

## PENGARUH PENAMBAHAN BERBAGAI JENIS STARTER PADA PROSES PENGOMPOSAN ECENG GONDOK *Eichhornia Crassipes* (MART.) SOLMS.

### INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES ADDITION STARTER COMPOSTING PROCESS WATER HYACINTH *Eichhornia Crassipes* (MART.) SOLMS.

M. Fadil Tendean<sup>(1)</sup>, Elis Tambaru<sup>(2)</sup> dan Asadi Abdullah<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Mahasiswa Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Hasanuddin

<sup>(2)</sup>Doen Pembimbing Utama, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Hasanuddin

<sup>(3)</sup>Dosen Pembimbing Pertama, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Hasanuddin

#### ABSTRACT

Research about “The Effect of Addition of Various Types of Starter Against The Water Hyacinth Plant *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms.” This study aims to determine the effect of types starter in the composting process water hyacinth plants and to assess changes in pH, temperature, volume shrinkage, rate of decomposition, the color of compost and C:N ratio during the composting process water hyacinth plant. The first treatment that is P0 (water hyacinth plant a total of (3 kg) without the addition of starter) treatment both ie P1 (water hyacinth plant (3 kg) + 10% vermicompost) treatment third is P2 (water hyacinth plant (3 kg) + 10% cow manure) and the treatment of the four P3 (water hyacinth plant (3kg) + 5% vermicompost + 5% cow manure). Those parameters observed were pH, temperature, volume shrinkage, rate of decomposition, the color of compost and C/N ratio. The results showed starter administration significantly affected the rate of decomposition in treatment P1 (0,08 kg/10 days ), P2 (0.04 kg /10 days) and P3 (0.1 kg/10 days). The color change occurs in all treatments where early brownish color changed to brown -black at the end of the composting process. Treatment of P1 provides the most excellent effect for the parameters pH (6.73), temperature (33,3°C), volume shrinkage (7,3cm<sup>3</sup>), weight (0,5kg), and parameter C / N ratio (23%).

Key words : Bio-activator, Vermicompost, Decomposition, Hyacinth

#### Pendahuluan

##### 1. Latar Belakang

Pengelolaan eceng gondok *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms dengan menganut prinsip 3R (*reduce, reuse, dan recycle*) yang dapat diaplikasikan salah satunya melalui proses pengomposan. Daur ulang sampah dedaunan menjadi sesuatu yang berguna merupakan hal yang lebih baik untuk mengurangi dampak limbah terhadap kerusakan lingkungan. Sebagai alternatif dalam pengelolaan sampah dedaunan adalah dengan memanfaatkan sebagai pupuk organik. Pemanfaatan sebagai pupuk sebaiknya melalui proses pengomposan terlebih dahulu agar lebih cepat terdekomposisi dan menyediakan tambahan unsur-unsur hara bagi tanah.

Pembuatan kompos merupakan salah satu cara untuk mempercepat proses perombakan bahan organik sehingga diperoleh hasil kompos yang berkualitas baik. Pembuatan kompos memerlukan pengaturan nitrogen sebagai starter agar diperoleh kompos yang baik dalam waktu yang tidak terlalu lama. Proses pengomposan dapat dipercepat dengan penambahan starter berupa mikroorganisme yang dapat mempercepat proses dekomposisi sampah organik. Adanya sampah dedaunan yang melimpah, sangat berpotensi untuk dijadikan kompos yang dapat memberikan manfaat ekonomi berbasis lingkungan (Murbando, 2007).

Penelitian ini dilakukan untuk mendayagunakan sampah dedaunan untuk menghasilkan kompos dengan membandingkan efektifitas pengomposan melalui penambahan berbagai jenis starter. Pengomposan memerlukan starter untuk mendukung proses pengomposan tumbuhan eceng gondok. Untuk mempercepat proses dekomposisi tumbuhan eceng gondok, maka jenis-jenis starter yang diberikan adalah kotoran sapi, vermikompos, serta campuran dari kotoran sapi dan vermikompos. Kombinasi dari hasil pengomposan tumbuhan yang diberikan tiga jenis starter yang digunakan diharapkan mampu memberikan masukan unsur hara, mempercepat proses dekomposisi, dan meningkatkan ketersediaan unsur N, P, dan K, sehingga baik untuk pertumbuhan tumbuhan.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan berbagai starter pada tumbuhan eceng gondok.

##### 2. METODE PENELITIAN

###### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pencacah, sekop, ember, timbangan, pH meter, thermometer, pipet skala, kamera digital,

gunting, kantong sampah, polybag, sarung tangan, masker, kertas label, dan alat tulis menulis.

#### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi dan vermikompos (pupuk cacing tanah). Adapun bahan pengomposan yang digunakan adalah tumbuhan eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms yang diperoleh dari daerah sekitar kampus Universitas Hasanuddin.

#### **Metode Kerja**

##### **Pengambilan Sampel**

Tumbuhan eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms yang diperoleh dari danau Kampus Universitas Hasanuddin diambil lalu dikumpulkan dan di masukkan kedalam karung, kemudian diangkut ke lokasi pengomposan

##### **Pencacahan Sampel**

Bahan kemudian dicacah untuk memperkecil ukuran daun agar proses pengomposan dapat berlangsung dengan cepat

##### **Penimbangan dan Pencampuran Sampel**

Bahan yang telah dicacah kemudian ditimbang hingga mencapai berat 3 kg dan dicampur dengan bioaktivator sesuai kebutuhan perlakuan. Selanjutnya dimasukkan kedalam wadah pengomposan.

Adapun perlakuan dibuat sebagai berikut:

P0 = Tumbuhan eceng gondok tanpa penambahan starter sebagai control

P1 = Tumbuhan eceng gondok + 10% vermikompos

P2 = Tumbuhan eceng gondok + 10% kotoran sapi

P3 = Tumbuhan eceng gondok + 5% vermikompos + 5% kotoran sapi

##### **Pengomposan**

Proses pengomposan dibiarkan selama 30 hari, dan tiap 5 hari dilakukan pengamatan perubahan warna, tekstur, bau, suhu, laju dekomposisi, pH, volume sampah, dan pada hari ke-1 dan ke-30 dilakukan pengamatan rasio C:N, untuk menjaga kelembapan selama proses pengomposan, disemprotkan air ke dalam timbunan material organik untuk menjaga kandungan air.

##### **Analisis Data**

Selama proses dekomposisi daun berlangsung sampai selesainya pengomposan dilakukan beberapa pengukuran pada perlakuan meliputi: pengukuran suhu, pH, tekstur, bau, warna, volume setiap 5 hari sedangkan rasio C:N dilakukan pengukuran pada hari ke-1 dan ke-30. Analisis data dengan ANOVA.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman atau pH merupakan faktor lingkungan yang penting bagi

mikroorganisme dalam melakukan proses dekomposisi terhadap bahan organik di sekitarnya. Selama proses pengomposan pengukuran pH dilakukan sebanyak 6 kali yaitu pada hari ke 5, 10, 15, 20, 25, dan 30. Perubahan pH dari awal hingga akhir proses pengomposan menunjukkan hasil yang berbeda untuk setiap jenis starter.

Pada hari ke-5 proses pengomposan, nilai pH terendah dimiliki oleh perlakuan P2 yaitu 6.6 dan pH tertinggi dimiliki oleh perlakuan P0 dan P1 yaitu 6.8, sedangkan untuk perlakuan P3 memiliki nilai pH 6.7. Pada hari ke-10 sampai ke-20 proses pengomposan, nilai pH untuk semua jenis perlakuan mengalami penurunan hingga yang terendah mencapai pH 5.9 untuk perlakuan P1 dan P3, bahkan sampai hari ke-25 untuk perlakuan P2 yang terus menurun hingga nilai pH 5.9 dari nilai pH 6.7 di hari ke-10. Hasil ini sesuai dengan Djuarni (2005) yang mengatakan bahwa nilai pH pada awal proses pengomposan akan mengalami penurunan disebabkan oleh mikroorganisme yang mengubah bahan organik menjadi asam organik. Hadisumarno (1992) mengatakan bahwa pH ideal untuk proses dekomposisi aerobik adalah 6-8 karena pada derajat tersebut mikroorganisme dapat tumbuh dan melakukan aktivitasnya.

Hasil uji *Analysis of Variance* (ANOVA) pada akhir dekomposisi menunjukkan ada perbedaan pada nilai pH yang dicapai pada akhir dekomposisi, cenderung menuju pH netral, terutama pada perlakuan P1 yaitu pH 6.9. Pada perlakuan P2 adalah pH 6,4 dan P3 adalah pH 6,3 walaupun pada pertengahan waktu dekomposisi yaitu pada hari ke-20 pada semua perlakuan P1 dan P3 mengalami penurunan pH yaitu 5,9 sedangkan P2 tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan. Penurunan pH yang terjadi dikarenakan selama proses dekomposisi menghasilkan asam-asam organik dari sejumlah bahan organik yang terkandung dalam daun tumbuhan. Sedangkan pada perlakuan P0 sebagai kontrol hampir tidak mengalami perubahan pH sejak inkubasi.

#### **Suhu Kompos**

Suhu merupakan salah satu indikator yang menandakan perubahan aktivitas mikroorganisme dalam dekomposisi bahan organik. Parameter suhu juga dapat menunjukkan keseimbangan antara energi panas yang dihasilkan dan faktor aerasi.

Pada pengukuran pertama yaitu pada hari ke-5, suhu kompos menunjukkan nilai yang hampir sama dimana proses pengomposan mulai terjadi dengan perubahan suhu yang mulai naik. Perlakuan yang menunjukkan suhu tertinggi yaitu 29°C pada perlakuan P2, dan terendah pada perlakuan P0 yaitu 26°C. Pada Hari ke-10 terjadi peningkatan suhu yang cukup signifikan pada perlakuan P1 yang menunjukkan suhu tertinggi yaitu 32.7°C, dan yang terendah ditunjukkan oleh perlakuan P0 yaitu 27°C.

Pada hari ke-15 sampai hari ke-20 terjadi peningkatan pada semua perlakuan dan kontrol

hingga mencapai suhu 28°C pada P0, 37.3°C pada perlakuan P1, 33.9°C pada perlakuan P2, dan 34.7°C pada perlakuan P3. Suhu optimal pengomposan terjadi pada pengukuran hari ke-25 untuk perlakuan P1 yaitu 38.3°C dan P3 yaitu 36.3°C. Untuk kontrol dan perlakuan P2 suhu masih terus naik hingga akhir pengukuran pada hari ke-30, yaitu 29.2°C pada P0, dan 35.3°C pada perlakuan P2, sedangkan untuk perlakuan P1 dan P3 suhu terus menurun setelah pengukuran hari ke-25 hingga hari ke-30 yaitu 33.3°C pada perlakuan P1 dan 33.4 pada perlakuan P3.

Suhu optimal pengomposan berkisar 40°C-60°C. Pada penelitian ini suhu tertinggi yang diperoleh 38.3°C pada perlakuan P1, hal ini diduga disebabkan oleh sedikitnya volume tumpukan kompos sehingga panas yang terakumulasi rendah. Menurut Hajama (2014), bahwa kondisi suhu yang kurang optimal ini akan mengakibatkan mikroba pengurai yang menyukai panas tidak berkembang biak dengan baik dan berdampak terhadap lamanya masa pengomposan.

Berdasarkan Ruskandi (2006), dalam proses pengomposan aerobik terdapat dua fase yaitu fase mesofilik yang berkisar antara 23°C-45°C, dan fase termofilik berkisar antara 45°C-65°C. Pada penelitian ini diduga mikroba yang aktif adalah mikroba mesofilik, yaitu mikroba yang tetap hidup suhu 25°C-37°C, minimum 15° C dan maksimum 55° C. Aktivasi mikroba mesofilik dalam proses penguraian menghasilkan panas dengan mengeluarkan CO<sub>2</sub> dan mengambil O<sub>2</sub> (Isroi dan Yuliarti, 2009). Berdasarkan Hajama (2014), penurunan jumlah dan aktivitas mikroba menyebabkan suhu tidak meningkat lagi.

Hasil uji *Analysis of Variance* (ANOVA) pada akhir dekomposisi menunjukkan diantara semua perlakuan meliputi P1, P2 dan P3 tidak ada perbedaan yang signifikan, yaitu rata-rata mencapai suhu antara 33°C – 35°C, kecuali pada kontrol (P0) yang menunjukkan adanya perbedaan nyata yaitu suhu hanya mencapai 29°C. Hal ini terjadi dikarenakan pada perlakuan P0 hampir tidak terjadi proses dekomposisi, sedangkan pada perlakuan P1, P2 dan P3 mengalami perubahan suhu karena terjadi proses dekomposisi oleh mikroba yang menghasilkan panas.

#### **Penyusutan Volume Kompos**

Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penyusutan volume pada setiap perlakuan selama dekomposisi terjadi. Pada hari ke-5 rata-rata volume tumpukan kompos untuk kontrol adalah 14.9 cm<sup>3</sup>, untuk P1 adalah 15.2 cm<sup>3</sup>, P2 sebesar 15.8 cm<sup>3</sup>, dan P3 sebesar 16.1 cm<sup>3</sup>.

Pada hari ke-10 rerata volume tumpukan kompos untuk kontrol turun menjadi 14 cm<sup>3</sup>, begitu juga dengan P1 menjadi 13.2 cm<sup>3</sup>, P2 sebesar 14.8 cm<sup>3</sup>, dan P3 sebesar 15.3 cm<sup>3</sup>. Rerata volume untuk semua perlakuan terus turun hingga hari ke-30 mencapai 10.6 cm<sup>3</sup> untuk kontrol, yang terendah

adalah P1 yang turun menjadi 7.3 cm<sup>3</sup>, kemudian P2 sebesar 9.3 cm<sup>3</sup>, dan P3 yaitu 9.5 cm<sup>3</sup>.

Pada P1, P2, dan P3 dengan penambahan starter menunjukkan penurunan volume tumpukan kompos yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga disebabkan oleh aktivitas starter yang mengandung banyak mikroorganisme yang dapat mempercepat dekomposisi. Berdasarkan Isroi dan Yuliarti (2009) yang mengemukakan bahwa starter pengomposan yang berbahan aktif mikroba, seperti bakteri, kapang, dan cendawan terbukti dapat menguraikan bahan organik kompos dengan cepat.

Hasil uji *Analysis of Variance* (ANOVA) pada akhir dekomposisi menunjukkan semua perlakuan yang meliputi P1, P2 dan P3 menunjukkan hasil yang berbeda dengan P0 sebagai kontrol. Diantara tiga perlakuan tersebut, perlakuan P1 menunjukkan hasil perbedaan nyata dengan perlakuan P2 dan P3 termasuk pada P0. Turunnya nilai volume pada wadah pengomposan menunjukkan terjadinya proses dekomposisi yang baik yang akan mengurangi volume serasah daun.

#### **Laju Dekomposisi Kompos**

Laju dekomposisi selama 30 hari dapat dilihat pada gambar 5. Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi laju dekomposisi pada hari ke-10 adalah perlakuan P1 yaitu 0,08 dan terendah adalah P2 yaitu 0,02. Pada hari ke-20 terjadi perubahan yang menunjukkan hasil yang sama pada perlakuan P1, P2 dan P0 sebagai kontrol yaitu 0,06, sedangkan P3 yaitu 0,08. Pada hari ke-30 terjadi perubahan yang nyata dari perlakuan P3 dibandingkan dengan yang lainnya, P3 mengalami kenaikan hingga mencapai nilai rata-rata tertinggi yaitu 0,1.

Selama proses dekomposisi, laju dekomposisi setiap perlakuan lama kelamaan mengalami penurunan sampai pada akhir pengomposan. Hal ini disebabkan karena bahan organik yang tersedia semakin lama semakin sedikit. Selama proses dekomposisi, kompos akan mengalami penyusutan volume hingga mencapai 30-40% dari volume awal kompos (Maradhy, 2009). Menurut Notohadiprawiro (1998), bahwa laju dekomposisi bahan organik ditentukan oleh faktor dari bahan organiknya sendiri dan faktor luar (lingkungan).

Hasil uji *Analysis of Variance* (ANOVA) pada akhir proses dekomposisi menunjukkan adanya penurunan volume terkait dengan laju dekomposisi dan hasilnya menunjukkan perlakuan P3 menunjukkan laju dekomposisi paling tinggi yaitu terus mengalami peningkatan mulai dari hari ke-10 sampai pada hari ke-30.

#### **Warna Kompos**

Hasil pengamatan warna kompos untuk semua perlakuan diawal dekomposisi rata-rata menunjukkan perubahan warna mulai dari warna coklat menjadi coklat kehitaman.

Pada awal proses dekomposisi semua perlakuan memiliki warna yang sama dengan bahan mentahnya yaitu kecoklatan. Pada akhir pengomposan, semua perlakuan termasuk P0 atau kontrol mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman. Menurut Isroi dan Yuliarti (2009), kompos memiliki ciri-ciri yaitu berwarna coklat kehitaman, pH mendekati netral, suhunya kurang lebih sama dengan suhu lingkungan, dan tidak berbau. Perubahan sifat fisik kompos yaitu warna kompos dari coklat menjadi coklat kehitaman terjadi akibat adanya proses pengurian yang dilakukan oleh mikroba. Hal itu juga disebabkan adanya aktivitas mikroba yang menghasilkan CO<sub>2</sub> dan air. Seperti dikemukakan oleh Gaur (1980).

Hal ini terjadi pada proses dekomposisi dengan penambahan bioaktivator (vermikompos dan kotoran sapi) dan tanpa bioaktivator, tetapi pada dekomposisi dengan menggunakan bioaktivator proses pematangan kompos dipercepat oleh mikroba tersebut. Jadi mikroba sebagai bioaktivator sangatlah penting dalam proses pematangan kompos.

#### Kadar Bahan Organik (Rasio C/N)

Proses dekomposisi yang pada akhirnya akan menghasilkan karbon (C) dan nitrogen (N) digunakan untuk mengetahui nilai rasio antara C dengan N dalam kompos. Rasio C/N digunakan untuk mendapatkan degradasi biologis dari bahan organik sebagai petunjuk baik atau tidak bahan organik tersebut dijadikan sebagai kompos sekaligus menunjukkan kematangan kompos. Hasil perhitungan nilai rasio C/N untuk setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Kadar bahan organik sebelum dekomposisi

Perlakuan	Bahan Organik		C/N (%)
	C (%)	N (%)	
P0	18.75	0.52	36.057
P1	18.36	0.66	27.818
P2	17.45	0.57	30.614
P3	17.66	0.67	26.358

Tabel 2. Kadar bahan organik setelah dekomposisi

Perlakuan	Bahan Organik		C/N (%)
	C (%)	N (%)	
P0	16.23	0.44	36.886
P1	14.27	0.52	27.442
P2	15.82	0.51	31.019
P3	14.66	0.49	29.918

Nilai rasio C/N tertinggi sebelum proses pengomposan adalah pada perlakuan P0 yaitu 35% dan terendah pada perlakuan P3 yaitu 26%, sedangkan untuk nilai rasio C/N tertinggi setelah proses pengomposan adalah perlakuan P0 yaitu 32% dan terendah pada perlakuan P1 yaitu 23%.

Eceng gondok dalam keadaan kering memiliki kandungan kimia selulosa 64%, pentosa 15.61%, lignin 7.69%, silika 5.56%, dan abu 12%, sedangkan hasil analisis kimia dari eceng gondok dalam keadaan segar terdiri dari bahan organik sebesar 36.59%, C organik 21.23%, N total 0.28%, P total 0.0011%, dan K total 0.016%. Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 untuk semua perlakuan menunjukkan penurunan nilai rasio C/N. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Isroi dan Yuliarti (2009) bahwa selama proses pengomposan nilai rasio C/N akan terus menurun; kompos yang telah matang ditandai dengan nilai rasio C/N yang kurang dari 20%. Prinsip pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan rasio C/N tanah yaitu 10-20%. Berdasarkan spesifikasi kompos dari sampah organik domestik SNI: 19-7030-2004 bahwa kompos yang matang juga memiliki rasio C/N sebesar 10-20%.

Menurut Purwendro dan Nurhidayat (2006), bahwa semakin besar kandungan selulosa dari bahan organik, maka proses penguraian oleh bakteri akan berlangsung semakin lama.

Hasil penelitian pada perlakuan kontrol P0 memiliki rasio C/N yang paling tinggi yaitu 36% sebelum dekomposisi dan 36% setelah dekomposisi. Hal ini berarti kecepatan penguraian kompos berlangsung lambat dalam jangka waktu 30 hari. Hal ini disebabkan kurangnya jenis mikroba yang dapat mempercepat proses pengomposan karena tidak adanya penambahan starter. Hal ini berbeda dengan P1, P2, dan P3 yang perubahan rasio C/N menghampiri 20%, hal ini dapat disebabkan karena dilakukan penambahan jenis starter yang dapat mempercepat proses pengomposan.

## 4. KESIMPULAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengamatan pH, suhu, penyusutan volume, laju dekomposisi, warna kompos dan rasio C:N pada sampel menunjukkan bahwa proses dekomposisi pada sampel kontrol P0 berlangsung lambat dalam jangka waktu 30 hari, hal ini diduga karena kurangnya jenis mikroba yang dapat mempercepat proses pengomposan karena tidak adanya penambahan starter, lain halnya dengan sampel lainnya.
2. Selama proses dekomposisi berlangsung, perlakuan Eceng gondok *Eichornia crassipes* yang ditambahkan dengan 10% vermikompos

3. (P1) menunjukkan nilai tertinggi untuk **pH** yaitu 6,9, **Suhu** 33,3°C dan **Penyusutan Volume** 7,3cm<sup>3</sup>. Pemberian starter pada sampel juga menunjukkan perubahan yang signifikan pada **Laju Dekomposisi**, yaitu P1 0,08 kg, P2 0,04 kg dan P3 0,1kg pada hari ke-30. Perubahan **Warna Kompos** juga terjadi pada semua sampel dimana pada proses awal pengomposan sampel menunjukkan warna kecoklatan lalu kemudian mengalami perubahan warna di tahap akhir penelitian, yaitu menjadi coklat kehitaman. Hasil yang ditunjukkan pada pengamatan **C:N** yaitu kontrol P0 36%, P1 (kompos + 10% kotoran sapi) 27%, P2 (kompos + 10% vermikompos) 31% dan P3 (kompos + 5% kotoran sapi + 5% vermikompos) 29%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Djuarni, 2005. **Cara Cepat Membuat Kompos**. P.T. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Gaur, D. C., 1980. **Present Status of Composting and Agricutural Aspect, Improving Soil Fertility Through Organic Recycling, Compost Technology**. FAO of United Nation. New Delhi.
- Hadisumarno, D., 1992. **Buku Panduan Teknik Pembuatan Kompos dan Sampah Teori dan Aplikasi**. Center of Policy and Implementation Studies (CPIS). Jakarta.
- Isroi dan N. Yuliarti, 2009. **Kompos**. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Maradhy, E., 2009. **Aplikasi Campuran Kotoran Ternak dan Sedimen Mangrove Sebagai Aktivator pada Proses Dekomposisi Limbah Domestik**. Tesis. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Murbandono, L., 2007. **Membuat Kompos**. Penebar Niaga Swadaya. Jakarta.
- Notohadiprawiro, T., 1998. **Tanah dan Lingkungan**. Direktorat Jendral Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Purwendro, S., dan Nurhidayat, 2006. **Mengelola Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ruskandi, 2006. **Tehnik Pembuatan Kompos Limbah Kebun Pertanian Kelapa Polikultur**. Buletin Tehnik Pertanian Vol.11 (10),pp. 112-115.