,47h	128,14
Bakteri	116,12abc	142,65bcdef	140,99bcdef	166,34fgh	136,86bcdef	140,59
Jamur	148,37bcdef	144,00bcdef	168,84fgh	152,87cdefg	162,09efgh	155,23
Bakteri + Jamur	149,48bcdef	170,50gh	141,71bcdef	132,25abcde	154,06defgh	149,60
Rataan	128,31	145,26	141,42	144,34	157,62	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pada interaksi bahan organik dan MPF diperoleh bahwa interaksi tanpa MPF dengan bahan organik *Titonia diversifolia* dengan nilai 177,47 yang merupakan nilai tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan interaksi bakteri + jamur pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran sapi dengan nilai 170,5 dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan tanpa MPF dan bahan organik kotoran ayam dengan nilai 114,16 dan perlakuan kontrol dengan nilai 99,30. Hal ini karena bahan organik *Titonia diversifolia* lebih mudah melapuk atau terdekomposisi karena mempunyai nilai C/N

yang lebih rendah dibanding bahan organik lainnya, sehingga unsur P yang terkandung didalam *T. diversifolia* bisa langsung tersedia sedangkan untuk bahan organik lainnya membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terdekomposisi. Hal ini sesuai dengan literatur Rara, et all (2013) yang menyatakan bahwa nilai C/N dari bokashi *T. diversifolia* tergolong sedang yaitu 12.46 sehingga perombakan bokashi *T. diversifolia* berlangsung cukup cepat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5. Histogram P-tersedia akibat pemberian MPF dan Bahan Organik

**Serapan P**

Interaksi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dengan bahan organik segar berpengaruh nyata terhadap Serapan-P tanah sedangkan hanya aplikasi bahan organik segar berpengaruh tidak nyata terhadap serapan-P tanaman.

Rataan hasil analisis serapan-P tanah Andisol Sinabung dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 6. Rataan Serapan-P tanaman (mg/tanaman) akibat pemberian MPF dan bahan organik.

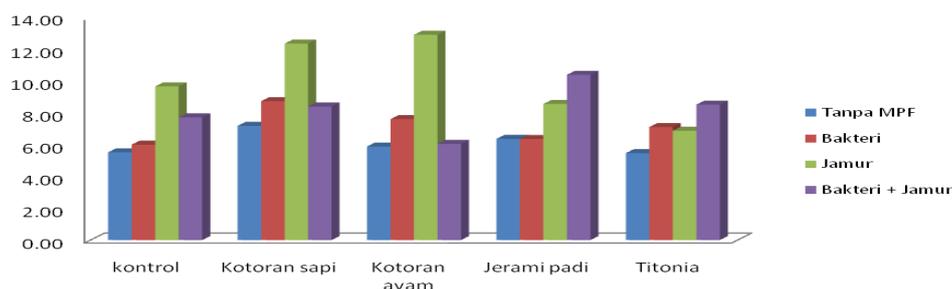
MPF 30 mL/ Tanaman	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/Tan)					
	Tanpa Aplikasi	Kotoran sapi	Kotoran ayam	Jerami Padi	<i>Titonia diversifolia</i>	Rataan
Tanpa MPF	5,52a	7,18abc	5,88a	6,36ab	5,47a	6,08
Bakteri	6,00a	8,73abc	7,61abc	6,36ab	7,11abc	7,16
Jamur	9,66bcd	12,35de	12,91e	8,56abc	6,88ab	10,07
Bakteri + Jamur	7,72abc	8,40abc	6,05a	10,39cde	8,52abc	8,22
Rataan	7,23	9,17	8,11	7,92	6,99	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Dari Tabel diatas terlihat bahwa pada interaksi jamur pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran ayam dengan nilai 12,91 tidak berbeda nyata dengan interaksi jamur pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran sapi dengan nilai 12,35 tetapi berbeda nyata dengan tanpa MPF dan bahan organik *Titonia diversifolia* dengan nilai 5,47, interaksi tanpa MPF dan bahan organik kotoran ayam dengan nilai 5,88 dan perlakuan control dengan nilai 5,52.

Pada interaksi jamur pelarut fosfat dengan bahan organik kotoran ayam, serapan

P lebih tinggi dari perlakuan lain, dan berbanding terbalik dengan tanpa aplikasi MPF yang dikombinasikan dengan bahan organik *Titonia diversifolia*, serapan-P lebih rendah dari perlakuan kombinasi lainnya dan P-tersedia justru lebih tinggi. Hal ini dikarenakan P yang tersedia sedikit saat tanaman membutuhkan P sehingga P yang dapat diserap oleh tanaman hanya sedikit dimana hal tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman karena P merupakan unsure penting pada proses metabolisme tanaman. Berikut histogram serapan P tanaman:



Gambar 6. Histogram serapan P akibat pemberian MPF dan Bahan Organik

Tanaman menyerap fosfor dalam jumlah besar dalam bentuk ion-ion ortofosfat yaitu  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$ . Konsentrasi ion ini di dalam tanah selalu rendah. Kadar dan jumlahnya di dalam tanah masing-masing tergantung pada pH tanah.  $H_2PO_4^-$  di jumpai

pada tanah masam, sedangkan  $HPO_4^{2-}$  umumnya dijumpai pada tanah dengan pH di atas 7.0. Pemberian mikroba pelarut (MPF) dan bahan organik dapat menghasilkan asam-asam organik yang efisien dalam meningkatkan serapan-P pada akar dan tajuk

dikarenakan fosfor yang fiksasi oleh logam-logam menjadi tersedia bagi tanaman. Rendahnya efisiensi serapan P berhubungan dengan faktor lingkungan yang dimanipulasi. Hal ini sesuai pernyataan Effendy (2008) yang menyatakan bahwa konsentrasi P yang pekat dapat menimbulkan gangguan pada system perakaran yang menyebabkan kemampuan menyerap unsur hara P berkurang.

**Produksi**

Interaksi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar berpengaruh nyata terhadap produksi tanaman kentang.

Rataan hasil analisis produksi tanaman kentang pada tanah Andisol Sinabung dengan aplikasi Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan bahan organik segar yang diperoleh disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 7. Rataan Produksi kentang (g) akibat pemberian MPF dan bahan organik.

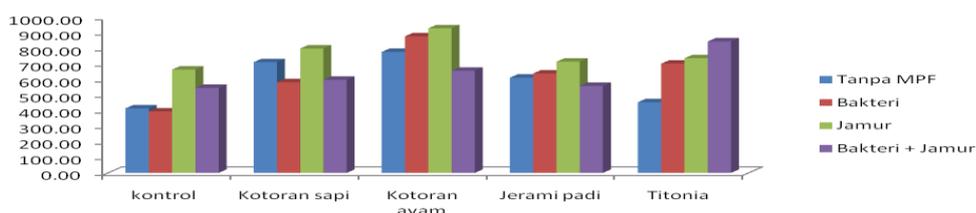
MPF 30 mL/ Tanaman	Sumber Bahan Organik Segar (100 g/Tan)					Rataan
	Tanpa Aplikasi	Kotoran sapi	Kotoran Ayam	Jerami Padi	<i>Titonia diversifolia</i>	
Tanpa MPF	415,0ab	712,5defgh	778,5defgh	612,5abcdef	455,0abc	594,70
Bakteri	395,5a	583,0abcde	879,0gh	639,5bcdefg	703,0defgh	640,00
Jamur	665,0cdefg	800,5efgh	930,34h	715,5defgh	738,0defgh	769,87
Bakteri + Jamur	547,0abcd	599,0abcdef	657,5cdefg	560,0abcde	846,0fgh	641,90
Rataan	505,63	673,75	811,33	631,88	685,50	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %

Berdasarkan Tabel diatas diketahui bahwa interaksi jamur pelarut fosfat dan bahan organik kotoran ayam dengan nilai rataan 930,34 tidak berbeda nyata dengan interaksi bakteri pelarut fosfat dan bahan organik kotoran ayam dengan nilai rataan 879,0 namun sangat berbeda nyata dengan interaksi bakteri pelarut fosfat dengan tanpa aplikasi bahan organik dengan nilai rataan 395,5 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan control dengan nilai rataan 415,0.

Pemberian MPF dan bahan organik akan meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah yang juga berpengaruh pada peningkatan produksi tanaman. Hal ini dikarenakan P berperan penting pada proses metabolisme tanaman sehingga P disebut

sebagai kunci kehidupan. Dari data hasil produksi yang diperoleh dapat diketahui bahwa pemberian bahan organik dan mikroba pelarut fosfat (MPF) dapat meningkatkan hasil produksi. Hal ini tidak lepas dari fungsi utama P di dalam tubuh tanaman yaitu sebagai unsur yang berperan penting dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mas'ud (1993) yang menyatakan bahwa fosfor berperan penting dalam proses penyimpanan dan pemindahan energy di dalam tubuh tanaman. Ketidacukupan P bagi tanaman dapat menyebabkan tanaman tidak tumbuh maksimum. Berikut histogram produksi kentang setelah aplikasi perlakuan :



Gambar 7. Histogram produksi kentang akibat pemberian MPF dan Bahan Organik

Meningkatnya produksi tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan P di dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman.

Banyaknya jumlah P di dalam tanah tetap tidak memberi pengaruh pada pertumbuhan dan produksi jika keberadaannya tidak

tersedia. Tanah Andisol Sinabung merupakan lahan yang telah jenuh dengan pemupukan yang dicirikan dengan tingginya kandungan P-total tanah namun kandungan P-tersedia sangat rendah. Lahan dengan kondisi seperti ini sudah tidak respon atau tanggap lagi pada pemupukan P. Tingginya kandungan P-total tanah sebagai akibat dari pemupukan yang terus-menerus yang dilakukan secara tidak berimbang. Tanah yang jenuh pemupukan dapat diatasi dengan pemberian pupuk organik dan hayati yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah dan ketersediaan hara di dalam tanah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, M. 2008. Perbaikan ketersediaan P dan efisiensi serapan P oleh tanaman bawang prei dengan pemberian asam-asam organik dan CMA pada tanah. *Buana sains vol. 8 (1) : 51-56.*
- Elfiati, D. 2005. Peranan mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman. Repository USU. Fakultas Pertanian.
- Ernita, 2004. Pemanfaatan mikroba pelarut fosfat dan mikoriza sebagai alternative pengganti pupuk fosfat pada tanah ultisol kabupaten langkat sumatera utara. *Jurnal penelitian bidang ilmu pertanian. Vol. 2 (3).*
- Ferela, B. D. I. 2008. Efisiensi serapan p pada andisols tawang mangu dengan penambahan vermikompos dan kentang (*solanum tuberosum L.*) sebagai tanaman indikator. Fakultas pertanian. Universitas sebelas maret. Surakarta.
- Havlin, J. L., J. D. Beaton., S. L. Tisdale., and W. L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An introduction to nutrient Management. Sixth ed. Prentice Hall. New Jersey.
- Lingga, P. 1991. Jenis dan Kandungan Hara pada Beberapa Kotoran Ternak. Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) ANTANAN. Bogor
- Mukhlis. 2011. Tanah Andisol. Genesis, klasifikasi, karakteristik, penyebaran dan analisis. USU Press. Medan.
- Putro, A. T. A. M. 2010. Budidaya tanaman Kentang (*Solanum tuberosum L.*) di luar musim tanam. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rara, S. L., I. Wahyudi dan D. Widjajanto. 2013. Pengaruh pemberian bokasi titonia (*titonia diversifolia*) pada *oxic dystrudepts* lembah tongoa terhadap serapan p dan produksi bawang merah (*allium ascalonicum l.*) varietas lembah palu. *e-J. Agrotekbis 1 (1) : 44-53.*
- Tan, K. H. 1995. Dasar-dasar kimia tanah. UGM Press. Yogyakarta.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah, Kesehatan dan Kualitas Tanah. Penerbit Gava Media

#### SIMPULAN

Pemberian mikroba pelarut fosfat (MPF), bahan organik segar dan interaksi keduanya nyata meningkatkan P-tersedia dan produksi kentang pada tanah Andisol. Pada perlakuan mikroba, aplikasi jamur pelarut fosfat lebih baik dari pada bakteri pelarut fosfat untuk semua parameter dan pada perlakuan bahan organik, aplikasi kotoran ayam dan titonia lebih baik dari bahan organik lainnya dalam meningkatkan P-tersedia dan produksi kentang.