

PENGARUH PEMBERIAN BAKTERI PELARUT FOSFAT DAN PUPUK KANDANG SAPI TERHADAP KETERSEDIAAN P TANAH ANDOSOL KOPENG SEMARANG JAWA TENGAH

THE EFFECT OF PHOSPHATE SOLVING BACTERIA AND COW STAGE FERTILIZER ON P AVAILABILITY OF ANDOSOL SOIL KOPENG SEMARANG CENTRAL JAVA

Yehezkiel Girsang¹⁾ dan R. Agus Widodo^{1)}*

¹⁾Prodi Ilmu Tanah, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

*Corresponding author e-mail : r_aguswid@upnyk.ac.id

ABSTRACT

Andosol soil has very low P nutrient availability because phosphorus is adsorbed by Al and Fe elements in allophane minerals. This study aims to determine the effect of giving phosphate solubilizing bacteria and cow manure and the best combination of each treatment of cow manure and phosphate solubilizing bacteria on the availability of P in Andosol Kopeng Semarang, Central Java. This study used a completely randomized design (CRD) method which consisted of two factors. The first factor is phosphate solubilizing bacteria with a population of 10⁹ CFU/ml : 0 (O0), 10 (The1) and 20 (O2)ml/poly bag while the second factor is cow manure: 0 (P0), 5 P(1), and 10 (P2) tons/ha. Each treatment was repeated 3 times, resulting in 27 experimental pot. Preliminary analysis parameters consisted of pH NaF, H₂O, C-Organic, Humic acid, Soil Phosphate Improving Ability (KPPT), P-available Bray, Birham, and P-total. Analysis of manure consists of pH H₂O, N-total, C- organic, and P-available. Parameters after treatment consisted of pH H₂O, C- Organic, Humic Acid, Soil Phosphate Improving Ability (KPPT), Bray-available P, and Birham-available P. Data analysis used ANOVA and to test the differences between treatment means the DMRT test was used (Duncan Multiple Range Test) with a real level of 5%. The results showed that the administration of phosphate solubilizing bacteria had a significant effect on increasing the pH of H₂O, Humic acid, P-Available in bray and birham while the addition of cow manure significantly increases the pH of H₂O and C-organic but no significant effect in increasing KPPT, P-available Bray and Birham. The combination of treatment with phosphate- dissolving bacteria and cow manure had no significant effect on soil-available P, while the best dose of phosphate-dissolving bacteria in increasing the availability of Andosol available P was a dose of 20 ml/day.poly bag (O2).

Keywords: *Andosol, Phosphate Solubilizing Bacteria, Phosphate and Cow Manure*

ABSTRAK

Tanah andosol memiliki ketersediaan hara P yang sangat rendah karena fosfor terjerap oleh unsur Al dan Fe dalam mineral alofan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat dan kotoran sapi terhadap ketersediaan fosfat (P) Andosol. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah bakteri pelarut fosfat dengan populasi 10⁹ CFU/ml : 0 (O₀), 10 (A₁) dan 20 (O₂)ml/kantongpoli sedangkan faktor kedua adalah pupuk kandang sapi: 0 (P0), 5 P(1), dan 10 (P2)

ton/ha. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 27 petak pot percobaan. Parameter analisis pendahuluan terdiri dari pH NaF, H₂O, C-Organik, Asam Humat, Kemampuan Pengikat Fosfat Tanah (KPPT), P-tersedia Bray, Birham, dan P-total. Analisis pupuk kandang terdiri dari pH H₂O, N-total, C- organik, dan P-tersedia. Parameter setelah perlakuan terdiri dari pH H₂O, C-Organik, Asam Humat, Kemampuan Pengikat Fosfat Tanah (KPPT), P tersedia Bray, dan P tersedia Birham. Analisis data menggunakan Anova dan untuk menguji perbedaan antar perlakuan digunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan tingkat nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH H₂O, Asam humat, P- Tersedia dalam bray dan birham sedangkan penambahan kotoran sapi secara signifikan meningkatkan pH H₂O dan C-organik tetapi tidak berpengaruh signifikan dalam meningkatkan KPPT P-tersedia Bray dan Birham. Kombinasi perlakuan dengan bakteri pelarut fosfat dan kotoran sapi tidak berpengaruh nyata terhadap P tersedia tanah, sedangkan dosis bakteri pelarut fosfat terbaik dalam meningkatkan ketersediaan P tersedia Andosol adalah dosis 20 ml/polybag (O2).

Kata Kunci : Andosol, Bakteri Pelarut Fosfat, Fosfat dan Pupuk Kandang Sapi

PENDAHULUAN

Kopeng ialah desa yang terdapat di Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Kopeng berada di bawah kaki gunung Merapi dan Merbabu terletak pada ketinggian 1.500-1.700 mdpl. Andosol Kopeng termasuk lahan potensial untuk pertanian dan sentra produksi sayur, sumber pangan hortikultura untuk memenuhi kebutuhan gizi dan vitamin. Kopeng memiliki masalah terhadap keseimbangan hara P bersifat negatif yaitu ketersediaan hara lebih rendah di banding kebutuhan tanaman, akibat adanya mineral alofan. Alofan merupakan mineral yang mendominasi Andosol. Alofan dengan nisbah Si/Al 0,5 sangat reaktif terhadap unsur fosfat di dalam tanah (Tamad *et al.*, 2013). Fosfat ialah unsur makro yang berperan penting pada proses fotosintesis, memperkuat batang, memperbaiki kualitas tanaman dan perkembangan akar tanaman.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ketersediaan fosfor (P) pada tanah Andosol ialah dengan pemberian pembenah tanah (bahan organik) pupuk kandang sapi dan bakteri pelarut fosfat. Pupuk kandang sapi merupakan pupuk organik yang sumbernya dari kotoran sapi telah mengalami dekomposisi yang dibantu oleh bakteri rumen sehingga membantu merombak serat kasar juga memecah materi organik. Ditegaskan menurut Hendrawan *et al.*, (2011) hasil fermentasi pakan pada rumen sapi terdapat asam asetat berat molekul rendah yang mana asam-asam organik yang berasal dari kotoran sapi membantu melepaskan jerapan P pada tanah andosol. Bakteri pelarut fosfat adalah kelompok mikroorganisme atau agen yang berfungsi dalam kesuburan tanah. Bakteri ini dapat melarutkan fosfat atau melepaskan P-terjerap melalui pengasaman, pengkkelatan, pertukaran ligan, mineralisasi P-organik, pemblokkan loka jerapan koloid tanah (Arcand dan Schneider, 2006). Mekanisme pelarutan fosfat melalui BPF dan Pupuk kandang sapi yang telah terdekomposisi berasal dari pakan (rumput) yang mengalami proses rumenisasi. Bakteri memerlukan energi, sehingga bakteri dapat bekerja dengan cara menghasilkan produk antara seperti asam organik dan asam fosfatase mampu memfikasi mineral amorf sehingga sangat berpotensi dalam mineralisasi fosfat organik dalam tanah, dan P tanah Andosol menjadi meningkat sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Dengan tersedianya P yang berasal dari BPF dan Pupuk Kandang Sapi pada

tanah Andosol diharapkan semakin meningkatkan produktivitas tanaman yang dibudidayakan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Februari 2023 –Juni 2023. di rumah kaca Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta, Analisis tanah dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Pertanian Yogyakarta, Laboratorium Biologi, Fisika, Kimia Tanah dan Lingkungan Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta dari bulan Februari sampai Juni 2023. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu tanah Andosol Kopeng, Bakteri Pelarut Fosfat (*Pseudomonas* sp), pupuk kandang sapi, aquades dan bahan kimia. Alat yang digunakan yaitu cangkul, cetok, karung, saringan, timbangan, dan alat-alat untuk analisis di laboratorium. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah dosis bakteri pelarut fosfat yang terdiri dari 0, 10, dan 20 ml/polybag. Faktor kedua adalah dosis pupuk kandang sapi yang terdiri dari 0, 5 dan 10 ton/ha. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Sampel tanah yang digunakan dalam percobaan diambil dari lapisan olah (0-30 cm). Selanjutnya tanah dikeringanginkan dan diayak lolos mata saringan 2 mm. sebelum digunakan tanah dan pupuk kandang sapi yang digunakan dianalisis pendahuluan. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 4 kg tanah kering angin dan diberi bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang sapi sesuai dosis yang telah direncanakan. Pot percobaan selanjutnya diinkubasi selama 1 bulan dalam keadaan kapasitas lapang. Parameter penelitian meliputi pH NaF, pH H₂O, C-organik, Asam Humat, KPPT, P-total, P-tersedia Bray dan Birham. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, digunakan Sidik Ragam, apabila terdapat beda nyata dilakukan uji beda antar rerata perlakuan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan jenjang nyata 5% (Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tanah Andosol Sebelum Perlakuan

Tanah Andosol merupakan tanah yang berkembang dari bahan vulkanik dan memiliki bahan organik yang tinggi akan tetapi P-tersedia sangat rendah akibat adanya mineral amorf, alofan, Al dan Fe. Hasil analisis kimia tanah Andosol yang digunakan seperti tercantum dalam Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis tanah Andosol (tabel 1) menunjukkan bahwa pH H₂O Tanah termasuk netral. Netralnya tanah Andosol diduga karena mineral amorf dan tingginya bahan organik sebagai penyangga tanah. pH NaF sebesar 10,85 dengan harkat tinggi. pH NaF merupakan indikator dari sifat tanah Andosol atau bukan (Pranoto, 2013). Suatu tanah dapat tergolong Andosol apabila pH NaF >9,4. Besarnya nilai pH NaF disebabkan karena melimpahnya mineral amorf yang didominasi Al/Fe-OH sebagai penyusun tanah. Kandungan C-organik termasuk harkat tinggi, hal itu dapat terjadi akibat adanya akumulasi bahan organik tanah sehingga mengalami dekomposisi dan perombakan lambat karena adanya kandungan Al-Fe humus yang tinggi. Kandungan asam humat tinggi dikarenakan bahan organik yang tinggi akibat akumulasi bahan organik di permukaan tanah. Hal itu dibuktikan dengan warna tanah Andosol yang hitam. Apabila semakin tinggi

asam humat di tanah maka semakin hitam warna tanah Andosol. Tanah Andosol memiliki kemampuan pengikat fosfat tanah yang tinggi dikarenakan Andosol memiliki jerapan fosfat yang tinggi dan mengandung fraksi lempung yang didominasi oleh alofan memiliki daya jerap yang tinggi dan mengandung fraksi lempung yang didominasi oleh alofan memiliki daya jerap yang tinggi. Hal tersebut sejalan dengan (Sanchez, 1992) menyatakan bahwa kemampuan jerapan fosfat diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil yaitu mineral lempung alofan, kristalin, dan lempung *monmorilonit* 2:1.

Tabel 1. Hasil analisis tanah Andosol sebelum perlakuan

Parameter	Nilai	Harkat (*)
pH H ₂ O	6,7	Netral
pH NaF	10,85	Tinggi
C-organik (%)	3,86	Tinggi
Asam Humat (%)	3,62	Tinggi
KPPT (ppm)	40,089	Tinggi
P-Tersedia Bray (ppm)	4,6	Rendah
P-Tersedia Birham (ppm)	3,94	Rendah
P-Tersedia ekstrak HCl-25% (mg/100g)	24	Sedang
Populasi BPF (Cfu/g)	5,3 x 10 ⁷	-

*Afany (2015)

Kandungan P-tersedia Bray dan Birham se dengan harkat sangat rendah, P-tersedia potensial ekstrak HCl 25% dengan harkat sedang. Dapat diketahui bahwa rendahnya kandungan P-tersedia pada tanah Andosol dikarenakan tanah Andosol memiliki mineral alofan mengandung oksida Al tinggi sehingga akan menjerap fosfat dalam bentuk Al fosfat sehingga akan menjerap fosfor dalam bentuk Al fosfat maka ketersediaan P didalam tanah menjadi sangat rendah. Kehadiran senyawa aktif Al-Fe yang cukup banyak dalam tanah menyebabkan P terjerap kuat pada struktur mineral amorf dan terikat pada gugus OH atau H yang bermuatan positif. Hal ini menyatakan bahwa alofan sangat kuat mengikat P dibandingkan dengan kemampuan asam organik dalam melepaskan P dari kompleks jerapan. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat yang terdapat di tanah Andosol sebesar 5,3 x 10⁷ cfu/g. Menurut Alexander (1997) pada umumnya BPF secara alami dapat mencapai 10⁷ cfu/g tanah. Tingginya populasi bakteri dikarenakan faktor yaitu pH dan C-organik tanah. Pertumbuhan bakteri pelarut fosfat optimum pada pH sekitar 5,5-7 dan juga akibat faktor tipe penggunaan lahan yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga terdapat aktivitas mikroba dan diketahui juga tingginya kandungan c-organik tanah Andosol.

B. Analisis Pupuk Kandang Sapi

Berdasarkan SNI (Peraturan Menteri Pertanian, 2011), pupuk kandang sapi yang diaplikasikan sudah sesuai SNI (Tabel 2). Yaitu pH 8, C-organik 45,35%, N-total 1,16%, C/N 39,01, P-total 1,09% dan Populasi BPF 2,2 x 10⁹ Cfu/g. Pupuk kandang berperan sebagai pembentuk humus tanah, sumber nutrisi bakteri, dan

menghasilkan bakteri rumen untuk merombak lignin dan selulosa.

Tabel 2. Hasil Analisis Pupuk Kandang Sapi

Parameter	Nilai	Standart SNI (*)
pH H ₂ O	8	4-8
C-organik (%)	45,25	> 12
N-Total (%)	1,16	<6
Nisbah C/N	39,01	<40
P-Total (% P ₂ O ₅)	1,09	-
Populasi BPF (Cfu/g)	2,2 x 10 ⁸	> 1x10 ⁵

* Peraturan Menteri Pertanian (2011).

Nisbah C/N pupuk kandang sapi yaitu 39,01. Sehingga pupuk kandang sapi ini sudah sesuai dengan SNI. Hal tersebut menunjukkan bahwa pupuk kandang sapi belum mengalami dekomposisi yang sempurna namun sudah memenuhi syarat mutu sebagai pembenah tanah. Siboro *et.,al* (2013) menyatakan bahwa prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah. Secara umum hasil analisis kandungan unsur hara dalam pupuk kandang sapi sudah memenuhi syarat pupuk kandang menurut Standar SNI sehingga sudah dapat digunakan untuk pemupukan.

C. Tanah Andosol Setelah Perlakuan

1. pH H₂O Andosol

Berdasarkan Tabel 3. Dapat diketahui bahwa pH H₂O Andosol mengalami peningkatan seiring meningkatnya dosis BPF dan Pupuk Kandang Sapi. Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat interaksi nyata antara BPF dan Pupuk Kandang Sapi. Pada kombinasi perlakuan BPF 20 ml/polybag dan Pupuk kandang sapi 5 ton/ha (O2P1) nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya yaitu dengan pH 6,32. Meningkatnya pH tanah diduga karena meningkatnya proses dekomposisi bahan organik dengan adanya peningkatan jumlah bakteri yang berasal dari BPF. Proses dekomposisi akan menghasilkan asam organik yang meningkatkan pH tanah. Bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas* sp merupakan bakteriyang tumbuh optimum pada pH netral dan tidak tahan pada pH sangat masam, sehingga memiliki populasi yang cukup tinggi dan mampu menghasilkan asam- asam organik tanah sehingga dapat menurunkan pH tanah serta berpotensi memecahkan ikatan pada beberapa senyawa fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia sehingga pH akan menjadi masam (Firdausi *et al.*, 2016).

2. C-Organik (%) Andosol

Berdasarkan tabel 4. Dapat diketahui bahwa nilai rata-rata C-Organik mengalami penurunan pada perlakuan bakteri pelarut fosfat 20 ml/polybag (O2). Naik-turunnya rata-rata kandungan C-organik pada perlakuan bakteri karena tingginya populasi yang terdapat pada BPF 20 ml/polybag (O2) yaitu 496×10^{17} cfu/g dapat merombak bahan organik lebih intensif . Dalam proses metabolismenya BPF menggunakan bahan organik dalam tanah. Hal ini sejalan

Tabel 3. Rerata nilai pH H₂O Andosol pada berbagai kombinasi BPF dan Pupuk Kandang Sapi

Dosis P. Sapi (Ton/ha)	Bakteri Pelarut Fosfat (ml/polybag)			
	O0 (0)	O1 (10)	O2 (20)	Rerata(*)
P0 (0)	6,03cd	5,90b	6,33d	6,09
P1 (5)	5,87ab	5,70a	6,37d	5,98
P2 (10)	6,07c	6,03bc	6,27d	6,12
Rerata(**)	5,99	5,88	6,32	(+)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (*) dan baris (**) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Berganda DMRT 5%. Tanda(+) menunjukkan adanya interaksi.

dengan penelitian Setiawati *et al.*, (2020) bahwa C-organik merupakan sumber nutrisi atau makanan mikroorganisme yang berasal dari pupuk kandang sapi dan dari dalam tanah sehingga, C-organik yang berada di dalam tanah dapat berkurang keberadaannya. Perlakuan pupuk kandang sapi yang tertinggi terdapat pada dosis 10 ton/ha (P2). apabila bahan organik tinggi maka C-organik akan semakin tinggi, dikarenakan C-organik merupakan komponen penyusun dalam bahan organik. Hal tersebut dikuatkan oleh hasil penelitian Hanafiah (2005) menyatakan ketika semakin tinggi dosis bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah maka kadar C-organik juga akan cenderung mengalami peningkatan.

Tabel 4. Rerata nilai C-Organik (%) Andosol pada berbagai kombinasi BPF dan Pupuk Kandang Sapi.

Dosis P. Sapi (Ton/ha)	Bakteri Pelarut Fosfat (ml/polybag)			
	O0 (0)	O1 (10)	O2 (20)	Rerata(*)
P0 (0)	4,76	5,36	4,89	5,00p
P1 (5)	4,96	5,43	4,69	5,02q
P2 (10)	5,63	5,29	5,63	5,51r
Rerata(**)	5,11y	5,36y	5,07x	(-)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (*) atau baris (**) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Berganda DMRT 5%. Tanda(-) menunjukkan tidak ada interaksi,

3. Asam Humat (%) Andosol

Berdasarkan tabel 5. Dapat diketahui bahwa BPF dan pupuk kandang sapi berpengaruh dalam meningkatkan kandungan asam humat tanah Andosol akan tetapi tidak terdapat perbedaan nyata pada perlakuan pupuk kandang sapi dosis 0 ton/ha (P0), 5 ton/ha (P1) dan 10 ton/ha (P2). Serta, tidak terdapat interaksi antara kedua kombinasi perlakuan tersebut. Peningkatan asam humat pada pemberian bakteri pelarut fosfat sejalan dengan meningkatnya kandungan pH dan C-organik pada tanah Andosol. Akibat tingginya populasi BPF pada tanah Andosol mampu mendekomposisi bahan organik didalam tanah dan terjadi juga proses humifikasi secara *aerob* sehingga perkembangan aktivitas

bakteri lebih optimal/intensif. Selain itu pupuk kandang sapi perlu penambahan dosis pupuk kandang sapi. Kandungan asam humat yang tinggi pada pupuk organik akan mampu mempengaruhi ketersediaan hara dan populasi dari mikroba. Kualitas pupuk organik dicirikan dengan kandungan unsur hara yang tersedia di dalamnya. Apabila semakin tinggi kandungan asam humat maka kualitas pupuk kandang sapi akan semakin baik serta meningkatkan ketersediaan unsur hara (Hidayat, 2003).

Tabel 5. Rerata nilai Asam Humat (%) Andosol pada berbagai kombinasi BPF dan Pupuk Kandang Sapi.

Dosis P. Sapi (Ton/ha)	Bakteri Pelarut Fosfat (ml/polybag)			
	O0 (0)	O1 (10)	O2 (20)	Rerata(*)
P0 (0)	6,11	8,90	10,20	8,41p
P1 (5)	8,16	8,06	11,49	9,24p
P2 (10)	7,10	11,21	12,15	10,15p
Rerata(**)	7,12x	9,39y	11,28z	(-)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (*) atau baris (**) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Berganda DMRT 5%. Tanda(-) menunjukkan tidak ada interaksi.

4. Kemampuan Penyemat Fosfat Tanah (ppm) Andosol

Berdasarkan tabel 6. menunjukkan bahwa Nilai rata-rata KPPT pada pemberian BPF dan pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata terhadap KPPT dan tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan tersebut terhadap KPPT. Pemberian BPF dapat menurunkan kadar KPPT Andosol. Hal tersebut akibat mekanisme kerja BPF yang memiliki populasi yang tinggi. Asam-asam organik memiliki hubungan yang lebih besar dari pada penjerap P sehingga dapat mengambil atau menukar P yang terjerap oleh Al dan Fe pada tanah Andosol. Pupuk kandang sapi memiliki kandungan asam organik yang tinggi dan berfungsi untuk mengikat unsur Al dan Fe sehingga fosfat yang ada di dalam tanah atau yang akan diberikan tidak dapat diikat oleh unsur tersebut dan diikat oleh koloid tanah. Penurunan nilai KPPT seiring dengan penambahan dosis bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang sapi (dengan adanya dekomposisi bahan organik dan mensekresikan asam organik). Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi kedua perlakuan tersebut berperan untuk menurunkan retensi P alofan Andosol.

5. P-Tersedia Bray (ppm) Andosol

Berdasarkan tabel 7. nilai rata-rata P-tersedia menunjukkan bahwa perlakuan dosis bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata meningkatkan kandungan P tersedia dalam tanah, tetapi pupuk kandang sapi tidak nyata meningkatkan P-tersedia Andosol. Selain itu, tidak terdapat interaksi antara BPF dan pupuk kandang sapi. P-tersedia Bray yang terbaik terdapat pada perlakuan 20 ml/polybag (O2) yakni sebesar 4,34 ppm. Krishnaveni (2010) menyatakan bahwa bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu jenis mikroorganisme tanah yang berpotensi untuk melepaskan P yang terikat menjadi P tersedia. Semakin banyak fosfor yang dihasilkan oleh bakteri maka akan memperbanyak fosfor

Tabel 6. Rerata nilai KPPT (ppm) Andosol pada berbagai kombinasi BPF dan Pupuk Kandang Sapi

Dosis P. Sapi (Ton/ha)	Bakteri Pelarut Fosfat (ml/polybag)			
	O0 (0)	O1 (10)	O2 (20)	Rerata(*)
P0 (0)	37,97	34,76	35,78	36,17p
P1 (5)	36,50	36,85	35,50	36,28p
P2 (10)	35,92	35,45	36,74	36,03p
Rerata(**)	36,80x	35,69x	36,00x	(-)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (*) atau baris (**) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Berganda DMRT 5%. Tanda(-) menunjukkan tidak ada interaksi.

anorganik di dalam tanaman sehingga dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman (Astuti *et al.*, 2013). Selain itu Meningkatnya kandungan P tersedia dalam tanah juga dapat disebabkan oleh terjadinya mineralisasi P organik dalam pupuk kandang sapi at yang diaplikasikan. Selain itu dengan adanya proses dekomposisi dapat menghasilkan asam-asam organik yang mampu melarutkan P menjadi tersedia.

Tabel 7. Rerata nilai nilai P-Tersedia Bray (ppm) Andosol pada berbagai kombinasi BPF dan Pupuk Kandang Sapi

Dosis P. Sapi (Ton/ha)	Bakteri Pelarut Fosfat (ml/polybag)			
	O0 (0)	O1 (10)	O2 (20)	Rerata(*)
P0 (0)	4,16	4,17	4,26	4,20p
P1 (5)	4,19	4,24	4,26	4,23p
P2 (10)	4,16	4,14	4,51	4,27p
Rerata (**)	4,17x	4,18y	4,34z	(-)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (*) atau baris (**) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Berganda DMRT 5%. Tanda(-) menunjukkan tidak ada interaksi.

6. P-Tersedia Birham (ppm) Andosol

Berdasarkan tabel 8. Menunjukkan bahwa nilai rata-rata P-tersedia Birham tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan ketersediaan hara fosfat di tanah Andosol perlakuan bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang sapi serta tidak ada interaksi antara keduanya. Ketersediaan fosfor di dalam tanah ditentukan oleh banyak faktor, tetapi yang paling penting adalah pH tanah. Jika pH tanah rendah, fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Hasil penelitian Hastuti (2003) bahwa penguraian bahan organik menghasilkan asam humat dan asam fulvatsehingga P terikat dan dilepaskan dan menjadi tersedia dalam tanah. Tingginya kandungan asam humat di dalam tanah berpotensi untuk meningkatkan P dalam tanah. sehingga P menjadi tersedia untuk tanaman. P-tersedia birham lebih rendah dari pada P-tersedia bray. Hal itu disebabkan karena ekstrak bray mencakup P yang terikat oleh Al dan Fe dengan ekstrak (NH₄F dan HCl atau asam lemah) sedangkan P-birham hanya mencakup P yang terlarut dalam air saja dengan ekstrak air suling(akuades). P-tersedia birham bersifat

dinamis dikarenakan mudah dijerap atau difiksasi oleh Al dan Fe.

Tabel 8. Rerata nilai P-Tersedia Birham (ppm) Andosol pada berbagai kombinasi BPF dan Pupuk Kandang Sapi.

Dosis P.Sapi (Ton/ha)	Bakteri Pelarut Fosfat (ml/ polybag)			
	O0 (0)	O1 (10)	O2 (20)	Rerata(*)
P0 (0)	4,00	4,04	4,21	4,13p
P1 (5)	4,12	4,13	4,33	4,19p
P2 (10)	4,14	4,13	4,40	4,22p
Rerata(**)	4,09x	4,10x	4,31y	(-)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (*) atau baris (**) menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Berganda DMRT 5%. Tanda(-) menunjukkan tidak ada interaksi,

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) secara nyata dapat meningkatkan P-Tersedia Bray dan Birham Andosol, pH H₂O, dan Asam Humat. BPF tidak nyata meningkatkan C-organik dan Kemampuan Penyemat Phosfat Tanah (KPPT).
2. Pupuk Kandang Sapi tidak nyata meningkatkan KPPT, P-Tersedia Bray dan Birham, dan Asam Humat. Tetapi secara nyata dapat meningkatkan pH H₂O dan C-organik.
3. Tidak terdapat interaksi antara dosis bakteri pelarut fosfat dan dosis pupuk kandang sapi Dosis BPF terbaik dalam meningkatkan P-tersedia bray dan birham Andosol yaitu bakteri pelarut fosfat 20 ml/polybag (O2). terhadap ketersediaan P tanah Andosol Kopeng Semarang Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afany M.R. 2015. Analisa Kimiawi Tanah Prinsip Kerja dan Interpretasinya. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Yogyakarta.
- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. New York : John Wiley and Sons.
- Arcand, M.M., and K.D. Schneider. 2006. Plant and Microbial Based to Improve the Agronomic Effectiveness of Phosphate Rock: A Review. An. Acad. Bras.Cienc. 78(4): 791-807.
- Astuti, Y. W., Widodo, L. U., dan Budisantosa, I. 2013. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat Dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam.
- Firdausi, N., W, Muslihatin. dan T, Nurhidayati, 2016. Pengaruh Kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat terhadap pH dan unsur hara fosfor dalam tanah. Jurnal Sains dan Seni ITS 5(2):2337-3520.
- Gomez, K. A. dan A.A. Gomez, 1995. Prosedur Statistik Untuk Pertanian Edisi Kedua. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada : Jakarta.

- Hastuti. 2003. Pengaruh Berbagai Jenis Bahan Amelioran Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sorgum di Jawa Timur.
http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/201V_A93atr.pdf. Diakses 20 Februari 2018.
- Hendrawan, N. M, Bata., dan S. A, Santosa. 2011. Produk Fermentasi Rumen dan Produksi Protein Mikroba Sapi Lokal yang Diberi Pakan Jerami Amoniasi dan Beberapa Pakan Sumber Energi. *Agripet*. Vol 11 (2):29-34.
- Hidayat, M.F. 2003. Pemanfaatan asam humat dan omega pada pemberian pupukNPK terhadap pertumbuhan Gmelina arborea Roxb yang diinokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) [Tesis]. IPB. B222223333333ogor
- Krishnaveni, M. S. 2010. Studies on Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) in Rhizosphere and Non-Rhizosphere Soils in Different Varieties of Foxtail Millet (*Setaria italica*). *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. 1(1): 23-29.
- Pranoto. 2013. Pemanfaatan Adsorben Alofan Vulkanik Jawa Teraktivasi Sebagai Penyerap Logam Berat untuk Meningkatkan Kualitas Air Minum di Perkotaan, Jurusan Kimia FMIPA UNS, Surakarta.
- Sanchez, P .A. 1992. *Sifat dan Pengolahan Tanah Tropika*. Jilid 2 (terjemahan Johara T. Jayadinata). ITB. Bandung.
- Setiawati, M.R., P, Suryatmana. dan T, Simarmata, .2020. Keragaman mikroflora, mikrofauna, kandungan C organik, dan total N tanah sawah akibat aplikasi azolla dan pupuk hayati. *SoilRens* 18(1): 41-49.
- Siboro ES, Surya E, Herlina N. 2013. Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sauran. *Jurnal Teknik Kimia USU* 2(3): 40-43.
- Tamad, Ma'as, A., B, Radjagukguk., E, Hanudin., dan J, Widada. 2013. *Ketersediaan Fosfor pada tanah Andisol Untuk Jagung (Zea maysL) oleh Inokulum Bakteri Pelarut Fosfat*. *Agron . Indonesia*, 41(2), 112-117