

PENGARUH *Aspergillus niger* DAN PUPUK KANDANG AYAM BROILER TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN P SERTA PERTUMBUHAN JAGUNG PADA ANDISOL CANGAR

Dedi Darma Andrians, Syekhfani, Yulia Nuraini*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*penulis korespondensi: ynuraini@ub.ac.id

Abstract

Andisols have low phosphorus availability because of amorphous (non-crystalline) of high allophane. This problem may be overcome by application of organic materials and utilization of phosphate solubilizing microbes such as *Aspergillus niger*. This fungi can facilitate phosphate bound Al and Fe to soluble and available to plants. The objective of this study were to explore the influence of *Aspergillus niger* and chicken broiler manure on the availability and P uptake by maize at grown on an Andisol. This study used a simple randomized design with six treatments, i.e. PK₁ (control), PK₂ (3.5 t ha⁻¹ chicken broiler manure + 10 mL *Aspergillus niger* with the density is 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₃ (3.5 t ha⁻¹ chicken broiler manure + 20 mL *Aspergillus niger* with the density is 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₄ (3.5 t ha⁻¹ chicken broiler manure + 30 mL *Aspergillus niger* with the density is 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₅ (3.5 t ha⁻¹ chicken broiler manure + 40 mL *Aspergillus niger* with the density is 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₆ (3.5 t ha⁻¹ chicken broiler manure + 50 mL *Aspergillus niger* with the density is 10⁹ propagul mL⁻¹), with three replicates. Results of this study showed that chicken broiler manure and *Aspergillus niger* could increase P-availability and P-uptake by maize in an Andisol. The most effective dose of *Aspergillus niger* was 50 mL with density 10⁹ propagul mL⁻¹.

Keywords : Andisol, *Aspergillus niger*, broiler chicken manure, P availability, P uptake

Pendahuluan

Salah satu permasalahan fosfor pada tanah di Indonesia adalah rendahnya ketersediaan P akibat adanya jerapan P yang sangat kuat oleh tanah. Pada Andisol, ketersediaan unsur hara P (Fosfor) sangat rendah dikarenakan Andisol yang dapat dicirikan oleh adanya sifat andik, yakni sifat khas sebagai kriteria penentu bagi tanah-tanah yang dibentuk dari bahan induk vulkanik yang mengandung mineral amorf tinggi (liat alofan).

Andisol yang mengandung mineral amorf tersebut mempunyai area permukaan spesifik (*specific surface area*) yang sangat luas dan kandungan Fe dan Al-nya sangat reaktif sehingga dapat memfiksasi fosfat dalam jumlah banyak sehingga ketersediaan unsur hara P (Fosfor) untuk tanaman di dalam tanah rendah

(Prasetyo, 2005). Untuk mengatasi kelarutan unsur P (Fosfor) yang banyak terjerap oleh koloid tanah sehingga hanya sekitar 15-20 % saja yang mampu diserap tanaman (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Oleh karena itu banyak teknologi yang dapat dikembangkan, salah satunya adalah pemanfaatan fungi *Aspergillus niger*, yang dapat mempermudah fosfat terjerap Al dan Fe agar larut dan tersedia bagi tanaman. Menurut Goenadi dan Saraswati (1993), *Aspergillus niger* memiliki kemampuan untuk melarutkan P tidak larut dalam tanah menjadi larut.

Penggunaan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan fosfat sehingga tersedia bagi tanaman dan juga perlu dicari sumber pupuk organik yang potensial dalam hal menyediakan unsur hara fosfor. Salah satu sumber bahan organik yang potensial dalam menyediakan

unsur P adalah kotoran ternak (pupuk kandang). Pupuk kandang yang memiliki kandungan unsur hara P (Fosfor) yang paling tinggi dari jenis pupuk kandang lainnya adalah pupuk kandang ayam (Lingga, 1991).

Pupuk kandang ayam broiler mempunyai kadar hara P yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya, kadar hara ini sangat dipengaruhi oleh jenis konsentrat yang diberikan seperti jenis makanannya pada ternak (Widowati *et al.*, 2005). Oleh karena itu penggunaan pupuk kandang ayam broiler perlu diteliti dan dikembangkan dalam meningkatkan kandungan unsur hara dan khususnya penyediaan unsur hara P (Fosfor) karena relatif lebih tinggi unsur hara P dibandingkan pupuk kandang lainnya.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2014 sampai dengan bulan Oktober 2014. Perbanyakan Fungi dilakukan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Kemudian analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan penanaman dilakukan di dalam *glass house* yang berada di Desa Banjar Tengah, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pisau, sekop, cangkul, meteran, *polybag* 5 kg, gembor, timbangan, alat tulis, plastik, gelas ukur, botol semprot, cawan petri, aerator dan kamera. Bahan yang digunakan meliputi isolat fungi *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1} , pupuk kandang ayam broiler, tanah Andisol, media EKG, Aquades, dan benih jagung hibrida Varietas Pertiwi 3.

Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah PK₁ (kontrol), PK₂ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 10 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1}), PK₃ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 20

mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1}), PK₄ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 30 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1}), PK₅ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 40 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1}), PK₆ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 50 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1}).

Persiapan Penanaman

Persiapan *glass house*, penyediaan *polybag*, dan kemudian *polybag* tersebut diisi dengan tanah 5 kg yang sudah lolos ayakan 2 mm. Selanjutnya pemberian pupuk dasar dan juga pupuk kandang ayam broiler serta *Aspergillus niger* sesuai dosis tanaman per *polybag*.

Penanaman

Penanaman benih jagung dilakukan di *polybag* yang sudah diberi tanah 5 kg. Kemudian tanah disetiap *polybag* tersebut diberi satu buah lubang yang digunakan sebagai lubang tanam benih, dan benih jagung yang ditanam pada lubang tersebut adalah sebanyak 2 benih jagung untuk setiap *polybag*. Benih jagung yang digunakan yaitu benih jagung hibrida Varietas Pertiwi 3.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan dan penyiraman. Penyiangan dilakukan dengan cara membersihkan gulma yang ada disekitar tanaman jagung secara manual. Penyiraman dilakukan setiap hari, dengan kapasitas penyiraman sampai dengan kapasitas lapang.

Pengamatan

Pengamatan tanah inkubasi dilakukan pada hari ke-15, 30, dan 45 HSI. Dan pengamatan tanaman jagung dilakukan pada umur 15, 30, dan 45 HST. Pada pengamatan tanah inkubasi dan tanaman, dilakukan analisis masing-masing seperti yang tertera pada Tabel 1.

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan terhadap parameter yang diamati dilakukan uji F taraf 5%. Kemudian apabila data hasil anova menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (LSD) pada taraf 5%. Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antar parameter dilakukan uji

korelasi. Dalam pengujian penelitian ini menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2010.

Tabel 1. Parameter pengamatan

Variabel Pengamatan	Analisis	Waktu Pengamatan
Tanah Inkubasi	pH Tanah	15, 30 dan 45
	P-Tersedia	15, 30 dan 45
	C-Organik	15, 30 dan 45
Tanaman	Tinggi Tanaman	15, 30 dan 45
	Jumlah Daun	15, 30 dan 45
	Serapan P	45 HST

Hasil dan Pembahasan

pH Tanah

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada pengamatan 15 HSI, terdapat peningkatan nilai tertinggi pada perlakuan PK₂ dan PK₃ yaitu sebesar 6% dengan nilai pH 4,83. Sedangkan nilai pH terendah terdapat pada perlakuan PK₁ (Kontrol) dan PK₄ yaitu sebesar 0% dengan nilai pH 4,57. Peningkatan pH tanah yang terjadi pada perlakuan PK₂ dan PK₃ akibat adanya pemberian pupuk kandang ayam broiler ke tanah dan fungi *Aspergillus niger* sebanyak 10 mL pada PK₂ dan 20 mL pada PK₃. Hal ini diduga adanya penambahan bahan organik yang terdapat pada pupuk kandang ayam broiler.

Tabel 2. pH tanah

Perlakuan	pH tanah (H ₂ O)					
	15	HSI	30	HSI	45	HSI
PK ₁ (Kontrol)	4.57	a	4.83	a	4.87	tn
PK ₂	4.83	b	5.17	b	4.93	tn
PK ₃	4.83	b	5.13	b	5.07	tn
PK ₄	4.57	b	5.07	b	5.13	tn
PK ₅	4.67	b	5.13	b	5.20	tn
PK ₆	4.63	b	5.03	b	5.00	tn

Keterangan: PK₁ (kontrol), PK₂ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 10 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₃ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 20 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₄ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 30 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₅ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 40 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10⁹ propagul mL⁻¹), PK₆ (3.5 t ha⁻¹ kotoran ayam broiler + 50 mL *Aspergillus niger* dengan kerapatan 10⁹ propagul mL⁻¹).

Pada pengamatan 30 HSI, nilai pH tanah tertinggi terdapat pada perlakuan PK₂ yaitu sebesar 7% dengan nilai pH 5,17. Sedangkan perlakuan yang terendah terdapat pada perlakuan PK₁ (Kontrol) sebesar 0% dengan nilai pH 4,83. Terjadinya peningkatan pada perlakuan PK₂ diduga akibat pemberian pupuk kandang ayam broiler dan fungi *Aspergillus niger* sebanyak 10 mL dengan kerapatan 10⁹ propagul mL⁻¹.

Menurut Rao (1994), proses utama terhadap pelarut senyawa fosfat sukar larut adalah produksi asam organik oleh jamur seperti asam format, asetat, propionat, laktat, glikolat, fumarat, dan asam suksinat. Asam

organik inilah yang menyebabkan pH tanah Andisol rendah tetapi masih pada kriteria masam. Pada pengamatan 45 HSI, terdapat peningkatan nilai tertinggi pada perlakuan PK₃ yaitu sebesar 7% dengan nilai pH 5,20. Sedangkan perlakuan yang terendah terdapat pada perlakuan PK₁ (Kontrol) sebesar 0% dengan nilai pH 4,87. Hal ini diduga karena mikroorganisme yang berada di dalam tanah tidak memberikan pengaruh terhadap pH tanah meskipun terjadi peningkatan tetapi masih pada kriteria masam. Hal ini didukung dengan pernyataan Wahid dan Mehana (2000), bahwa pelarutan P oleh beberapa jenis isolat *Aspergillus* dan *Penicillium* tidak terkait dengan perubahan

pH tanah, namun karena sifat-sifat asam organik yang dihasilkan oleh jamur ini.

C-organik Tanah

Data Tabel 3 menunjukkan bahwa pada pengamatan 15 HSI terdapat peningkatan nilai tertinggi pada perlakuan PK₅ sebesar 94% dengan nilai C-Organik tanah 4,52. Kemudian pada pengamatan 30 dan 45 HSI terdapat peningkatan nilai tertinggi pada perlakuan PK₅ sebesar 84% dengan nilai C-Organik tanah

masing-masing adalah 4,21 dan 4,14. Sedangkan untuk nilai peningkatan terendah, terdapat pada perlakuan PK₁ (Kontrol) dengan peningkatan sebesar 0% dan nilai C-Organik masing-masing sebesar 2.33, 2.29 dan 2.25. Terjadinya peningkatan pada perlakuan PK₅ diduga adanya pengaruh dari pemberian pupuk kandang ayam broiler dan penambahan *Aspergillus niger* yang berperan sebagai dekomposer bahan organik pupuk kandang ayam broiler.

Tabel 3. C-organik tanah

Perlakuan	C-Organik tanah (%)					
	15	HSI	30	HSI	45	HSI
PK ₁ (Kontrol)	2.33	a	2.29	a	2.25	a
PK ₂	4.03	b	3.72	b	3.46	b
PK ₃	4.19	b	4.05	b	3.53	b
PK ₄	4.38	b	3.51	b	3.23	b
PK ₅	4.52	c	4.21	c	4.14	c
PK ₆	3.95	b	3.86	b	3.62	b

Kode perlakuan sama dengan Tabel 2

Menurut Syukur dan Indah (2006), bahwa aplikasi pupuk kandang dapat meningkatkan kandungan C-Organik tanah. Semakin banyak penambahan bahan organik ke dalam tanah, semakin besar peningkatan kandungan C-Organik dalam tanah. Selain itu, Menurut Hasan (2002), *Aspergillus niger* dapat menghasilkan asam-asam organik seperti sitrat, oksalat dan malat. Asam-asam organik inilah dapat berfungsi sebagai enzim penting dalam proses dekomposisi C kompleks menjadi C sederhana dan membebaskan CO₂.

P-tersedia Tanah

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa pada pengamatan 15 HSI terdapat peningkatan nilai tertinggi pada perlakuan PK₅ sebesar 510% dengan nilai P-tersedia tanah 22,15 ppm. Pada pengamatan 30 HSI peningkatan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan PK₆ sebesar 232% dengan nilai P-tersedia tanah 21,49 ppm. Kemudian pada pengamatan 45 HSI, terdapat peningkatan nilai tertinggi pada perlakuan PK₂ sebesar 291% dengan nilai P-tersedia tanah 25,24 ppm.

Tabel 4. P-tersedia tanah

Perlakuan	P-tersedia tanah (ppm)					
	15	HSI	30	HSI	45	HSI
PK ₁ (Kontrol)	3.63	a	6.48	a	6.46	a
PK ₂	20.05	bc	18.21	bc	25.24	b
PK ₃	21.04	bc	18.20	bc	23.84	b
PK ₄	16.73	b	16.98	b	22.90	b
PK ₅	22.15	c	18.27	bc	20.09	b
PK ₆	21.88	bc	21.49	c	20.47	b

Kode perlakuan sama dengan Tabel 2

Nilai P-tersedia tanah terendah untuk setiap pengamatan terdapat pada perlakuan PK₁ (kontrol) yaitu sebesar 0% dengan nilai P-tersedia tanah masing-masing adalah 03.63, 06.48, dan 06.46 ppm. Peningkatan yang terjadi pada setiap pengamatan baik pada pengamatan 15, 30 atau 45 HSI, diduga adanya pemberian *Aspergillus niger* yang dapat menghasilkan asam-asam organik seperti asam sitrat dan oksalat.

Menurut premono (1994), asam organik dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah melalui beberapa mekanisme, diantaranya adalah (1) anion organik bersaing dengan ortofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif; (2) pelepasan ortofosfat dari ikatan logam P melalui pembentukan kompleks logam organik (Brundrett *et al*, 1997); dan (3) modifikasi muatan permukaan tapak jerapan oleh ligan organik (Havlin *et al*, 1999).

Menurut Hasan (2002), *Aspergillus niger* yang diisolasi dari akar, selain menghasilkan hormon tumbuh, menghasilkan asam-asam organik seperti asam sitrat, oksalat dan malat. Asam-asam organik tersebut dapat berfungsi

sebagai enzim penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan proses mineralisasi unsur hara yang terfiksasi seperti P sehingga asam organik mampu meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah.

Tinggi tanaman

Data Tabel menunjukkan bahwa terjadi peningkatan dari perlakuan PK₁ sampai PK₆ untuk setiap pengamatan 15, 30, dan 45 HST. Pada pengamatan 15 dan 30 HST, peningkatan tertinggi terdapat pada perlakuan PK₆, masing-masing sebesar 8% dan 14% dengan rata-rata tinggi tanaman masing-masing adalah 41,33 cm dan 59,33 cm. Pada pengamatan 45 HST, peningkatan tertinggi terdapat pada perlakuan PK₅ dan PK₆ sebesar 10%, dengan rata-rata tinggi tanaman masing-masing adalah 87,67 cm dan 88,00 cm. Peningkatan terendah pada pengamatan 15, 30, dan 45 HST terdapat pada perlakuan PK₁ (Kontrol) sebesar 0% dengan rata-rata tinggi tanaman masing-masing adalah 38,33 cm, 52,00 cm, dan 80 cm.

Tabel 5. Tinggi tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)					
	15	HST	30	HST	45	HST
PK ₁ (Kontrol)	38.33	a	52.00	a	80.00	a
PK ₂	39.00	a	52.33	a	84.33	b
PK ₃	39.00	a	53.67	b	85.33	bc
PK ₄	40.00	b	54.33	b	87.00	bc
PK ₅	41.00	b	54.67	b	87.67	bc
PK ₆	41.33	b	59.33	c	88.00	c

Kode perlakuan sama dengan Tabel 2

Terjadinya peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan PK₁ sampai PK₆ untuk setiap pengamatan diduga karena adanya penambahan bahan organik yang berasal dari pupuk kandang ayam broiler dan juga penambahan *Aspergillus niger*. Menurut Hasibuan (2013), aplikasi pupuk kandang ayam berpengaruh nyata meningkatkan tinggi tanaman setelah akhir masa vegetatif tanaman yang erat hubungannya unsur hara P yang tersedia di dalam tanah meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Brady dan Buckman (1992), semakin tinggi fosfat yang tersedia bagi tanaman, maka

pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman juga akan semakin baik, sebab aktivitas pembelahan sel juga akan meningkat.

Jumlah Daun

Data Tabel 6 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah daun pada perlakuan PK₁ sampai PK₆ untuk setiap waktu pengamatan. Pada pengamatan 15, HST, peningkatan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan PK₅ dan PK₆ sebesar 14% dengan rata-rata jumlah daun 5,33 helai sedangkan untuk perlakuan perlakuan PK₃ dan PK₄ terjadi peningkatan sebesar 7%

dengan rata-rata jumlah daun 5,00 helai. Kemudian peningkatan nilai terendah terdapat

pada perlakuan PK₁ dan PK₂ sebesar 0% dengan rata-rata jumlah daun 4,67 helai.

Tabel 6. Jumlah daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)					
	15	HST	30	HST	45	HST
PK ₁ (Kontrol)	4.67	a	5.00	a	7.00	a
PK ₂	4.67	a	5.00	a	7.00	a
PK ₃	5.00	a	5.67	b	8.00	b
PK ₄	5.00	a	5.67	b	8.00	b
PK ₅	5.33	b	6.00	c	8.00	b
PK ₆	5.33	b	6.00	c	9.00	c

Kode perlakuan sama dengan Tabel 2

Pada pengamatan 30 HST, peningkatan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan PK₅ dan PK₆ sebesar 20% dengan rata-rata jumlah daun 6,00 helai. Sedangkan untuk perlakuan PK₃ dan PK₄ terjadi peningkatan sebesar 13% dengan rata-rata jumlah daun 5,67 helai. Kemudian peningkatan nilai terendah terdapat pada perlakuan PK₁ dan PK₂ sebesar 0% dengan rata-rata jumlah daun 5,00 helai.

Pada pengamatan 45 HST terjadi peningkatan nilai tertinggi hanya pada perlakuan PK₆ sebesar 29% dengan rata-rata jumlah daun 9,00 helai. Sedangkan untuk perlakuan PK₃ dan PK₄ terjadi peningkatan sebesar 14% dengan rata-rata jumlah daun 8,00 helai. Kemudian peningkatan nilai terendah terdapat pada perlakuan PK₁ dan PK₂ sebesar 0% dengan rata-rata jumlah daun 7,00 helai. Peningkatan yang terjadi pada setiap perlakuan dan waktu pengamatan dimungkinkan terjadi dikarenakan adanya pemberian *Aspergillus niger* dalam berbagai dosis, serta adanya peningkatan P-Tersedia bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Brady dan Buckman (1992), semakin tinggi fosfat yang tersedia bagi tanaman, maka pertumbuhan tanaman akan semakin baik.

Serapan P

Data Tabel 7 menunjukkan bahwa pada perlakuan PK₆ memiliki peningkatan serapan P tertinggi yaitu sebesar 89% dengan total serapan 0.53 g tanaman⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis *Aspergillus niger* yang diberikan maka semakin tinggi hasil serapan P. Hal ini diduga karena adanya kemampuan

Aspergillus niger dapat meningkatkan serapan P tanaman jagung melalui enzim fosfatase yang dihasilkannya.

Tabel 7. Serapan P

Perlakuan	Serapan P (g tanaman ⁻¹)		
	Hasil	Peningkatan (%)*)	
PK ₁ (Kontrol)	0.28	a	0
PK ₂	0.28	a	0
PK ₃	0.31	a	11
PK ₄	0.39	b	39
PK ₅	0.45	c	61
PK ₆	0.53	d	89

Kode perlakuan sama dengan Tabel 2

Sesuai dengan pendapat Alexander (1978), yang menyatakan bahwa pelarutan fosfat menjadi tersedia bagi tanaman secara biologis terjadi karena *Aspergillus niger* menghasilkan enzim-enzim antara lain enzim fosfatase. Menurut Hermawan (2012), *Aspergillus niger* memberikan pengaruh nyata terhadap serapan P pada pemberian dosis 20 dan 25 mL.

Kesimpulan

Pemberian *Aspergillus niger* dan pupuk kandang ayam broiler dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan P serta pertumbuhan jagung pada Andisol Cangar. Dosis *Aspergillus niger* yang paling efektif terhadap ketersediaan dan

serapan P pada pertumbuhan jagung adalah 50 mL dengan kerapatan 10^9 propagul mL^{-1} .

Daftar Pustaka

- Alexander, M. 1978. Introduction to Soil Microbiology. 2nd Ed. John Wiley and Sons. New York. 467 p.
- Brady, N.C. and Buckman, H.O. 1992. Ilmu Tanah. (Edisi saduran dari The Nature and Properties of Soils terjemahan Soegiman). Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Brundrett, M. Melville, L. and Peterson, L. 1997. Practical Methods in *Mycorrhiza* Research. Canada: Mycologue Publications.
- Goenadi, D.H. and Saraswati, R 1993. Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat fungi pelarut fosfat. Menara Perkebunan 61(3), 61-66.
- Hasan, H.A.H. 2002. Giberellin and auxin production by plant root-fungi and their biosynthesis under salinity-calcium interaction. Rostlinna Vyroba 48(3), 101-106.
- Hasibuan, S. Y. 2013. Aplikasi Pupuk SP-36 dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Ultisol Kwala Bekala. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. USU. Medan.
- Havlin, J.L. Beaton, J.D. Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrien Management Sixth ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Hermawan, F. 2012. Pengaruh Inokulasi Kapang Pelarut Fosfat *Aspergillus niger* dan *Gliocladium virens* Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Gambut. Jurusan Budidaya Pertanian. Program Studi Agronomi. Fakultas Pertanian. Universitas Tanjungpura.
- Lingga, P. 1991. Jenis dan Kandungan Hara pada Beberapa Kotoran Ternak. Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) ANTANAN. Bogor.
- Prasetyo, B.H. 2005. Andisol: karakteristik dan pengelolaannya untuk pertanian di Indonesia. Jurnal Sumberdaya Lahan 1(1),1-7.
- Premono, E.M. 1994. Jasad Renik Pelarut Fosfat, Pengaruhnya Terhadap P Tanah dan Efisiensi Pemupukan P Tanaman Tebu. Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Rao, N. S. S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. UI-Press. Jakarta.
- Suriadikarta, D.A. Simanungkalit, R.D.M., Saraswati, R. Setyorini, D. dan Hartatik, W. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Syukur, A dan Indah, N.M. 2006. Kajian pengaruh pemberian macam pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe di Inceptisol Karanganyar. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 6 (2), 124-131.
- Wahid, O.A.A. and Mehana, T.A. 2000. Impact of phosphate solubilizing fungi on the yield and phosphorus uptake by wheat and faba bean plants. Microbiology Research 155, 221-227.
- Widowati, L.R., Widati, S., Jaenudin, U. dan Hartatik, W. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah. Bogor.

halaman ini sengaja dikosongkan