

## **Pengelolaan Jenis Bahan Organik Sebagai Sumber Hara Makro pada Tanah Sawah Sistem Organik**

### ***The Management of Types of Organic Matter as Soil Macro Nutrient Source in Paddy Soil Used Organic System***

**Hamidah Hanum**<sup>\*1)</sup>, W. N. Manurung<sup>2</sup>, A. S. Napitupulu<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Pertanian USU Medan

Jalan Dokter A Sofyan No.3, Padang Bulan, Medan Baru, Padang Bulan, Medan Baru,  
Kota Medan, Sumatera Utara 20155

Coresponden Author: <sup>\*</sup>085212846398

Email: hamidah.azhar@yahoo.co.id/hamidah1@usu.ac.id

#### **ABSTRACT**

The availability of soil macro nutrient in organic paddy system was determined by organic matter input. Generally farmer yet maximize in using insitu organic matter such as straw and manure. The objective of this research was to manage the types organic matter of straw and three kinds of manure as macro nutrient source in organic paddy system. It was done in screen house in Agriculture Faculty, Sumatera Utara University, used completely randomized design. The treatment evaluated were control, anorganic fertilizer-NPK, straw compost, straw, chicken manure, goat manure and cow manure. The result showed that the combination of straw and chicken manure have higher potency as source of phosphorus and potassium but less potency as source of nitrogen in soil used organic paddy system. Organic material which have potency to substitute anorganic fertilizer as source of nitrogen, phosphorus, potassium were the combination of straw and chicken manure, straw and goat manure, and also the combination of straw compost and goat manure.

Keywords: manure, nitrogen, phosphorus, potassium, straw

#### **ABSTRAK**

Ketersediaan hara tanah terutama hara makro pada sistem sawah organik sangat tergantung dari masukan bahan organik. Umumnya petani belum menggunakan sumber bahan organik in situ seperti jerami padi dan pupuk kandang secara maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengelola jenis bahan organik dari jerami dan tiga jenis pupuk kandang sebagai sumber hara makro pada tanah sawah sistem organik. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang diuji adalah kontrol, pupuk anorganik NPK, kompos jerami, jerami cacah, dan kombinasi kompos jerami maupun jerami cacah dengan pupuk kandang ayam, kambing dan sapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi jerami cacah dan pupuk kandang ayam sangat berpotensi sebagai sumber hara fosfor dan kalium tetapi kurang berpotensi sebagai sumber hara nitrogen pada tanah sawah dengan sistem organik. Bahan organik yang berpotensi menggantikan pupuk anorganik sebagai sumber hara N, P dan K adalah kombinasi jerami cacah baik dengan pupuk kandang ayam maupun pupuk kandang kambing dan juga kombinasi kompos jerami dan pupuk kandang kambing.

Kata kunci: fosfor, jerami, kalium, nitrogen, pupuk kandang

## PENDAHULUAN

Pemupukan secara terus-menerus berdampak terhadap peningkatan kadar P dan K tanah sawah. Sebagian besar dari pemupukan P tertinggal sebagai residu dalam tanah. Sekitar 21% dari luasan lahan sawah di Sumatera Utara diketahui memiliki status hara fosfor dan kalium yang tinggi dan direkomendasikan untuk menerapkan sistem pertanian organik (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2010). Pertanian organik didefinisikan sebagai kegiatan usaha tani secara menyeluruh sejak proses produksi (prapanen) sampai pengolahan hasil (pascapanen) yang bersifat ramah lingkungan dan dikelola secara alami (tanpa penggunaan bahan kimia sintetis dan rekayasa genetika), sehingga menghasilkan produk yang dinilai lebih sehat dan bergizi” (IFOAM, 2002 dalam Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2010 ). Dengan demikian suplai hara tanah terutama hara makro pada sistem sawah organik sangat tergantung dari masukan bahan organik *in situ* yaitu jerami padi.

Potensi jerami sebagai sumber hara khususnya pada sawah organik belum dimanfaatkan secara optimal, karena petani selalu membakarnya setiap selesai panen. Hal ini sangat merugikan karena banyak unsur hara yang hilang. Pembakaran jerami akan mengakibatkan kehilangan hara C sebanyak 94%, N 93%, P 45%, K 75%, S 70%, Ca 30% dan Mg 20% dari total kandungan hara tersebut dalam jerami (Suriadikarta dan Adimihardja, 2001). Pengelolaan lahan berbasis jerami padi merupakan teknologi yang sangat tepat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan sawah. Hal ini disebabkan ketersediaan jerami yang cukup berlimpah dan jerami mengandung sejumlah hara antara lain: N (0.5-0.8%), P (0.07-0.12%), K (1.2-1.7%), S (0.05-0.10%) dan Si (4-7%) (Dobermann dan Fairhurst, 2000).

Pengembalian jerami ke lahan dapat berupa kompos atau cacahan jerami. Jerami yang sudah tercacah dikembalikan ke lapisan olah tanah sawah bersamaan dengan kegiatan pengolahan tanah (Departemen Pertanian, 2009). Hadiatmi (2006) menyatakan bahwa pemberian kompos jerami meningkatkan serapan N dan K serta pertumbuhan tanaman secara nyata lebih tinggi dibanding abu jerami dan brangkas jerami. Aplikasi NPK dan aplikasi pupuk organik berupa jerami padi cacah 10 ton per hektar, pupuk kandang 10 ton per hektar, dan kombinasi keduanya masing-masing 5 ton per hektar pada sistem SRI (*System of Rice Intensification*) menghasilkan produksi setara dengan sistem konvensional (Hanum dkk, 2011). Jerami cacah lebih berpotensi memperbaiki sifat kimia tanah dibanding kompos jerami (Hanum, 2012a).

Selain memberikan efek yang menguntungkan terhadap sifat tanah, pupuk organik diketahui memiliki kelemahan antara lain mengandung hara yang rendah dan bersifat slow release sehingga responnya lambat dan butuh waktu yang panjang dalam memperbaiki tingkat kesuburan tanah. Efektivitas aplikasi jerami terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman diperoleh pada lahan bekas pemberian jerami selama 3 musim tanam (Arafah, 2004). Oleh karena itu, penggunaan jerami padi, harus dikombinasikan dengan bahan organik lain seperti pupuk kandang. Pupuk kandang mengandung hara yang lebih tinggi dari jerami padi. Pupuk kandang sapi mengandung N 2%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,5 %, K<sub>2</sub>O 2,2 %, Ca 2,9%, Mg 0,7%, bahan organik 69,9 %, dan kadar air 7,9% (Hartatik dan Widowati, 2007). Perbedaan jenis hewan ternak menentukan kandungan hara dalam pupuk kandang.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi jenis bahan organik dari jerami dan tiga jenis pupuk kandang, yaitu pupuk kandang ayam, sapi dan kambing sebagai sumber hara N, P, K pada tanah sawah sistem organik, dan juga mengetahui potensi kombinasi pupuk organik tersebut dalam menggantikan pupuk kimia

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, sejak Maret 2017 sampai dengan Juni 2017.

### **Bahan Penelitian**

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah benih padi hitam, tanah sawah yang diambil di Desa Walang, Kelurahan Tualang Lingkungan 10, Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai dan pada titik koordinat N 3°34'4,51308 E 98°58'20,74728, pupuk NPK, kompos jerami, jerami cacah, pupuk kandang ayam, pupuk kandang kambing dan pupuk kandang sapi.

### **Metode Penelitian.**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 10 perlakuan, yaitu : A (Kontrol), B (Kompos Jerami + Kotoran Ayam, 50g + 50g/pot), C (Kompos Jerami + Kotoran Kambing, 50g + 50g/pot), D (Kompos Jerami + Kotoran Sapi, 50g + 50g/pot), E (Jerami Cacah + Kotoran Ayam, 50g + 50g/pot), F (Jerami Cacah + Kotoran Kambing, 50g + 50g/pot), G (Jerami Cacah + Kotoran Sapi, 50g + 50g/pot), H (kompos jerami), I (Jerami cacah) dan I (pupuk NPK). Dosis kebutuhan bahan organik 20 ton/ha setara dengan 100g/pot (10 kg tanah per pot).

### **Pelaksanaan Penelitian.**

Tanah diambil secara komposit dari kedalaman 0-25 cm dan diaduk merata selanjutnya dimasukkan ke dalam pot sebanyak 10 kg/pot. Tanah digenangi air setinggi 3-5 cm di atas permukaan tanah. Setiap pot diaplikasikan bahan organik sesuai perlakuan dan diaduk hingga bahan organik tercampur dengan tanah, Selanjutnya diinkubasi selama 4 minggu. Peubah amatan yang diukur pada contoh tanah adalah pH, C-organik, P-tersedia, K-tukar, K-HCl 25% dan P-HCl 25%. Kemudian benih padi yang sudah disemai selama 2 minggu ditanam sebanyak 3 tanaman pada tiap pot. Pada umur tanaman 7 minggu, dilakukan pengambilan contoh tanaman. Peubah amatan yang diukur adalah kadar hara dan serapan hara N,P, K tanaman.

### **Analisis Data.**

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan ANOVA dan uji beda rata-rata dengan DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada  $\alpha = 5\%$ . Analisa data menggunakan software SPSS versi 20.

## **HASIL**

### **Kandungan Hara Tanah**

Berdasarkan hasil pengukuran setelah 4 minggu inkubasi diketahui pemberian berbagai komposisi jenis bahan organik mempengaruhi pH tanah, dan kandungan hara N, P-HCl, P tersedia dan K-HCl, tetapi tidak mempengaruhi C-organik dan K-tukar tanah (Tabel 1). Nilai pH tanah tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi jerami cacah dan pupuk kandang (pukan) kambing. Peningkatan kandungan P-HCL tanah hanya disebabkan efek perlakuan kombinasi kompos jerami dan pukan kambing, sementara perlakuan bahan organik lainnya tidak mempengaruhi. Sebaliknya efek dari perlakuan kombinasi kompos jerami dengan setiap pukan dan kombinasi jerami cacah dan pukan ayam tidak

*Editor: Siti Herlinda et. al.*

*ISBN : 978-979-587-748-6*

mempengaruhi kandungan P-tersedia tanah, bahkan efek dari perlakuan bahan organik lainnya menurunkan. Efek yang hampir sama juga berlaku pada kandungan K-HCl 25%. Berdasarkan kriteria status hara tanah diketahui bahwa baik yang tidak diberi maupun yang diberi bahan organik, status hara P dan K tanah adalah sangat tinggi.

Tabel 1. Kandungan hara N, P, dan K tanah pada perlakuan berbagai komposisi jenis bahan organik

Perlakuan	pH	C-org (%)	P- HCl (ppm)	P-tersedia (ppm)	K-HCl (ppm)	K-tukar (me/100)
Kontrol	4.15 d	0.75	244.1 b	244.1 a	844.8 ab	0.543
Kompos kerami (KJ)	5.13 ab	0.98	276.4 b	197.5 bcd	799.7 abc	0.548
Jerami cacah (JC)	5.35 ab	0.90	291.0 b	187.4 d	834.0 ab	0.510
KJ + pukan ayam	4.45 c	0.85	248.9 b	227.3 ab	900.4 a	0.545
KJ + pukan kambing	4.60 c	0.72	441.0 a	245.8 a	744.1 bc	0.535
KJ + pukan sapi	4.53 c	0.77	258.3 b	243.4 a	527.6 d	0.548
JC + pukan ayam	4.98 b	0.88	292.8 b	253.9 a	677.1 c	0.578
JC + pukan kambing	5.28 a	0.87	259.2 b	194.9 cd	750.2 bc	0.518
JC + pukan sapi	5.10 ab	0.70	292.8 b	211.0 bc	779.9 abc	0.543

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti notasi huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada  $\alpha = 5\%$

**Kandungan dan serapan hara pada tanaman.** Pemberian berbagai komposisi jenis bahan organik tidak mempengaruhi kandungan hara N, P dan K tanaman, tetapi mempengaruhi serapan hara N, P dan K pada tanaman (Tabel 2). Berdasarkan kriteria status hara tanah diketahui bahwa baik yang tidak diberi maupun yang diberi bahan organik, status hara N tanaman adalah pada kriteria defisiensi, sementara status hara P dan K tanaman adalah pada kriteria optimum. Serapan hara N, P dan K tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi jerami cacah dan pukan ayam. Perlakuan tersebut meningkatkan serapan hara N, P, dan K sekitar 2.5 kali lebih tinggi dibanding kontrol. Efek dari perlakuan kombinasi jerami cacah dan kotoran ayam lebih tinggi dalam meningkatkan serapan hara N, P dan K dibandingkan dengan perlakuan pupuk kimia.

Tabel 2. Kandungan dan serapan hara N, P, K tanaman padi pada perlakuan berbagai komposisi jenis bahan organik

Perlakuan	Kadar N (%)	Serapan N (g/rumpun)	Kadar P (%)	Serapan P (g/rumpun)	Kadar K (%)	Serapan K (g/rumpun)
Kontrol	1.580	64.4 d	0.285	11.6 e	4.19	171.1 c
NPK	1.595	111.6 bcd	0.290	20.4 bc	5.02	353.2 ab
Kompos kerami (KJ)	1.745	108.2 bc	0.280	17.5 bcde	5.29	323.5 ab
Jerami cacah (JC)	1.455	78.6 cd	0.265	14.3 cde	4.37	235.9 bc
KJ + pukan ayam	1.810	77.9 cd	0.290	12.5 de	3.81	163.3 c
KJ + pukan kambing	1.605	120.0 ab	0.290	21.7 ab	4.95	355.9 ab
KJ + pukan sapi	1.560	100.1 bcd	0.285	18.3 bcd	5.08	292.7 abc
JC + pukan ayam	1.535	145.4 a	0.290	27.3 a	4.54	425.4 a
JC + pukan kambing	1.660	126.8 ab	0.285	21.9 ab	4.33	331.7 ab
JC + pukan sapi	1.580	97.6 bcd	0.250	15.4 bcde	4.36	233.7 bc

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti notasi huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada  $\alpha = 5\%$

## PEMBAHASAN

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN : 978-979-587-748-6

Berdasarkan kandungan dan jumlah hara nitrogen, fosfor dan kalium yang diserap tanaman diketahui bahwa pengelolaan jenis bahan organik sebagai sumber hara fosfor dan kalium tanah adalah kombinasi jerami cacah dan pukan ayam. Peranan kedua jenis bahan organik tersebut dalam meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah adalah melalui mekanisme mineralisasi dan melalui perannya dalam memperbaiki sifat kimia tanah. Hal ini disebabkan pukan ayam yang digunakan memiliki karakter antara lain: pH 8.12, C-organik 44.47%, nitrogen 1.08%, fosfor 0.32% dan kalium 0.34%, sementara jerami cacah memiliki karakter antara lain: pH 8.52, C-organik 36.23%, nitrogen 1.22%, fosfor 0.17% dan kalium 0.72%. Dalam jerami juga terdapat silikon sebesar 4-7% sebagai hara tambahan (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Proses mineralisasi berhubungan dengan tingkat kematangan atau pelapukan dari bahan organik yang ditunjukkan dengan nilai C/N. Jerami cacah dan pukan ayam yang digunakan memiliki nilai C/N yang tinggi masing-masing 41.2 dan 30. Hal itu menunjukkan bahan organik tersebut masih belum matang sehingga sangat mendukung perannya sebagai donor elektron yang akan memacu reaksi reduksi di dalam tanah sawah. Reaksi reduksi utama yang terjadi pada tanah masam adalah reduksi besi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$ . Keberadaan jerami cacah berperan sebagai donor elektron yang dibutuhkan bagi mikroba pereduksi Fe (Ponnamperuma, 1985). Dampak dari reduksi besi adalah meningkatnya ketersediaan hara fosfor. Jerami cacah dan kompos jerami diketahui berpotensi memperbaiki sifat kimia tanah P tanah sawah (Hanum, 2012a).

Peningkatan kandungan hara fosfor dan kalium tanah sebagai efek dari pemberian jerami cacah dan pupuk kandang ayam juga dikarenakan tanah yang digunakan memiliki pH yang tergolong agak asam (5.6), kandungan P tanah yang tinggi (P-total 0.16%, P-tersedia 44.34 ppm), K tanah yang tinggi (K-total 0.12%), K-tukar yang sedang (0.25 me/100) dan C-organik yang rendah (0.5%). Hanum (2012b) melaporkan bahwa sebagian besar fosfor di tanah sawah dalam bentuk tidak tersedia karena berikatan dengan ion besi dan kalsium. Reaksi reduksi besi merupakan mekanisme utama dalam penyediaan hara fosfor di tanah sawah dan naiknya pH tanah (Sanchez, 1993). Meningkatnya hara fosfor juga dipengaruhi keberadaan Si dalam tanah. Pemberian silikon yang bersumber dari abu sekam pada tanah sawah berkadar P tinggi meningkatkan ketersediaan hara P dan Si tanah dan tanaman (Yohana, 2013). Ansari (2014) pada perlakuan sisa jerami padi dibabat, dibanamkan dan juga diaplikasi pupuk kandang sapi meningkatkan kandungan C-organik dan K-dd, tinggi tanaman dan bobot gabah.

Perubahan kadar hara nitrogen, fosfor dan kalium tanah pada empat minggu setelah inkubasi memberikan gambaran ketersediaan hara untuk pertumbuhan tanaman. Meskipun nilai C/N dari bahan organik yang diberikan masih tinggi namun kenyataannya jumlah hara fosfor dan kalium yang diserap dari tanah yang bersumber dari bahan organik sudah tinggi. Dari hasil penelitian ini diketahui kandungan hara fosfor dan kalium pada tanaman berada pada kriteria optimum tetapi kandungan nitrogen masih dibawah optimum. Dari pengamatan visual terhadap gejala defisiensi nitrogen terlihat bahwa sampai umur tanaman 4 minggu setelah tanam tidak ditemukan gejala defisiensi tetapi memasuki umur 5 hingga 7 minggu yaitu pada stadia akhir vegetatif, tanaman mulai menunjukkan gejala defisiensi nitrogen. Ini berarti semua perlakuan kombinasi bahan organik yang diuji belum dapat berperan sebagai sumber nitrogen. Oleh karena itu untuk mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman untuk pertumbuhan vegetatif dan generatif masih diperlukan sumber organik lainnya seperti pupuk organik cair. Beberapa penelitian menunjukkan pupuk organik cair dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, seperti jagung manis (Rahmah, 2014) dan tanaman pokcay (Sufianto, 2014).

Dari hasil penelitian ini diketahui kombinasi jerami cacah dan pupuk kandang ayam berpotensi sebagai sumber hara fosfor dan kalium pada sistem sawah organik. Sementara bahan organik yang potensinya sama bahkan lebih tinggi dari pupuk NPK sebagai sumber hara N, P dan K adalah kombinasi jerami cacah baik dengan pupuk kandang ayam maupun pupuk kandang kambing dan juga kombinasi kompos jerami dan pupuk kandang kambing. Pupuk kandang kambing mengandung kalium yang paling tinggi dari pupuk organik lainnya yang diuji yaitu 3.02%. Sementara tanah yang digunakan mengandung P total (0.12 % tinggi dan K total (0.16%) tinggi sehingga sesuai dengan rekomendasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2010) untuk menerapkan sistem organik. Sementara jika kedua bahan organik tersebut diaplikasikan pada sistem non organik (SRI+) dapat mengurangi pemakaian pupuk kimia. Dosis pupuk yang digunakan sesuai rekomendasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2010) yaitu 75 kg urea/ha, SP-36 25 kg/ha dan KCl 10kg/ha.

### **KESIMPULAN**

Kombinasi jerami cacah dan pupuk kandang ayam sangat berpotensi sebagai sumber hara fosfor dan kalium tetapi kurang berpotensi sebagai sumber hara nitrogen pada tanah sawah dengan sistem organik. Kandungan hara fosfor dan kalium pada stadia akhir vegetatif tanaman berada pada kriteria optimum tetapi kandungan nitrogen pada kriteria defisiensi. Bahan organik yang potensinya sama bahkan lebih tinggi dari pupuk NPK sebagai sumber hara N, P dan K adalah kombinasi jerami cacah baik dengan pupuk kandang ayam maupun pupuk kandang kambing dan juga kombinasi kompos jerami dan pupuk kandang kambing.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan dukungan fasilitas dalam kegiatan pelaksanaan penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ansari, H. 2014. Pengaruh dosis pupuk dan jerami padi terhadap kandungan hara dan produksi padi. [Skripsi]. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Arafah. 2004. Efektivitas pemupukan P dan K pada lahan bekas pemberian jerami selama 3 musim tanam terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah. *Jurnal Sains dan Teknologi* 4(2): 65-71.
- Direktorat Pengelolaan Lahan. 2009. *Pedoman Teknis Perbaikan Kesuburan Lahan Sawah Berbasis Jerami*. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air. Departemen Pertanian.
- Dobermann, A. dan Fairhurst, T. 2000. *Rice: Nutrient Disorders dan Nutrient Management*. Potash and Potash Institute/Potash and Potash Institute of Canada.
- Hanum, H, Jamilah dan Hardy Guchi. 2011. Pengelolaan hara Berbasis Jerami Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah Berbahan Organik Rendah. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil penelitian Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat*. Universitas Sriwijaya Palembang 12-15 Mei 2011.
- Hanum, H. 2012a. Perubahan sifat kimia tanah sawah pada aplikasi berbagai bentuk jerami padi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil penelitian Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat*. Fakultas Pertanian USU. Medan.

- Hanum, H. 2012b. Perilaku fosfat pada tanah sawah baru pada aplikasi pupuk kandang, batuan fosfat serta drainase. *Prosiding Seminar Dies Natalis ke-56*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan
- Hardiatmi, S. 2006. Kajian bentuk pemberian dan dosis jerami padi pada serapan N, K dan hasil padi Varitas IR-64. *Jurnal Inovasi Pertanian* 4(2):159-171.
- Hartatik, W. dan Widowati, L.R. 2007. *Pupuk Kandang*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Ponnamperuma, F. N. 1985. Chemical Kinetics of Wetland Rice Soils Relative to Soil Fertility. In *Wetland Soils: Characterization, Classification, and Utilization*. IRRI. Los Banos. Philippines.
- Rahmah, A., Izzati, M., Parman, S. 2014. Pengaruh pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih (*Brassica chinensis* L.) terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var. Saccharata). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Universitas Diponegoro* 22 (1): 65-71.
- Sanchez, P.A. 1993. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. ITB Press. Bandung.
- Sufianto. 2014. Analisis mikroba pada cairan sebagai pupuk cair limbah organik dan aplikasinya terhadap tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.). *Jurnal Gamma. Universitas Muhammadiyah Malang*. 9 (2): 77-94.
- Suriadikarta, D.A. dan Adimiharja, A. 2001. Penggunaan pupuk dalam rangka peningkatan produktivitas lahan sawah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 20(4): 44-52.
- Yohana O. 2013. Pemberian Bahan Silika pada Tanah Sawah Berkadar P Tinggi untuk Memperbaiki Ketersediaan P dan Si tanah, Pertumbuhan dan Produksi Padi. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara