

**DAMPAK ABU VULKANIK ERUPSI GUNUNG KELUD DAN PUPUK KANDANG TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN MAGNESIUM TANAMAN JAGUNG DI TANAH ALFISOL**  
*(The impact of Volcanic Ash of Kelud Eruption and Manure on Availability and Magnesium Uptake of Corn in Alfisols)*

**Suntoro<sup>1)\*</sup>, Hery Widijanto<sup>1)</sup>, Sudadi<sup>1)</sup>, Eko Eri Sambodo<sup>2)</sup>**

Program Studi Ilmu Tanah, Fak. Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Program Studi Agroteknologi, Fak. Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

\*Contact author : suntoro\_uns@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

Impact of fresh volcanic ash on soil fertility is rarely studied mainly on nutrient availability, uptake and on plant growth. Fresh volcanic ash is primary mineral that takes time and agents such as organic materials to mineralized before it contribute to soil fertility. This study aimed to study the effect of the thickness of fresh volcanic ash of Kelud Mountain and dosage of manure on availability and uptake of Magnesium and chlorophyll content of corn in Alfisol. This is greenhouse experiment arranged in factorial completely randomized design with two treatment. The first factor is the thickness of volcanic ash: 0, 2, 4, and 6 cm, and the second factor is the dosage of manure: 0, 2 and 4 tonha<sup>-1</sup>, each treatment combination was repeated 3 times. Variables observed include exchangable-Mg, Mg uptake, and chlorophyll content of corn. The results showed that there is no interaction effect of volcanic ash and manure on exchangable-Mg, Mg uptake and chlorophyll content of corn. This proved that they affect nutrient availability in different ways. Both volcanic ash of Kelud eruptions as well as manure increase exchangable-Mg, especially at 6 cm thickness of volcanic ash treatment, Mg-uptake and chlorophyll content of corn leaf independently. There was a relationship between exchangable-Mg and chlorophyll content in the leaves.

**Keywords :** Alfisol, corn, magnesium, manure, volcanic ash

**PENDAHULUAN**

Gunung Kelud merupakan salah satu gunung berapi paling aktif di Indonesia. Letusan gunung Kelud terakhir 14 Februari 2014 berdampak sangat luas, sebaran abu vulkanik hingga mencapai radius 200 – 300 km, hampir seluruh wilayah kota Solo dan Yogyakarta tertutup abu vulkanik yang cukup pekat, bahkan ketebalan lebih dari 2 centimeter, dan melumpuhkan 6 bandara internasional dan mengevakuasikan 100.000 orang. Jumlah korban 3 orang jauh lebih sedikit dibanding letusan tahun 1919 yang menewaskan sedikitnya 5.160 orang. Dampak letusan gunung

Kelud tahun 1990 deposito endapan hingga volume  $\geq 30\ 000\ 000\ m^3$ , dengan ketebalan 7 m pada jarak 2 km dari ventilasi, dan tebal 3 m pada jarak 10 km dari ventilasi (Thouret, et al., 1998). Gas-gas utama yang dilepaskan selama aktivitas gunung berapi adalah air, karbon dioksida, sulfur dioksida, hidrogen, hidrogen sulfida, karbon monoksida dan hidrogen klorida (Witham et al. 2005). Gas sulfur di atmosfer akan teradsorpsi ke permukaan abu vulkanik. Unsur belerang yang banyak terdapat dalam abu akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman (Cook, 1981).

Abu vulkanik akibat erupsi gunung berapi berdampak luas baik terhadap kesehatan, tanaman pertanian, peternakan dan terhadap kondisi lahan. Pengaruh terhadap kesehatan masyarakat ditunjukkan dengan meningkatnya penyakit mata, dan dengan terhirupnya 3 -7 % Kristal silica bebas dari abu vulkanik akan meningkatkan penderita penyakit asma dan bronchitis serta efek psikologis (Baxter, et al., 1981). Keracunan Fluor dan kematian ternak dapat terjadi jika ternak merumput di rumput yang mengandung abu yang mengandung fluoride walaupun setebal 1 mm (Neild, et al., 1998).

Dampak abu vulkanik terhadap pertanian misalnya dapat dilihat pada erupsi gunung St Helens sebelah timur Wangsinton pada tahun 1980. Sebaran hujan abu vulkanik jatuh di lahan pertanian dengan ketebalan yang beragam hingga 30 kilogram per meter persegi. Dari kejadian ini diperkirakan terjadi kerugian sekitar 100 juta \$ atau setara dengan 7 % dari hasil tanaman dalam keadaan normal. Dampak secara langsung terhadap pertumbuhan tanaman antara lain (1) karena terjadi timbunan di permukaan daun yang akan mengurangi fotosintesis hingga 90%, (2) karena beban abu vulkanik pada daun. Tanaman Alfalfa memperlihatkan kondisi yang parah karena beban abu yang berat (Cook, et al., 1981). Kelangsungan hidup tanaman pertanian dan rumput pakan ternak seringkali sangat terbatas ketika ketebalan abu lebih dari 10-15 cm (4-6 in) ( Neild, 1998). Disamping itu abu vulkanik berdampak terhadap kondisi lahan pertanian yaitu abu vulkanik akan

mengurangi infiltrasi tanah, berakibat pada meningkatnya *run off*, pemedatan dan erosi.

Abu vulkanik mengandung beberapa unsur hara yang diperlukan oleh tanaman, sehingga dalam jangka panjang mampu memperbaiki kesuburan tanah. Abu erupsi gunung berapi mengandung belerang, dan mengandung unsur-unsur hara tanaman yang belum tersedia atau rendah ketersediaannya bagi tanaman dan tidak berkonstriusi yang signifikan bagi pasokan hara tanaman (Cook, et al., 1981). Hasil analisis abu vulkanik gunung St Helens menunjukkan bahwa komposisi dasar abu terdiri dari 65 %  $\text{SiO}_2$ , 18 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 5 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2 %  $\text{MgO}$ , 4 %  $\text{CaO}$ , 4 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , dan 0,1 % S (Taylor, 1980). Selain itu terdapat sekitar tiga puluh tujuh logam didapatkan dalam abu vulkanik termasuk Ba, Cu, Mn, Sr, V, Zn, dan Zr. Perbedaan komposisi kimia abu sebagai fungsi dari jarak gunung berapi yang berkaitan dengan perubahan dari karakteristik fisik abu. Komponen garam larut air setelah percobaan pencucian dilakukan. konsentrasi garam larut cukup tinggi (1500-2000 mg/g) dengan rasio molar menunjukkan adanya  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$ , dan  $\text{MgSO}_4$ . Logam berat seperti Cu, Co, Mn, dan Zn ditemukan pada konsentrasi yang cukup (10-1000 mg/g). Tanpa diduga terdapat ion ammonium dengan tingkat konsentrasi yang tinggi (45 ug/g) dan nitrat (100 mg/g) serta karbon organik terlarut (130 ug/g) diamati pada beberapa lindi abu. Hasil untuk fluorida dan boron menunjukkan rata-rata yang rendah masing masing 5 dan 0.5  $\mu\text{g/g}$ . Kebanyakan unsur unsur hara yang

terkandung dalam abu belaum tersedia bagi tanaman (Cook, 1981).

Hasil analisis abu vulkanik Gunung Merapi memiliki kandungan P dalam abu volkan berkisar antara rendah sampai tinggi (8-232 ppm  $P_2O_5$ ). KTK (1,77-7,10 me/100g) dan kandungan Mg (0,13-2,40 me/100g), yang tergolong rendah, namun kadar Ca cukup tinggi (2,13- 15,47 me/100g). Sulfur (2- 160 ppm), kandungan logam berat Fe (13-57 ppm), Mn (1.5-6,8 ppm), Pb (0,1-0,5 ppm) dan Cd cukup rendah (0,01-0,03 ppm) (Sudaryo dan Sucipto 2009). Abu vulkanik Gunung Merapi yang diambil pada Juli 2008 mengandung Al, Mg, Si dan Fe yang dianalisis dengan metode Analisis Aktivasi Neutron (AAN) berturut-turut berkisar antara 1,8-15,9 % Al, 0,1-2,4% Mg, 2,6-28,7% Si dan 1,4-9,3% Fe (Sudaryo dan Sutjipto, 2009).

Penelitian ini dilakukan di tanah Alfisol Jumantono. Tanah ini telah mengalami pelapukan intensif dan perkembangan lanjut, sehingga terjadi pencucian basa - basa, bahan organik, silika dengan meninggalkan sesquioksida sebagai sisa berwarna merah mempunyai pH 4,5 -6,5 dan kahat unsur basa K, Ca, dan Mg (Suntoro, 2001).

## BAHAN DAN METODE

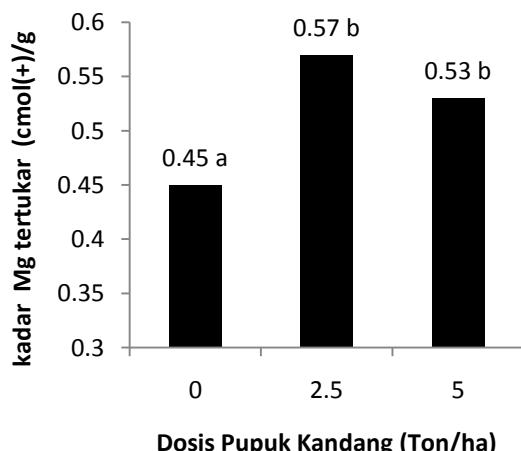
Penelitian merupakan percobaan rumah kaca dengan menggunakan tanah alfisol dari lahan percobaan Fakultas Pertanian Jumantono Universitas Sebelas Maret Surakarta Jawa Tengah yang dilakukan bulan Juni - Agustus 2014. Bahan abu vulkanik gunung kelud dari abu vulkanik yang jatuh di daerah Solo yang berjarak 200 Km sebelah barat laut dari pusat Vulkanik, dan

pupuk kandang pada kondisi kering udara dicampur dengan 6 kg tanah lapisan atas kering udara (ukuran < 2 mm) dan kemudian dimasukan ke dalam pot plastik ukuran tinggi 30 cm dan diameter 30 cm. Percobaan disusun menurut rancangan acak kelompok lengkap secara faktorial dengan 2 faktor. Faktor 1 adalah: tanpa abu vulkanik, pemberian abu vulkanik dengan ketebalan 2 cm, pemberian abu vulkanik dengan ketebalan 4 cm, dan pemberian abu vulkanik dengan ketebalan 6 cm, dan faktor 2: tanpa pemberian pupuk kandang, pemberian 2,5 ton pupuk kandang  $ha^{-1}$ , dan pemberian 5 ton pupuk kandang  $ha^{-1}$ . Dua belas kombinasi perlakuan tersebut disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Panen dilakukan pada saat pertumbuhan vegetatif tanaman jagung mencapai pertumbuhan maksimum (60 hari setelah tanam). Pengamatan yang dilakukan meliputi, berat biomasa kering (kering oven 60°C selama 48 jam) untuk tajuk dan akar. Kandungan Mg dalam biomassa tanaman jagung ditetapkan dengan destruksi basah menggunakan  $HNO_3$  65% dan  $HClO_4$  70%, dan analisis tanah setelah percobaan meliputi Mg dapat ditukar (ekstrak  $NH_4-OAc$  pH 7,0), dengan *Atomic Absorption Spectro-photometer* (AAS) (Kim, 1996; Puslitanan, 1998). Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam pada taraf 95%. Bila ada pengaruh yang nyata dilakukan pengujian DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) taraf 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Magnesium Tertukar

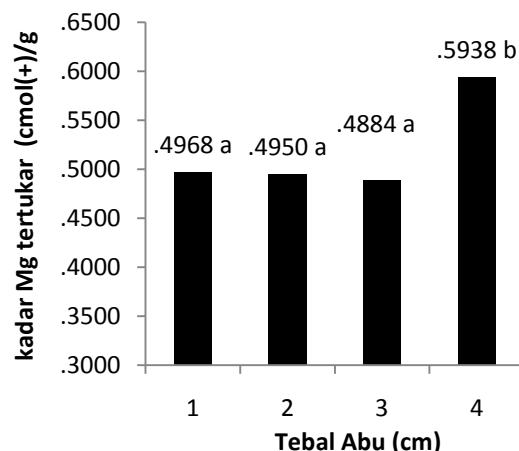
Hasil analisis Mg tertukar dalam tanah menunjukkan bahwa penambahan abu vulkanik berpengaruh nyata terhadap Mg tertukar dalam tanah. Hal ini menunjukkan bahwa debu abu vulkanik gunung kelud mengandung unsur hara Mg yang mudah larut atau mudah tersedia dalam tanah. Hal ini selaras dengan penelitian (Cook, et al., 1981) yang menunjukkan bahwa abu vulkanik gunung St Helen mempunyai kandungan Mg terlindi atau larut air yang cukup tinggi, sehingga langsung akan memberikan dan memasok Mg dalam tanah. Dijelaskan lebih lanjut bahwa komposisi dasar abu vulkanik mengandung 2 % MgO (Taylor, 1980). Hal ini didukung oleh data analisis abu vulkanik gunung Merapi erupsi tahun 2008 yang menunjukkan bahwa abu vulkanik gunung Merapi mengandung 0,1-2,4% Mg (Sudaryo dan Sutjipto 2009). Pengaruh penambahan abu vulkanik baru terlihat nyata pada ketebalan abu vulkanik gunung kelud setebal 6 cm (Gambar 1 ).



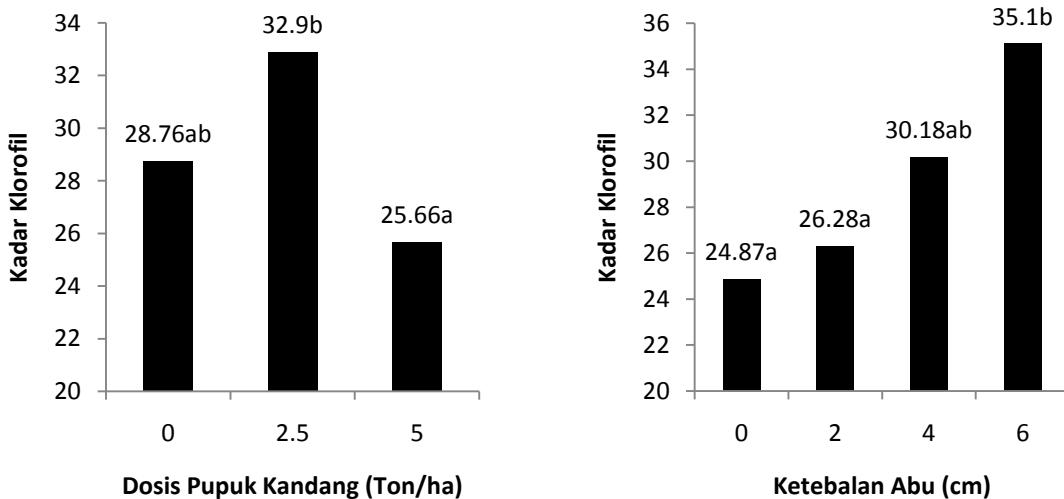
Disamping itu, penambahan pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap kadungan Mg tertukar tanah, namun tidak terdapat interaksi antara pengaruh penambahan abu vulkanik dengan pengaruh penambahan pupuk kandang. Hal ini berarti kedua faktor walaupun masing masing memberikan pengaruh pada Mg-tertukar tanah, namun mekanisme penambahan masing masing berbeda dalam meningkatkan Mg-tertukar tanah. Penambahan pupuk kandang akan memberikan pengaruh pada pasokan hara Mg secara langsung hasil dari proses mineralisasi baik didalam rumen sapi maupun mineralisasi selama pupuk kandang tersebut diberikan.

### Kadar Klorofil

Dari pengamatan kadar klorofil tanaman menunjukkan bahwa penambahan pupuk kandang akan meningkatkan kadar klorofil daun. Hal ini selaras dengan peran pupuk kandang yang dapat sebagai sumber N dan P dalam tanah. Dalam tanaman N sangat penting dalam pembentukan klorofil daun. Fosfor



Gambar 1. Pengaruh Abu Vulkanik dan Pupuk Kandang terhadap Mg-dapat ditukar Tanah Alfisol Jumantono



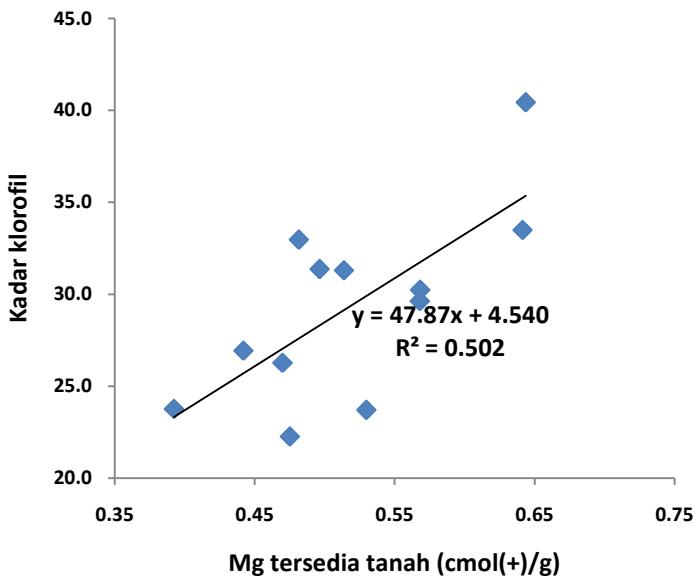
Gambar 2. Pengaruh Pupuk Kandang dan Ketebalan Abu terhadap Kadar Klorofil Jagung

sebagai unit struktural dari butir hijau daun (klorofil), sebagai penyusun *propirin* yang sangat penting dalam metabolisme klorofil. Disamping itu hara fosfor dari pupuk kandang sebagai pemasok hara fosfor dalam tanaman mempunyai peran yang sangat penting dalam penyusunan klorofil tanaman. Hara fosfor sebagai penyusun fosfolipida dalam grana yang penting dalam kloroplast (Blair, 1993).

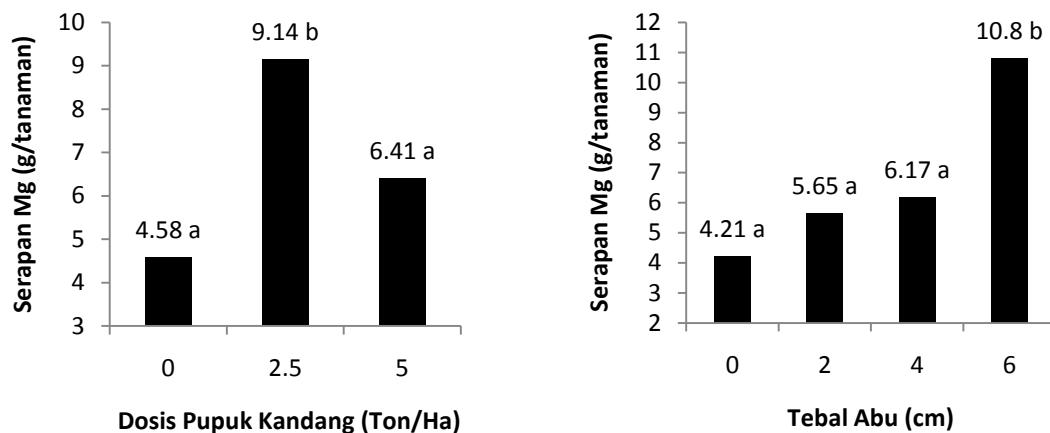
Penambahan abu vulkanik berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil tanaman. Penambahan abu vulkanik akan meningkatkan kadar klorofil dalam daun tanaman. Hal ini selaras dengan peningkatan ketersedian Mg dalam tanah. Komposisi dasar abu vulkanik mengandung 2 % MgO (Taylor, 1980). Hal ini didukung oleh data analisis abu vulkanik gunung Merapi erupsi tahun 2008 yang menunjukkan bahwa abu vulkanik gunung Merapi mengandung 0,1-2,4% Mg (Sudaryo dan Sutjipto 2009). Unsur hara Mg mempunyai peran yang sangat besar dengan pembentukan klorofil dalam

daun tanaman. Dalam penyusun klorofil, Mg sebagai inti molekul, dan dalam kloroplast bersama dengan K, hara Mg berperan dalam menjaga pH agar tetap tinggi (6,5-7,5) (Blair, 1993). Magnesium sebagai pusat molekul klorofil, yang merupakan kelat-Mg dalam kloroplas, Mg juga membentuk kelat dengan ADP,ATP, serta asam-asam organik. Namun tidak terdapat interaksi pengaruh dari abu vulkanik dan puk kandang artinya tidak menunjukkan saling mempengaruhi pengaruh atau pengaruhnya sendiri sendiri.

Gambar 3 menunjukkan hubungan Mg tersedia tanah dengan kadar klorofil dalam daun tanaman menunjukkan hubungan yang linear. Kadar klorofil dalam tanaman sangat penting dalam proses fotosintesis tanaman sehingga sangat menentukan jumlah fotosintat yang dihasilkan. Hasil fotosintat ini menentukan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan oleh laju pertumbuhan tanaman yang hasilnya dapat kita lihat hasil biomassa tanaman.



Gambar 3. Hubungan ketersediaan Mg-dapat ditukar tanah Alfisol dan kadar klorofil jagung



Gambar 4. Pengaruh Abu Vulkanik dan Pupuk Kandang terhadap Serapan Mg

#### Serapan Mg Tanaman

Penambahan pupuk kandang dan penambahan abu vulkanik berpengaruh terhadap serapan Mg dalam tanaman, hal ini diperkuat dengan kenyataan diatas bahwa penambahan abu vulkanik akan menambah Mg-tertukar dalam tanah dan meningkatkan klorofil dalam daun tanaman. Dari hasil analisis serapan hara Mg menunjukkan bahwa penambahan pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap serapan Mg dalam

tanaman, demikian juga pada penambahan abu vulkanik pada ketebalan 6 cm berpengaruh nyata meningkatkan penyerapan Mg oleh tanaman.

#### KESIMPULAN

Penambahan abu vulkanik dan pupuk kandang meningkatkan ketersediaan magnesium, serapan magnesium oleh jagung dan kadar klorofil daun jagung. Pengaruh interaksi keduanya terhadap variabel yang diamati tidak nyata. Hal ini

menunjukkan bahwa abu vulkanik dan pupuk kandang memberikan pengaruh yang berbeda dalam meningkatkan ketersediaan dan serapan magnesium serta kadar klorofil. Ada hubungan antara ketersediaan magnesium dan kadar klorofil daun jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, B. 2012. Kemelut Gunung Kelud. Kompas daring edisi Senin, 30 Januari 2012 Diakses 1 Juli 2012
- Baxter, P.J, R. Ing. , H. Falk, J. French, G.F. Stein, R.S. Bernstein, J.A. Merchant and J. Allard. 1981. Mount St Helens eruptions, May 18 to June 12, 1980. An overview of the acute health impact. *JAMA*. 1981 Dec 4;246(22):2585-9.
- Blair, G.J. 1993 *Plant Nutrition*, University of New England.
- Blevins, D.G.1985. Role of potassium in protein metabolism in plants. In *Potassium in Agriculture*. ( Eds Munson, R.D. et al.) pp. 413-424. Madison, Wisconsin, USA.
- Cook, R.J., J.C. Barron, R.I. Papendick, and G.J. Williams. 1981. "Impact of Agriculture of the Mount St. Helens Eruptions". *Science* **211**: 16–22. Bibcode:1981Sci...211...16C. doi:10.1126/science.211.4477.16.
- Cronin, S.J., M.J. Hedley, V.E. Neall and R.G. Smith. 1998. "Agronomic impact of tephra fallout from the 1995 and 1996 Ruapehu Volcano eruptions, New Zealand". *Environmental Geology* **34**: 21–30. doi:10.1007/s002540050253.
- Nazrul Alam Aziz (2007). *Merekayasa Gunung Kelud*. Kompas 15 Okt 2007.
- Neild, J., P. O'Flaherty, P. Hedley, R.Underwood, D.M. Johnston, B. Christenson and P. Brown, . 1998. "Agriculture recovery from a volcanic eruption: MAF Technical paper 99/2". *MAF Technical paper 99/2*.
- Neild, J., P. O'Flaherty, P. Hedley, R.Underwood, D.M. Johnston, B. Christenson and P. Brown, . 1998. "Agriculture recovery from a volcanic eruption: MAF Technical paper 99/2". *MAF Technical paper 99/2*.
- Sudaryo dan Sucipto 2009. Sudaryo dan Sutjipto. 2009. Identifikasi dan penentuan logam berat pada tanah vulkanik di daerah Cangkringan. Kabupaten Sleman dengan metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat. *Seminar Nasional V SDM Teknologi*. Yogyakarta.
- Suntoro. 2002. Pengaruh Penambahan Bahan Organik, Dolomit dan KCl Terhadap Kadar Klorofil dan Dampaknya pada Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*. L). *BioSMART*. Vol.4 No.2:36-46. (Terakreditasi Nasional No. 02/DIKTI/ Kep/2002).
- Taylor, H.E. and F.E. Lichte. 1980. "Chemical composition of Mount St. Helens volcanic ash". *Geophysical Research Letters* **7**: 949–952. Bibcode:1980GeoRL...7..949T. doi:10.1029/GL007i011p00949.
- Taylor, H.E and F.E. Lichte, F.E. 1980. "Chemical composition of Mount St. Helens volcanic ash". *Geophysical Research Letters* **7**: 949–952. Bibcode:1980GeoRL...7..949T. doi:10.1029/GL007i011p00949.
- Witham, C.S.; C. Oppenheimer and C.J. Horwell. 2005). "Volcanic ash-leachates: a review and recommendations for sampling methods". *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **141**: 299–326. Bibcode:2011BVol...73..223W. doi:10.1007/s00445-010-0396-1.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Makalah merupakan bagian dari skripsi mahasiswa dan luaran dari penelitian skim Hibah Unggulan Fakultas Pertanian UNS (UF-UNS) tahun anggaran 2014 dengan judul : Dampak Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud Terhadap Ketersediaan dan Serapan K, Mg Dan S Jagung di Tanah Alfisol dalam Sistem Pertanian Organik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala LPPM dan Rektor UNS atas dana dan kepercayaan yang diberikan.

**PENGARUH PUPUK ORGANIK BERBASIS AZOLLA, FOSFAT ALAM DAN ABU SEKAM TERHADAP HASIL PADI DAN SIFAT KIMIA TANAH ALFISOL**  
**(Effect of Organic Fertilizer-Based Azolla, Rock Phosphate and Hull Ash on Rice Yield and Chemical Properties of Alfisols)**

**Sudadi<sup>1)\*</sup>, Sumarno<sup>1)</sup>, Wiki Handi<sup>2)</sup>**

<sup>(1)</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fak. Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

<sup>(2)</sup>Alumni Program Studi Agroteknologi, Fak. Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

\*Contact Author : sudadi\_uns@yahoo.com

**ABSTRACT**

*The application of chemical fertilizer for long time may adverse soil environment. Organic agriculture, for example combination use of azolla based-organic fertilizer, phosphate rock and rice hull ash, was one of ways that able to recover it. Research was conducted in Sukosari, Jumantono, Karanganyar while soil chemical properties analysis was analysed in Soil Chemistry and Fertility Laboratory, Fac. of Agriculture, Sebelas Maret University April to November 2013. Research design used was RAKL with 5 treatments, each repeated 5 times. The treatments applied were P0 (control), P1 (azolla inoculum dosage 250 g/m<sup>2</sup> + phosphate rock + rice hull ash equal to 150 kg/ha KCl), P2 (azolla inoculum dosage 500 g/m<sup>2</sup> + phosphate rock equal to 150 kg/ha, SP-36 + rice hull ash equal to 100 kg/ha KCl), P3 (manure dosage of 5 ton/ha), P4 (Urea 250 kg/ha + SP-36 150 kg/ha + KCl 100 kg/ha). Data analysed statistically by F test (Fisher test) with level of confident 95% followed by DMRT (Duncan Multiple Range Test) if any significant differences. The result showed that the treatment combination of azolla, phosphate rock and rice hull ash increase soil organic matter content, cation exchange capacity, available-P and exchangeable-K as well as rice yield (at harvest-dry grain weight and milled-dry grain weight).*

**Keywords :** Alfisols, azolla-based, organicfertilizer, phosphate rock, rice

**PENDAHULUAN**

Padi (*Oryza sativa*) merupakan bahan makanan pokok bagi rakyat Indonesia. Konsumsi masyarakat Indonesia akan beras dari tahun ke tahun semakin meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk. Oleh karena itu, perluasan areal pertanian dan pemanfaatan teknologi pertanian sangat diperlukan untuk meningkatkan jumlah produksi padi di Indonesia.

Pemberian pupuk merupakan salah satu usaha penting dalam meningkatkan produksi pertanian. Penggunaan pupuk kimia yang selalu

meningkat dari tahun ke tahun telah mencemaskan pakar lingkungan hidup karena dapat berdampak pada tercemarnya lingkungan oleh akumulasi bahan kimia yang terkandung di dalamnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu melalui penerapan sistem pertanian organik.

Sistem pertanian organik yang saat ini diterapkan adalah penerapan sistem pertanian yang berbasis pada penggunaan pupuk kandang sebagai masukan unsur hara dalam tanah. Disisi lain kebutuhan akan pupuk kandang yang semakin meningkat tidak diimbangi dengan

ketersediaannya yang cukup, sehingga menimbulkan kelangkaan pada musim tanam dan harga semakin tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, maka diperlukan suatu upaya dengan cara mengkombinasikan berbagai macam masukan di lahan pertanian yang berbasis lingkungan.

Di Indonesia potensi azolla sebagai sumber pupuk nitrogen, fosfat alam sebagai pengganti SP-36 dan abu sekam sebagai pengganti KCl belum banyak dimanfaatkan pada tanaman padi. Semua itu dikarenakan masih banyaknya masyarakat yang bergantung terhadap penggunaan pupuk kimia. Rakitan teknologi pada kombinasi azolla, fosfat alam dan abu sekam dimaksudkan untuk menggantikan penggunaan pupuk kimia dan pupuk kandang yang ketersediaannya terbatas. Rakitan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan hasil padi serta perluasan pertanian organik yang ramah lingkungan.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sukosari, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar serta Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UNS dari bulan April -

November 2013. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain inokulum azolla, pupuk fosfat alam, abu sekam, pupuk kandang sapi, SP-36, KCl, urea, benih padi varietas IR 64, kemikalia untuk analisis laboratorium. Alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain timbangan, penggaris, cangkul, oven, kamera, kantong plastik dan kertas, alat pemanen padi, seperangkat alat untuk analisis laboratorium.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 5 perlakuan masing-masing diulang 5 kali. Adapun perlakuan yang sebagai berikut: P0 (kontrol), P1 (dosis inokulum azolla 250 g/m<sup>2</sup> + fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36 + abu sekam setara 100 kg/ha KCl), P2 (dosis inokulum azolla 500 g/m<sup>2</sup> + fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36 + abu sekam setara 100 kg/ha KCl), P3 (dosis pupuk kandang 5 ton/ha), P4 (Urea 250 kg/ha + SP-36 150 kg/ha + KCl 100 kg/ha).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

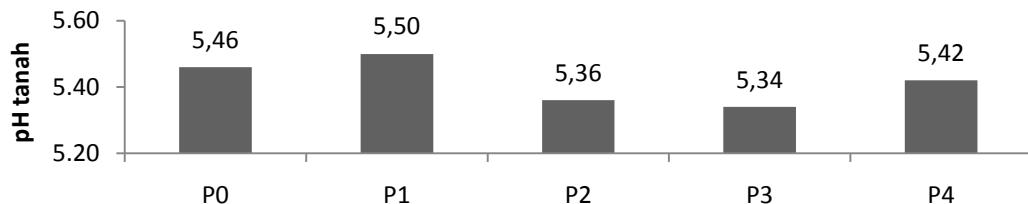
Hasil analisis tanah awal pada Alfisol lahan sawah di Desa Sukosari, Jumantono, Karanganyar disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 1 menjelaskan bahwa tanah di

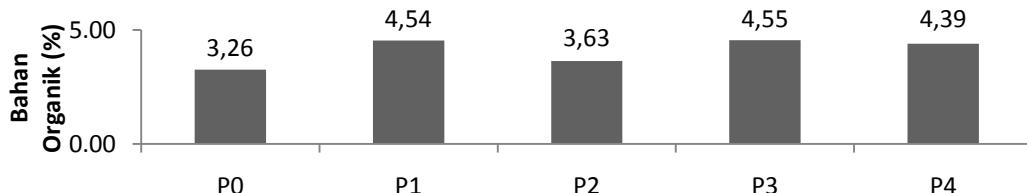
**Tabel 1. Hasil Analisis Tanah Awal**

No	Sifat Kimia Tanah	Hasil	Satuan	Pengharkatan
1.	pH	5,68	-	Agak Masam *
2.	Kadar Bahan Organik	3,03	%	Rendah *
3.	N-total	0,20	%	Rendah *
4.	P-tersedia	0,86	ppm	Sangat Rendah *
5.	K-tertukar	0,33	me%	Sangat Rendah *
6.	KTK	5,7	me%	Rendah *

Keterangan : \* Pengharkatan menurut Balai Penelitian Tanah Bogor 2006



Gambar 1. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap pH pada Alfisol Jumantono.



Gambar 2. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap Bahan Organik pada Alfisols Jumantono

daerah penelitian ini mempunyai pH agak masam, dengan kandungan bahan organik sebesar 3,03 % yang termasuk dalam kategori rendah. Kandungan unsur hara N-total sebesar 0,20% termasuk dalam kategori rendah. Kandungan P-tersedia sebesar 8,86 ppm dan K-tertukar sebesar 0,33 me% juga masih dalam kategori sangat rendah. Hasil analisis tanah untuk nilai KTK 5,7 me% yang termasuk dalam kategori rendah. Sanchez (1992) menyatakan bahwa bahwa kadar bahan organik yang terkandung di tanah Alfisol sangat rendah karena tanah Alfisol terdapat didaerah yang bergelombang sehingga bahan organik akan mudah tercuci.

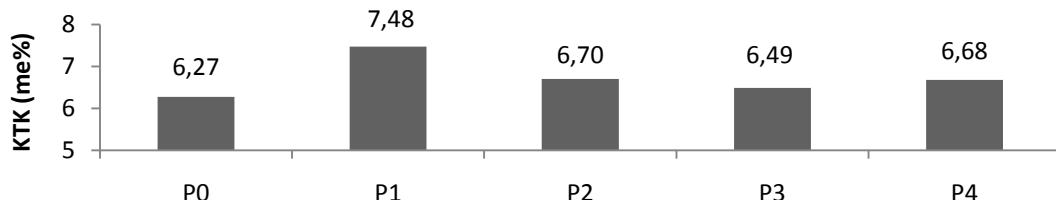
#### pH tanah

Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap pH tanah. Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa nilai pH yang paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 (dosis inokulum azolla 250 g/m<sup>2</sup>, fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36 dan abu sekam setara 100 kg/ha KCl) sebesar 5,50. Hal tersebut dipengaruhi oleh

pemberian dosis yang tidak terlalu banyak dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga cenderung menghasilkan nilai pH lebih kecil. Pemberian bahan organik yang terlalu banyak akan menjadikan tanah lebih masam (Raharjo 2000). Selain itu, menurut Alqamari (2011) pengaruh penambahan bahan organik terhadap pH tanah dapat meningkatkan atau menurunkan nilai pH tergantung pada tingkat kematangan bahan organik yang ditambahkan dan jenis tanahnya.

#### Kadar Bahan Organik tanah

Berdasarkan uji F dengan taraf 95% diperoleh hasil bahwa semua perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar bahan organik tanah. Nilai hasil analisis kadar bahan organik tanah paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan P3 (pemberian pupuk kandang dengan dosis 5 ton/ha). Selanjutnya pada perlakuan P1 (dosis inokulum azolla 250 g/m<sup>2</sup>, fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36 dan abu sekam setara 100 kg/ha KCl) dapat menggantikan peran pupuk kandang



Gambar 3. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap Kapasitas Tukar Kation pada Alfisols Jumantono

karena menghasilkan nilai yang hampir setara dengan perlakuan P3 (Dosis pupuk kandang 5 ton/ha).

Pada perlakuan P3 dengan dosis pemberian pupuk kandang sebesar 5 ton/ha memberikan hasil tertinggi dikarenakan pemberian pupuk kandang sebagai tambahan bahan organik akan meningkatkan C-organik tanah, karena bahan organik mengandung karbohidrat, protein, lignin, dan selulosa yang didominasi oleh C, H dan O (Hanafiah 2005).

#### Kapasitas Tukar Kation (KTK)

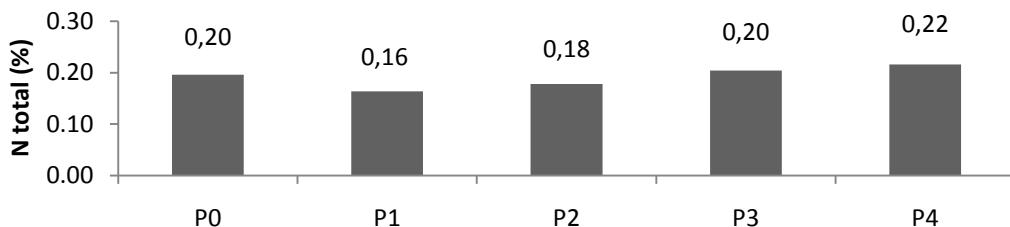
Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kapasitas tukar kation. Berdasarkan hasil yang diperoleh ditunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki nilai yang lebih tinggi daripada hasil analisis tanah awal sebesar 5,7 me%. Untuk hasil tertinggi dihasilkan pada perlakuan P1 (dosis inokulum azolla 250 g/m<sup>2</sup>, fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36 dan abu sekam setara 100 kg/ha KCl) yaitu sebesar 7,48 me%. Penambahan bahan organik akan dapat meningkatkan KTK tanah (Wahyudi 2009).

Menurut Minardi et al. (2009), peran pupuk organik sangat erat hubungannya dengan peningkatan nilai KTK, karena mempunyai kemampuan

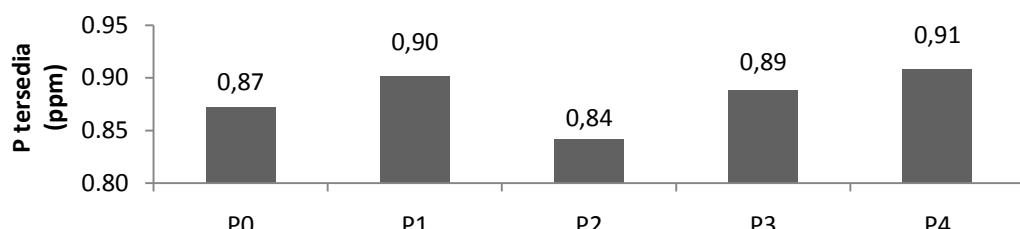
dalam menjerap kation. Besarnya kontribusi bahan organik tersebut terhadap peningkatan KTK tanah disebabkan oleh tingginya senyawa karboksil (-COOH) dan hidroksi (-OH) yang apabila terhidrolisis akan menghasilkan atau menambah muatan negatif tanah. Muatan koloid humus bersifat berubah-ubah tergantung dari nilai pH larutan tanah. Dalam suasana sangat masam (pH rendah), hidrogenakan terikat kuat pada gugus aktifnya yang menyebabkan gugus aktif berubah menjadi bermuatan positif (-COOH<sup>+</sup> dan -OH<sub>2</sub><sup>+</sup>), sehingga koloid koloid yang bermuatan negatif menjadi rendah, akibatnya KTK turun. Sebaliknya dalam suasana alkali (pH tinggi) larutan tanah banyak mengandung OH-, akibatnya terjadi pelepasan H<sup>+</sup> dari gugus organik dan terjadi peningkatan muatan negatif (-COO<sup>-</sup>, dan -O<sup>-</sup>), sehingga KPK meningkat. Hal tersebut terlihat pada perlakuan P1 dengan hasil analisis pH tertinggi (5,50) mempengaruhi nilai KTK tanah pada perlakuan P1 (7,48 me%).

#### N Total Tanah

Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar N-total tanah. Berdasarkan gambar diatas perlakuan P4 (dosis urea



Gambar 4. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap N total pada Alfisols Jumantono



Gambar 5. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap P tersedia pada Alfisols Jumantono

250 kg/ha, SP-36 150 kg/ha, KCl 100 kg/ha) menghasilakan nilai kadar N total yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan P1, P2 dan P3. Hal ini karena pupuk anorganik memiliki memiliki kadar N yang jauh lebih tinggi dibandingkan pupuk organik sehingga jumlah N yang ditambahkan ke dalam tanah lebih tinggi. Disamping itu, menurut Sutedjo (1999) pupuk anorganik mampu menyediakan hara N dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan pupuk organik.

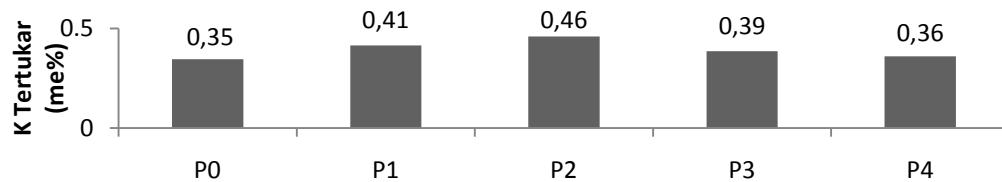
#### P Tersedia Tanah

Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap P tersedia tanah. Nilai hasil analisis P tersedia tanah mununjukkan perlakuan bahwa P1 (dosis inokulum azolla 250 g/m<sup>2</sup>, fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36 dan abu sekam setara 100 kg/ha KCl) dapat menggantikan peran pupuk kimia karena menghasilkan nilai yang hampir setara dengan perlakuan P4 (dosis urea

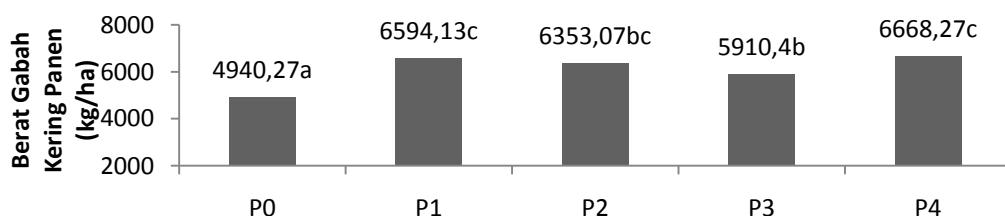
250 kg/ha, SP-36 150 kg/ha, KCl 100 kg/ha). Dari gambar diatas mununjukkan perlakuan yang menunjukkan P tersedia tertinggi pada perlakuan P4 (dosis urea 250 kg/ha, SP-36 150 kg/ha, KCl 100 kg/ha) sebesar 0,91 ppm. Hal ini dikarenakan pemberian pupuk anorganik mampu memberikan unsur P ke dalam tanah dalam jumlah yang besar dan cepat tersedia. Menurut Sutopo (2003) meningkatnya ketersediaan P tanah juga terkait dengan penggunaan pupuk anorganik yaitu SP-36. Pemberian P ke dalam tanah melalui pemupukan akan meningkatkan P bebas yang menyebabkan konsentrasi P dalam larutan tanah menjadi semakin besar, akibatnya ketersediaan P dalam tanah akan meningkat.

#### K Tertukar Tanah

Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap K-tertukar tanah. Hal ini disebabkan



Gambar 6. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap K tertukar pada Alfisols Jumantono



Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 95 %

Gambar 7. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap berat gabah kering panen pada Alfisols Jumantono

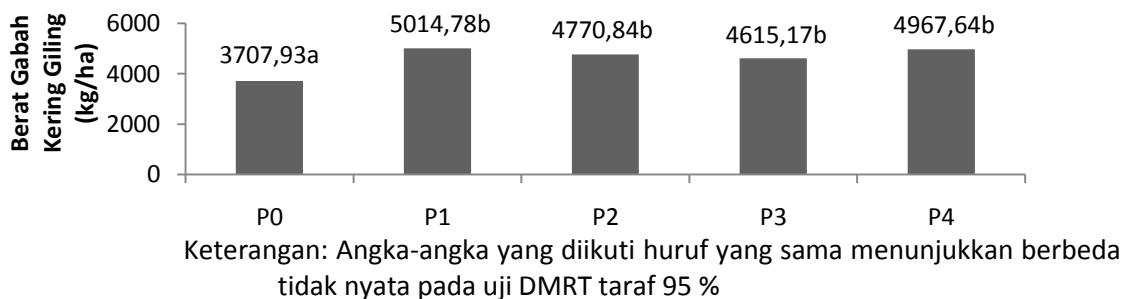
karena perlakuan yang diberikan belum mampu mengubah sifat Alfisol, khususnya jumlah K tertukarnya yang rendah. Hal ini diduga karena jumlah pupuk sumber K yang diberikan masih terlalu rendah. Gambar diatas menunjukkan K-tertukar tertinggi pada P2 (dosis inokulum azolla 500 g/m<sup>2</sup>, fosfat alam setara 150 kg/ha SP-36, abu sekam setara 100 kg/ha KCl) sebesar 0,46 me%, hal ini diduga karena semakin tinggi pemberian azolla maka kandungan K dalam tanah akan semakin tinggi. Menurut pendapat Suriapermana dan Syamsiah (1995) bahwa azolla mempunyai kandungan K cukup tinggi.

#### Berat Gabah Kering Panen

Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ( $p<0,01$ ) terhadap berat gabah kering panen. Berdasarkan hasil analisis yang terdapat pada gambar menunjukkan bahwa perlakuan P4 (dosis Urea 250 kg/ha, SP-36 150 kg/ha, KCl 100 kg/ha) mempunyai nilai berat gabah kering panen yang paling tinggi dibandingkan

dengan perlakuan azolla, fosfat alam dan abu sekam (P1 dan P2) serta perlakuan pupuk kandang (P3) yaitu 668,27 kg/ha. Menurut Brady dan Buckman (1982), pada tanaman padi-padian nitrogen memperbesar ukuran butiran dan meningkatkan persentase protein dalam biji. Menurut Soplanit dan Nukuhaly (2012), bahwa penyediaan N yang cukup pada fase generatif sangat penting juga dalam memperlambat proses penuaan daun mempertahankan fotosintesis selama fase pengisian gabah dan peningkatan protein dalam gabah. Kecukupan protein saat fase generatif sangat penting untuk mencapai hasil padi (berat gabah) yang tinggi karena protein merupakan komponen penyusun sel dari tiap bagian (komponen) tanaman. Pupuk anorganik mampu menyediakan nitrogen yang mudah diserap oleh tanaman berbeda dengan pupuk organik yang menyediakan nitrogen untuk tanaman lebih lama karena sifatnya yang *slow release*.

#### Berat Gabah Kering Giling



Gambar 8. Pengaruh pupuk organik berbasis azolla, pupuk kandang dan NPK terhadap berat gabah kering giling pada Alfisols Jumantono

Berdasarkan uji F taraf 95% diketahui bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ( $p<0,01$ ) terhadap berat gabah kering giling. Berdasarkan gambar dapat terlihat bahwa pada perlakuan P1 (dosis inokulum azolla  $250 \text{ g/m}^2$ , fosfat alam setara  $150 \text{ kg/ha}$  SP-36 dan abu sekam setara  $100 \text{ kg/ha}$  KCl) mempunyai berat gabah kering giling yang tertinggi yaitu  $5014,78 \text{ kg/ha}$ . Hal ini diduga karena pertumbuhan azolla pada perlakuan ini tinggi sehingga mampu memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara nitrogen, sedangkan pupuk SP-36 dan abu sekam mampu memenuhi kebutuhan tanaman akan hara P dan K. Handayanto (1996) menyatakan bahwa azolla termasuk tumbuhan berkualitas tinggi sebagai *green manure* memiliki kandungan N tinggi, kandungan lignin dan polifenol rendah. Pembentukan bulir padi sangat dipengaruhi oleh serapan hara, sehingga apabila serapan hara tanaman tinggi maka jumlah gabah yang dihasilkan akan meningkat. Unsur N sangat dibutuhkan tanaman dalam proses pembentukan malai dan pengisian biji.

## KESIMPULAN

1. Kombinasi perlakuan inokulum azolla, fosfat alam dan abu sekam mampu meningkatkan kadar bahan organik, kapasitas tukar kation, P-tersedia dan K-tertukar.
2. Penggunaan azolla, fosfat alam dan abu sekam padi mampu meningkatkan hasil padi pada Alfisol.
3. Kombinasi perlakuan inokulum azolla  $250 \text{ g/m}^2$ , fosfat alam setara  $150 \text{ kg/ha}$  SP-36 dan abu sekam setara  $100 \text{ kg/ha}$  KCl menghasilkan gabah kering giling  $5014,78 \text{ kg/ha}$ . Hasil ini 26% lebih tinggi dibanding kontrol, lebih tinggi 7,9% dibanding perlakuan dengan pupuk kandang dan lebih tinggi 0,9% dibanding perlakuan NPK.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah merupakan bagian dari skripsi yang penelitiannya terkait dengan Hibah penelitian Strategis Nasional II dengan judul "Azolla-Based organic farming sebagai rakitan teknologi pertanian organik berdaya hasil tinggi" tahun anggaran 2013.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Buckman HO dan Brady NC 1982. *Ilmu Tanah*. Penerjemah Soegiman. UGM Press. Yogyakarta
- Hanafiah KA 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Granfindo Persada. Jakarta.
- Handayanto E 1998. *Pengolahan Kesuburan Tanah*. Brawijaya University Press. Malang
- Minardi S, Winarno J dan Abdillah AHN 2009. Efek Perimbangan Pupuk Organik Dan Pupuk Anorganikterhadap Sifat Kimia Tanah Andisol Tawangmangu Dan Hasil Tanaman Wortel. *Jurnal Sains Tanah* 6 (2): 111-116.
- Sanchez PA 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. ITB. Bandung.
- Soplanit R dan Nukuhaly S 2012. Pengaruh Pengelolaan Hara NPK Terhadap Ketersediaan N dan Hasil Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) di Desa Waelo Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman* Vol.1 No.1
- Suriapermana S dan Syamsiah I 1995. *Tanam Jajar Legowo Pada Sistem Usaha Tani Minapadi-Azolla Di Lahan Sawah Irigasi*. Hlm 74-83. Dalam: Zaini Z dan Syam M (Ed.). Risalah Seminar Hasil Penelitian Sistem Usaha Tani dan Sosial Ekonomi. Bogor 4-5 Oktober 1994. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Sutedjo MM dan Karta Saputra AG 1999. *Pengantar Ilmu Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutopo 2003. Kajian Penggunaan Bahan Organik Berbagai Bentuk Sekam Padi dan Dosis Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Sains Tanah* 3(1):42-48.
- Wahyudi I 2009. Nitrogen Uptake of Maize Plant (*Zea mays L.*) as Result of the Application of Guano Fertilizer and Lamtoro Green Manure on Ultisol from Wanga. *J. Agroland* 16 (4) : 265 - 272.

**STATUS KEBERLANJUTAN EKOLOGI PADA PENGELOLAAN LUBANG RESAPAN BIOPORI  
DI KELURAHAN LANGKAPURA KECAMATAN LANGKAPURA KOTA BANDAR LAMPUNG**  
*(Status of ecological sustainability in the management of Infiltration Biopore Hole  
in Langkapura Village, Langkapura District, Bandar Lampung City)*

**Tri Mulyaningsih<sup>1)\*</sup>, P.Purwanto<sup>2)</sup>, Dwi P. Sasongko<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup>Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>3</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

\*Contact Author : foresterforforest\_8@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

*Management of Biopore Infiltration Hole (BIH) is an activity undertaken as an effort to reduce the vulnerability of flooding and drought, also reducing the debit of rubbish in Bandar Lampung city. This study conducted in July to August 2014, in Langkapura village, Langkapura district, Bandar Lampung city. The aims of the study are; to know the physical and chemical soil BIH area, to analyze the index and sustainability status of ecological dimensions, and to analyze the sensitive attributes of ecological dimension through the sustainability BIH management. The analytical method used is MDS analysis ( Multidimensional Scaling ) with Rap-Biopore approach which modified from Rapfish analysis . The analysis stage is using MDS with Rap-Biopore approach which include; scoring attributes BIH management, MDS ordination determination , sensitivity analysis (Leverage) , and Monte Carlo analysis. The results of the research; (1) The physical condition of the soil is predominantly blocky clay soil structure, texture (sand 20.47%, dust 25.91%, 53.62% clay); permeability 0:14 cm/h, porosity 57.73%, temperature 27 °C, (2) The chemical soil conditions pH 6.54 and the base saturation 34.66%; sustainability index value reach to 38.10, which the status of sustainability management from LRB is "less sustainable", (4) Attributes that highly sensitive through sustainability management LRB are rainfall and groundwater quality.*

**Keywords:** biopore, ecology, sensitive attributes, the index of sustainability.

**PENDAHULUAN**

Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah teknologi LRB merupakan produk yang sederhana, murah dan tidak memerlukan lahan yang luas, serta cepat dan mudah dalam pembuatannya. Brata dan Nelistya, 2008). LRB juga dapat membantu menurunkan kerentanan kota terhadap banjir, kekeringan, dan membantu mengurangi beban sampah kota. LRB sangat tepat diterapkan pada

lokasi yang memiliki kepadatan bangunan dan pemukiman penduduk. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, LRB adalah lubang yang dibuat secara tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah, dengan diameter 10 – 25 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah. LRB sangat tepat diterapkan pada lingkungan

perkotaan yang memiliki kondisi permukiman dengan kepadatan penduduk yang tinggi, ini karena lahan yang dibutuhkan untuk LRB relatif kecil.

Dalam LRB akan terbentuk biopori yang merupakan akibat dari aktivitas dengan memanfaatkan sampah organik sebagai sumber makanan. Pembentukan biopori akan meningkatkan laju infiltrasi air ke dalam tanah serta membantu konservasi air dan tanah. LRB akan memperbesar daya tampung tanah terhadap air hujan, mengurangi genangan air dan mengurangi limpahan air hujan (Brata dan Nelistya, 2008). Pembuatan LRB akan mengurangi jumlah sampah organik yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia dengan memanfaatkan lubang-lubang tersebut untuk memproduksi kompos, sehingga LRB dapat mengurangi gas-gas rumah kaca seperti gas karbodioksida dan metan yang menyebabkan pemanasan global yang memicu perubahan iklim. Oleh karena itu, dengan berbagai kenyataan tersebut pengelolaan LRB harus memperhatikan aspek ekologi yang akan membuat manfaat LRB menjadi optimal. Aspek ekologi atau dimensi ekologi dibuat berdasarkan pada manfaat-manfaat yang diperoleh dengan adanya pembuatan LRB. Dimensi ekologi yang menjadi perhatian adalah kondisi fisik tanah (struktur tanah, tekstur tanah, porositas, permeabilitas dan suhu); kimia tanah (pH dan kejemuhan basa); curah hujan; kualitas air tanah; LRB terhadap pengelolaan sampah; LRB terhadap kesuburan tanah dan

sinkronisasi jumlah LRB di lapangan dengan jumlah ideal LRB.

Kegiatan Pengelolaan LRB dilaksanakan di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura Kota Bandar Lampung. Kelurahan tersebut menjadi percontohan kegiatan LRB di Kota Bandar Lampung. Pada pengelolaan LRB, dimensi ekologi belum menjadi faktor prioritas dalam pelaksananya. Oleh karena itu, diperlukan adanya analisis indeks keberlanjutan pada dimensi ekologi terhadap pengelolaan LRB. Hasil penelitian dapat dijadikan pedoman dalam strategi kebijakan oleh Pemerintah Kota Bandar Lampung.

Tujuan penelitian adalah : mengetahui kondisi fisik dan kimia tanah lokasi LRB; menganalisis indeks dan status keberlanjutan dimensi ekologi; dan menganalisis atribut yang sangat berpengaruh pada dimensi ekologi terhadap keberlanjutan pengelolaan LRB di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura Kota Bandar Lampung.

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura di Kota Bandar Lampung pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2014. Jenis metode dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang memberikan skala likert terhadap seluruh atribut penelitian. Data primer diperoleh dari kuesioner oleh responden (masyarakat), uji laboratorium sampel tanah dan air. Responden adalah Kepala Keluarga (KK)

yang dipilih menggunakan *Stratified Random Sampling* dengan penentuan jumlah responden menggunakan rumus *Slovin* dan diperoleh sebanyak 90 KK dari jumlah KK yang memiliki LRB. Data sekunder terdiri dari Monografi kelurahan, Bandar Lampung Dalam Angka, SLHD, peta jenis tanah. Data sekunder diperoleh dari arsip dan dokumen Pemerintah Kota Bandar Lampung, Universitas Lampung, BMKG, Lembaga Mitra Bentala dan Mercycorps.

Dimensi yang digunakan yaitu dimensi ekologi terdiri atas 12 atribut : tekstur tanah; struktur tanah; porositas; permeabilitas; suhu; pH; kejenuhan basa; curah hujan; kualitas air tanah; LRB terhadap pengelolaan sampah; LRB terhadap kesuburan tanah; Sinkronisasi jumlah LRB dilapangan dengan jumlah ideal LRB. Dari atribut-atribut tersebut yang merupakan kondisi fisik tanah adalah tekstur, struktur, porositas, permeabilitas dan suhu. Kondisi kimia tanah yaitu pH dan kejenuhan basa.

Analisis Data kuntitatif yang dilakukan untuk menilai status keberlanjutan pengelolaan LRB adalah menggunakan analisis MDS (*Multidimensional Scaling*) dengan pendekatan *Rap-Biopore*. *Rap-Biopore* merupakan modifikasi dari analisis *Rapfish* (*Rapid Assasment Techniques of Fisheries*). Analisis MDS yang telah dikembangkan dalam perangkat lunak *Rapfish* digunakan dalam menentukan setiap indikator yang terukur. Dimensi dalam *Rapfish* yang dimodifikasi menjadi *Rap-Biopore* menggunakan 3 (tiga) aspek

pembangunan berkelanjutan yaitu ekologi, ekonomi dan sosial serta penambahan dimensi disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lokasi penelitian yaitu dimensi teknologi serta hukum dan kelembagaan. Dalam penelitian ini, yang dianalisis adalah dimensi ekologi. Masing-masing dimensi keberlanjutan memiliki atribut-atribut yang mempengaruhi (Fauzi & Anna, 2005). Berikut tahapan proses analisis MDS:

**a. Skoring setiap atribut.** Setiap atribut dalam dimensi pengelolaan biopori diberi skor, mulai dari 1 – 5 yang diartikan dari keadaan buruk sampai baik dan 1-2 diartikan tidak sesuai dan sesuai. Semakin besar nilai, maka dapat diartikan bahwa semakin mendukung keberlanjutan pengelolaan LRB di Kota Bandar Lampung.

**b. Penentuan ordinasi dengan Analisis Multidimensional Scaling (MDS).** Dalam melihat posisi status keberlanjutan pada Pengelolaan LRB menggunakan empat kategori status keberlanjutan (Tabel 1).

**c. Analisis Sensivitas (Leverage).** Analisis ini digunakan untuk menentukan atribut-atribut yang memiliki peranan paling sensitif dalam dimensi ekologi. Atribut yang paling sensitif ditunjukkan dengan nilai *root mean square(RMS)* tinggi dengan menggunakan perhitungan *pareto* 70/30 (Kusbimanto, 2013).

Tabel 1. Kategori Status Keberlanjutan

No	Nilai Indeks	Kategori
1.	$X < 25$	Tidak berkelanjutan
2.	$25 \leq x \leq 50$	Kurang berkelanjutan
3.	$50 \leq x \leq 75$	Cukup berkelanjutan
4.	$75 \leq x \leq 100$	Berkelanjutan

Sumber : Pattimahu, 2010

**d. Analisis Monte Carlo.** Analisis ini dilakukan untuk mengevaluasi adanya kesalahan-kesalahan pada saat proses *ordinasi*. Analisis *Monte Carlo* dilakukan sebagai uji validitas dan ketepatan. Analisis ini digunakan untuk mengkaji pengaruh kesalahan dalam pembuatan skor indikator, pengaruh variasi pemberian skor akibat perbedaan penilaian oleh peneliti, stabilitas proses analisis MDS yang berulang-ulang, kesalahan pemasukan data/data hilang, tingginya nilai stress hasil analisis MDS (Kavanagh dan Pitcer 2004).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

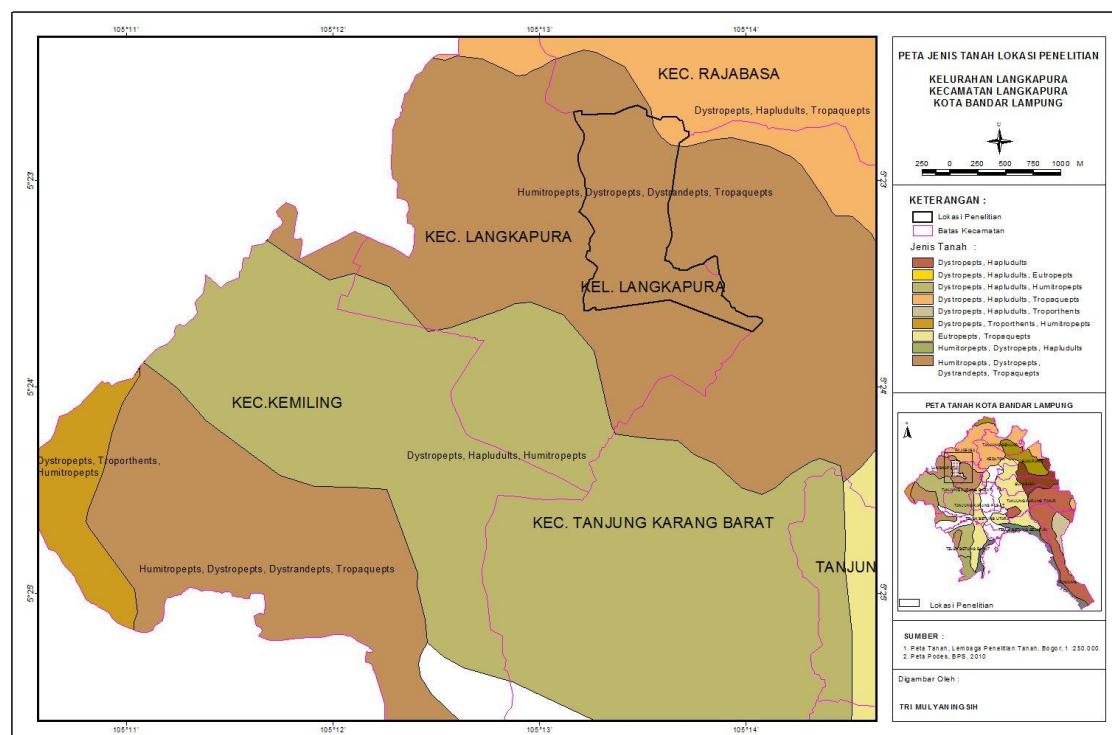
Jenis tanah pada Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura berdasarkan Peta Jenis Tanah adalah *Humitropepts*, *Distropepts*, *Distrandepts*, *Tropaquepts*, dan ada sebagian kecil berjenis *Hapludult*,

yang termasuk ordo *inseptisol*. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura Kota Bandar Lampung. Peta Jenis Tanah di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura Kota Bandar Lampung disajikan pada Gambar 1.

### a. Skoring setiap atribut

Sampel tanah diambil pada empat titik pengambilan, lalu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan kimia tanah pada Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung. Hasil uji laboratorium tanah serta nilai skoring masing-masing atribut yang diperoleh dari uji laboratorium dan hasil kuesioner pada dimensi ekologi disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, struktur tanah adalah menggumpal dengan dominasi *clay*. Struktur tanah menunjukkan kombinasi atau susunan



Sumber : BPS, 2010 dan Lembaga Penelitian Tanah, Bogor

Gambar 1. Peta Jenis Tanah di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura

Tabel 2. Hasil uji Laboratorium tanah pada lokasi penelitian dan Nilai Skoring Atribut

No	Kode Sampel	Hasil Uji Laboratorium	Nilai Skoring
1.	Struktur	Gumpal	3
2.	Tekstur	Pasir 20.47%, Debu 25.91%, Clay 53.62%	1
3.	Permeabilitas	0.14 cm/jam	1
4.	Porositas	57.73%	3
5.	Suhu	27°C	1
6.	pH	6.54	1
7.	Kejenuhan basa	34.66%	2
8.	Curah Hujan	-	4
9.	Kualitas Air Tanah	-	2
10.	LRB terhadap pengolahan sampah	-	2.33
11.	LRB terhadap kesuburan tanah	-	2.5
12.	Sinkronisasi Jumlah LRB di lapangan dengan Jumlah Ideal LRB	-	1

partikel-partikel tanah primer (pasir, debu dan *clay*) sampai pada partikel-partikel skunder (ped) yang disebut dengan agregat (Foth, 1980). Berdasarkan skala likert yang dibuat struktur tanah memiliki skor "3" artinya "berbentuk gumpal".

Susunan tekstur tanah yang terdiri dari pasir 20.47%, Debu 25.91% dan *clay* 53.62%, menurut segitiga tekstur masuk dalam kelas tekstur tanah "liat berdebu" dengan nilai skor "1". Tanah bertekstur halus atau tanah liat memiliki kapasitas infiltrasi yang sangat lambat dengan nilai di bawah 0.5 mm/jam. Sehingga air sulit untuk masuk ke dalam tanah dan pengurangan terhadap air limpasan permukaan tanah sangat kecil.

Tanah dengan tekstur liat cenderung memiliki nilai permeabilitas rendah. Hal ini terbukti dari hasil uji laboratorium terhadap permeabilitas tanah. Nilai permeabilitas sebesar 0.14 cm/jam menunjukkan bahwa permeabilitas tanah sangat lambat sehingga nilai skor adalah "1".

Dengan permeabilitas rendah maka laju infiltrasi tanah juga rendah sehingga penyerapan air oleh tanah rendah dan akan meningkatkan aliran permukaan.

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara. Porositas tanah dipengaruhi oleh tekstur, derajat agregasi dan struktur tanah. Nilai porositas hasil uji laboratorium adalah sebesar 57.73%. Nilai tersebut dalam rentang 41% - 60% maka nilai skor adalah "3". Ini menunjukkan porositas tanah pada level "sedang".

Berkaitan dengan suhu, aktivitas mikroba akan menghasilkan panas yang berpengaruh terhadap peningkatan suhu dan konsumsi oksigen. Semakin tinggi suhu yang tercipta akan semakin banyak konsumsi oksigen serta akan semakin cepat proses dekomposisi. Pada tumpukan kompos, peningkatan suhu terjadi lebih cepat. Suhu antara 30 - 60°C

menunjukkan aktivitas pengomposan berjalan dengan cepat (Ryak, 1992). Pada lokasi penelitian, besaran suhu yaitu 27°C. Ini menunjukkan suhu belum ideal untuk tumbuhnya mikroba-mikroba tanah. Nilai skor adalah "1" artinya "suhu belum optimal"

Atribut pH dan Kejenuhan basa merupakan sifat kimia tanah. Hasil pengujian pH tanah sebesar 6.54 artinya bahwa pH tanah tergolong agak asam, karena pH netral berkisar antara 6.6 sampai dengan 7.3 (Sutanto, 2005). Kondisi ini menunjukkan pH pada lokasi penelitian belum optimal bagi mikroba-mikroba tanah yang berperan dalam proses dekomposisi, sehingga memperoleh skor "1". Akan tetapi kondisi tersebut masih pada nilai pH yang bisa ditoleransikan sehingga meskipun tidak dilakukan rekayasa perubahan pH, mikroba-mikroba masih dapat hidup.

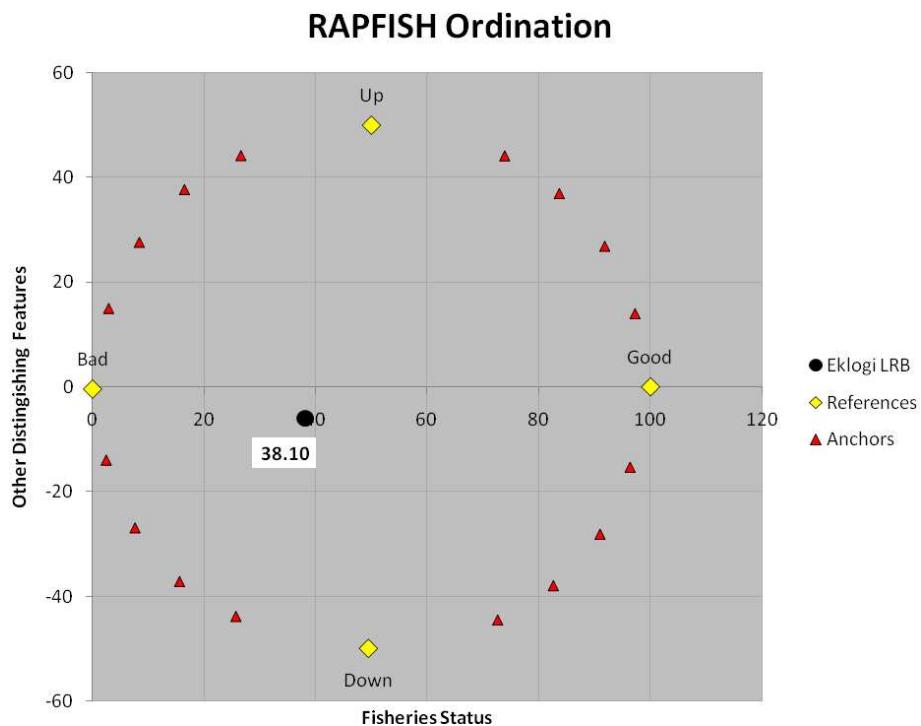
Kejenuhan basa pada lokasi penelitian sebesar 34.66% menunjukkan bahwa tanah kurang subur. Hal ini disebabkan kation basa yang dibutuhkan oleh tanaman banyak tercuci, sehingga ketersediaannya berkurang di dalam tanah. Nilai skor Kejenuhan Basa adalah "2" artinya jumlah dan ketersediaan kejenuhan basa di dalam tanah masih "rendah". Tanah dengan kejenuhan basa rendah menandakan kesuburan tanahnya kurang baik. Sebaliknya tanah dengan kejenuhan basa tinggi, menunjukkan tanah belum banyak mengalami pencucian dan memiliki kesuburan yang baik (Hasibuan, 2006).

Nilai akhir yang diperoleh atribut manfaat LRB terhadap pengolahan sampah diperoleh dari hasil kuesioner terhadap masyarakat. Nilai akhir atribut tersebut mempunyai nilai median 2.33 yang masuk dalam kategori "rendah – sedang". Artinya bahwa LRB sebagai salah satu cara dalam pengolahan sampah organik belum dapat berfungsi secara optimal. Hal ini dikarenakan, masih banyak masyarakat yang tidak memasukkan dan memanen sampah organik secara berkala.

Atribut LRB terhadap kesuburan tanah, nilai skor akhir adalah "3" yang masuk dalam kategori "sedang". Artinya pembuatan LRB berpengaruh terhadap kondisi kesuburan tanah tapi belum signifikan. Hal ini disebabkan suhu, pH dan kejenuhan basa yang belum masuk dalam kondisi ideal sebagai tanah yang subur, walaupun masih masuk dalam kondisi yang dapat ditoleransikan oleh mikroba tanah. Jumlah ideal LRB dihitung berdasarkan Rumus Brata dan Nelistya, 2008.

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{\text{Intensitas hujan } (\frac{\text{mm}}{\text{jam}}) \times \text{Luas Bidang Kedap } (\text{m}^2)}{\text{Laju Resapan Air per Lubang } (\frac{\text{liter}}{\text{jam}})}$$

Dengan mempertimbangkan intensitas hujan maksimum sebesar 45,3 mm/jam, intensitas hujan minimum sebesar 1,00 mm/jam, luas bidang kedap 562.895 m<sup>2</sup> dan laju resapan air per lubang pada tanah inceptisol adalah 104,56 liter/jam (Rasmita, 2010), maka berdasarkan rumus dihasilkan jumlah LRB tertinggi adalah 243.871 lubang dan jumlah LRB terendah adalah 5.383 lubang. Jumlah LRB di



Gambar 2. Posisi Indeks Keberlanjutan Pengelolaan LRB pada Dimensi Ekologi

lapangan sebanyak 20.000 lubang, sehingga sinkronisasi jumlah ideal LRB dengan di lapangan memiliki nilai likert “1” artinya “sangat rendah”, maka perlu penambahan jumlah LRB di lokasi penelitian.

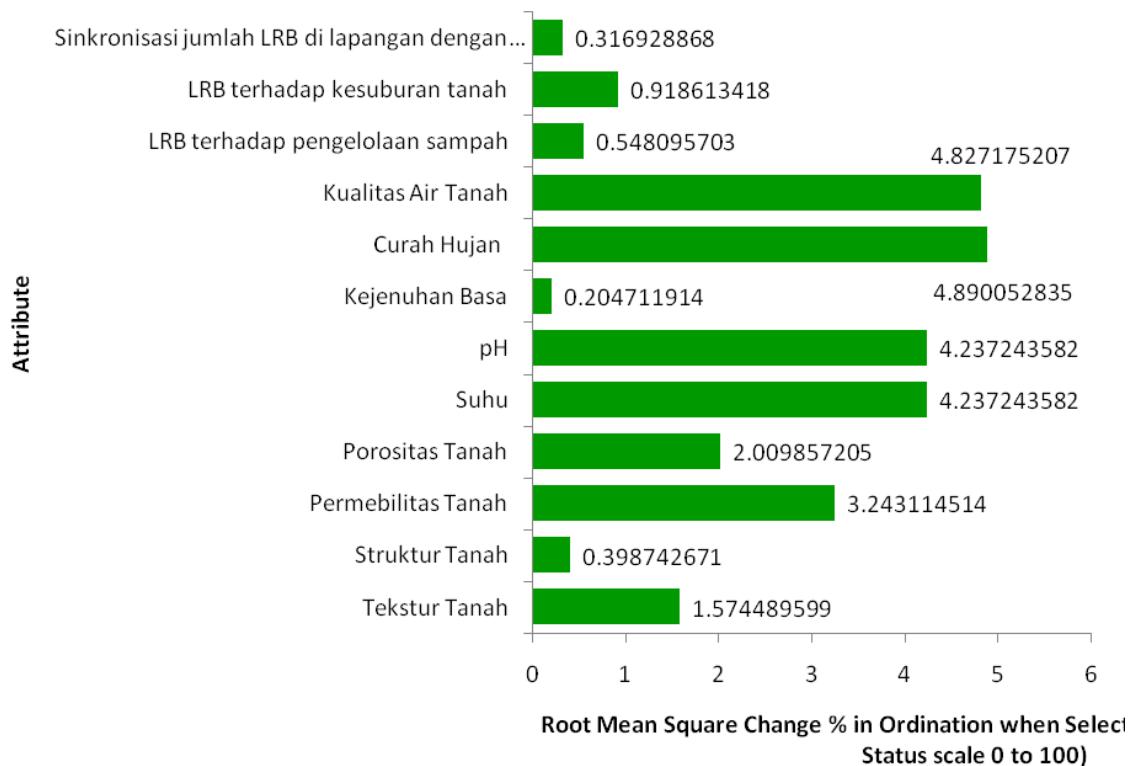
#### b. Penentuan Ordinasi dengan analisis MDS

Hasil analisis MDS atribut-atribut dari dimensi ekologi disajikan pada Gambar 2. Menurut hasil pengolahan *Multidimensional Scaling*, nilai indeks keberlanjutan adalah sebesar 39,57. Nilai indeks tersebut menunjukkan bahwa kondisi dimensi ekologi berada pada status kurang berkelanjutan karena pada posisi  $25 \leq x \leq 50$ . Ini menunjukkan bahwa dimensi ekologi dan 12 atribut yang ada di dalamnya belum mendapat perhatian pada pengelolaan LRB. Pada analisis tersebut, nilai stress sebesar 0.13 dan nilai koefisien determinasinya sebesar

0.95 atau 95%. Menurut Kavanagh dan Pitcher (2004), hasil analisis dianggap cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah jika nilai stress lebih kecil dari 0.25 dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mendekati 1 atau mendekati 100%. Maka dapat disimpulkan bahwa analisis indeks keberlanjutan akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Berdasarkan analisis *leverage* dan perhitungan *pareto*, perbandingan 70% - 30% (Kusbimanto, 2013) terhadap 12 atribut diperoleh data yang disajikan pada Gambar 3. Dari hasil analisis, terdapat 2 atribut yang paling sensitif yaitu curah hujan dan kualitas air tanah. Curah hujan di wilayah Kelurahan Langkapura memperoleh skor 4 yaitu “lebat” karena dalam rentang 51 – 100 mm/hari Curah hujan tertinggi sebesar 68 mm/hari yang

## Leverage of Attributes

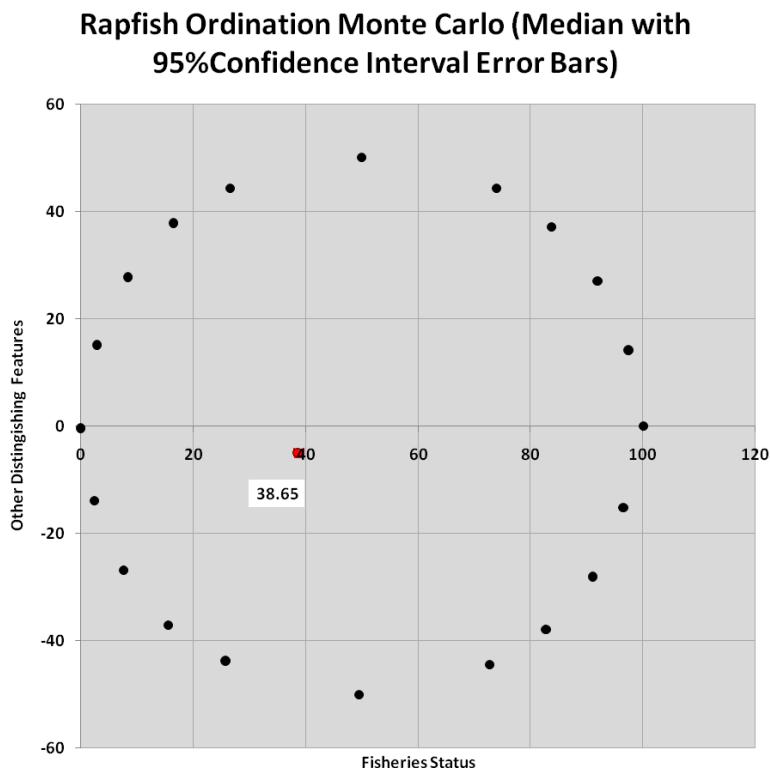


Gambar 3. Analisis Leverage pada Dimensi Ekologi

terjadi pada Januari 2013 (BMKG, 2014). Curah hujan merupakan total air hujan yang terjatuh pada permukaan tanah dalam waktu tertentu yang diukur menggunakan satuan tinggi dalam milimeter (mm) pada permukaan tanah datar. Curah hujan berkaitan dengan intensitas hujan yang berpengaruh terhadap banyaknya LRB yang harus dibuat. Semakin besar curah hujan yang terjadi, maka akan semakin banyak jumlah LRB yang harus dibuat untuk membantu menampung dan meresapkan air.

Pengujian kualitas air dilakukan untuk mengetahui apakah air yang masuk ke dalam LRB atau yang masuk ke dalam sumur penduduk mempunyai kualitas air yang layak untuk dikonsumsi. Pengujian ini juga untuk mengetahui apakah letak

atau posisi LRB pada pekarangan rumah sudah tepat, sehingga leachate sampah organik dalam LRB tidak mencemari air sumur warga. Pengujian kualitas air dilakukan terhadap kualitas air hujan dan kualitas air sumur (sumur pantau). Pengujian kualitas air mengacu kepada peraturan Permenkes nomor 416 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Parameter yang diambil dalam adalah fisika (warna, TDS, kekeruhan dan suhu); kimia (pH, kandungan besi, flourida, kesedahan, klorida, kromium, mangan, nitrat, nitrit, seng, sulfat, timbal dan zat organik) dan biologi (bakteri coli tinja dan coli form). Hasil analisis laboratorium berdasarkan laporan studi kelayakan oleh lembaga penelitian Universitas Lampung bekerjasama dengan Mercycorp (2012),



Gambar 4. Analisis Monte Carlo terhadap Dimensi Ekologi.

menunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia masih dalam batas kelayakan sebagai air bersih namun parameter biologi melebihi ambang batas normal. Meskipun demikian, kualitas air memiliki skor nilai yaitu "2" yang artinya kualitas air masih sesuai dengan baku mutu air bersih berdasarkan Permenkes nomor 416 tahun 1990.

Analisis Monte Carlo terhadap dimensi ekologi disajikan pada Gambar 4. Dari pengolahan Monte Carlo, diperoleh hasil nilai sebesar 38.10 sedangkan analisis MDS diperoleh nilai sebesar 38.65. Selisih dari kedua analisis tersebut adalah 0.50 dan dinggap kecil karena masih berada di bawah nilai 1 (Kavanagh, 2001). Oleh karena itu analisis Rapfish ini dianggap memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi, sehingga dapat dijadikan

acuan dalam mengevaluasi keberlanjutan pengelolaan LRB.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang indeks dan status keberlanjutan pada dimensi ekologi disimpulkan adalah : (1) Kondisi fisik tanah berstruktur gumpal dominan liat, tekstur (pasir 20.47%, debu 25.91%, liat 53.62%), permeabilitas 0.14 cm/jam, porositas 57.73% dan suhu 27°C, (2) Kondisi kimia tanah pH 6.54 dan kejenuhan basa 34.66%, (3) nilai indeks keberlanjutan sebesar 38.10, yang menunjukkan bahwa status keberlanjutan pengelolaan LRB di Kelurahan Langkapura, Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung adalah "kurang berkelanjutan", dan (4) Atribut yang sangat sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan LRB adalah curah hujan dan kualitas air tanah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala PUSBINDIKLATREN BAPPENAS atas bantuan pembiayaan pendidikan dan Walikota Bandar Lampung serta Kepala Distanakbunhut Kota Bandar Lampung, atas izin untuk melanjutkan pendidikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kota Bandar Lampung. 2008. *Studi Mitigasi Bencana Kota Bandar Lampung.*
- BPLH Kota Bandar Lampung. 2013. *Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Bandar Lampung.* Bandar Lampung.
- Brata, R., & Nelistya, A. 2008. *Lubang Resapan Biopori.* Jakarta. Penebar Swadaya.
- Fauzi, A. & Anna, S. 2005. *Permodelan sumber daya Perikanan dan Kelautan* (p. 339). Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fort, H.D. 1980. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.* Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Kavanagh. 2001. Rapid Appraisal of Fisheries (Rapfish) Project. Rapfish Software Description University of British Columbia. Fisheries Centre. Vancouver. Canada.
- Kavaragh P. dan T.J. Pitcher. 2004. Implementing Microsoft Excel Software for Rapfish: A Technique for The Rapid Appraisal of Fisheries Status. University of British Columbia. Fisheries Centre Research Report 12 (2) ISSN:1198-672. Canada. 75pp.
- Kusbimoto, I.W. Sitorus, S.R.P. Machfud. Poerwo. I.F.P., Yani M. 2013. Analisis Keberlanjutan Pengembangan Prasarana Transportasi Perkotaan di Metropolitan Mmminasata Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Jalan-Jembatan* diterbitkan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum. Volume 30 No. 1, April 2013. ISSN : 1907 – 0284.
- Lembaga Penelitian Universitas Lampung dan Mercycorp. 2012. *Laporan Studi Pemetaan dan Pengisian Air Tanah melalui Pemanfaatan Air Hujan dengan menggunakan Lubang Resapan Biopori di Bandar Lampung.* Bandar Lampung.
- Pattimahu, D. V. 2010. *Kebijakan Pengelolaan Mangrove berkelanjutan di Kabupaten Seram Bagian Barat Maluku.* Institute Pertanian Bogor.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan.
- Rasmita, G. 2010. *Laju Resapan Air Pada Berbagai Jenis Tanah dan Berat Jerami Dengan Menerapkan Teknologi Biopori Di Kecamatan Medan Amplas.* USU. Medan.
- Ryak, R. 1992. *On Farm Composting Handbook.* Northeast Regional Agricultural Engineering Service Pub. No. 54. Cooperative Extension Service. Ithaca, N.Y. 186pp. A classic in on farm composting.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.* Yogyakarta. Kanisius.

**ALIRAN PERMUKAAN, EROSI DAN HARA SEDIMEN AKIBAT TINDAKAN KONSERVASI  
TANAH VEGETATIF PADA KELAPA SAWIT**  
**(Runoff, Erosion and Nutrient Sediment due The Vegetative Soil Conservation  
on Oil Palm Plantation)**

**Zahrul Fuady<sup>1\*)</sup>, Halus Satriawan<sup>1\*\*)</sup>, Nanda Mayani<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Universitas Almuslim, Bireuen, Aceh

<sup>2</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh

Contact Author : \*zahrulfuady17@yahoo.com; \*\*satriawan\_80@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

*Land cover crops play an important role in influencing erosion. Cover crops provide protection against the destruction of soil aggregates by rain and runoff. This research aims to study the effectiveness of vegetation as soil conservation in controlling erosion and runoff. This study was a field experiment on erosion plots measuring 10 m x 5 m were arranged in Split Plot design with replications as blocks, consists of a combination of two factors: the age of the oil palm and slope as the first factor, and vegetative soil conservation techniques as a second factor. The results showed the soil conservation techniques in oil palm cultivation can reduce the rate of surface runoff, soil erosion and nutrient loss. Soil conservation with upland rice planted with soybean sequence + strip Mucuna bracteata (T3) most effectively reduce runoff and prevent soil erosion and nutrient loss.*

**Keywords:** erosion, nutrients, runoff, sediment, soil conservation

**PENDAHULUAN**

Erosi tanah di lahan pertanian sebagian besar dihasilkan akibat hilangnya bahan organik tanah. Kondisi ini menjadi penting karena sekitar 13% dari permukaan bumi dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang berkaitan dengan pertanian (Chen, et al., 2011). Erosi membawa lapisan tanah permukaan yang umumnya lebih subur, kaya bahan organik dan unsur hara sehingga menyebabkan hilangnya unsur hara bagi tanaman. Dalam peristiwa erosi, fraksi halus tanah terangkat lebih dahulu dan lebih banyak dari fraksi yang lebih kasar, sehingga kandungan klei sedimen lebih tinggi dari kandungan klei tanah semula. Hal ini terkait dengan daya angkat aliran permukaan terhadap butir-butir tanah

yang berbeda berat jenisnya. Pemindahan partikel halus oleh erosi menyebabkan peningkatan persentase pasir dan kerikil di permukaan tanah, dan pada waktu yang sama mengurangi persentase debu dan klei (Blanco dan Lal, 2008). Dengan demikian tanah yang telah mengalami erosi bertekstur lebih kasar dibandingkan dengan sebelum tererosi. Lebih lanjut erosi berakibat terhadap penurunan kesuburan tanah melalui hilangnya unsur hara yang penting dan bahan organik tanah.

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang mengalami perkembangan pesat di Provinsi Aceh, termasuk di Kabupaten Bireuen. Luas tanam kelapa sawit di Kabupaten Bireuen tahun 2008-2012 mencapai

4.644 ha (BPS Aceh, 2013), umumnya merupakan tanaman muda sehingga mempunyai potensi menimbulkan degradasi lahan jika tidak diterapkan cara pengelolaan yang tepat. Degradasi lahan yang dapat terjadi pada lahan pertanaman kelapa sawit muda adalah meningkatnya erosi dan menurunnya laju infiltrasi. Kondisi ini sering terjadi terutama karena tutupan tanah pada pertanaman kelapa sawit muda rendah dan terganggunya permukaan tanah akibat persiapan lahan. Hasil prediksi laju erosi tanah di wilayah ini menghasilkan erosi  $54,6-344,01 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{tahun}^{-1}$  (Satriawan dan Azizah, 2011), masih lebih tinggi dibandingkan dengan erosi yang diperbolehkan untuk tanah di wilayah ini  $25,1 - 40 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{tahun}^{-1}$  (Fitri, 2010).

Tanaman penutup tanah memegang peranan penting dalam mempengaruhi erosi yang terjadi. Dalam hal ini tanaman penutup tanah memberikan perlindungan terhadap tanah dari proses penghancuran agregat oleh hujan dan aliran permukaan, dengan demikian dapat membatasi kekuatan merusak dari hujan dan aliran permukaan (Morgan, 2005). Disamping itu keberadaan tanaman penutup tanah juga dapat meningkatkan sifat fisik dan kimia tanah melalui kontribusinya terhadap peningkatan kadar bahan organik tanah (Zuazo et al., 2004).

Pemahaman tentang efektivitas vegetasi dalam melindungi permukaan tanah menahan erosi dapat menjadi alternatif teknologi pengelolaan sumberdaya lahan yang baik dan tepat. Terkait dengan ini, Fuady dan Satriawan (2011) melaporkan pada lahan

terdegradasi dengan kemiringan 15%, dengan penerapan kombinasi vegetatif (tumpangsari jagung dan kacang tanah) dan guludan dapat mengendalikan aliran permukaan dan erosi sebesar 63,50% dan 90,27% dibandingkan tanpa tindakan konservasi. Tanaman perkebunan dan tanaman reboisasi yang ditanam secara agroforestry juga diketahui dapat mengendalikan erosi tanah. Sengon dengan umur 3 tahun dan kakao umur 5 tahun lebih efektif mengendalikan erosi dibandingkan dengan alang-alang dan pinang 5 tahun (Satriawan et al., 2012; Satriawan et al., 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh teknik konservasi tanah secara vegetatif yang efektif untuk mengendalikan erosi, aliran permukaan dan mencegah kehilangan hara pada tanaman kelapa sawit muda.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada pertanaman sawit muda (umur 5-7 bulan dan 25-27 bulan) dengan kemiringan lereng 15-40 %. Lokasi penelitian berada di wilayah Desa Blang Mane Kecamatan Peusangan Selatan Kabupaten Bireuen, Aceh pada bulan Maret-Juni 2014 (satu musim tanam tanaman pangan).

Bahan yang digunakan terdiri dari benih padi gogo, benih kedelai sebagai tanaman sela, dan *Mucuna bracteata* sebagai tanaman strip, pupuk urea, SP-36, KCI dan insektisida, bahan kimia untuk analisis tanah. Alat yang digunakan terdiri dari meteran profil, bor tanah, seng untuk pembatas petak

erosi, drum penampung aliran permukaan dan sedimen, infiltrometer, ombrometer, dan AAS.

Penelitian ini merupakan percobaan lapangan pada petak erosi berukuran 10 m x 5 m yang disusun dalam Rancangan Split Plot dengan ulangan sebagai blok, terdiri atas 2 faktor yaitu kombinasi umur kelapa sawit dan kemiringan lereng sebagai faktor pertama, dan teknik konservasi sebagai faktor kedua.

Faktor umur tanaman kelapa sawit/ kemiringan lereng terdiri dari 4 taraf yaitu : umur tanaman kelapa sawit 5-7 bulan dan kemiringan lereng 15-25 % (P1), umur tanaman kelapa sawit 7-25 bulan dan kemiringan lereng 15-25 % (P2), umur tanaman kelapa sawit 5-7 bulan dan kemiringan lereng 30-40 % (P3), dan umur tanaman kelapa sawit 7-25 bulan dan kemiringan lereng 30-40 % (P4)

Sedangkan faktor teknik konservasi dengan 3 taraf yaitu: gulma dibiarkan tumbuh pada gawangan kelapa sawit (T1), padi gogo ditanam berurutan dengan kedelai (T2), dan padi gogo ditanam berurutan dengan kedelai + strip *M. bracteata* (T3)

Terdapat 12 kombinasi petak percobaan dengan setiap kombinasi diulang 3 kali sehingga diperoleh total petak sebanyak 36.

Aliran permukaan ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) diamati ketika bak penampung hampir penuh dengan mengukur tinggi muka air dalam bak penampung. Sampel air yang diambil digunakan untuk menghitung sedimen tersuspensi dan menganalisis kadar C organik, N, P dan K yang

terbawa. Pengamatan dan pengambilan sampel sedimen bersamaan dengan aliran permukaan. Semua sedimen yang ada pada bak penampung dikeluarkan pada setiap pengamatan setelah sebelumnya dilakukan pengambilan sampel sebanyak 100 g untuk analisis kadar hara dan C-organik sedimen. Sedimen yang dikeluarkan dari bak penampung dikeringangkan kemudian ditimbang untuk ditentukan bobot basahnya. Untuk menentukan bobot kering sedimen, sampel sedimen seberat 250 g dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Kemudian dari contoh sedimen tersebut dianalisis kandungan C-organik (Metode Walkley dan Blake), N-total (metode Kjeldahl),  $P_2O_5$  (metode Bray-1) dan K2O (ekstraksi dengan 1 N  $NH_4OAc$  pH 7.0). Jumlah C-organik, N, P dan K yang terbawa erosi dihitung dengan persamaan :  $X = Y \times E$ ; dengan: X = jumlah C-organik, N, P dan K terbawa erosi ( $ton \cdot ha^{-1}$ ); Y = konsentrasi C-organik, N-total, P dan K tersedia di dalam sedimen ( $mg/100g$ , %); E = jumlah total tanah tererosi ( $ton \cdot ha^{-1}$ ).

Sedangkan analisis jumlah sedimen dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E' = \frac{\text{total bobot basah sedimen (gr)}}{0,25 \text{ kg}} \times \text{bobot kering sampel (gr)}$$

Total tanah tererosi dihitung dengan rumus :  $A = E + E'$

Dimana : A= total tanah tererosi ( $ton \cdot ha^{-1}$ ); E = jumlah sedimen yang tersuspensi dalam aliran permukaan ( $ton \cdot ha^{-1}$ ); E' = jumlah sedimen pada bak penampung ( $ton \cdot ha^{-1}$ ).

Analisis data dengan menggunakan analisis sidik ragam (uji *F*), analisis uji lanjut menggunakan uji BNT 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

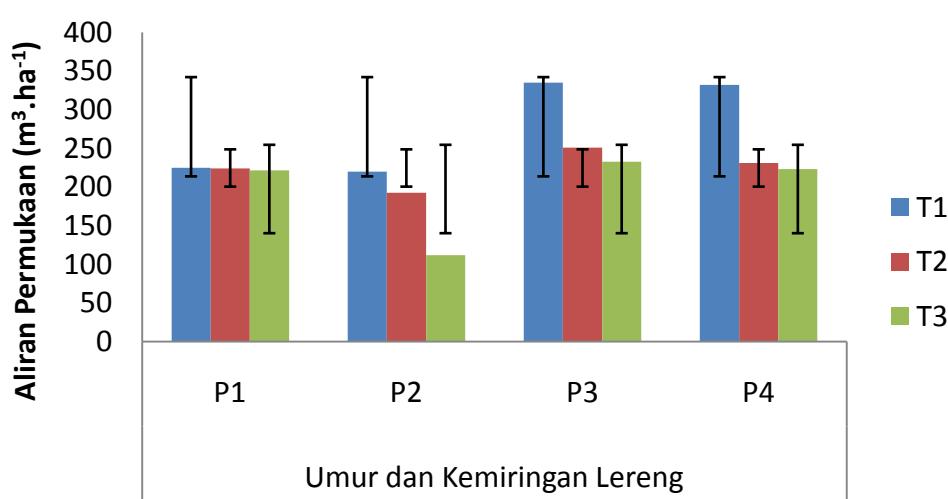
### Aliran Permukaan

Hasil uji lanjut terhadap rata-rata perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan umur tanaman dan kemiringan lereng yang dikombinasikan dengan tindakan konservasi tanah berpengaruh nyata terhadap aliran permukaan. Perlakuan sawit umur 7-24 bulan dengan kemiringan lereng 15 – 25% (P2) dengan tindakan konservasi tanah kelapa sawit + padi gogo ditanam berurutan dengan kedelai + strip *Mucuna bracteata* (T3) menghasilkan aliran permukaan terendah ( $111,99 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Sedangkan perlakuan sawit umur 5-7 bulan dengan kemiringan lereng 30 – 40% (P3) dengan tindakan konservasi kelapa sawit + gulma dibiarkan tumbuh pada gawangan kelapa sawit (T1) nyata menghasilkan aliran permukaan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya ( $334,94 \text{ m}^3/\text{ha}$ ).

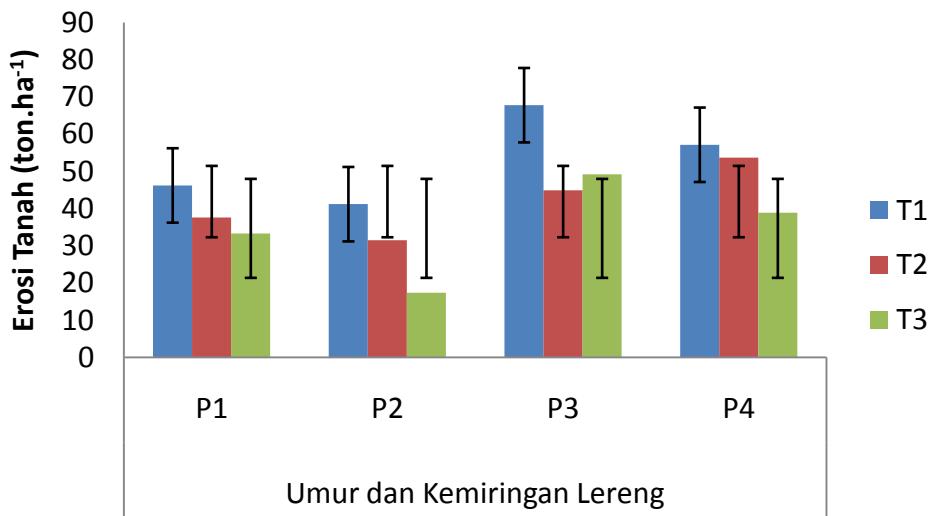
Rendahnya aliran permukaan pada P2T3 disebabkan oleh dua faktor utama yaitu: penutupan tajuk tanaman dan kemiringan lereng. Pada P2T3 adanya tanaman sela pada kelapa sawit yang ditanami kedelai + strip *mucuna bracteata* (musim penghujan/tanam I) menghasilkan penutupan lahan yang cukup besar dimana sekitar 75 % permukaan tanah tertutup secara merata, serta lebih beragamnya kondisi kekasaran permukaan tanah oleh perakaran tanaman. Pada perlakuan P2T3, adanya *mucuna bracteata* menjadi pembeda dibandingkan perlakuan yang lain. *Mucuna bracteata* dengan tingkat pertumbuhan yang cepat menjadi filter tambahan selain kedelai sehingga butiran hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat ditekan energinya dan mengurangi volume aliran permukaan, disisi lain infiltrasi lebih besar.

### Erosi Tanah

Hasil uji lanjut terhadap rata-rata perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan umur tanaman dan kemiringan lereng



Gambar 1. Total aliran permukaan akibat konservasi tanah pada kelapa sawit muda



Gambar 2. Total erosi tanah akibat konservasi tanah pada kelapa sawit muda

yang dikombinasikan dengan tindakan konservasi tanah berpengaruh nyata terhadap erosi tanah. Perlakuan sawit umur 5-7 bulan dengan kemiringan lereng 15 – 25% (P2) dengan tindakan konservasi tanah kelapa sawit + padi gogo ditanam berurutan dengan kedelai + strip *Mucuna bracteata* (T3) menghasilkan erosi tanah terendah (11,96 ton/ha) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Sedangkan perlakuan sawit umur 5-7 bulan dengan kemiringan lereng 30 – 40% (P3) dengan tindakan konservasi kelapa sawit + gulma dibiarkan tumbuh pada gawangan kelapa sawit (T1) nyata menghasilkan erosi tanah lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (57,17 ton.ha<sup>-1</sup>).

Besarnya erosi tanah yang terjadi erat kaitannya dengan aliran permukaan yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan. Erosi yang nyata lebih rendah pada kombinasi perlakuan P2T3 dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya disebabkan oleh adanya penanaman tanaman pangan semusim dan kelompok legum yang berfungsi

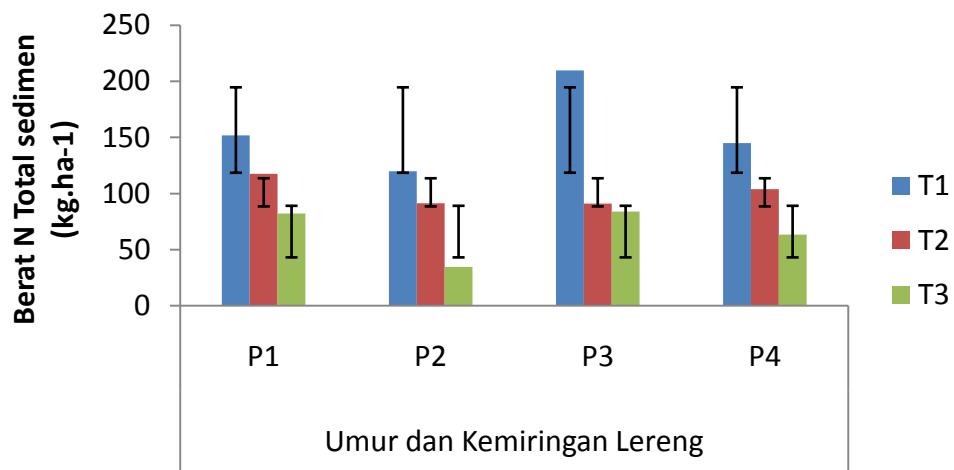
sebagai penutup permukaan tanah, yang dapat berdampak positif terhadap perbaikan sifat tanah terutama terhadap sifat fisik dan biologi tanah. Adanya tanaman semusim dan legume dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah 12,5 % dari kondisi awal, hal ini sangat penting dalam mengurangi erodibilitas tanah. Sedangkan perlakuan konservasi tanah lainnya hanya dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah 8 % - 10,7 %.

#### Hara Sedimen

#### Nitrogen

Kehilangan N yang diukur pada sedimen adalah dalam bentuk N total. Hasil uji lanjut sidik ragam menunjukkan bahwa teknik konservasi tanah berpengaruh nyata terhadap jumlah kehilangan nitrogen, sedangkan umur dan kemiringan lereng tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah kehilangan N total tanah di dalam sedimen (Gambar 3).

Perlakuan konservasi tanah T3 menyebabkan kehilangan N total nyata lebih rendah pada umur dan kemiringan



Gambar 3. N-Total tanah yang terbawa erosi akibat teknik konservasi tanah

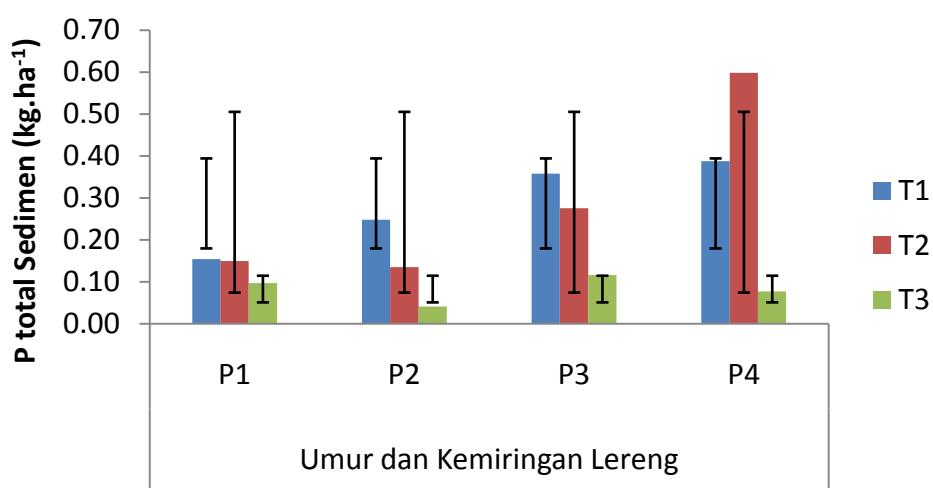
lereng P2 dibandingkan perlakuan konservasi tanah T2 dan T1. Kehilangan N total yang lebih rendah pada T3 selain disebabkan oleh erosi tanah yang paling rendah (gambar 2), juga karena disebabkan rendahnya kehilangan C organik tanah yang besar pada perlakuan T3. C organik merupakan sumber N tanah yang utama selain berasal dari fiksasi udara, semakin tinggi pencucian C organik akan menyebabkan kehilangan N yang besar.

#### Fosfor

Uji terhadap kehilangan P total tanah menunjukkan perlakuan konservasi

tanah berpengaruh terhadap berat P di dalam sedimen yang terangkut bersama sedimen, tetapi umur dan kemiringan lereng tidak berpengaruh nyata. Perlakuan T3 menghasilkan berat P terendah yang terdapat pada kelapa sawit umur 7-24 bulan pada kemiringan lereng 15-25 %. Sedangkan berat P tertinggi ditemui pada perlakuan T2 pada tanaman kelapa sawit umur 7-24 bulan pada kemiringan lereng 30-40 %.

Gambar 4 juga menunjukkan bahwa perlakuan T3 sangat efektif mencegah kehilangan hara P pada semua umur dan kemiringan lereng,



Gambar 4. P-Total tanah yang terbawa erosi akibat teknik konservasi tanah

namun secara umum kehilangan hara P yang tinggi terjadi pada perlakuan konservasi tanah T1. Tingginya kehilangan hara P pada perlakuan T1 terkait dengan jumlah erosi yang tinggi pada perlakuan tersebut, yang mana tanah yang terangkut melalui erosi adalah tanah lapisan atas yang memiliki kadar hara yang lebih tinggi daripada lapisan tanah di bawahnya.

#### Kalium

Analisis uji lanjut terhadap rerata jumlah K yang terangkut bersama sedimen menunjukkan perlakuan konservasi tanah dan umur tanaman berpengaruh nyata terhadap berat K di dalam sedimen. Gambar 5 menunjukkan bahwa perlakuan T3 menghasilkan berat K terendah yang terdapat pada kelapa sawit umur 7-24 bulan pada kemiringan lereng 15-25 %. Sedangkan berat K tertinggi ditemui pada perlakuan T1 pada tanaman kelapa sawit umur 5-7 bulan pada kemiringan lereng 15-25 % (P3).

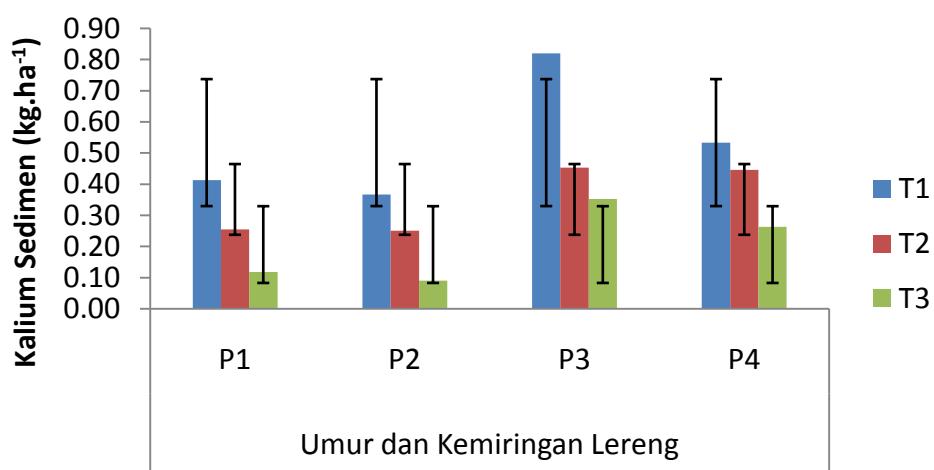
Tingginya kehilangan hara K pada perlakuan T1 pada tanaman kelapa sawit umur 5-7 bulan pada kemiringan

lereng 15-25 % (P3) disebabkan karena unsur kalium merupakan unsur yang sangat mudah mengalami pelindian/pencucian dibandingkan N dan P.

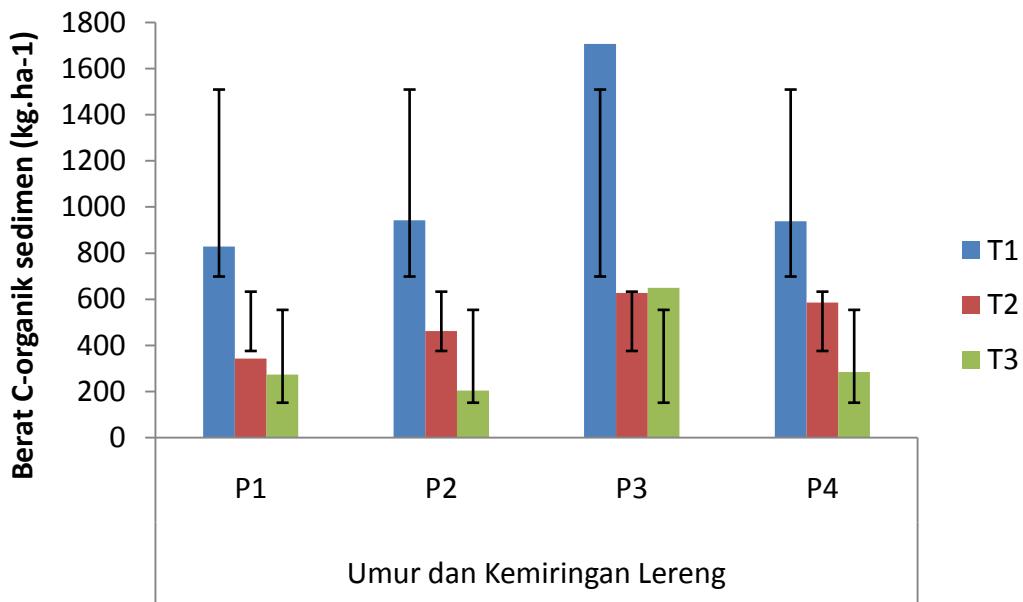
#### C organik

Analisis uji lanjut terhadap rerata jumlah C organik menunjukkan perlakuan konservasi tanah berpengaruh terhadap berat C organik di dalam sedimen yang terangkut bersama sedimen, tetapi umur dan kemiringan lereng tidak berpengaruh nyata. Perlakuan T3 menghasilkan berat C organik terendah yang terdapat pada kelapa sawit umur 7-24 bulan pada kemiringan lereng 15-25 %. Sedangkan berat C organik tertinggi ditemui pada perlakuan T1 pada tanaman kelapa sawit umur 5-7 bulan pada kemiringan lereng 15-25 % (P3).

Tingginya kehilangan C organik pada perlakuan T1 terkait dengan jumlah erosi yang tinggi pada perlakuan tersebut, yang mana tanah yang terangkut melalui erosi adalah tanah lapisan atas merupakan lapisan yang paling banyak mengandung karbon tanah yang berada dalam bentuk C organik.



Gambar 5. Kalium yang terbawa erosi akibat teknik konservasi tanah



Gambar 6. C-organik yang terbawa erosi akibat teknik konservasi tanah

Rendahnya kehilangan C organik pada T3 diduga karena efektifnya strip tanaman *Mucuna bracteata* dan padi gogo dalam menyaring partikel tanah yang terangkut melalui erosi sehingga kadar C organik sedimen menjadi rendah.

## KESIMPULAN

Teknik konservasi tanah pada budidaya kelapa sawit dapat menekan laju aliran permukaan, erosi tanah dan kehilangan hara. Perlakuan konservasi tanah padi gogo ditanam berurutan dengan kedelai + strip *Mucuna bracteata* (T3) paling efektif menekan aliran permukaan dan erosi tanah serta mencegah kehilangan hara.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat DIKTI KEMENDIKBUD atas pendanaan penelitian Hibah Fundamental tahun 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2013. Aceh Dalam Angka. BPS Provinsi Aceh.
- Blanco. H., Lal., R., 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer Science+Business Media B.V.
- Chen. T, R.Q Niu, Y. Wang, P.-X. Li, L.P Zhang, B. Du, 2011. Assessment of spatial distribution of soil loss over the upper basin of Miyun reservoir in China based on RS and GIS techniques. Environ Monit Assess (2011) 179:605–617. DOI 10.1007/s10661-010-1766-z
- Fuady. Z., H. Satriawan, 2011. Penerapan Guludan Terhadap Laju Aliran Permukaan Dan Erosi. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Presisi, Medan 2011. ISBN 979-458-591-2. Medan 25 Nopember.
- Fitri., R, 2010. Perencanaan Usahatani Berbasis Pinang untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Kecamatan Peusangan Selatan

- Provinsi Aceh. Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS – PTN Wilayah Barat Tahun 2010. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. ISBN 979-602-96609-8-2. Pp 548
- Morgan. R.C.P., 2005. Soil Erosion and Conservation. Third Edition. Blackwell Publishing.
- Satriawan, H., C. Azizah, 2011. Penentuan Indeks Bahaya Erosi di Kecamatan Peusangan Selatan. Hibah Internal Universitas Almuslim. Tidak dipublikasikan.
- Satriawan. H., Z. Fuady, Fitriani, C.E., 2012. Potensi Agroforestry Dalam Pengendalian Erosi Dan Perbaikan Kualitas Tanah. Prosiding Seminar Nasional Agroforestry III, Yogyakarta 2012. ISBN 978-979-16340-3-8. Yogyakarta 29 Mei.
- Satriawan, H., R. Fitri, Nuraida, Erlita., 2011. Kajian Erosi Pada Agroforestry Berbasis Pinang Dan Kakao Di Kecamatan Juli Kabupaten Bireuen. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Presisi, Medan 2011. ISBN 979-458-591-2. Medan 25 Nopember.
- Zuazo, D.V.H., Martinez, F.J.R., Martinez, A.R., 2004. Impact of Vegetatif Cover on Runoff and Soil Erosion at Hillslope Scale in Lanjaron, Spain, *The Environmentalist*, 24, 39–48, 2004, Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

**STRATEGI KONSERVASI SUMBERDAYA AIR DI DESA REGUNUNG, KECAMATAN  
TENGARAN, KABUPATEN SEMARANG**

**(The Strategy of Water Resources Conservation in Regunung Village, Tengaran  
Subdistrict, Semarang District)**

**Sri Puatin<sup>1)</sup>, Munifatul Izzati<sup>2)</sup>, Sudarno<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2)</sup>Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang

*Contact Author : puatinsri@yahoo.com*

**ABSTRACT**

*Water resource conservation is a required activity to do in Regunung Village, Tengaran Subdistrict, Semarang District because this area is potentially dried and has often experienced the lack of clean water even though the water resource conservation is vegetatively conducted. The research is conducted from June to August 2014. The purpose of this research is to analyze the strategy of water resource conservation in Regunung Village by analyzing the social-economy condition and physical condition. The method used to gain data is observation and direct measuring including vegetation analysis, the data analysis of the condition of the changing of the land; the crossed tabulation analysis and Marcov Chain for the projection of the changing of the land use; the technique of interview using questioners to know the participation of community; the secondary data analysis, FGD to determine the strategy of water resource conservation with SWOT analysis. The population of this research is the people of Regunung Village. Respondent is purposively determined by the number of respondent based on Slovin formula, while the FGD informant is purposively determined. The result of the research shows that the condition of Regunung Village is located at discharged area CAT Salatiga with the various level of elevation and the type of soil is latosol. The changing of the use of land happening since 1991 - 2014. The vegetation condition shows that the planting method used in Regunung Village is Agroforestry. The index of diversity for three in Regunung Village is at the low level (0,8). The result of the social-economy condition research shows that the majority people's income is less than Rp. 1.000.000,00 and the level of participation is on placation level. The Water Resource Conservation Strategy suggested is the diversification strategy.*

**Keywords:** Agroforestry, SWOT analysis, Regunung Village, people forest, the need-logging

**PENDAHULUAN**

Air tanah sebagai sumber daya, keberadaannya terbatas dan kerusakannya dapat mengakibatkan dampak yang luas. Sumberdaya air mengalami degradasi, distribusi air terhadap waktu makin

timpang dan kualitasnya menurun. Kondisi tersebut diperparah oleh perubahan iklim global yang menyebabkan berbagai persoalan lingkungan (Asdak, 2014). Penelitian ini penting dilakukan mengingat air sebagai sumberdaya yang

esensial, tak terbarukan, dan pemanfaatannya yang cenderung semakin meningkat memerlukan upaya konservasi. Konservasi air tanah adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi air tanah agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang (PP No. 43, 2008). Konservasi sumberdaya air penting dilakukan terutama di wilayah yang didominasi oleh lahan kritis dan lahan kering, di wilayah yang telah diidentifikasi sebagai daerah dengan akuifer produktivitas kecil-sedang, dan daerah air tanah langka (Mawardi, 2012) sebagaimana di Desa Regunung, Kecamatan Tengaran, Kabupaten Semarang.

Desa Regunung termasuk akuifer produktifitas sedang (Dinas ESDM Propinsi Jateng, 2005), sering mengalami kekurangan air bersih dan rawan kekeringan (Suara Merdeka, 2009) meski upaya konservasi telah dilaksanakan sejak tahun 1995 melalui penghijauan (Nugrahanti, 2012) dengan beberapa penghargaan nasional. Berdasarkan data potensi kehutanan yang ada, Desa Regunung merupakan wilayah dengan lahan kritis terluas ke-3 di Kecamatan Tengaran, Kabupaten Semarang (Dinas Pertanian, 2013) dan berdasarkan data dari Bagian Sosial Setda Kabupaten Semarang Tahun 2005 merupakan desa rawan kekeringan (Adi, 2011).

Bertolak pada alasan tersebut maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan

untuk merumuskan strategi konservasi sumberdaya air dengan menganalisis kondisi fisik meliputi kondisi lahan, air, vegetasi, serta kondisi sosial ekonomi dan partisipasi masyarakat terhadap penghijauan di desa tersebut. Analisis kondisi lahan, air, dan vegetasi, kondisi sosial ekonomi masyarakat beserta kelembagaan di dalamnya, serta partisipasi masyarakat perlu dilakukan karena faktor-faktor tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi tindakan konservasi (Willy & Holm-Müller, 2013) dan merupakan satu kesatuan dalam hal pengelolaan lingkungan yang harus dikaji secara menyeluruh dan terpadu untuk mewujudkan kelestarian lingkungan yang berkelanjutan.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Regunung, Kecamatan Tengaran, Kabupaten Semarang pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2014 dengan metode *mixed method* karena analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif SWOT yang didukung oleh data-data kuantitatif. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi, survei, wawancara dan *Focus Group Discussion* (FGD). Data primer yang digunakan meliputi ketersediaan air tanah, kebutuhan air, analisis komunitas tumbuhan, kualitas air sumur, dan tingkat partisipasi masyarakat terhadap penghijauan. Data sekunder yang digunakan meliputi citra landsat Desa Regunung Tahun 1991, 2001 dan 2014, peta tematik Kabupaten Semarang, peta

potensi CAT Salatiga, Data Curah Hujan dan temperatur (BMKG Prov. Jawa Tengah, 2014). Sampel air sumur ditentukan secara acak, sampel lokasi penghijauan dan informan ditentukan secara purposif, sedangkan responden kuisioner ditentukan berdasarkan rumus Slovin.

Variabel yang digunakan yaitu variabel ekologi, dan variabel sosial ekonomi. Variabel ekologi meliputi kondisi lahan, kondisi air dan kondisi vegetasi. Untuk mengetahui kondisi lahan dilakukan overlay citra landsat. Prediksi perubahan penggunaan lahan menggunakan metode *marcov chain*. Sampel air sumur untuk mengetahui kualitas air tanah di Desa Regunung diuji di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Semarang pada tanggal 13 Agustus 2014. Kondisi air di Desa Regunung meliputi ketersediaan air dan kebutuhan air. Ketersediaan air dihitung dengan persamaan Schict & Walton, 1961 (Pusat Studi Kebumian UNDIP, 2002) sedangkan kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan air rumah tangga, non domestik, peternakan dan pertanian. Kondisi vegetasi meliputi pola tanam, mekanisme pemanfaatan pohon, jenis spesies dominan, dan indeks keanekaragaman diukur dengan metode kuadran (Indriyanto, 2012) di tempat yang telah dilakukan penghijauan yaitu hutan/kebun rakyat, pinggir jalan dan pinggir sungai. Kondisi sosial ekonomi meliputi kondisi demografi, kelembagaan, tingkat partisipasi masyarakat terhadap penghijauan. Analisis tingkat persepsi dan

partisipasi masyarakat menggunakan metode kuesioner berdasarkan tangga partisipasi *Arnstein*.

Data selanjutnya dianalisis dengan metode analisis kualitatif yaitu analisis SWOT melalui *focus group discussion* (FGD) karena Analisis SWOT adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi dari suatu institusi/organisasi didasarkan pada logika dalam memaksimalkan kekuatan (*strength*) dan peluang (*opportunities*), dan secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan tantangan (*threats*) (Rangkuti, 2013) dengan tahapan sebagai berikut (Rangkuti, 2013b) :

**a. Identifikasi Faktor Internal.**

Faktor internal meliputi kondisi lahan, kondisi air, kondisi vegetasi dan kondisi sosial ekonomi yang dianalisis sebagai faktor kekuatan/kelemahan di Desa Regunung.

**b. Identifikasi Faktor Eksternal**

Faktor eksternal meliputi kondisi yang berada di luar Desa Regunung yang terkait dengan upaya pelestarian lingkungan terutama dalam hal konservasi sumberdaya air di Desa Regunung yang dianalisis sebagai faktor tantangan/peluang.

**c. Menentukan Faktor Strategi Internal dan Eksternal (IFAS dan EFAS)**

IFAS dan EFAS ditentukan untuk mengetahui posisi Desa Regunung pada peta strategi dan menentukan faktor prioritas (tertinggi) dari berbagai faktor internal dan eksternal yang ada.

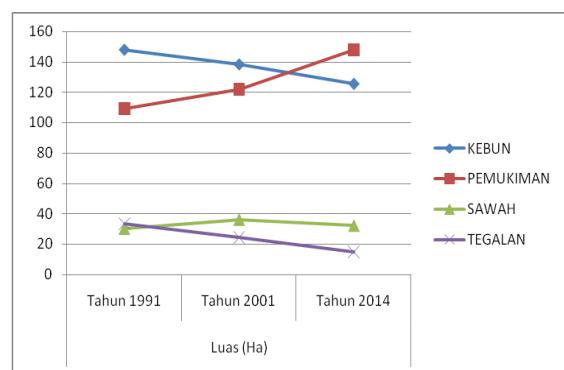
#### d. Perumusan alternatif strategi

Alternatif strategi disusun berdasarkan kombinasi faktor internal dan faktor eksternal prioritas yang akan menghasilkan minimal 4 buah strategi meliputi : Strategi SO (*sel comparative advantages*), Strategi ST (*sel mobilization*), Strategi WO (*sel divestment/investmen*), dan strategi WT (*sel damage control*).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Kondisi Lahan

Berdasarkan hasil overlay peta tematik Kabupaten Semarang pada peta potensi CAT Salatiga, diketahui bahwa Desa Regunung, Kecamatan Tengaran, Kabupaten Semarang terletak di wilayah imbuhan Cekungan Air Tanah (CAT) Salatiga dan dilalui oleh aliran air tanah dari CAT Salatiga sehingga diidentifikasi sebagai faktor kekukatan karena dengan adanya aliran air tanah tersebut menunjukkan bahwa Desa Regunung memiliki potensi air yang dapat dimanfaatkan. Kelerengan bervariasi dari datar hingga curam menuntut upaya konservasi yang lebih cermat agar tidak menimbulkan efek bencana lainnya. Data

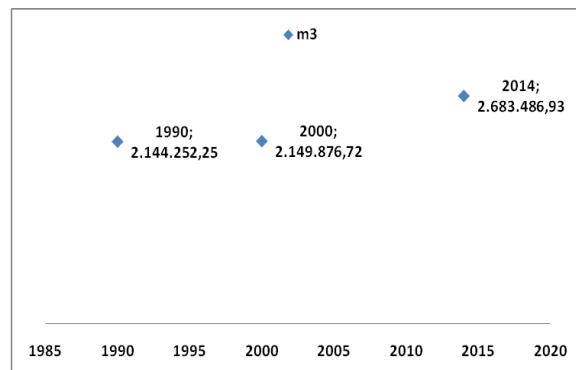


Sumber : Analisis data (2014)

Gambar 1. Grafik Perubahan Penggunaan Lahan di Desa Regunung

citra landsat Desa Regunung pada tahun 1991, 2001 dan 2014 menunjukkan perubahan penggunaan lahan sejak tahun 1991-2014 sebesar 12,163%. Hasil olah data citra menunjukkan terjadi peningkatan lahan permukiman dan penurunan lahan tegalan, kebun dan sawah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Perubahan penggunaan lahan tersebut menyebabkan perubahan koefisien *run off* dan meningkatkan volume *run off* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis tabulasi silang dilakukan untuk mengetahui pergeseran luas lahan yang satu ke penggunaan lahan lainnya (Indratno & Irwinskyah, 1998). Berdasarkan analisis tabulasi silang, pada tahun 2014, peningkatan pemukiman berasal dari lahan kebun sedangkan persentase pergeseran perubahan penggunaan lahan terbesar relatif terhadap luas lahan awalnya adalah lahan tegalan sebesar 5,807%. Prediksi perubahan penggunaan lahan pada tahun 2037 dengan metode *marcov chains* diketahui bahwa penggunaan lahan untuk lahan kebun berkurang sebesar 6,07%, penggunaan



Sumber : Analisis data (2014)

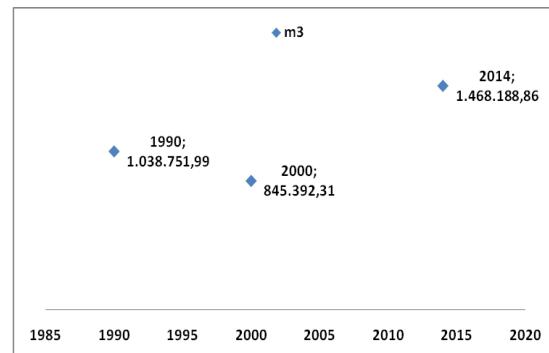
Gambar 2. Grafik volume *run off* Desa Regunung

lahan pemukiman meningkat sebesar 8,033%, penggunaan lahan sawah meningkat 0,634% dan penggunaan lahan tegalan berkurang sebesar 2,57%. Kemiringan lahan yang bervariasi dan perubahan penggunaan lahan yang menurunkan kemungkinan air hujan terinfiltasi ke dalam tanah diidentifikasi sebagai faktor internal kelemahan.

#### b. Kondisi Air

Potensi air tanah Desa Regunung berdasarkan Peta Potensi Air Tanah Cekungan Air Tanah Salatiga dan berdasarkan hasil *overlay* citra *landsat* termasuk ke dalam kategori potensi air tanah akuifer produktifitas sedang (Dinas ESDM Propinsi Jateng, 2005). Kualitas air di Desa Regunung berdasarkan sampel air sumur yang diuji pada tanggal 7 Agustus 2014 menunjukkan bahwa kualitas air di Desa Regunung sesuai standar Permenkes No. 492/Menkes/Per/2010. Ketersediaan air menurut Triatmodjo (2010: 307 dalam Sholichin et al., 2013) adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu yang dapat dikategorikan menjadi ketersediaan air permukaan dan ketersediaan air tanah. Ketersediaan air di Desa Regunung berdasarkan persamaan Schict & Walton(1961 dalam Pusat Studi Kebumian UNDIP, 2002) sebagaimana Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan ketersediaan air berkurang pada tahun 1990-2000 sebesar 22,87% dan meningkat kembali



Gambar 3. Grafik ketersediaan air tanah di Desa Regunung

pada Tahun 2014 sebesar 42,42% yang dipengaruhi oleh jumlah curah hujan pada tahun yang bersangkutan. Kebutuhan air di Desa Regunung dihitung berdasarkan kebutuhan air domestik/rumah tangga dengan baku kebutuhan air domestik penduduk desa yaitu 100 l/orang, kebutuhan air non domestik dihitung berdasarkan jumlah sekolah, kantor dan mushola/masjid, kebutuhan air pertanian dihitung berdasarkan luas lahan pertanian dengan irigasi semi teknis, kebutuhan air peternakan dihitung berdasarkan jumlah ternak yang ada di Desa Regunung dengan standar baku kebutuhan air (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Jumlah kebutuhan air di Desa Regunung Tahun 2014 sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan air di Desa Regunung Tahun 2014

No	Kebutuhan	Jumlah (m³/tahun)
1.	Domestik	138.298,50
2.	Non Domestik	1.755,65
3.	Pertanian	335.508
4.	Peternakan	10.418,93
<b>Jumlah</b>		<b>485.981,08</b>

Sumber : Analisis Data (2014)

**c. Kondisi Vegetasi**

Hasil pengukuran menggunakan metode kuadran menunjukkan bahwa Pola tanam hutan rakyat telah menerapkan pola tanam agroforestri yang memberikan keuntungan secara ekonomi maupun secara ekologi dengan jenis dominan sengon, jati dan mahoni. Pemilihan jenis tanaman menentukan keberhasilan konservasi sumberdaya air, karena menurut Asdak (2014) pemilihan jenis tanaman yang tidak tepat dapat menurunkan besarnya hasil air karena cadangan air tanah di tempat berlangsungnya kegiatan tersebut berkurang oleh adanya proses evapotranspirasi. Pola tanam dan jenis dominan tersebut dalam analisis SWOT diidentifikasi sebagai faktor internal kekuatan. Nilai Indeks Keanekaragaman Spesies (H) digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas dan kompleksitasnya. Keanekaragaman suatu komunitas tinggi jika disusun oleh banyak spesies. Indeks keanekaragaman di Desa Regunung rendah ( $H<1$ ) menunjukkan bahwa ekosistem di Desa Regunung belum stabil. Kestabilan ekologi sangat penting karena ekologi yang stabil akan meningkatkan daya dukung lingkungan bagi kehidupan makhluk hidup diatasnya. Mekanisme pemanfaatan pohon menggunakan mekanisme tebang butuh yaitu mekanisme menebang pohon sebelum umur masak pohon dikarenakan desakan ekonomi yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan upaya konservasi sumberdaya air di Desa Regunung. Oleh karena itu, indeks

keanekaragaman pohon dan mekanisme tebang butuh dalam analisis SWOT diidentifikasi sebagai faktor internal kelemahan.

**d. Kondisi Sosial Ekonomi**

Masyarakat Desa Regunung (85%) telah mengenyam pendidikan dasar menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat Desa Regunung telah melek huruf yang memberikan dampak positif terhadap persepsi masyarakat karena semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang akan memberikan pengaruh positif terhadap persepsi seseorang dalam pengambilan keputusan. Mata pencaharian penduduk sebagian besar adalah buruh tani, petani dan peternak dengan tingkat pendapatan mayoritas penduduk kurang dari 1 juta rupiah. Masih rendahnya tingkat pendapatan penduduk dapat memperparah mekanisme tebang butuh yang akan memberikan dampak negatif secara ekologi.

Kelembagaan di Desa Regunung antara lain kelompok tani, gapoktan dan kelompok pengguna air. Upaya konservasi telah dilakukan dengan dukungan peraturan-peraturan desa antara lain Perdes No 06 Tahun 2008 tentang Penanaman Pada Bibir Sungai; Perdes No 08 Tahun 2008 tetang Perizinan Pendirian Industri Pengolahan Kayu; Perdes No 07 Tahun 2009 tentang Tebang Satu Tanam Lima Pohon; dan Perdes No 08 Tahun 2009 tentang Nikah dan Tanam Pohon. Terdapat asosiasi petani hutan rakyat se Kecamatan Tengaran yang memfasilitasi pemasaran hasil hutan rakyat. Tenaga penyuluh di Desa tersebut juga menjadi

modal dalam upaya konservasi sumberdaya air di Desa Regunung. Kegiatan-kegiatan lain terkait konservasi sumberdaya air di Desa Regunung antara lain adanya kegiatan rehabilitasi lahan dan hutan oleh dinas terkait meskipun dalam FGD (*focus group discussion*) dikatakan bahwa program-program pemerintah tersebut sering tidak berkelanjutan. Kelembagaan dalam Desa menjadi faktor internal kekuatan sedangkan kelembagaan di luar desa, tenaga penyuluhan dan kegiatan dinas terkait menjadi faktor peluang dalam upaya konservasi sumberdaya air.

#### e. Tingkat Partisipasi

Tingkat partisipasi dipengaruhi oleh tingkat persepsi masyarakat. Hasil analisis tingkat persepsi masyarakat Desa Regunung terhadap penghijauan termasuk tinggi dengan skor 1.119. Tingkat partisipasi masyarakat terhadap penghijauan di Desa Regunung diukur berdasarkan tangga partisipasi Arnstein (Arnstein, 1969 dalam Mediawati, 2011) dengan interval skor hasil analisis data adalah 3.435 termasuk pada tangga placation dimana pada tahap ini suara masyarakat telah didengarkan oleh pemerintah. Tingkat persepsi dan partisipasi masyarakat di Desa Regunung tersebut telah mengantarkan Desa Regunung meraih penghargaan nasional.

#### f. Analisis Strategi Konservasi Sumberdaya Air

Analisis strategi konservasi sumberdaya air dilakukan dengan metode analisis SWOT melalui *focus group discussion* (FGD) dengan terlebih dahulu

melakukan identifikasi faktor strategis internal maupun eksternal dan skoring data untuk menentukan nilai kepentingan faktor internal dan eksternal. Berdasarkan perhitungan nilai kepentingan masing-masing faktor diketahui bahwa letak Desa Regunung pada peta strategis terletak pada kuadran 2 (dua) yang menunjukkan bahwa strategi konservasi sumberdaya air di Desa Regunung yang disarankan adalah strategi diversifikasi berdasarkan strategi prioritas terpilih yang selanjutnya dituangkan dalam rencana program jangka pendek, rencana program jangka menengah dan rencana program jangka panjang untuk mewujudkan strategi tersebut.

### KESIMPULAN

#### a. Kondisi Fisik Desa Regunung

Desa Regunung mempunyai kelerengan datar hingga curam. Pada tahun 2037 diprediksi penggunaan lahan kebun berkurang sebesar 6,097%, penggunaan lahan tegalan berkurang sebesar 2,57%, terjadi peningkatan permukiman sebesar 8,033% dan peningkatan lahan sawah 0,634%. Kualitas air Desa Regunung termasuk kategori standar. Kebutuhan air domestik 164.688 m<sup>3</sup>/th, non domestik 1.755,65 m<sup>3</sup>/th, pertanian 335.508 m<sup>3</sup>/th dan peternakan 10.418,93 m<sup>3</sup>/th. Jenis pohon dominan di Desa Regunung adalah jati, sengon dan mahoni. Indeks keanekaragaman pohon di Desa Regunung termasuk kategori rendah. Pola tanam di Desa Regunung agroforestri dengan mekanisme tebang tubuh.

**b. Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Desa Regunung**

Penduduk 83% telah berpendidikan dasar dengan rata-rata tingkat pendapatan penduduk kurang dari Rp. 1.000.000,00. Kelembagaan yang mendukung upaya konservasi di Desa Regunung antara lain Gapoktan, Kelompoktani, Kelompok Pengguna Air dan Lembaga Asosiasi petani Hutan Rakyat se Kecamatan Tengaran. Terdapat 4 (empat) peraturan desa terkait upaya konservasi sumberdaya air. Tingkat partisipasi masyarakat Desa Regunung terhadap penghijauan menurut tahap partisipasi Arnstein termasuk dalam tahap *placation*.

**c. Strategi Konservasi Sumberdaya Air di Desa Regunung**

Berdasarkan hasil analisis SWOT, posisi Desa Regunung saat ini pada peta strategi berada pada kuadran 2 (dua) dimana strategi konservasi sumberdaya air yang disarankan adalah strategi diversifikasi yang selanjutnya dituangkan ke dalam rencana program jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala PUSBINDIKLATREN BAPPENAS atas bantuan pembiayaan pendidikan, Pemerintah Kabupaten Semarang dan Program Studi Magister Ilmu Lingkungan UNDIP.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adi, H. P. (2011). *Kondisi dan Konsep Penanggulangan Bencana Kekeringan Di Jawa Tengah. Seminar Nasional Mitigasi dan Ketahanan Bencana*. UNNISULA.
- Amir, M. A. (2010). Analisis SWOT. 28 agustus. Retrieved from <http://media-amran.blogspot.com/2010/08/analisis-swot.html>
- Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (ke-4th ed.). Gadjah Mada University Press.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 19-6728.1-2002* (pp. 11–13). Jakarta.
- Indratno, I., & Irwinskyah, R. (1998). Aplikasi Analisis Tabulasi Silang (Crosstab) Dalam Perencanaan Wilayah dan Kota. *Jurnal PWK*, 9(2).
- Bappeda Kota, & Kupang. (2013). Kepadatan Penduduk Per Km2. 5 Februari. Retrieved from <http://bappedakotakupang.info/peta-tematis/221-kepadatan-penduduk-per-km-persegi.htm>
- BMKG Prov. Jawa Tengah. (2014). *Curah Hujan dan Suhu*. Semarang.
- Dinas ESDM Propinsi Jateng. (2005). Peta Potensi Air Tanah, Cekungan Air Tanah Salatiga. Retrieved from <http://esdm.jatengprov.go.id/images/Peta/air-Tanah/Peta-Potensi-Air-Tanah-CAT-Salatiga.jpg>
- Dinas Pertanian, P. dan K. (2013). *Data Potensi Kehutanan Kabupaten Semarang Tahun 2013* (p. 50). Ungaran, Kabupaten Semarang: Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan.

- Indriyanto. (2012). *Ekologi Hutan* (ke-4th ed.). Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Sholichin, M., Yuliani, E., & Kahfi, A. M. (2013). *Analisis Ketersediaan dan Prediksi Kebutuhan Air di Kabupaten Jombang*. Universitas Brawijaya. Retrieved from <http://recordingwre.staff.ub.ac.id/files/2013/02/Analisis-Ketersediaan-Dan-Prediksi-Kebutuhan-Air-Di-Kabupaten-Jombang-Alivia-Maharani-Kahfi-0910640021.pdf>
- Khatulistiwa, B. (2012). Analisa Tekanan Penduduk agraris. *12 Januari*. Retrieved from <http://kakaramdhanolii.wordpress.com/2012/12/01/analisis-tekanan-penduduk-agraris/>
- Lembaga Demografi FEUI. (2007). *Dasar-Dasar Demografi*. (A. D. Prayoga, Ed.). Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI.
- Mediawati, T. Y. (2011). *Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Lingkungan Pada Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPM) Mandiri Perkotaan di Kabupaten Jember Propinsi Jawa Timur*. Universitas Diponegoro.
- Mawardi, M. (2012). *Rekayasa Konservasi Tanah dan Air*. (M. Mawardi, Ed.) (ke-1st ed., p. 131). Yogyakarta: Burrsa Ilmu.
- Nugrahanti, A. P. (2012). *Hutan Rakyat* : Banyak Pohon Banyak Rejeki. *30 Agustus*. Retrieved from <http://www.otonomidaerah.org/hutan-rakyat-banyak-pohon-banyak-rejeki/>
- PP No. 43. (2008). PP RI No 43 Tahun 2008 Tentang Air Tanah. Jakarta, Indonesia: Pemerintah RI.
- Pusat Studi Kebumian UNDIP. (2002). *Survey Potensi Air Bawah Tanah Kabupaten Semarang*. Semarang: Bappeda Kab Semarang.
- Rangkuti, F. (2013a). *Analisis SWOT* (Cetakan ke.). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Rangkuti, F. (2013b). *SWOT Balanced Scorecard* (Ke-5th ed.). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Suara Merdeka. (2009, July). *86.490 Jiwa Rawan Kekeringan*. *11 Juli*. Semarang. Retrieved from <http://m.suaramerdeka.com/index.php/read/cetak/2009/07/11/71946>
- USGS - USA. (2014). Landsat Archive. Retrieved from <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- Willy, D. K., & Holm-Müller, K. (2013). Social influence and collective action effects on farm level soil conservation effort in rural Kenya. *Ecological Economics*, *90*, 94–103. doi:10.1016/j.ecolecon.2013.03.008

**PENENTUAN INDEKS KUALITAS TANAH AGROFORESTRI BERDASARKAN SIFAT KIMIA  
TANAH DI SUB-DAS BENGAWAN SOLO HULU WONOGIRI**  
*(Determination of Soil Quality Index Based on Soil Chemical Properties  
in The Upstream of Bengawan Solo River Basin Wonogiri)*

**Nur Machfiroh<sup>1\*)</sup>, Supriyadi<sup>2)</sup>, Sri Hartati<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta

<sup>2)</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta

\*Contact Author: nurmachfiroh.agt@gmail.com

**ABSTRACT**

*Land conversion extended to the upper of the watershed for residential and agricultural so soil's ability is decreased to support the soil quality. To solve these problems, in the region upstream of Bengawan Solo, enforced by Agroforestry plantings. Research carried out at the upstream of Bengawan Solo Wonogiri and Laboratory of Chemistry and Fertility of Soil Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University Surakarta, in June 2013 until March 2014. Research used a survey method by descriptive and exploratory. Determination of the location of the site sample is done by a stratified random sampling based onland map unit. Sampling was done by a purposive sampling method. The soil quality index is determined by summing the scores for each variable which has selected from Principal Component Analysis (PCA), and then it multiplied by the weight index. The result of the study show that the soil quality of Agroforestry in the upstream of Bengawan Solo Wonogiri based on the chemical properties of the soil is low. The value of soil quality index in the secondary forest is 2.6. While in the Agrosilvopastoral is 2.3 and in the Agrisilviculture is 2.1, which are lower than the secondary forest. Whereas in the Silvopastoral is 3.0, which is higher than the secondary forest.*

**Keywords :** land, over the function, PCA

**PENDAHULUAN**

Lingkungan tempat tinggal manusia pada dasarnya merupakan bagian dari DAS. DAS memiliki arti sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia, terutama terkait dengan ketersediaan air dan aspek-aspek yang berhubungan dengan kesuburan tanah. Namun ternyata, kelestarian DAS seringkali diabaikan. Hutan-hutan dialihfungsikan untuk memenuhi kebutuhan hidup yang semakin meningkat, yang terbesar adalah untuk perumahan dan areal pertanian, seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Pengalihfungsian lahan yang tidak

memperhatikan kesehatan lingkungan ini pada akhirnya merambah daerah hulu sehingga kondisi hulu menjadi semakin buruk (Warsito, 2009). Memburuknya kondisi hulu menimbulkan banyak kerugian, seperti tingginya intensitas bencana (banjir dan tanah longsor), berkurangnya kekayaan akan keberagaman flora dan fauna, serta yang terpenting adalah semakin berkurangnya kesuburan tanah akibat tingginya laju erosi, bahkan laju erosi pada sub-DAS Bengawan Solo Hulu yang merupakan lokasi penelitian mencapai  $604.990 \text{ m}^3/\text{th}$  (Japan International Cooperation Agency, 2005). Laju erosi

yang tinggi mempengaruhi kesuburan tanah, yang kemudian juga akan mempengaruhi produksi tanaman budidaya yang diusahakan para petani. Tingkat kesuburan tanah yang rendah akan menghasilkan produksi yang rendah, dan apabila hal tersebut berlangsung lama, maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi bencana lain berupa penurunan produktivitas hutan dan lahan tani di kawasan hulu yang kemudian disusul dengan penurunan produktivitas seluruh sektor perekonomian yang berupa barang dan jasa, termasuk di dalamnya pangan, di kawasan hilir (Warsito, 2009).

Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah melaksanakan sistem penanaman agroforestri. Tidak hanya berperan sebagai daerah tangkapan air, agroforestri dapat berperan dalam memperbaiki kesuburan tanah, terkait fungsi tanah sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman, karena keberagaman material organik yang dihasilkannya dapat menambah unsur hara, selain itu seresah yang dihasilkan juga dapat berperan dalam mengurangi laju erosi secara nyata (Pramono dan Nining, 2009) sehingga laju kehilangan lapisan tanah atas, yang mengandung banyak nutrisi, dapat dikurangi. *Cover crop* juga berperan penting dalam perbaikan tanah karena *cover crop* dapat memasok bahan organik, melindungi tanah dari erosi (Marzaioli *et al.*, 2012), dan menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk habitat mikroba (Krener, 2013) yang berperan dalam siklus hara.

Analisis sifat kimia tanah pada lahan agroforestri di daerah hulu DAS

Bengawan Solo perlu dilakukan karena dapat digunakan sebagai acuan untuk mengambil keputusan dalam usaha memperbaiki kualitas tanah di kawasan hulu. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Adapun tujuan dari penelitian antara lain untuk mengetahui kesuburan tanah dan indeks kualitas tanah pada tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu Wonogiri.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di sub-DAS Bengawan Solo Hulu yang memiliki luas 19.412,81 Ha (BPDAS, 2009) dan terletak pada  $110^{\circ} 53' 24''$ -  $111^{\circ} 05' 24''$  BT dan  $07^{\circ} 58' 48''$ -  $08^{\circ} 04' 48''$  LS, dan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2013 sampai dengan Maret 2014. Penelitian bersifat deskriptif eksploratif. Lokasi pengambilan sampel ditetapkan dengan metode *stratified random sampling* dengan menggunakan SPL (Satuan Peta Lahan) berdasarkan overlay antara peta penggunaan lahan agroforestri, peta sebaran jenis tanah, dan peta kemiringan lereng. Didapat 14 titik dari overlay tersebut, diantaranya hutan pinus sebagai kontrol (SPL 1), Tenggar (2), Hargasari (3), Ngambarsari (4), Ngambarwetan (5), Topan (6), Karangasem (7), Guwotirto (8), Pidekso (9), Sambeng (10), Tompak (11), Gunung Wangunan (12), Temboro (13), dan Giriwoyo (14). Pengambilan sampel tanah dilakukan secara *purposive sampling*.

Sifat kimia tanah yang dianalisis meliputi; pH (metode elektrometrik), daya hantar listrik (menggunakan *conductivity meter*), kapasitas tukar kation (metode penjenuhan amonium asetat) (Rhoades, 1982), kadar C organik (metode Walkey dan Black) (A. Walkey dan I. Black, 1934), nitrogen (N) total (metode Kjeldal) (International Institute of Tropical Agriculture, 1982), fosfor (P) tersedia (metode Bray I) (Murphy dan Riley, 1962), kalium (K) tersedia, serta kejenuhan basa yang berupa natrium (Na), kalium (K) (menggunakan flamefotometer), magnesium (Mg), kalsium (Ca) (menggunakan AAS). Hasil analisis peubah sekunder, berupa kadar lengas contoh tanah kering angin 0,5 mm (metode gravimetri), digunakan untuk menunjang perhitungan hasil analisis laboratorium kadar C organik, N total, P tersedia, dan K tersedia.

Hasil analisis laboratorium sifat kimia tanah dianalisis statistik dengan analisis korelasi dan *Principal Component Analysis* (PCA) atau analisis komponen utama dengan perangkat lunak Minitab 16. Penilaian kualitas tanah dilakukan dengan menggunakan indeks kualitas tanah melalui skoring pada beberapa data variabel terpilih dari PCA. Nilai skor berada pada interval 1 hingga 3. Semakin tinggi skor suatu variabel, semakin tinggi tingkat kualitas tanahnya. Perhitungan kualitas tanah dilakukan dengan menjumlahkan skor variabel yang dikalikan dengan indeks bobot. Penilaian kualitas tanah menggunakan indeks kualitas tanah (Zhan-jun et al., 2014).

$$IKT = \sum_{i=1}^n Wi \times Si$$

Dimana IKT = indeks kualitas tanah, Si = skor pada indikator terpilih, Wi = indeks bobot, n = jumlah indikator kualitas tanah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah pada lahan agroforestri di kawasan sub-DAS Bengawan Solo Hulu mengandung C organik pada kisaran rendah hingga sedang. Kadar C organik tertinggi terdapat pada SPL 14 (1,16 %), sedangkan terendah pada SPL 13 (0,17%). Kemasaman tanah berkisar antara masam hingga agak masam. SPL 14 yang memiliki pH paling mendekati netral. Kapasitas tukar kation berkisar antara rendah hingga tinggi. Tanah dengan kapasitas tukar kation rendah terdapat pada SPL 1 ( $12,27 \text{ cmol kg}^{-1}$ ), kapasitas tukar kation sedang terdapat pada SPL 2, 3, 5, 11, 12, 13, sedangkan kapasitas tukar kation tinggi terdapat pada SPL 4, 7, 8, 9, 10, 14. Kapasitas tukar kation dengan nilai tertinggi adalah SPL 10 ( $34,13 \text{ cmol kg}^{-1}$ ). N total tanah berkisar antara rendah ( $<0,1\%$ ) hingga sedang ( $0,1\% - 0,5\%$ ). Tanah dengan N total rendah terdapat pada SPL 9 (0,09%) dan 13 (0,06%), sedangkan sisanya tergolong sedang, dengan nilai tertinggi pada SPL 14 (0,18%). P tersedia tanah berkisar antara sedang ( $8-10 \text{ mg kg}^{-1}$ ) hingga tinggi ( $11-15 \text{ mg kg}^{-1}$ ). P tersedia dalam jumlah sedang, sekaligus sebagai nilai terkecil, terdapat pada SPL 12 ( $10,1 \text{ mg kg}^{-1}$ ), sedangkan P tersedia pada SPL lainnya tergolong tinggi, dengan nilai tertinggi pada SPL 3 ( $16,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ).

Tabel 1. Hasil (nilai rata-rata  $\pm$  standard deviasi) analisis sifat kimia tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu

SPL	C-organik (%)	pH H <sub>2</sub> O	KTK <sup>1</sup> (cmol kg <sup>-1</sup> )	N total (%)	P tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	K tersedia (cmol kg <sup>-1</sup> )	Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	KB <sup>2</sup> (%)	DHL <sup>3</sup> (dS m <sup>-1</sup> )
1	0.37 ( $\pm 0.00$ )	5.6 ( $\pm 0.17$ )	12.27 ( $\pm 18.48$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	11.6 ( $\pm 0.00$ )	0.43 ( $\pm 0.01$ )	2.50 ( $\pm 0.00$ )	3.07 ( $\pm 0.35$ )	52 ( $\pm 3$ )	0.052 ( $\pm 0.01$ )
2	0.37 ( $\pm 0.00$ )	5.1 ( $\pm 0.06$ )	21.07 ( $\pm 2.57$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	11.7 ( $\pm 0.00$ )	0.37 ( $\pm 0.01$ )	7.20 ( $\pm 0.00$ )	1.54 ( $\pm 0.34$ )	45 ( $\pm 1$ )	0.083 ( $\pm 0.05$ )
3	0.32 ( $\pm 0.00$ )	5.2 ( $\pm 0.06$ )	21.33 ( $\pm 2.57$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	16.5 ( $\pm 0.00$ )	0.24 ( $\pm 0.01$ )	3.69 ( $\pm 0.00$ )	1.70 ( $\pm 0.20$ )	28 ( $\pm 3$ )	0.037 ( $\pm 0.00$ )
4	0.61 ( $\pm 0.00$ )	5.4 ( $\pm 0.15$ )	29.33 ( $\pm 1.22$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	12.0 ( $\pm 0.00$ )	0.48 ( $\pm 0.02$ )	6.51 ( $\pm 0.00$ )	1.55 ( $\pm 0.13$ )	30 ( $\pm 2$ )	0.050 ( $\pm 0.00$ )
5	0.93 ( $\pm 0.00$ )	6.0 ( $\pm 0.15$ )	24.00 ( $\pm 6.04$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	13.4 ( $\pm 0.00$ )	0.31 ( $\pm 0.03$ )	1.82 ( $\pm 0.00$ )	1.04 ( $\pm 0.46$ )	15 ( $\pm 3$ )	0.768 ( $\pm 0.13$ )
6	0.99 ( $\pm 0.00$ )	5.5 ( $\pm 0.06$ )	18.67 ( $\pm 1.22$ )	0.17 ( $\pm 0.00$ )	11.3 ( $\pm 0.00$ )	0.41 ( $\pm 0.02$ )	7.23 ( $\pm 0.00$ )	1.07 ( $\pm 0.27$ )	46 ( $\pm 1$ )	0.090 ( $\pm 0.01$ )
7	0.52 ( $\pm 0.00$ )	5.8 ( $\pm 0.10$ )	24.27 ( $\pm 0.46$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	12.4 ( $\pm 0.00$ )	0.25 ( $\pm 0.01$ )	6.86 ( $\pm 0.00$ )	1.65 ( $\pm 0.33$ )	38 ( $\pm 3$ )	0.096 ( $\pm 0.02$ )
8	1.01 ( $\pm 0.00$ )	5.5 ( $\pm 0.00$ )	32.00 ( $\pm 4.45$ )	0.13 ( $\pm 0.00$ )	11.6 ( $\pm 0.00$ )	0.25 ( $\pm 0.01$ )	3.70 ( $\pm 0.00$ )	1.94 ( $\pm 0.37$ )	19 ( $\pm 1$ )	0.055 ( $\pm 0.01$ )
9	0.39 ( $\pm 0.00$ )	5.4 ( $\pm 0.00$ )	25.33 ( $\pm 1.85$ )	0.09 ( $\pm 0.00$ )	12.6 ( $\pm 0.00$ )	0.38 ( $\pm 0.02$ )	2.34 ( $\pm 0.00$ )	1.94 ( $\pm 0.21$ )	19 ( $\pm 1$ )	0.057 ( $\pm 0.00$ )
10	0.45 ( $\pm 0.00$ )	5.8 ( $\pm 0.06$ )	34.13 ( $\pm 3.95$ )	0.10 ( $\pm 0.00$ )	12.8 ( $\pm 0.00$ )	0.45 ( $\pm 0.08$ )	7.42 ( $\pm 0.00$ )	3.21 ( $\pm 1.25$ )	34 ( $\pm 6$ )	0.058 ( $\pm 0.02$ )
11	0.68 ( $\pm 0.00$ )	5.5 ( $\pm 0.00$ )	21.60 ( $\pm 2.12$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	14.0 ( $\pm 0.00$ )	0.56 ( $\pm 0.01$ )	3.78 ( $\pm 0.00$ )	1.53 ( $\pm 0.36$ )	30 ( $\pm 2$ )	0.079 ( $\pm 0.01$ )
12	0.66 ( $\pm 0.00$ )	5.7 ( $\pm 0.15$ )	19.20 ( $\pm 1.39$ )	0.12 ( $\pm 0.00$ )	10.1 ( $\pm 0.00$ )	0.36 ( $\pm 0.02$ )	4.19 ( $\pm 0.00$ )	1.52 ( $\pm 0.27$ )	32 ( $\pm 1$ )	0.057 ( $\pm 0.01$ )
13	0.17 ( $\pm 0.00$ )	5.2 ( $\pm 0.15$ )	23.20 ( $\pm 1.60$ )	0.06 ( $\pm 0.00$ )	11.5 ( $\pm 0.00$ )	0.45 ( $\pm 0.01$ )	4.26 ( $\pm 0.00$ )	1.40 ( $\pm 0.41$ )	27 ( $\pm 3$ )	0.046 ( $\pm 0.01$ )
14	1.16 ( $\pm 0.00$ )	6.2 ( $\pm 0.10$ )	24.27 ( $\pm 2.81$ )	0.18 ( $\pm 0.00$ )	13.7 ( $\pm 0.00$ )	0.51 ( $\pm 0.03$ )	4.48 ( $\pm 0.00$ )	0.94 ( $\pm 0.34$ )	29 ( $\pm 7$ )	0.142 ( $\pm 0.03$ )

Keterangan: <sup>1</sup>KTK = kapasitas tukar kation, <sup>2</sup>KB = kejenuhan basa, <sup>3</sup>DHL = daya hantar listrik

Tabel 2. Hasil analisis korelasi

	C-org	pH	KTK <sup>1</sup>	N total	P tersedia	K tersedia	Ca	Mg	KB <sup>2</sup>
pH	0.640*								
KTK <sup>1</sup>	-0.003*	0.134							
N total	0.802*	0.474	-0.332*						
P tersedia	-0.042*	0.036	0.169*	0.091					
K tersedia	0.051*	0.112	-0.078*	0.061	-0.096				
Ca	-0.035*	-0.122	0.082*	0.196	-0.235	0.113			
Mg	-0.470*	-0.072	0.209*	-0.369	-0.077	0.016	0.021		
KB <sup>2</sup>	-0.229*	-0.160	-0.618*	0.257	-0.309	0.203	0.513	0.307	
DHL <sup>3</sup>	0.382*	0.482	0.026*	0.094	0.168	-0.187	-0.382	-0.354	-0.420

Keterangan: <sup>1</sup>KTK = kapasitas tukar kation, <sup>2</sup>KB = kejenuhan basa, <sup>3</sup>DHL = daya hantar listrik, \*korelasi signifikan pada taraf 0.05

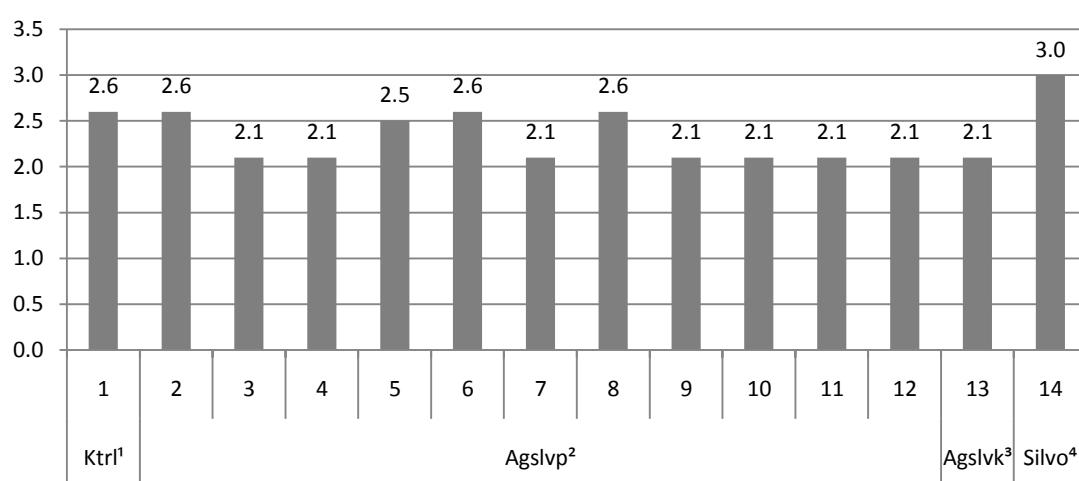
Tabel 3. Penentuan komponen utama

	Nilai eigen	2.8672	2.2673	1.2429
	Proporsi	0.287	0.227	0.124
	Kumulatif	0.287	0.513	0.638
Variabel	PC1	PC2	PC3	
<b>C-organik</b>	<b>0.504</b>	0.240	-0.168	
pH	<b>0.424</b>	0.100	-0.363	
KTK <sup>1</sup>	0.039	-0.407	-0.656	
N total	0.352	0.463	-0.015	
P tersedia	0.144	-0.254	0.113	
K tersedia	-0.047	0.225	-0.298	
Ca	-0.190	0.358	-0.385	
Mg	-0.345	-0.097	-0.342	
<b>KB<sup>2</sup></b>	-0.295	<b>0.516</b>	0.097	
<b>DHL<sup>3</sup></b>	0.419	-0.182	<b>0.182</b>	

Keterangan: <sup>1</sup>KTK = kapasitas tukar kation, <sup>2</sup>KB = kejemuhan basa, <sup>3</sup>DHL = daya hantar listrik

K tersedia tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu berkisar antara rendah (0.1– 0.3 cmol kg<sup>-1</sup>) hingga sedang (0.4– 0.5 cmol kg<sup>-1</sup>). SPL dengan K tersedia rendah di antaranya SPL 2, 3, 5, 7, 8, 9, dan 12. SPL 3 merupakan yang terendah (0.24 cmol kg<sup>-1</sup>). SPL dengan K tersedia sedang di antaranya SPL 1, 4, 6, 10, 11, 13, dan 14. SPL 11 merupakan yang tertinggi (0.56 cmol kg<sup>-1</sup>). Kadar Ca tertukar dalam tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu berkisar

antara sangat rendah (<2 cmol kg<sup>-1</sup>) hingga sedang (6– 10 cmol kg<sup>-1</sup>). Ca tertukar dengan kadar rendah terdapat pada SPL 1, 3, 5, 8, 9, 11, 12, 13, dan 14, dengan nilai terendah pada SPL 5 (1.82 cmol kg<sup>-1</sup>). Ca tertukar dengan kadar sedang terdapat pada SPL 2, 4, 6, 7, dan 10, dengan nilai tertinggi pada SPL 10 (7.42 cmol kg<sup>-1</sup>). Kadar Mg berkisar antara rendah (<0.3 cmol kg<sup>-1</sup>) hingga tinggi (2.1– 8.0 cmol kg<sup>-1</sup>). Mg tertukar dengan kadar rendah, sekaligus sebagai nilai terkecil, terdapat pada SPL 14 (0.94 cmol kg<sup>-1</sup>), kadar sedang pada SPL 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, dan 13, sedangkan kadar tinggi pada SPL 1 (3.07 cmol kg<sup>-1</sup>) dan 10 (3.21 cmol kg<sup>-1</sup>). Kejemuhan basa berkisar antara sangat rendah (<20%) hingga sedang (41% – 60%). Kejemuhan basa sangat rendah terdapat pada SPL 5, 8, 9, dengan nilai terendah pada SPL 5 (15%). Kejemuhan basa rendah terdapat pada SPL 3, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14, sedangkan kejemuhan basa sedang terdapat pada SPL 1, 2, 6, dengan nilai tertinggi pada SPL 1 (52%).



Keterangan: <sup>1</sup>Ktrl = kontrol, <sup>2</sup>Agslvp = agrosilvopastoral, <sup>3</sup>Agslvk = Agrisilvikultur, <sup>4</sup>Silvo = silvopastoral

Gambar 1. Histogram indeks kualitas tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu Wonogiri

Daya hantar listrik (DHL) seluruh SPL termasuk dalam kriteria sangat rendah karena bernilai  $<1$  dS m $^{-1}$ . Nilai DHL tertinggi terdapat pada SPL 5 (0.768 dS m $^{-1}$ ), sedangkan terendah pada SPL 3 (0.037 dS m $^{-1}$ ).

Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah Latosol cokelat kemerahan dan Litosol, menurut Dudal dan Supraptoharjo (1957), atau Inceptisol dan Entisol, menurut USDA *Soil Taxonomy* (1975). Tanah Latosol cokelat kemerahan merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut dan mengalami pencucian yang sangat tinggi sehingga batas horizon menjadi baur, kandungan mineral primer (mudah lapuk) dan unsur hara rendah, kandungan bahan organik rendah, serta pH berkisar antara 4.5 hingga 5.5. Tanah Litosol merupakan tanah yang belum mengalami perkembangan profil (Hardjowigeno, 2003) sehingga tanah ini dianggap sebagai tanah yang paling muda. Tanah Litosol banyak dijumpai pada daerah karst (Darmawijaya, 1980) dan berlereng curam (Hardjowigeno, 2003).

Kadar C organik pada hampir seluruh SPL tergolong rendah karena kondisi topografi yang miring sehingga risiko erosi menjadi besar. Tutupan lahan pada hampir seluruh SPL didominasi tanaman tahunan, sedangkan tutupan lahan berupa *cover crop* minim dan tidak merata. Padahal, lahan yang hanya ditanami tanaman permanen pada umumnya mengandung nutrisi dan bahan organik dengan kadar rendah (Marzaioli *et al.*, 2012), sedangkan pada lahan yang permukaannya ditutup *cover crop* akan

berlaku sebaliknya. Oleh karena itu, penanaman *cover crop* pada lahan agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu perlu ditingkatkan.

Kapasitas tukar kation dianggap penting karena kadar hara, makro maupun mikro, yang tinggi tidak akan tersedia bagi tanaman apabila kapasitas tukar kation rendah, begitu juga sebaliknya. Bahan organik mempengaruhi nilai kapasitas tukar kation. Bahan organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation hingga tiga kali lipat dibandingkan dengan tanah mineral. Tidak hanya bahan organik, kapasitas tukar kation juga dipengaruhi oleh jenis (Tan, 1998) dan kandungan klei di dalam tanah (A & L Canada Laboratories, 2002). Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah Entisol dan Inceptisol sehingga klei yang terdapat pada tanah sampel adalah illit (2:1 tak mengembang). Tanah dengan jenis klei illit pada umumnya memiliki kapasitas tukar kation yang hanya berkisar 30 cmol kg $^{-1}$  (Tan, 1998). Rendahnya nilai kapasitas tukar kation menunjukkan rendahnya kandungan klei di dalam tanah. Tanah dengan kandungan klei rendah tidak dapat mempertahankan nutrisi dan beberapa unsur, seperti N dan K, sangat mudah tercuci (A & L Canada Laboratories, 2002) sehingga kadar N total dan K tersedia pada tanah di lokasi penelitian masih cenderung rendah.

Seperti halnya kapasitas tukar kation, kejenuhan basa juga penting kaitannya dengan pelepasan kation dan basa-basa terjerat. Basa-basa yang dimaksud antara lain Na, K, Ca, Mg. Kejenuhan basa bahkan sering dijadikan

sebagai petunjuk tingkat kesuburan tanah. Menurut A & L Canada Laboratories (2002), persentase kejenuhan basa yang diperlukan agar produktivitas tanah menjadi optimal adalah  $\geq 80\%$ . Tanah dengan kejenuhan basa di bawah 40% akan mengalami masalah dan sulit untuk berproduksi.

Berdasar hasil analisis statistik, peningkatan kapasitas tukar kation menyebabkan penurunan kejenuhan basa, begitu juga sebaliknya. Hal tersebut terjadi karena di dalam tanah terdapat lebih banyak kation masam dibandingkan dengan kation basa. Kejenuhan basa juga berkorelasi dengan pH. Semakin tinggi pH tanah, maka akan semakin tinggi tingkat kejenuhan basanya. Basa-basa (Na, K, Ca, Mg) yang tersedia bagi tanaman pada lokasi penelitian tergolong rendah karena adanya pengaruh bahan organik, yang merupakan sumber nutrisi, yang bersifat *slow release*.

Indeks kualitas tanah pada tiap SPL ditentukan dengan cara menjumlahkan hasil perkalian skor sifat kimia tanah terpilih ( $Si$ ) dengan indeks bobot ( $Wi$ ). Indeks bobot ( $Wi$ ) merupakan nilai tertinggi yang terdapat pada tiap kolom PC terpilih. Berdasar *principal componen analysis* yang diperkuat dengan analisis korelasi, sifat kimia tanah atau variabel terpilih dalam penentuan indeks kualitas tanah antara lain C organik dan kejenuhan basa. Daya hantar listrik termasuk variabel terpilih, berdasarkan *principal componen analysis*. Kemasaman tanah juga termasuk variabel terpilih karena sifat tanah ini merupakan sifat yang penting

dan paling berpengaruh terhadap sifat kimia tanah lain. Keempat variabel tersebut selanjutnya disebut sebagai *minimum data set*. Dari empat variabel terpilih, variabel yang paling menentukan kualitas tanah di lahan agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu Wonogiri adalah C organik. Pengaruh C organik bahkan mencapai 28.7%. Indeks bobot berdasarkan *principal componen analysis* pada masing-masing variabel terpilih secara berurutan sebesar 0.504, 0.516, 0.182, dan 0.424.

Penelitian dilakukan pada 14 titik yang terdapat pada peta Satuan Peta Lahan (SPL) sub-DAS Bengawan Solo Hulu. Satu titik (SPL 1) merupakan hutan sekunder yang digunakan sebagai kontrol, dan lainnya merupakan agroforestri. SPL 2 hingga 12 merupakan agroforestri tipe agrosilvopastoral, SPL 13 merupakan agroforestri tipe agrisilvikultur, dan SPL 14 merupakan agroforestri tipe silvopastoral.

Nilai indeks kualitas tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu berkisar antara 2.1 hingga 3.0. Nilai indeks kualitas tanah SPL 14 lebih tinggi dari pada kontrol ( $>2.1$ ), sedangkan SPL 2, 6, serta 8 sama dengan kontrol (2.1), dan sisanya lebih rendah dari pada kontrol ( $<2.1$ ). Berdasar pengelasan indeks kualitas tanah oleh Cantu *et al.* (2007) yang dimodifikasi, indeks kualitas tanah agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu tergolong rendah.

Hampir seluruh SPL bernilai indeks kualitas tanah lebih rendah atau sama dengan kontrol (SPL) yang bernilai 2,6, kecuali SPL 14 (3,0). Dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem agroforestri

dengan tipe agrosilvopastoral dan agrisilvikultur tidak berpengaruh bagi kualitas tanah, ditinjau dari segi penyediaan nutrisi tanaman (Wander *et al.*, 2002). Meskipun kualitas tanah pada SPL 14 atau agroforestri tipe silvopastoral lebih tinggi dibanding dengan hutan pinus, namun masih perlu ditingkatkan dengan cara melakukan pengelolaan yang baik, semisal dengan meningkatkan diversitas vegetasi, meminimalkan pengolahan tanah (Ellis, 2013) karena hal tersebut dapat mempengaruhi peningkatan kualitas tanah (Fernandes-Ugalde *et al.*, 2009; Aziz *et al.*, 2013), menjaga kontinuitas vegetasi yang hidup pada lahan (Ellis, 2013), meningkatkan jumlah residu organik berupa seresah yang berasal dari vegetasi dengan jenis yang bervariasi, menambahkan pupuk kandang, menggunakan *cover crop* semisal legume, dan melakukan pergiliran tanam. Selain menejemen nutrisi dan residu yang telah disebutkan, penanaman dengan menyesuaikan kontur, mengikuti sabuk gunung, dan atau dengan *strip* juga perlu dilakukan sebagai upaya konservasi (USDA, 2001).

## KESIMPULAN

Tanah pada agroforestri di sub-DAS Bengawan Solo Hulu Wonogiri tergolong rendah kandungan bahan organik dan hara. (N, Ca, Mg), namun kandungan P tergolong tinggi dan kandungan K sudah di atas batas minimum. Tingginya kandungan P diduga dipengaruhi aplikasi pupuk pada awal masa tanam. Indeks kualitas tanah agroforestri di kawasan sub-DAS

Bengawan Solo Hulu, berdasarkan sifat kimia tanah, paling tinggi pada tipe silvopastoral. Penanaman dengan sistem agroforestri tipe silvopastoral dapat berperan meningkatkan kesuburan tanah di kawasan sub-DAS Bengawan Solo Hulu, meskipun demikian masih diperlukan perbaikan dan peningkatan pengelolaan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Indeks kualitas tanah agroforestri tipe agrosilvopastoral dan agrisilvikultur lebih rendah dari pada hutan pinus sehingga dapat dikatakan bahwa penanaman dengan kedua tipe agroforestri tersebut tidak berperan meningkatkan kesuburan tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- A & L Canada Laboratories Inc 2002. Understanding cation exchange capacity and % base saturation. Fact sheet no. 54. London.
- A Walkey, I Black 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci 37.
- Aziz Irfan, Tariq Mahmood, K Rafiq Islam 2013. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. Soil & Tillage Research 131: 28 - 35.
- BPDAS 2009. Luas sub-DAS/DAS wilayah SWP DAS Solo. [http://www.bpdassolo.net/File\\_download/Luas%20DAS-SubDAS%20Wil%20SWP%20DAS%20Solo.pdf](http://www.bpdassolo.net/File_download/Luas%20DAS-SubDAS%20Wil%20SWP%20DAS%20Solo.pdf) Diakses tanggal 5 Desember 2013.
- Darmawijaya Isa 1980. Klasifikasi tanah dasar teori bagi peneliti tanah dan pelaksana pertanian di Indonesia. Balai Penelitian Teh dan Kina Gambung, Bandung.

- Ellis Chad 2013. Five basic principles increase soil health. AG News and Views. The Samuel Roberts Noble Foundation.
- Fernandez-Ugalde O, I Virto, P Bescansa, MJ Imaz, A Enrique, DL Karlen 2009: No-tillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soils. *Soil & Tillage Research* 106.
- Hardjowigeno Sarwono 2003. Klasifikasi tanah dan pedogenesis. Jakarta: Akademika Pressindo.
- International Institute of Tropical Agriculture 1982. Automated and semi-automated methods for soil and plant analysis. Manual Series no 7. Ibadan.
- Japan International Cooperation Agency 2005. The study on sedimentation in the Wonogiri multi-purpose dam reservoir. Surakarta.
- Krener Robert J 2013. Cover crops improve soil biology and soil health. Natural Resources Conservation Service.
- Marzaioli R, R D'Ascoli, RA De Pascale, FA Rutigliano 2010. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Applied Soil Ecology* 44.
- Murphy J, JP Riley 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Aral Chem. Acta* 27.
- Pramono Irfan B, Nining Wahyuningrum 2009. Model pengendalian run-off dan erosi dengan metode vegetatif (studi kasus sub-DAS Dungwot). Dalam Prosiding ekspose hasil penelitian dan pengembangan teknologi pengelolaan DAS dalam upaya pengendalian banjir dan erosi-sedimentasi. Surakarta 15 Oktober 2009. Kementerian Kehutanan.
- Rhoades JD 1982. Cation-exchange Capacity. In AL Page *et al.* (eds) *Method of soil analysis part 2* 2<sup>nd</sup> edition. ASA and SSSA, Madison. WI.
- Tan Kim H 1998. Dasar-dasar kimia tanah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- USDA 2001. Guidelines for soil quality assessment in conservation planning. Washington DC: Natural Resources Conservation Service, Soil Quality Institute.
- Wander Michelle M, Gerald L Walter, Todd M Nissen, German A Bollero, Susan S. Andrews, Deborah A Cavanaugh-Grant 2002. Soil quality: science and process. *Agronomy Journal* 94.
- Warsito Sofyan P 2009. Nilai ekonomi total pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Dalam Prosiding ekspose hasil penelitian dan pengembangan teknologi pengelolaan DAS dalam upaya pengendalian banjir dan erosi-sedimentasi. Surakarta 15 Oktober 2009. Kementerian Kehutanan.
- Zhan-jun Liu, Zhou Wei, Shen Jian-bo, Li Shu-tian, Liang Guo-qing, Wang Xiu-bin, Sun Jing-wen, Ai Chao 2014. Soil quality assessment of acid sulfate paddy soils with different productivities in Guangdong Province, China. *Journal of Integrative Agriculture* 13 (1).

**IMBANGAN PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK PENGARUHNYA TERHADAP  
HARA PEMBATAS DAN KESUBURAN TANAH LAHAN SAWAH  
BEKAS GALIAN C PADA HASIL JAGUNG (*Zea mays L*)**

**(*The Balance of Organic and Inorganic Fertilizers to Nutrient Limiting Factors, Soil Fertility and Maize (*Zea mays L*) Yield on Paddy Soil of Excavated (Galian C)*)**

**Minardi, S<sup>1)</sup>, Sri Hartati<sup>1)</sup> dan Pardono<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

<sup>2)</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

**ABSTRACT**

*The activities for other purposes in the paddy soil will cause soil damage and reduce the values of soil productivity. The use of organic fertilizer is one of efforts to recover and rehabilitate the soil, because it is the key to improve its properties. The purposes of this research were to identify the characteristics of the soil (chemical) as a component of soil fertility, nutrition limiting factors and knowing the balance of organic and inorganic fertilizers on the optimum cultivation of maize (*Zea mays L*) to achieve maximum production. Research was conducted by using Randomized Complete Block Design (RCBD) with single factor: consisting of six treatments, as follows consisted of control, treatment of inorganic fertilizer as recommended, organic fertilizer (manure), and the balance between organic and inorganic fertilizers. The results showed that the balance between organic and inorganic fertilizers can increase nutrition limiting factors (N and P) and soil fertility in paddy soil of C-excavation. It has been proved by the increasing growth and yield of maize, such as plant height, fresh and dry weight of plant, weight and girth of cob. The highest yield of maize was shown in weight cobs per plant, i.e 190 g as shown in the treatment of the balance between organic and inorganic fertilizers (75: 25)%. It is significantly different than the control treatment, however it showed no significant difference with other treatments.*

**Keywords:** *C-excavation paddy soil, organic fertilizer, inorganic fertilizer, soil fertility, maize*

**PENDAHULUAN**

Menurunnya produktivitas lahan pertanian antara lain disebabkan oleh terjadinya perubahan fungsi atau alih fungsi untuk industri non-pertanian. Seperti kegiatan penambangan pasir dan batu-batu koral pada lahan-lahan pertanian yang dilakukan manusia untuk memperoleh manfaat dari lahan sering secara drastis merusak lahan dalam areal yang luas.

Beberapa peneliti melaporkan, pada lahan bekas galian yang tekstur tanahnya liat berlumpur maka permeabilitasnya sangat lambat sehingga sering

tergenang, kandungan hara seperti N, P dan K sangat rendah serta aktivitas biologi tanah pun sangat rendah. Hampir tidak ada tanaman yang dapat tumbuh baik dilahan bekas galian C, sehingga diperlukan upaya mengembalikan lahan sesuai fungsinya, terutama sekali kaitannya dengan upaya mempertahankan kelestarian sumberdaya alam.

Data Puslitbangtanak menunjukkan, luas sawah di Jawa pada tahun 1977 mencapai 3,742 juta hektar, kemudian menurun menjadi hanya 3,247 juta hektar pada tahun 1998 (Adi, A. 2003).

Beberapa upaya strategis untuk mengatasi kerusakan lahan pertanian, dicontohkan oleh Suntoro (2005), antara lain dengan pertanian organik ramah lingkungan.

Dalam hubungannya dengan penurunan produktivitas tanah bekas galian untuk usaha pertanian, telah dilakukan penelitian dalam skala pot di rumah kaca oleh Minardi, Hartati dan Pardono (2012) tentang "Imbangan Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah Bekas Galian C Pada Hasil Jagung (*Zea mays L.*)". Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian imbangan pupuk organik dan pupuk anorganik, mampu meningkatkan kesuburan tanah pada lahan sawah bekas galian C yang diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

Sebagai bentuk kelanjutan dari penelitian terdahulu, maka penelitian tahun ke 2 dari penelitian : Imbangan Pupuk Organik Dan Pupuk Anorganik Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah Bekas Galian C Pada Hasil Jagung (*Zea mays L.*), yang merupakan aplikasi lapang dari penelitian awal (tahun ke 1) di rumah kaca, dengan lebih menekankan pada tujuan utama untuk mengetahui jenis hara minimum yang merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman.

Dengan diketahuinya hara pembatas pertumbuhan (*limiting factors*), maka tindakan pemupukan yang merupakan salah satu cara melakukan koreksi kebutuhan hara tanaman dapat lebih terarah, penggunaan pupuk akan

lebih efektif dan efisien. Perlakuan pemberian imbangan pemupukan organik dan anorganik yang tepat diharapkan akan menghasilkan teknologi budidaya yang dapat dipakai sebagai acuan dalam upaya mengembalikan produktivitas dari banyaknya lahan sawah yang telah beralih fungsi terhadap hasil tanaman jagung.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di desa Sukosari, Kecamatan Jumantono Kabupaten Karanganyar dari bulan Mei sampai Oktober 2013. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kesuburan tanah, hara pembatas dan hasil tanaman jagung (*Zea mays L.*). Lokasi penelitian merupakan lahan sawah bekas galian C. Jenis tanah lokasi penelitian adalah Alfisol atau Latosol coklat (PPT, 1981). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas 6 perlakuan, yaitu P0: Kontrol (Perlakuan yang dilakukan petani : pupuk kandang 5 ton  $ha^{-1}$  dan 200 kg  $ha^{-1}$  Urea), P1 : Perlakuan pupuk anorganik sesuai anjuran (200 kg  $ha^{-1}$  urea, 100 kg  $ha^{-1}$  SP 36 dan 50 kg  $ha^{-1}$  KCL), P2 : Perlakuan pupuk organik (pupuk kandang sapi), dosis 10 ton  $ha^{-1}$  , P3 : Perlakuan imbangan pupuk organik dan pupuk anorganik (50 : 50%), P4 : Perlakuan pupuk organik dan pupuk anorganik (75 : 25%) dan P5 : Perlakuan pupuk organik dan pupuk anorganik (25 : 75%), diulang 4 kali dan diletakkan secara acak menyeluruh.

Tanaman indikator yang digunakan adalah Jagung varietas BISI2.. Pemberian pupuk organik sesuai dosis

perlakuan diberikan satu minggu sebelum tanam kemudian diaduk rata dengan tanah. Pupuk anorganik anjuran dan Imbangan pupuk organik dan anorganik diberikan dua kali yaitu setengah takaran diberikan sehari sebelum tanam dan sisanya diberikan 3 minggu setelah tanam, dengan cara dibenamkan.

Pengamatan dilakukan terhadap sifat kimia tanah awal dan akhir penelitian (penentu kesuburan tanah) meliputi : pH tanah, Kadar bahan organik tanah (C organik), Kejenuhan basa (KB), Kapasitas Tukaran kation (KTK), N total dan P tersedia tanah. Kualitas pupuk organik yang digunakan serta pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji F dengan taraf 95 %. Uji lanjut Duncan digunakan untuk membandingkan anta rerata perlakuan. Analisis regresi digunakan untuk membandingkan hasil tertinggi dari semua perlakuan (Gomez dan Gomez, 1995).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Karakteristik Tanah Awal dan Pupuk Organik yang digunakan.**

Lahan yang dipakai untuk percobaan adalah lahan sawah bekas galian C di desa Sukosari Jumantono, Karanganyar. Fisiografi lahan datar, dengan jenis tanah Alfisol atau Latosol coklat (PPT, 1981). Tingkat kesuburan tanah rendah sampai sangat rendah yang dicirikan dengan pH tanah masam (5,10), kadar bahan organik sangat rendah (0,97%), N-total sangat rendah (0,09%), P tersedia sangat rendah (9,10

ppm), KTK rendah (15,02 me%) dan KB rendah (21,0%). Sangat rendahnya unsur hara N dan P pada tanah menunjukkan ketersediaan hara yang tidak seimbang dan akan memberikan pengaruh yang kurang menguntungkan bagi tanaman. Tindakan pemupukan yang merupakan salah satu cara melakukan koreksi kebutuhan hara tanaman dapat lebih terarah, penggunaan pupuk akan lebih efektif dan efisien, seperti yang dikatakan Sutanto, R (2002) pemberianimbangan pemupukan organik dan anorganik diharapkan dapat mengembalikan produktivitas tanah dan hasil tanaman jagung.

Dari hasil analisis terhadap pupuk organik (pupuk kandang sapi) dariimbangan dengan pupuk anorganik yang digunakan, mempunyai komposisi kandungan kimia yang relatif baik. C-organik (22,40%), N total tanah (1,09%), P total tanah (1,02%), K total tanah (1,07%), C/N (20,55) dan C/P (21,96) memenuhi standar SNI yang dianjurkan. Dari pengujian kimiawi terutama C, N dan nisbah C/N yang merupakan indikator kematangan pupuk organik, dapatlah dikatakan bahwa pupuk organik yang digunakan, merupakan pupuk organik yang siap/secara langsung dapat diberikan sebagai pupuk.

### **Perubahan Sifat Kimia Tanah**

Dari hasil analisis kimia tanah yang dilakukan pada akhir percobaan menunjukkan, pemberian perlakuanimbangan pupuk organik dan anorganik mampu meningkatkan status keharaan yang semula menjadi faktor pembatas, terutama hara N dan P serta bahan

Tabel 1. Analisis Beberapa sifat kimia tanah pada akhir penelitian.

Perlakuan	pH	KTK (me%)	KB (%)	BO (%)	N (%)	P-tersedia (ppm)
P0	5,6 AM	22,55	S	20,0	R	1,00 S
P1	6,3 AM	23,97	S	26,61	R	1,44 S
P2	6,5 N	24,79	T	31,37	R	2,55 T
P3	5,7 AM	33,97	T	31,56	R	2,50 T
P4	6,5 N	38,00	T	31,67	R	2,60 T
P5	5,9 AM	22,24	S	30,00	R	1,72 T
					0,09 S	0,31 S
					0,27 S	0,34 S
					0,20 R	10,46 R

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Ilmu Tanah FP UNS Surakarta 2013

Keterangan : R = Rendah, S= Sedang, T=Tinggi, S-T=Sedang sampai tinggi; pH AM = Agak Masam, N= Netral (Harkat menurut PPT (1981).

organik (Tabel 1) dari sangat rendah menjadi kategori rendah dan sedang. Sebagaimana diketahui bahwa sumber utama N adalah bahan organik (Setiawan, 2000), perubahan kandungan N tanah boleh jadi terkait dengan meningkatnya bahan organik dari sangat rendah menjadi rendah akibat perlakuan imbangan pemberian pupuk organik dan anorganik yang diberikan. Mokolobate dan Haynes (2002) cit Wahyudi (2009) bahwa penambahan bahan organik akan dapat meningkatkan KTK. Demikian halnya dengan meningkatnya kandungan P sangat dimungkinkan akibat dari pupuk anorganik terutama SP36 yang diberikan pada perlakuan imbangan pemberian pupuk organik dan anorganik (Simanungkalit dkk, 2006). Soepardi (1983), menjelaskan bahwa perlakuan pemberian pupuk P pada tanah Alfisol baru akan berpengaruh positif bagi tanaman manakala kapasitas jerapan P pada tanah tersebut telah jenuh. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa dosis yang diberikan hanya mampu meningkatkan status hara P dari sangat rendah menjadi rendah.

Dengan merujuk pada pedoman kunci kesesuaian lahan khususnya untuk perkiraan kesuburan lahan sawah yang

dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Tanah (1981) terutama dalam hal parameter pH, KTK, KB, BO, N total dan P tersedia, yang diperlukan pemberian pupuk organik (pupuk kandang sapi) dosis 10 ton  $ha^{-1}$  (P2), Imbangan perlakuan pupuk organik : pupuk anorganik (50 : 50)% (P3) dan Imbangan perlakuan pupuk Organik : pupuk anorganik (75 : 25)% (P4) menunjukkan kesuburannya tanahnya meningkat (Tabel 1), meskipun hasil yang berbeda dengan yang lain, tetapi menunjukkan kecenderungan peningkatan yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain terlebih pada perlakuan kontrol (P0).

### Pertumbuhan dan hasil tanaman Jagung

Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan imbangan pupuk organik (pupuk kandang sapi) : pupuk anorganik (75 : 25)% (P4) memberikan hasil yang tertinggi terhadap pertumbuhan tanaman jagung, baik pada tinggi tanaman, berat segar brangkas dan berat kering brangkas. Hasil Uji DMRT terhadap tinggi tanaman yang merupakan cerminan dari pertumbuhan tanaman jagung, meningkat 234,33%, demikian halnya dengan berat segar brangkas

Tabel 2. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung

Perlakuan	Pertumbuhan dan hasil tanaman Jagung						
	Tinggi Tanaman (Cm)	Berat Segar Brangkasan (g)	Berat Kering Brangkasan (g)	Berat tongkol (g)	Lingkar tongkol (Cm)	Panjang tongkol (Cm)	
P0	62,70 b	53,25 b	12,303 b	85,0 b	6,650 b	20,5 a	
P1	115,00 a	129,20 a	32,400 a	173,75 a	13,125 a	21,5 a	
P2	134,90 a	151,35 a	36,451 a	181,75 a	13,025 a	23,3 a	
P3	130,50 a	150,60 a	36,120 a	186,25 a	12,825 a	22,3 a	
P4	146,93 a	161,35 a	37,080 a	190,00 a	13,500 a	24,8 a	
P5	145,64 a	156,70 a	32,147 a	180,00 a	12,025 a	21,0 a	

Keterangan : Perlakuan yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Dun'an pada taraf 5 %

tanaman, meningkat 303,00%, sedang untuk berat kering brangkasan tanaman meningkat 301,39% dan berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol, namun dari uji statistik ternyata menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain (Tabel 2).

Menurut Soewandita, (2003) yang sejalan dengan pendapat Novizan. (2007), bahwa pemberian pupuk organik kedalam tanah akan memberikan tambahan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Meningkatnya ketersediaan hara dalam tanah akibat penambahan pupuk organik dan anorganik akan merangsang pada pertumbuhan vegetatif tanaman jagung menjadi lebih baik (Rukmana, 1995). Penelitian yang dilakukan Minardi dkk (2011 dan 2012), menunjukkan bahwa unsur yang paling berperan dalam peningkatan tinggi tanaman dan pertumbuhan berat segar dan berat kering brangkasan tanaman, adalah N. Beberapa ahli diantaranya Tisdale *et al.* (1985), Mengel *et al.*, (2001) cit Wahyudi (2009) mengatakan, ketersediaan hara N dalam tanah akan meningkatkan N yang diserap tanaman terutama dimanfaatkan untuk mengisi sel, mengingat unsur N berperan dalam

menyusun makromolekul sel maupun unit-unit penyusunnya seperti asam amino, protein, ensim dan dampaknya akan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Foth (1994) menyatakan bahwa kelimpahan nitrogen mendorong pertumbuhan yang cepat dengan perkembangan daun, batang yang berwarna hijau tua yang lebih besar serta mendorong pertumbuhan vegetatif diatas tanah.

Data pengamatan dari percobaan lapang yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa imbang pupuk organik dan pupuk anorganik yang dicobakan terbukti mampu meningkatkan hasil tanaman jagung. Hasil penelitian menunjukkan berat tongkol, lingkar tongkol dan panjang jagung, tertinggi ditunjukkan pada perlakuan Imbang pupuk organik dan pupuk anorganik (75 : 25) % (P4). Peningkatan hasil tanaman jagung sangat dimungkinkan terkait dengan meningkatnya kesuburan tanah yang mampu meningkatkan ketersediaan hara terutama N, dan P dalam tanah (Sanchez, 1992) sehingga berdampak pada meningkatnya serapan hara yang sangat dibutuhkan dalam pembentukan

phase generatif tanaman (Schnitzer, 1991), terbukti dengan meningkatnya berat tongkol, lingkar tongkol dan panjang tongkol tanaman jagung.

Berdasarkan uji F taraf kepercayaan 95%, diketahui bahwa aplikasi takaran pupuk organik dan anorganik memberikan pengaruh nyata ( $p<0,05$ ) terhadap Serapan N tanaman. Serapan N tertinggi pada P5 (25% pupuk kandang dan 75% pupuk anorganik) yaitu sebesar 7,23 g/tanaman. Perlakuan pupuk anorganik menunjukkan serapan N yang cukup besar. Pupuk anorganik (urea) yang diberikan mempunyai sifat cepat tersedia dan persentase kandungan hara yang tinggi, sehingga tanaman dapat langsung memanfaatkan unsur N untuk pertumbuhan dan proses metabolisme tanaman.

Unsur hara yang diserap tanaman terutama unsur P akan dimanfaatkan tanaman untuk mengisi sel, mengingat unsur P berperan dalam menyusun makromolekul sel maupun unit-unit penyusunnya seperti asam nukleat, asam amino, protein, ensim dan energi kimia (ATP), Tisdale *et al.* (1985), sehingga berat tongkol dan lingkar tongkol jagung meningkat.

Dijelaskan oleh Sutoro. *dkk* (1988), bahwa berdasar persentase kebutuhan hara P pada tahapan pertumbuhan tanaman jagung, menunjukkan masa pertumbuhan tanaman jagung dari umur 30 – 60 hari memerlukan kebutuhan hara P terbesar (88%) dari kebutuhan total (100%) yang diperlukan pada tahapan pertumbuhannya, terutama pada pembentukan tongkol

dan pengisian biji yang memerlukan 61% hara P, sedang pada stadia tua (umur 78 hari) hanya memerlukan 8% dari kebutuhan akan hara P.

Penelitian Permadi (2005) memperkuat pendapat Sanchez (1992) dan juga Sirappa dan Razak (2010) yang mengatakan, ketersediaan hara terutama N dan P dalam tanah akibat penambahan pupuk akan meningkatkan N dan P yang diserap oleh tanaman terutama dimanfaatkan untuk mengisi sel, mengingat unsur P berperan dalam menyusun makromolekul sel maupun unit-unit penyusunnya seperti asam nukleat, asam amino, protein, ensim dan energi kimia (ATP) dan dampaknya akan meningkatkan hasil tanaman dalam hal ini panjang tongkol jagung.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor hara pembatas utama pertumbuhan tanaman pada lahan sawah bekas galian C adalah kandungan hara nitrogen (N) dan fosfor (P) yang sangat rendah. Pemberian imbangan pupuk organik dan pupuk anorganik, mampu meningkatkan kesuburan tanah pada lahan sawah bekas galian C dan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung yang meliputi tinggi tanaman, berat segar dan kering brangkas, berat tongkol, lingkar tongkol dan panjang tongkol. Hasil tanaman jagung tertinggi dalam hal ini berat tongkol per tanaman, yaitu 190 g (10,13 toh/ha) ditunjukkan pada perlakuan imbangan pupuk organik dan pupuk anorganik (75:25)%, berbeda nyata dibanding

perlakuan kontrol namun tidak menunjukkan beda nyata dengan perlakuan lain.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DIKTI dan Universitas Sebelas Maret atas dukungan dana BOPTN dan Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNS yang memberikan fasilitas laboratorium Ilmu Tanah, sehingga penelitian ini terlaksana sesuai yang diharapkan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adi, A. 2003. *Degradasi Tanah Pertanian Indonesia Tanggung Jawab Siapa?* Dimuat pada Tabloid Sinar Tani, 11 Juni 2003.
- Adhi, H. Suwardjo dan M. Soepartini. 1977. *Faktor Tanah Dalam Menentukan Kebutuhan dan Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Pupuk dalam* Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Foth, 1994. Dasar - Dasar Ilmu Tanah. Erlangga, Jakarta.
- Minardi, S., Sri Hartati dan Pardono. 2011. Upaya Perbaikan Status Kesuburan Lahan Sawah Terdegradasi Dengan Penambahan Bahan Organik. Laporan Penelitian DIPA Fakultas UNS. Surakarta.
- , 2012. Imbangan Pupuk Organik dan anorganik Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah Bekas Galian C Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). Laporan Penelitian BOPTN Universitas Sebelas Maret.. Surakarta.
- Novizan. 2007. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Permadi, 2005. Pengaruh Pupuk N, P dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung hibrida dan Komposit di Lahan Kering. *Jurnal Agrivigor* 5 (1) : 9 – 15.
- Pusat Penelitian Tanah, 1981. *Pedoman Kunci Kesesuaian Lahan*. Bogor.
- Rinsema, M.T. 1983. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Rukmana, 1995. *Usaha Tani Jagung Kanisius*. Yogyakarta
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Penerbit ITB. Terjemahan dari : *Properties and Management of Soil in The Tropic*. John Wiley and Son, Inc. New York.
- Setiawan, A. I. 2000. *Memanfaatkan Kotoran Ternak*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriardikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Penelitian Tanah dan Pengembangan Sumberdaya lahan Pertanian. Bogor.
- Sinukaban, N. 2005. *Rehabilitasi Lahan Bekas Penambangan Sebagai Upaya Perwujudan Pertanian Berkelanjutan*. Makalah Disampaikan pada Pekan Ilmiah Mahasiswa Ilmu Tanah (PILMITANAS) UNS. 6 Desember 2005.
- Sirappa M P dan Razak N. 2010. Peningkatan Produktivitas Jagung Melalui Pemberian Pupuk N, P, K dan pupuk Kandang pada Lahan Kering di Maluku. Prosiding Pekan Serealia Nasional, 2010.

- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Pustaka Buana. Bandung.
- Soewandita, H. 2003. *Pemulihan Hara N, P dan K Pada Tanah Terdegradasi Dengan Penambahan Amelioran Organik (Kasus pada Latpsol Coklat Kemerahan di Sukabumi)*. PUSTAKA IPTEK, Jurnal Saint dan Teknologi BPPT. <http://www.iptek.net.id>. diakses 07/02/2007.
- Suntoro. 2005. *Dampak Kegiatan Pembangunan Pada Degradasi Lahan Pertanian*. Makalah Disampaikan pada Pekan Ilmiah Mahasiswa Ilmu Tanah (PILMITANAS) UNS. 6 Desember 2005.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik. Pemasyarakatan & Pengembangannya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutoro, Y Sulaiman dan Iskandar. 1988. *Budidaya Tanaman Jagung*. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor. Bogor.
- Syekhfani. 1997. *Strategi Penanggulangan Kemunduran Kesuburan Tanah Dalam Rangka Pengamanan Produksi Tanaman Pertanian*. Pidato Pengukuhan Sebagai Guru Besar Dalam Ilmu Kimia Tanah Pada Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J.D. Beat. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. Mc Macmillan Co. New York.
- Wahyudi. I, 2009. Nitrogen Uptake of Maize Plant (*Zea mays L.*) as Result of the Application of Guano Fertilizer and Lamtoro Green Manure on Ultisol from Wanga. *J. Agroland* 16 (4) : 265 - 272, (Diakses 31 Januari 2014)

**JAMUR PELARUT FOSFAT UNTUK MENEKAN PENYAKIT MOLER  
(*FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *CEPAE*) DAN MENINGKATKAN  
PERTUMBUHAN BAWANG MERAH**

**(*P*-solubilizing Fungi as Biological Control Agents to Increase Growth and Prevent  
Moler Disease on Red Onion)**

**Claudia Sandy Sofani<sup>1)\*</sup>, Hadiwiyono<sup>1)</sup>, dan Sudadi<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Contact Author : sandysofani@ymail.com

**ABSTRACT**

*This research aim to obtain phosphate-solubilizing fungi have antagonistic ability to *Fusarium oxysporum* f. *cepae*, and increase soil available-P. The experiment was hold in April 2013 to February 2014. Antagonistic capability was observed in two stages i.e. in vitro test which was conducted in the Laboratory of Soil Biology and Biotechnology, while in vivo test in green house, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University Surakarta. The experimental design used was completely randomized design (CRD). The treatment factors of in vitro test were kinds of phosphate solubilizing fungi and incubation time with Pikovkaya liquid medium, while the treatment factor of in vivo test was isolates combination of phosphate solubilizing fungi. Each treatment combination was repilcate three times. The observed variable included soil available phosphate, shallot height, shoot dry weight, moler disease intensity, infection rate, and area under the disease progress curve. The research obtained 3 isolates of fungi with high potential as inoculums of *P*-solubilizing biofertilizer and biological control agents against moler desease of red onion. The result showed that mix of JK12 isolate (isolated from Entisol of Bantul District) and isolate of JK14 (from Andisol of Tawangmangu sub district) demonstrated the highest ability in solubilizing phosphate and suppressing moler disease of red onion.*

**Keywords :** *Fungi Solubilization Phosphate, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*, Moler disease, Phosphat in soils, Shallot.*

**PENDAHULUAN**

Bawang Merah merupakan produk hortikultura yang dibutuhkan masyarakat dengan tingkat permintaan relatif tinggi. Kendala budidaya bawang merah di antaranya adalah penyakit moler dan kekahatan unsur hara fosfat (P). Penyakit moler disebabkan oleh serangan jamur *Fusarium oxysporum* f. Sp. *cepae* (Maryati 2006) dengan gejala daun menguning dan terpelintir serta rapuhnya perakaran tanaman sehingga mudah dicabut (Wiyatiningsih 2003).

Kekurangan unsur hara P menyebabkan terganggunya sistem metabolisme tanaman sehingga resistensi tanaman terhadap serangan patogen berkurang (Samadi 2006). Penanggulangan penyakit moler masih terbatas dengan pengaplikasian pestisida sedangkan pemanfaatan mikrob sebagai pencegah penyakit belum banyak diterapkan. Salah satu mikrob tanah yang berperan dalam penyediaan unsur hara P adalah jamur pelarut P. Tanah pertanian

umumnya memiliki kandungan P cukup tinggi tetapi sedikit tersedia bagi tanaman karena hara P terikat oleh mineral liat tanah (Anas 2007). Pengikatan P akan dilepaskan oleh jamur pelarut P sehingga tersedia bagi bawang merah untuk menunjang metabolisme pertumbuhan dan perkembangan serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen moler.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada April 2013 sampai Februari 2014. Uji kemampuan isolat sebagai pelarut P dan agens pengendali hayati penyakit moler dilakukan dalam 2 tahap yaitu uji *in vitro* di laboratorium dan uji *in vivo* di rumah kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Pada uji *in vitro* dengan faktor perlakuan macam isolat jamur pelarut fosfat dan waktu inkubasi dilakukan pada media Pikovskaya cair, sedangkan untuk percobaan uji *in vivo* (percobaan pot) dengan faktor perlakuan kombinasi tiga isolat jamur pelarut fosfat menggunakan tanah dari ordo Entisol, masing-masing dengan 3 kali ulangan. Variabel yang diamati adalah P-tersedia, tinggi bawang merah, berat brangkasan kering, intensitas penyakit, laju infeksi, dan luas bawah kurva pertumbuhan penyakit. Bahan-bahan yang digunakan meliputi sampel tanah rhizosfer bawang merah Andisol Tawangmangu dan Ngargoyoso, Entisol Bantul dan Vertisol Palur, media PDA, media pikovskaya cair, aquadest,

alkohol, isolat *Fusarium oxysporum* (FOCe), umbi bawang merah, bahan-bahan kimia untuk analisis fosfat tersedia tanah.

Pelaksanaan penelitian dengan mengambil tanah rhizosfer bawang merah untuk diisolasi jamur pelarut P dalam tanah tersebut. Isolasi jamur dilakukan dengan *dilution series* dan diinokulasikan pada media PDA. Tahap selanjutnya pemurnian isolat untuk mendapatkan jamur pelarut fosfat yang memiliki kemampuan menghambat *Fusarium oxysporum*. Jamur pelarut fosfat yang telah diisolasi kemudian diinokulasikan pada tanaman bawang merah yang terinfeksi FOCE. Uji kemampuan sebagai agens pengendali hayati dilakukan dalam 2 tahap yaitu uji *in vitro* dan uji *in vivo*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Dimana pada rancangan percobaan *in vitro* dengan faktor perlakuan macam inokulasi jamur pelarut fosfat dan waktu inkubasi pada media Pikovskaya cair sedangkan rancangan percobaan *in vivo* dengan satu faktor perlakuan yaitu inkubasi 3 isolat jamur pelarut fosfat dan FOCE dengan kombinasi tiap perlakuan menggunakan 3 kali ulangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kemampuan Isolat Jamur Pelarutan Fosfat dari Berbagai Jenis Tanah dalam Melarutkan P

Isolasi jamur rhizosfer bawang merah di ordo tanah yang berbeda-beda meliputi Andisol Tawangmangu dan Ngargoyoso, Entisol Bantul dan Vertisol Palur untuk mendapatkan isolat jamur

Tabel 1. Rata-rata luas zona bening isolat jamur pelarut fosfat pada media padat Pikovskaya

Jenis Jamur Pelarut Fosfat	Luas Zona Bening (cm <sup>2</sup> )
Jamur asal Entisol Bantul	1,31b
Jamur asal Andisol	1,51c
Tawangmangu	
Jamur asal Vertisol Palur	1,15a

pelarut fosfat. Hasil isolasi pada media PDA ditemukan 41 jenis jamur yang belum diidentifikasi kemampuannya dalam melarutkan fosfat. Pengujian dengan menggunakan media pikovskaya untuk mengetahui kemampuan semua jamur tersebut dalam melarutkan fosfat. Hasil dari pengujian pada media pikovskaya padat didapatkan tiga isolat jamur jamur pelarut fosfat. Ketiga isolat jamur tersebut berasal dari Entisol Bantul (JK12), Andisol Tawangmangu (JK14) dan Vertisol Palur (JH4). Ketiganya mampu membentuk zona bening disekitar koloni. Hasil penghitungan diameter dengan metode *plate count* pada media agar Pikovskaya ditunjukkan Tabel 1.

Media pikovskaya merupakan media spesifik yang sering digunakan pada pengujian koloni jamur pelaut fosfat karena mengandung P tidak terlarut seperti kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) (Isroi 2005). Pertumbuhan mikroba pelarut fosfat dicirikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni mikrob yang tumbuh—sedangkan mikrob yang lain tidak menunjukkan ciri tersebut. Tiga isolat hasil isolasi Entisol Bantul, Andisol Tawangmangu dan Vertisol Palur terpilih karena mampu menunjukkan luas zona bening yang lebih besar

Tabel 2. Luas hambatan uji antagonis isolat jamur pelarut fosfat dengan *FOCe* pada media PDA

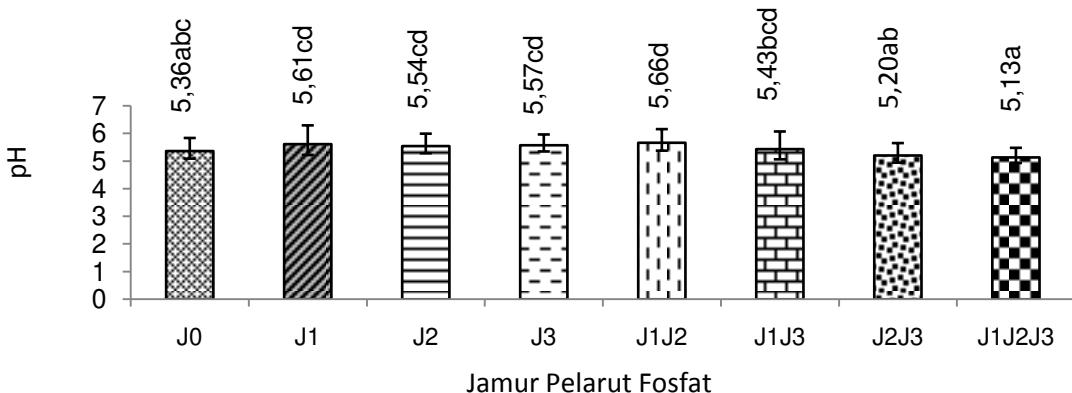
Jenis Jamur Pelarut Fosfat	Jari-jari hambatan (%)
Jamur asal Entisol Bantul	53,84b
Jamur asal Andisol	
Tawangmangu	60,00c
Jamur asal Vertisol Palur	50,00a

dibandingkan dengan isolat yang lain. Ketiga isolat yang telah terpilih kemudian diuji kemampuannya dalam menghambat *Fusarium oxysporum* melalui uji antagonis *dual culture*.

#### B. Kemampuan Penghambatan *Fusarium oxysporum* oleh Jamur Pelarut Fosfat

Mekanisme penghambatan yang terjadi pada uji antagonisme dapat diamati dengan terbentuknya hifa maupun spora dari koloni jamur terpilih yang menutupi permukaan hifa dari koloni jamur *Fusarium oxysporum*. Pada hari ketiga telah nampak bahwa pertumbuhan kedua biakan tersebut saling mendekati hingga pada hari kelima luasan tumbuh koloni jamur terpilih bertambah luas sehingga mempersempit luasan tumbuh koloni jamur *Fusarium oxysporum*. Hasil pengukuran luas hambatan dengan metode *dual culture* pada media pikovskaya tersebut disajikan pada Tabel 2.

Wiyatiningsih (2003) menyatakan bahwa jamur yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya bisa menekan pertumbuhan jamur lawannya. Pengujian kemampuan jamur dalam melarutkan fosfat selanjutnya diperkuat dengan menggunakan pengujian dalam media pikovskaya.



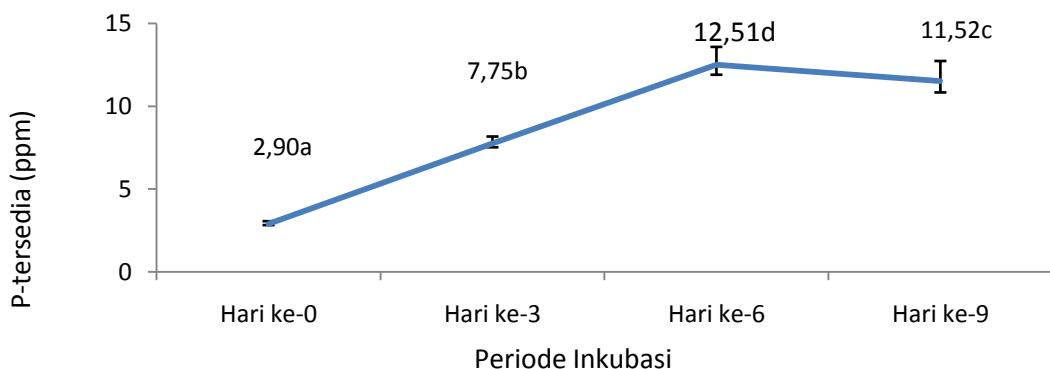
Gambar 1. Pengaruh macam isolat jamur pelarut fosfat terhadap pH media cair Pikovskaya (J0= tanpa isolat, J1=Entisol Bantul, J2=Andisol Tawangmangu, J3=Vertisol Palur) Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%).

### C. Pelarutan P oleh Isolat Jamur Pelarut Fosfat pada Media Cair Pikovskaya

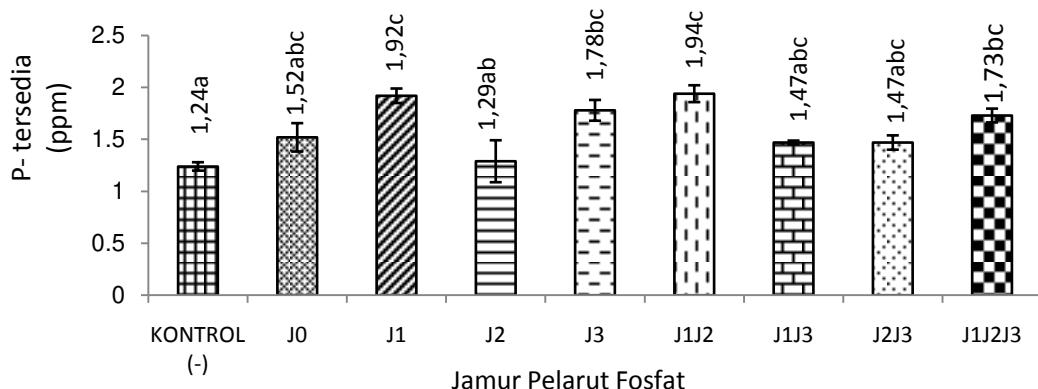
Proses pelarutan fosfat oleh jamur dalam media cair pikovskaya dijelaskan bahwa jamur pelarut fosfat mampu melarutkan Ca-fosfat. Asam organik mampu mengubah  $(Ca_3(PO_4)_2$  (apatit) menjadi fosfat bervalensi satu ( $H_2PO_4^-$ ) dan bervalensi dua ( $HPO_4^{2-}$ ) (Lynch 2003). Ahmad Ali *et al.* (2009) mengatakan bahwa aktivitas jamur pelarut fosfat dalam melarutkan fosfat ditentukan oleh kemampuan jamur dalam melepaskan asam-asam organik yang dihasilkan dari aktivitas metabolisme jamur pelarut fosfat. Aktivitas jamur pelarut fosfat pada media cair

pikovskaya berpengaruh terhadap pH media cair Pikovskaya. Hasil pengamatan tersebut ditampilkan pada Gambar 1.

Hasil uji F dengan aras kepercayaan 95% menunjukkan bahwa macam jenis jamur pelarut fosfat menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH media Pikovskaya cair ( $P=0,00$ ). Gambar 1 menunjukkan pH dari masing-masing jenis isolat jamur memiliki tingkatan yang berbeda satu sama lain karena kemampuan tiap isolat jamur dalam memproduksi asam organik berbeda-beda sehingga berpengaruh terhadap pH media cair Pikovskaya, sesuai dengan Tae (2004) menyebutkan bahwa setiap jamur



Gambar 2. Pengaruh periode inkubasi terhadap P-tersedia pada media cair Pikovskaya (angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%).



Gambar 3. Pengaruh jamur pelarut fosfat terhadap P-tersedia tanah (J0=tanpa isolat, J1=Entisol Bantul, J2=Andisol Tawangmangu, J3=Vertisol Palur. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%).

pelarut fosfat menghasilkan jenis dan jumlah asam organik yang berbeda dan satu jenis jamur pelarut fosfat menghasilkan lebih dari satu jenis asam organik.

Pengujian isolat jamur terpilih pada media cair Pikovskaya untuk menentukan kemampuan koloni dalam melarutkan P pada masa inkubasi 0, 3, 6, dan 9 hari. Hasil pengamatan kemampuan koloni jamur dalam melarutkan P berdasarkan lama waktu inkubasi disajikan pada Gambar 2.

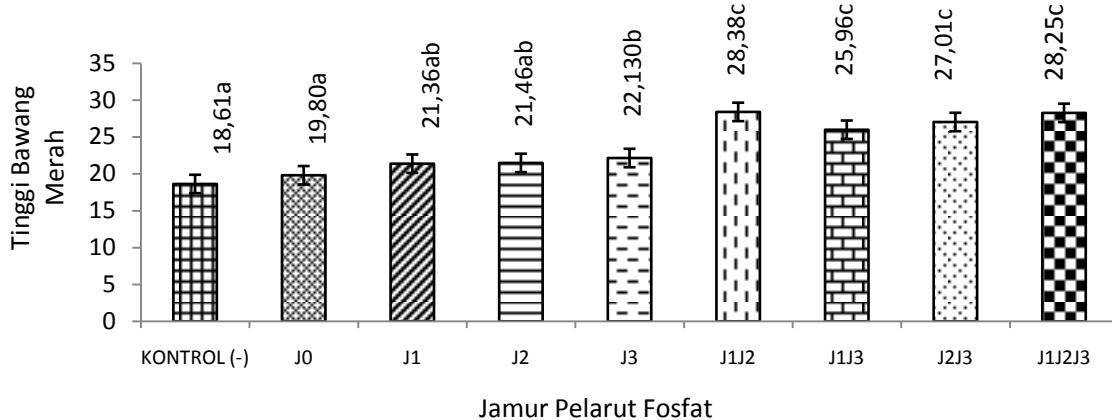
Hasil uji F pada aras kepercayaan 95% menunjukkan periode inkubasi berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah P-terlarut dalam ppm, menunjukkan bahwa nilai fosfat tersedia dalam media cair Pikovskaya mengalami kenaikan sampai dengan hari ke-6 dan pada hari ke-9 mengalami penurunan, hal ini sesuai dengan fase pertumbuhan jamur tersebut (Gambar 2).

#### D. Potensi Jamur Pelarut P pada Bawang Merah di Rumah Kaca

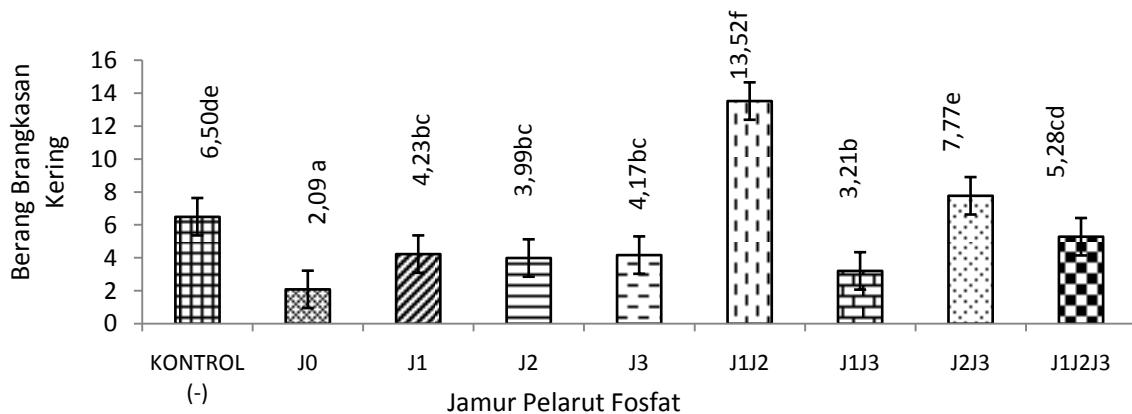
Uji in vivo dilakukan untuk mengetahui kemampuan jamur antagonis dalam menghambat penyakit

moler pada bawang merah. Dalam uji in vivo diketahui bahwa isolat campuran Entisol Bantul dengan Andisol Tawangmangu (J1J2) memiliki kemampuan paling baik dalam menghambat penyakit moler. Jumlah P-tersedia pada tanah yang diinokulasikan jamur J1J2 memiliki nilai tertinggi dibanding dengan isolat lainnya untuk nilai terendah pada perlakuan tanpa isolat (J0). Pengaruh antara isolat jamur pelarut fosfat nilai P-tersedia pada Andisol Tawangmangu disajikan dalam Gambar 3.

Hasil uji F menunjukkan perlakuan jenis isolat memberikan pengaruh yang nyata terhadap P-tersedia pada Andisol Tawangmangu. Secara keseluruhan jumlah P-tersedia mengalami penurunan dibandingkan dengan jumlah P-tersedia tanah awal sebesar 6,89 ppm. Hal ini terjadi karena P-tersedia dari masing-masing media tanah telah diserap dan digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan produksi tanaman sehingga unsur P yang tersedia di dalam tanah menjadi rendah (Hanafiah 2005).



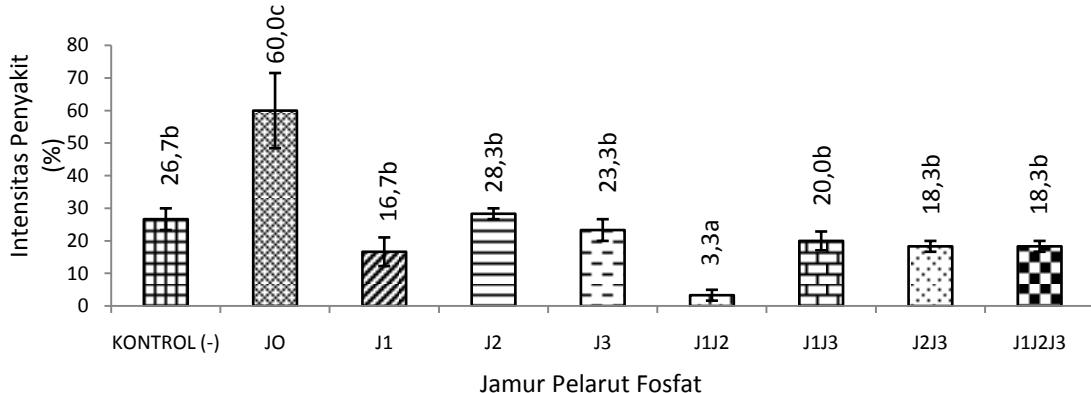
Gambar 4. Pengaruh jamur pelarut fosfat dengan tinggi bawang merah (J0=tanpa isolat, J1=Entisol Bantul, J2=Andisol Tawangmangu, J3=Vertisol Palur. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%)



Gambar 5. Pengaruh jamur pelarut fosfat terhadap berat brangkasan kering bawang merah (J0=tanpa isolat, J1=Entisol Bantul, J2=Andisol Tawangmangu, J3=Vertisol Palur. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%).

Adanya hubungan antara jumlah P-tersedia pada tanah yang dihasilkan oleh jamur antagonis J1J2 dengan pertumbuhan tanaman ditunjukkan dalam analisa tinggi tanaman dan berat brangkasan kering. Nilai tertinggi untuk keduanya ditunjukkan pada inokulasi jamur antagonis J1J2 dan nilai terendah pada J0. Dinyatakan dalam Gambar 4 dan 5 dengan hasil uji F menunjukkan perlakuan jenis isolat sangat berpengaruh nyata terhadap berat brangkasan kering. Kekurangan unsur P dapat menyebabkan hambatan pada proses pertumbuhan dan perkembangan

tanaman, adanya penggunaan pupuk P kimia dapat membantu memenuhi hasil yang optimal kebutuhan tanaman terhadap unsur P tetapi P yang dihasilkan sangat mudah tercuci sehingga pengaplikasian pupuk kimia harus diulangi agar jumlahnya tercukupi (Alam *et al.* 2002). Aplikasi menggunakan pupuk hayati dimaksudkan agar lebih efisien dan efektif dalam pemenuhan kebutuhan P tanaman, serta meningkatkan kesuburan tanah (Abdol *et al.* 2012). Penggunaan jamur pelarut fosfat sebagai pupuk hayati dapat meningkatkan jumlah P tersedia dalam



Gambar 6. Intensitas penyakit moler pada bawang merah. (J0=tanpa isolat, J1=Entisol Bantul, J2=Andisol Tawangmangu, J3=Vertisol Palur,. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%).

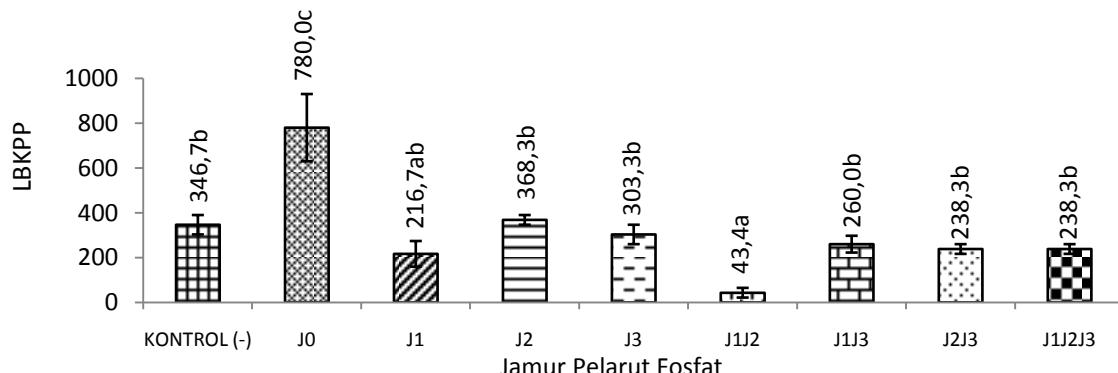
tanah. Fosfat secara alami dapat ditemukan dalam berbagai bentuk di dalam tanah. Akar tanaman mengambil beberapa bentuk fosfat yang sebagian besar diserap dalam bentuk  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$  (Buddi 2012).

#### E. Potensi Jamur Pelarut P terhadap Penghambatan Penyakit Moler pada Bawang Merah

Intensitas penyakit dan laju infeksi paling tinggi terjadi pada perlakuan tanpa isolat jamur pelarut fosfat (J0) 60% untuk intensitas penyakit sedangkan paling rendah intensitas penyakit dan laju infeksi ada pada perlakuan Entisol Bantul+Andisol Tawangmangu. (J1J2)

dijelaskan dalam Gambar 6. Hasil uji jarak berganda *Duncan* dengan aras kepercayaan 95% menunjukkan perlakuan jenis isolat sangat berbeda nyata terhadap intensitas penyakit karena jamur pelarut fosfat dapat meningkatkan jumlah unsur hara fosfat dalam tanah serta menghasilkan senyawa metabolit seperti fosfat sehingga mampu menginduksi resistensi bawang merah terhadap penyakit moler Arwiyanto (2007).

Hasil ini diperkuat dengan nilai Luas Bawah Kurva Pertumbuhan Penyakit (LBKPP) yang didapat, dijelaskan dalam Gambar 7 bahwa hasil



Gambar 7. Luas bawah kurva pertumbuhan penyakit moler pada bawang merah. (J0=tanpa isolat, J1=Entisol Bantul, J2=Andisol Tawangmangu, J3=Vertisol Palur. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada aras kepercayaan 95%).

uji jarak berganda Duncan dengan aras kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan jenis isolat sangat berbeda nyata terhadap LBKPP. Semakin sedikit nilai LBKPP semakin efektif jamur antagonis dalam mengendalikan perkembangan penyakit. Perlakuan J0 memiliki nilai LBKPP tertinggi sedangkan nilai terendah pada jamur J1J2. Hal ini menunjukkan bahwa jamur Entisol Bantul+Andisol Tawangmangu paling baik dalam mengendalikan penyakit moler. LBKPP dapat digunakan untuk menerangkan tekanan penyakit terhadap proses fisiologi tanaman dan kontribusi gangguan penyakit moler tersebut dan menimbulkan kerusakan dan penyimpangan fisiologi terhadap bawang merah (Campbell 2000).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan dimuka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil isolasi dari jenis tanah yang berbeda diperoleh 3 isolat jamur yang berpotensi sebagai inokulum pupuk hayati pelarut P yaitu jamur asal Entisol Bantul, jamur asal Andisol Tawangmangu, jamur asal Vertisol Palur.
2. Isolat jamur pelarut fosfat memiliki kemampuan yang baik dalam meningkatkan P tersedia tanah dan menekan penyakit moler.
3. Isolat jamur pelarut fosfat yang paling berpotensi sebagai inokulum pupuk hayati pelarut P, serta mampu mencegah serangan penyakit moler dan meningkatkan pertumbuhan bawang merah adalah isolat campuran antara Entisol Bantul

dengan Andisol Tawangmangu (J1J2) karena menunjukkan kemampuan yang baik dalam melarutkan fosfat dengan uji in vitro dan uji in vivo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan bagian Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi UNS 2013 yang berjudul *"Pemanduan konsorsia mikroba fungsional penyedia hara dan agens hayati pencegah penyakit tular tanah sebagai biofilmed-fertilizer"*. Penulis berterima kasih kepada Direktur DP2M Dikti, Rektor UNS dan Ketua LPPM UNS atas dana dan kepercayaan yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdol AY, Kazem K, Abdol A M, Farhad R and Habib AN. 2011. Hosphate Solubilizing Bacteria and Arbuscular Mycorrhiza Fungi Impacts on Inorganic Phosphorus Fractions and Wheat Growth. *World App Sci J* 15 9: 1310-1318.
- Ahmad AK, Ghulam J, Mohammad SA, Syed MSN, Mohammad R. 2009. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production. *J Agri Bio Sci* 11:48-58.
- Alam S, Samina K, Najma A and Maliha R. 2002. In vitro solubilisation of inorganic phosphate by phosphate solubilizing micro-organisms PSM from maize rhizosphere. *Int J Agri Bio* 4:454-458.
- Amit S, Priyanka K, Anju N and Ashwani K. 2012. Isolation and Characterization Of Phosphate Solublizing Bacteria from Anand Agriculture Soil. *Int J Life Sci Pharma Res* 23:256-266.

- Anas, I. 2007. *Bioteknologi Tanah. Laboratorium Biologi Tanah.* Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB.
- Arshad, M, Frankenberger, WT. 1993. *Microbial Production of Plant Growth Regulators.* In F.B. Mettind (ed.) *Soil Microbial Ecology.* Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. Hongkong p.307 -347
- Arwiyanto, T. 2007. Pengendalian penyakit layu dengan jamur antagonis. *J Perlintan Ind* 3(1):54-60.
- Buddhi CW and Min-Ho Y. 2012. Prospectus of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus availability in agricultural soils: A review. *African J Micro Res* 637: 6600-6605.
- Campbell, R. 2000. *Biological Control of Microbial Plant Pathogens.* Cambridge Univ. Press. New York.
- Hanafiah, K. A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah.* PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hue NV, Craddock, Adamet F 1986. Effect of organic acids on aluminium toxicity in subsoils. *J Soil Sci Soc Am* 50: 28-34.
- Isroi, 2005. *Bioteknologi Mikroba untuk Pertanian Organik.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lynch, JM. 2003. *Soil Biotechnology.* Blackwell Sci. Pub. Co., London. 191p.
- Maryati. 2006. Budidaya Bawang Merah Di Yogyakarta. Departemen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Unggaran. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian.* Yogyakarta.
- Samadi . 2006. *Intensifikasi Budidaya Bawang Merah.* Kanisius. Yogyakarta.
- Sumarni N, Rosliani R, Basuki RS, Hilman Y. 2012. Respons Tanaman Bawang Merah terhadap Pemupukan Fosfat pada Beberapa Tingkat Kesuburan Lahan (Status P-Tanah). *J Horti* 22(2):130-138.
- Wiyatiningsih S. 2003. Kajian Asosiasi *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* Penyebab Penyakit Moler pada Bawang Merah. *Mapeta* 5: 1-6.