

## PERBAIKAN KESUBURAN TANAH MELALUI PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

Sujinah, Sarlan Abdurachman, dan Ali Jamil

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi  
sujinah.sulaiman@yahoo.com

### ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mencapai hasil optimal tanaman padi adalah mengendalikan lingkungan tumbuh. Lingkungan tumbuh meliputi tanah, air, udara, cahaya matahari, dan lainnya. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah yang subur, gembur, tata air dan udara yang baik, dan mengandung banyak bahan organik. Review ini mengungkapkan peran bahan organik terhadap kesuburan tanah dan hasil tanaman padi. Bahan organik berperan penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman. Peran bahan organik adalah meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah memegang air, meningkatkan pori-pori tanah, dan memperbaiki media perkembangan mikroba tanah. Tanah yang memiliki kadar bahan organik rendah mengindikasikan kemampuan tanah untuk mendukung produktivitas tanaman juga rendah. Dalam rangka menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah maka perlu penambahan pupuk organik. Pupuk organik merupakan dekomposisi bahan organik atau proses perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dengan bantuan mikroba. Beberapa jenis pupuk organik diantaranya pupuk kandang, pupuk hijau, dan pupuk kompos. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan meningkatkan kemampuan agregat, meningkatkan ketersediaan hara, dan meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah. Peningkatan ketersediaan unsur hara makro N, P, K dan unsur hara mikro yang cukup bagi tanaman dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil padi.

**Kata kunci :** bahan organik, kesuburan tanah, padi

### ABSTRACT

One of the effort to achieve rice optimum yield is to control growing environment. Growing environments include soil, water, air, light, and other. Good soil for rice growth is fertile soil, loose, good water and air management, and contains a lot of organic material. This review reveals role of organic matter on soil fertility and yield of rice. Organic matter is important to determining ability of the soil to support growth and yield. The role of organic matter is increase soil fertility, improve soil structure, increase ability of water holding capacity, increase soil pores, and improve the microbial growth medium. Soil has a low organic matter means lower ability to support productivity. It's to maintain and increasing soil

fertility is increase organic fertilizer. Organic fertilizer is decomposition of organic matter or process changes from the complex compounds into simpler compounds by microbial. Several types of fertilizer organic is manure, green manure, and compost. The research shows that organic fertilizer can improve soil fertility by increase aggregate ability, increase nutrient availability, and increase activity of soil microbiology. Availability of macro nutrient N, P, K and micro nutrient can affect the growth and yield of rice.

**Key words :** *organic matter, soil fertility, yield*

## PENDAHULUAN

Salah satu sumberdaya alam yang sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan adalah lahan pertanian. Revolusi hijau yang ditandai dengan introduksi varietas unggul padi yang responsif terhadap pemupukan telah mampu meningkatkan produktivitas padi sehingga pada tahun 1984 Indonesia mampu swasembada pangan. Di sisi lain, revolusi hijau juga menyisakan permasalahan. Penggunaan pupuk anorganik/kimia yang berlebihan secara terus menerus menyebabkan ketersediaan unsur hara dalam tanah semakin berkurang dan sebagai akibatnya lahan pertanian berubah menjadi lahan kritis. Tanah menjadi mudah mengeras dan kurang mampu menyimpan air. Keadaan tersebut akan mengganggu pertumbuhan tanaman dan pada akhirnya produktivitas tanaman juga akan menurun.

Pengembalian bahan organik ke dalam tanah merupakan hal yang harus dilakukan agar lahan pertanian tetap produktif. Bachtiar et al. (2013) menyatakan perlunya teknologi tepat guna berbasis bahan organik yang akan mendukung pertanian berkelanjutan. Bahan organik dapat mempertahankan dan meningkatkan produktivitas lahan sehingga dapat berproduksi secara optimal.

Bahan organik selain berperan meningkatkan unsur hara tanah juga berperan terhadap sifat fisik, kimia, dan aktivitas biologi tanah (Ebaid dan El Refaee, 2007). Keadaan fisik tanah yang baik apabila dapat menjamin pertumbuhan akar tanaman dan mampu sebagai tempat aerasi dan lengas tanah. Selain itu, bahan organik dapat melepaskan N yang diperlukan oleh tanaman (Myint et al., 2010) dan pemberian pupuk ke dalam tanah sebagai penyedia nutrisi makro dan nutrisi mikro, yang diasimilasi oleh tanaman dan digunakan untuk berbagai kegiatan metabolisme untuk mensintesis klorofil yang berfungsi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berbagai nutrisi mikro diperlukan untuk berbagai katalitik enzim seperti respirasi, fotosintesis, berbunga, berbuah, dan pengisian biji serta melawan cekaman biotik dan abiotik (Siavoshi dan Laware, 2013).

### **Peranan Bahan Organik Terhadap Sifat Fisik Tanah**

Struktur tanah yang baik adalah yang mempunyai tata udara yang baik, unsur hara yang mudah tersedia bagi tanaman, dan tanah mudah diolah. Pada tanah berpasir, bahan organik diharapkan dapat merubah struktur tanah dari

berbutir tunggal menjadi bentuk gumpal sehingga meningkatkan derajat struktur dan ukuran agregat atau meningkatkan kelas struktur dari halus menjadi sedang atau kasar (Scholes et al., 1994). Kandungan bahan organik di dalam tanah dapat memperbaiki kondisi tanah agar tidak terlalu berat dan tidak terlalu ringan dalam pengolahan tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuan tanah untuk diolah pada lengas yang rendah. Pada tanah yang bertekstur halus (lempung) mempunyai kelekatan yang tinggi sehingga sukar diolah, dan dengan tambahan bahan organik akan dapat meringankan pengolahan tanah (Atmojo, 2003).

Zulkarnain et al. (2013) menyatakan aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan nilai kemantapan agregat. Bahan organik yang ditambahkan ke tanah mengalami proses dekomposisi dan menghasilkan substansi organik yang berperan sebagai “*perekat*” dalam proses agregasi tanah. Humus mempunyai gugus yang bermuatan negatif dan dapat berikatan dengan partikel tanah yang bermuatan positif, membentuk agregat tanah dan menjadikan agregat tanah semakin mantap.

Berdasarkan penelitian Sudaryono (2001) diketahui bahwa pemberian bahan organik dan mikrobia berakibat ruang pori mikro yang terbentuk lebih banyak, di mana pori mikro merupakan ruang pori yang digunakan tanah untuk mengikat air, sedangkan pori makro berfungsi sebagai tempat lalu lintas air dan udara. Semakin banyak ruang pori mikro yang terbentuk maka tanah akan mempunyai daya simpan lengas yang semakin meningkat, lengas tanah akan mengisi ruang pori-pori tanah. Biasanya ruang pori tanah yang terisi adalah ruang pori-pori besar terlebih dahulu, baru mengisi pori-pori mikro. Jika terjadi penguapan atau penggunaan air oleh tanaman, maka pori-pori besar dahulu yang ditinggalkan oleh air, lalu menyusul pori-pori mikro. Hasil penelitian yang dilakukan Zulkarnain et al. (2013) menunjukkan pemberian kompos 10 ton/ha berpengaruh nyata terhadap porositas total. Hal tersebut terjadi karena pupuk organik mengalami proses dekomposisi dan berangsur-angsur menghasilkan humus. Interaksi humus dengan partikel tanah akan menciptakan struktur tanah yang lebih mantap dan memperbesar ruang pori.

Pemberian kompos ampas tebu berpengaruh tidak nyata terhadap bulk density, dimana bulk density merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat suatu tanah, maka semakin tinggi nilai bulk density. Hal ini berarti semakin sulit tanah meneruskan air atau semakin sulit penetrasi akar ke dalam tanah (Meizal, 2008).

### **Peranan Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah**

Pengaruh bahan organik terhadap kesuburan kimia tanah antara lain terhadap kapasitas tukar kation, kapasitas pertukaran anion, pH tanah, daya sangga tanah, dan keheraan tanah (Atmojo, 2003). Kapasitas tukar kation (KTK) menunjukkan kemampuan tanah menahan kation dan mempertukarkan kation tersebut, termasuk kation hara tanaman. Penambahan bahan organik pada satu musim tanam belum dapat menunjukkan beda nyata nilai KTK tanah. Perubahan nilai KTK tanah dapat

dilihat jika penambahan bahan organik dilakukan dalam jangka waktu yang cukup lama secara terus menerus (Utami et al., 2013). Ditambahkan Sumarni et al. (2010) bahwa penambahan bahan organik seperti pupuk kandang harus tetap dilakukan setiap kali penanaman untuk mengatasi terjadinya degradasi tanah (menurunnya kesuburan tanah). Pemberian pupuk organik juga dapat meningkatkan ketersediaan hara (P dan K) bagi tanaman. Rahardjo (2000) menyatakan bahwa penambahan bahan organik berpengaruh nyata terhadap peningkatan KTK tanah dibanding kontrol yaitu 16,94 me/100 gr. Jenis bahan organik yang paling tinggi pengaruhnya adalah jerami dengan KTK 17,77 me/100 gr, diikuti oleh eceng gondok 17,75 me/100 gr dan azolla 17,70 me/100 gr. Perbedaan kenaikan KTK dipengaruhi oleh kecepatan dekomposisi masing-masing bahan organik, dimana bahan organik yang mudah lapuk akan lebih cepat menghasilkan humus.

Penambahan bahan organik dapat menurunkan atau meningkatkan pH tanah tergantung oleh tingkat kematangan bahan organik yang ditambahkan dan jenis tanahnya. Penambahan bahan organik yang belum masak atau yang masih mengalami proses dekomposisi akan menyebabkan penurunan pH tanah. Hal ini disebabkan selama proses dekomposisi akan melepaskan asam-asam organik yang menyebabkan menurunnya pH tanah, tetapi apabila diberikan pada tanah yang masam dengan kandungan Al tertukar tinggi maka akan terjadi peningkatan pH tanah karena asam-asam organik hasil dekomposisi akan mengikat Al membentuk senyawa kompleks (khelat) sehingga Al tidak terhidrolisis (Atmojo, 2003). Utami dan Handayani (2003) menyatakan bahwa bahan organik mempunyai daya sangga (*buffer capacity*) yang besar sehingga apabila tanah mempunyai kandungan bahan organik yang cukup, maka pH tanah akan relatif stabil.

Berdasarkan penelitian Siringoringo dan Siregar (2011) bahwa pemberian arang dapat meningkatkan pH tanah walaupun kenaikan pH tanah tidak bersifat linier dengan kenaikan dosis arang yang ditambahkan pada tanah latosol yang bertekstur liat. Peningkatan pH tanah berpengaruh terhadap menurunnya konsentrasi kation  $H^+$ -dd pada kenaikan dosis arang yang ditambahkan. Ion  $H^+$ -dd yang bersifat toksik bagi akar merupakan penyebab langsung rendahnya pH tanah. Aplikasi arang juga dapat menurunkan kadar  $Al^{3+}$ -dd larutan tanah yang bersifat toksis terhadap sistem perakaran tanaman. Kation  $Al^{3+}$ -dd tanah merupakan penyebab tidak langsung kemasaman tanah setelah reaksi hidrolisis pada sistem larutan tanah. Penurunan sifat toksis  $H^+$  dan  $Al^{3+}$  terhadap akar tanaman menyebabkan proses-proses absorpsi hara oleh akar tanaman tidak terganggu.

Peran bahan organik terhadap ketersediaan unsur hara tidak terlepas dari proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Dalam proses mineralisasi akan dilepas mineral-mineral hara tanaman (N, P, K, Ca, Mg, S, dan hara mikro) dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Unsur hara N, P, dan S relatif lebih banyak dilepas dan digunakan oleh tanaman (Atmojo, 2003). Penelitian yang dilakukan Kaya (2013) menunjukkan pemberian kompos jerami berbeda nyata dalam meningkatkan N-tanah. Kompos jerami dapat meningkatkan N-tanah dari 0,093% menjadi 0,111%. Kompos jerami sebagai

bahan pensuplai berbagai unsur hara (C, N, P, K, S, dan senyawa lainnya) dalam kisaran yang luas sebagai hasil dari proses dekomposisi berupa senyawa sederhana yang cepat dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah dan juga tersedia sebagai hara bagi tanaman, diantaranya adalah nitrogen sehingga ketersediaan N-tanah meningkat.

Mos dalam proses mineralisasi bahan organik menyumbangkan berbagai hara ke dalam tanah seperti N, P, K, Ca, Mg, dan Mo yang dapat meningkatkan aktivitas Bradyrhizobium dan mikoriza. Dekomposisi bahan organik tanah yang dipacu oleh mos akan menghasilkan berbagai bentuk P organik seperti inositol, fosfolipid, asam nukleat, nukleotida, dan gula fosfat. Bentuk P organik yang dipacu oleh dekomposisi yang sempurna akan menghasilkan bentuk P anorganik yang sangat berpotensi dalam peningkatan kadar P tersedia tanah, maupun suplai hara P ke dalam jaringan tanaman (Sudaryono, 2001).

### **Peranan Bahan Organik Terhadap Sifat Biologi Tanah**

Secara umum, pemberian bahan organik akan meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme. Bahan organik merupakan sumber energi dan bahan makanan bagi mikroorganisme yang hidup di dalam tanah. Penambahan bahan organik akan menyebabkan populasi dan aktivitas mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berhubungan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri, dan aktinomisetes. Selain mikroorganisme tanah, fauna tanah juga berperan penting dalam dekomposisi bahan organik, diantaranya protozoa, nematoda, collembola, dan cacing tanah (Atmojo, 2003).

Mikrobia memegang peranan aktif dalam transformasi yang menyebabkan perubahan utama dalam sifat fisik dan kimia tanah. Perubahan fisik mempengaruhi porositas, kerapatan massa, hidrologi, dan permeabilitas. Sedangkan perubahan kimia terpenting meliputi kelarutan ion hara seperti fosfat, kalium, sulfat, Ca, Fe, Cu, Zn, Mg, Co, dan Mo sehingga meningkatkan ketersediaannya kepada biota tanah (Sudaryono, 2001).

### **Jenis Bahan Organik Tanah**

#### **1. Pupuk kandang**

Pupuk kandang merupakan campuran kotoran padat, air kencing, dan sisa makanan (tanaman). Susunan kimia pupuk kandang tergantung dari (a) jenis hewan, (b) umur dan keadaan hewan, (c) penyimpanan pupuk sebelum dipakai. Sebagian yang terdapat dalam padatan pupuk kandang terdiri dari senyawa organik yang sama dengan bahan makanannya, antara lain selulosa, pati dan gula, hemiselulosa, dan lignin (Brady, 1990).

## 2. Pupuk hijau

Pupuk hijau adalah pupuk organik yang berasal dari tanaman atau sisa tanaman. Pupuk hijau yang biasa digunakan berasal dari tanaman legum, karena tanaman ini memiliki kemampuan untuk mengikat  $N_2$  udara dengan bantuan bakteri penambat N yang menyebabkan kadar N dalam tanaman relatif tinggi. Pupuk hijau dapat diberikan pada waktu dekat penanaman tanpa harus mengalami proses pengomposan terlebih dahulu.

## 3. Pupuk kompos

Pupuk kompos merupakan pupuk organik yang dibuat dengan cara menguraikan sisa-sisa tanaman dan hewan dengan bantuan organisme hidup. Selain menyediakan nutrisi bagi tanaman, pupuk kompos dapat memperbaiki struktur fisik, kimia dan biologi tanah. Secara fisik, kompos meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air sebagai cadangan di saat kekeringan. Kompos juga membuat tanah menjadi gembur dan cocok sebagai media tumbuh akar tanaman. Pada tanah tipe pasir, material kompos berguna sebagai perekat sehingga tanah menjadi lebih solid. Sedangkan pada tanah liat atau tanah lempung, kompos berfungsi menggemburkan tanah agar tidak terlalu solid. Secara kimiawi, pupuk kompos dapat meningkatkan kapasitas tukar kation dalam tanah. Semakin banyak kandungan organik dalam tanah, semakin baik kapasitas tukar kationnya. Kapasitas tukar kation berfungsi melepaskan unsur-unsur penting agar dapat diserap dengan mudah oleh tanaman. Secara biologi, pupuk kompos adalah media yang baik bagi organisme tanah untuk berkembang biak, baik dari jenis mikroorganisme maupun satwa tanah lainnya. Aktivitas mikroorganisme dan satwa tanah akan memperkaya tanah dengan zat hara penting bagi tanaman.

## 4. Pupuk hayati

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme tanah yang dapat membantu penyediaan nutrisi tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu mikroorganisme yang dikembangkan sebagai pupuk hayati adalah *Pseudomonas fluorescens*. Bakteri ini berperan sebagai pemacu pertumbuhan (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) karena menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) dan dapat meningkatkan ketersediaan hara melalui produksi asam organik (Lindermann dan Paulitz, 1990).

**Tabel 1.** Kandungan bahan organik

Material	% Nitrogen (N)	% Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	% Kalium (P)	Tingkat perkiraan pelepasan nutrisi
Pupuk kandang sapi	0,25 - 5	0,15 - 9	0,25 - 1,5	medium
Pupuk kandang kuda	0,3 - 2,5	0,15 - 2,5	0,5 - 3	lambat
Pupuk kandang unggas	1,1 - 2,8	0,5 - 2,8	0,5 - 1,5	medium - cepat
Bungkil kedelai	7	0	1	-
Kompos	1,5 - 3,5	0,5 - 1	1 - 2	medium
Abu kayu	0	1 - 2	3 - 7	cepat
Serbuk kayu gergaji	0 - 1	0 - 0,5	0 - 1	sangat lambat
Ekstrak rumput laut	1	2	5	cepat
Jerami/batang jagung	0 - 0,5	0 - 0,5	1	sangat lambat
Legume/tanaman polong	2 - 4	0 - 0,5	2 - 3	medium
Potongan rumput	1 - 2	0 - 0,5	1 - 2	medium

Sumber : Messick, 2013; Koenig dan Johnson, 2011

**Tabel 2.** Perbedaan kompos dan pupuk kandang

Kompos	Pupuk kandang
Pelepasan nutrisi lama	Kandungan nutrisi lebih tinggi
Penyebarannya lebih mudah	Kadang-kadang sulit penyebarannya
Kemampuan menurunkan potensial air lebih rendah	Kemampuan menurunkan potensial air lebih tinggi
Mengurangi tingkat patogen (Salmonella, E. coli)	Meningkatkan potensi tingkat patogen
Sedikit berbau	Terkadang bau menimbulkan masalah
Lebih mahal untuk membeli	Lebih murah untuk membeli

Sumber : Barry et al., 2000

## **Peranan Bahan Organik dalam Meningkatkan Hasil Padi**

Fungsi bahan organik selain untuk memperbaiki kondisi pertumbuhan, juga untuk sebagai sumber hara bagi tanaman. Berdasarkan penelitian Barus (2012) diketahui bahwa pemberian pupuk kandang 4 ton/ha mampu meningkatkan jumlah anakan, komponen hasil (jumlah malai/rumpun dan jumlah gabah/malai), dan produksi padi gogo. Penelitian Siavoshi et al., (2013) pupuk organik memberikan dampak yang signifikan pada tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang daun bendera, dan biomassa padi. Pengaruh pertumbuhan pada aplikasi pupuk kandang sapi + pupuk kandang unggas + jerami + sekam kemungkinan disebabkan karena adanya nutrisi makro dan mikro yang dapat diserap oleh tanaman. Komponen hasil seperti jumlah anakan produktif dan berat 1000 butir secara signifikan dipengaruhi oleh pupuk organik. Hasil padi lebih dipengaruhi oleh jumlah anakan produktif dan kemungkinan hal ini disebabkan karena adanya peran nutrisi makro dan mikro dalam pembungaan, pembentukan dan pematangan biji. Hal ini berarti bahwa peningkatan komponen hasil disebabkan karena adanya ketersediaan air yang cukup di dalam tanah, ketersediaan dan penyerapan hara yang cukup oleh tanaman, dan peningkatan translokasi bahan kering (Ebaid dan El Refaee, 2007).

Menurut Padmanabha et al. (2014) bahwa interaksi antara pupuk organik dan anorganik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan adanya kerjasama keduanya menyediakan unsur hara dalam tanah. Pupuk organik dapat memperbaiki kondisi dalam tanah dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme, sehingga meningkatkan ketersediaan unsur N, P, K bagi tanaman untuk pertumbuhan. Penelitian Saha et al. (2013) menunjukkan pemberian kombinasi asam humat dan kotoran unggas meningkatkan hasil gabah secara signifikan menjadi 7,98 ton/ha dibanding kontrol 2,37 ton/ha. Bobot kering tanaman mencerminkan akumulasi produk dari proses fotosintesis dan integrasi dari faktor-faktor lingkungan lainnya. Perlakuan berbagai macam kombinasi dan dosis bahan organik pada umur 15 hst didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata tetapi berpengaruh nyata pada umur pengamatan 30, 45, 60, 75, dan 90 hst (Susanti et al., 2013). Pemberian kombinasi jerami dan pupuk kandang sapi juga memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding hanya pemberian jerami yaitu terjadi peningkatan hasil sebesar 18,77% (Polthanee et al., 2011).

### **KESIMPULAN**

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara dengan jumlah yang cukup untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Kesuburan dan produktivitas tanah saling berhubungan, apabila kesuburan tanah menurun maka produktivitas tanah juga menurun. Penambahan bahan organik diperlukan untuk mengatasi lahan-lahan yang mengalami degradasi yang ditandai dengan adanya penurunan bahan organik. Bahan organik berfungsi memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Bahan organik mampu menyediakan air dan udara yang dibutuhkan tanaman. Beberapa cara yang digunakan untuk mendapatkan bahan organik adalah dengan pengembalian sisa panen, penggunaan pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos yang telah mengalami dekomposisi terlebih dahulu agar dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, S. W. 2003. Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya. Orasi Ilmiah Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Bachtiar, T., S. H. Waluyo, dan S. H. Syaikat. 2013. Pengaruh pupuk kandang dan SP 36 terhadap pertumbuhan tanaman padi sawah. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 9 (2): 151-159.
- Barry, A., C. Cogger, dan M. Sullivan. 2000. Fertilizing with manure. Farming West of Cassades Series. Washington State University Extension.
- Barus, J. 2012. Pengaruh aplikasi pupuk kandang dan sistim tanam terhadap hasil varietas unggul padi gogo pada lahan kering masam di Lampung. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 1 (1): 102-106.
- Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soil. Mac Millan Publishing Co. New York.
- Ebaid R. A dan IS El-Refae. 2007. Utilization of rice husk as an organic fertilizer to improve productivity and water use efficiency in rice fields. *African Crop Science Conference Proceedings*. 8: 1923-1928.
- Kaya, E. 2013. Pengaruh kompos jerami dan pupuk NPK terhadap N-tersedia tanah, serapan N, pertumbuhan, dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*: 41-47.
- Koenig, R. dan Johnson, M. 2011. Selecting and using organic fertilizers. Utah State University.
- Lindermann, R. G. dan T. C. Paulitz. 1990. Mycorhyzal rhizobacterial. Biological Control of Soil Born Pathogens. D Hombly (Ed). Wellingford. England.
- Meizal. 2008. Pengaruh kompos ampas tebu dengan pemberian berbagai kedalaman terhadap sifat fisik tanah pada lahan tembakau Deli. *Jurnal Ilmiah Abdi ilmu*. 1 (1): 83-88.
- Messick, J. K. 2013. Fertilizing with organic nutrients. Soil Fertility Note 12. NCDA & CS Agronomic Division.
- Myint, A. K., Yamakawa, T., Kajihara, Y., dan Zenmyo, T., 2010. Application of different organic and mineral fertilizers on the growth, yield and nutrient accumulation of rice in a japanese ordinary paddy field. *Science Word Journal*. 5 (2): 47-54.
- Padmanabha, I. G., I. D. M. Arthagama, dan I. N. Dibia. 2014. Pengaruh dosis pupuk organik terhadap hasil padi (*Oryza sativa* L.) dan sifat kimia tanah pada inceptisol Kerambitan Tabanan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3 (1): 41-50.

- Polthanee, A., A. Promkhambut, dan S. Khaewrahan. 2011. Growth and yield of organic rice as affected by rice straw and organic fertilizer. *International Journal of Environmental and Rural Development*. 2 (1): 93-99.
- Rahardjo. 2000. Pengaruh macam sumber bahan organik dan pupuk urea tablet terhadap karakteristik kimia tanah. *Mapeta* 2 (5): 28-33.
- Saha, R., M. A. U. Saieed, dan M. A. K. Chowdury. 2013. Growth of yield of rice (*Oryza sativa*) as influenced by humic acid and poultry manure. *Universal Journal of Plant Science*. 1 (3): 78-84.
- Scoles, M. C., Swift, O. W., Heal, P. A. Sanchez, JSI., Ingram dan R. Dudal. 1994. Soil fertility research in response to demand for sustainability. In the biological management of tropical soil fertility. John Wiley and Sons.
- Siavoshi, M. dan S. L. Laware. 2013. Role of organic fertilizers on chlorophyll content in rice (*Oryza sativa* L.). *Trends In Life Sciences* 2 (3): 13-17. [www.sciencejournal.in](http://www.sciencejournal.in)
- Siringoringo, H. H., dan C. A. Siregar. 2011. Pengaruh aplikasi arang terhadap pertumbuhan awal *Michelia Montana* Blume dan perubahan sifat kesuburan tanah pada tipe tanah latosol. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 8 (1): 65 -85.
- Sudaryono. 2001. Pengaruh pemberian bahan pengkondisi tanah terhadap sifat fisik dan kimia tanah pada lahan marginal berpasir. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 2 (1): 106 -112.
- Sumarni, N., R. Rosliani, dan A. S. Duriat. 2010. Pengelolaan fisik, kimia, dan biologi tanah untuk meningkatkan kesuburan lahan dan hasil cabai merah. *J. Hort.* 20 (2): 130-137.
- Susanti, R. A., T. Sumarni, dan E. Widaryanto. 2013. Pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 13 sistem tanama jajar legowo. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1 (5): 456-463.
- Utami, S. N. H., B. H. Purwanto, dan R. C. Putra. 2013. Pengaruh pupuk kandang kambing dan azolla terhadap beberapa sifat kimia tanah dan serapan N padi di sawah organik Sambirejo, Sragen. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*. Fakultas Pertanian UGM.
- Utami, S. N. H. dan S. Handayani. 2003. Sifat kimia entisol pada sistem pertanian organik. *Ilmu Pertanian* 10 (2) : 63 – 69.
- Zulkarnain, M., B. Prasetya, dan Soemarno. 2013. Pengaruh kompos, pupuk kandang, dan custom – bio terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. *Indonesian Green Technology Journal* 2 (1): 45-52.