

## OPTIMALISASI WAKTU PENGOMPOSAN PUPUK KANDANG DARI KOTORAN KAMBING DAN DEBU SABUT KELAPA DENGAN BIOAKTIVATOR EM4

### *Time Optimization of the Composting of Organic Fertilizer Based on Goat Manure and Coconut Coir Dust using EM4 Bio-Activator*

Linda Trivana, Adhitya Yudha Pradhana, Alfred Pahala Manambangtua

Balai Penelitian Tanaman Palma

Jalan Raya Mapanget, Kotak Pos 1004 Manado 95001

E-mail: [lindatrivana@gmail.com](mailto:lindatrivana@gmail.com)

#### Abstrak

Kotoran ternak dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kandang karena kandungan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang dibutuhkan oleh tanaman dan kesuburan tanah. Salah satu kotoran ternak yang dapat digunakan untuk pupuk kandang adalah kotoran kambing. Kotoran kambing digunakan sebagai pupuk kandang didasari oleh alasan bahwa kotoran kambing memiliki kandungan unsur hara relatif lebih seimbang dibanding pupuk alam lainnya dan kotoran kambing bercampur dengan air seninya (urine) yang juga mengandung unsur hara. Penambahan debu sabut kelapa ke dalam pupuk kandang karena kandungan kalium yang tinggi pada debu sabut dapat meningkatkan kandungan unsur hara K pada pupuk kandang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu optimal pengomposan dan kualitas dari pupuk kandang. Pupuk kandang yang diperoleh dianalisis kadar N, P, K, C-organik, rasio C/N, dan kadar airnya. Hasil analisis dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004. Analisis pupuk kandang dilakukan pada hari ke 0, 10, 20, 30, 40, dan 50. Hasil analisis pupuk kandang hari ke 10, 20, dan 30 diperoleh kualitas yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004 (Rasio C/N, kadar N, P, K, air, dan C-organik). Sedangkan pada hari ke 40 dan 50 diperoleh rasio C/N (9,74 dan 9,00) yang tidak sesuai dengan SNI 19-7030-2004 dimana nilai SNI rasio C/N adalah 10-20. Waktu optimal untuk pengomposan kotoran kambing dengan debu sabut dan bioaktivator EM4 adalah <30 hari.

**Kata Kunci:** kotoran kambing, debu sabut kelapa, pupuk organik, bioaktivator EM4

#### Abstract

Animal manures can be used as organic fertilizer because the high nutrient content such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). The nutrients are needed by plants and soil for fertility. One of the animal manures that can be used for organic fertilizer is goat manure. Goat manure is used as organic fertilizer it contains relatively more balanced nutrients than other natural fertilizer. In addition, the goat manure is mixed with the goat urine that also contains high nutrients. Coconut coir dust contains high potassium so that the addition of coconut coir dust in organic fertilizer will increase the potassium content (K) in organic fertilizer. This study aimed to determine the optimal time of composting and the quality of the organic fertilizer. The organic fertilizer was analyzed to determine the content of N, P, K, organic-C, C/N ratio, water content, and pH. The result of analysis is compared with SNI 19-7030-2004. Organic fertilizer analysis was conducted on day 0, 10, 20, 30, 40, and 50. The quality of organic fertilizer on day 10, 20, and 30 was in accordance with the quality stated in SNI 19-7030-2004 (C/N ratio, levels of N, P, K, water, and organic-C). While the C/N ratio of organic fertilizer on day 40 and 50 (9.74 and 9.00, respectively) are not in accordance with C/N ratio stated in SNI 19-7030-2004 which is 10-20. The optimal time for the composting of goat manure with coconut coir dust and EM4 bio-activator is <30 days.

**Keywords :** goat manure, coconut coir dust, organic fertilizer, EM4 bio-activator

Dikirim/submitted: 5 Desember 2016

Diterima/accepted: 15 Desember 2016

## 1. PENDAHULUAN

Limbah peternakan seperti feces, urine, dan sisa pakandapat menyebabkan pencemaran lingkungan, seperti bau yang menyengat yang dapat merusak mutu lingkungan dan kesehatan masyarakat di sekitar peternakan. Pengolahan kotoran ternak perlu dilakukan agar tidak terbuang sia-sia sehingga menghasilkan produk yang memiliki nilai jual dan mengurangi pencemaran lingkungan. Pengolahan kotoran ternak dapat dilakukan dengan cara menggunakan kotoran ternak sebagai pupuk kandang. Kotoran ternak dimanfaatkan sebagai pupuk kandang karena kandungan unsur haranya seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang dibutuhkan tanaman dan kesuburan tanah serta unsur hara mikro diantaranya kalsium, magnesium, belerang, natrium, besi, dan tembaga (Hapsari, 2013). Kotoran kambing dapat digunakan sebagai bahan organik pada pembuatan pupuk kandang karena kandungan unsur haranya relatif tinggi dimana kotoran kambing bercampur dengan air seninya (urine) yang juga mengandung unsur hara, hal tersebut biasanya tidak terjadi pada jenis pupuk kandang lainnya seperti kotoran sapi (Surya, 2013).

Selain kotoran ternak, limbah pertanian seperti limbah dari pengolahan kelapa juga dapat dimanfaatkan untuk pupuk organik. Debu sabut merupakan limbah dari penyeratan sabut kelapa. Debu sabut saat ini masih terbatas pemanfaatannya, yaitu sebagai media tanam (Mulyawan *et al.*, 2015). Debu sabut mengandung unsur hara seperti N, P, K, Ca, Fe, Mg, Na, Mn, Cu, Zn, dan Al. Unsur hara yang terdapat di debu sabut kelapa sesuai untuk digunakan sebagai pupuk organik (Lay, 2014; (Mulyawan *et al.*, 2015). Hermawati (2007) dalam Waryanti (2010), melaporkan bahwa  $K_2O$  yang terkandung di dalam debu sabut kelapa sebesar 10,25%. Debu sabut dapat ditambahkan ke dalam pupuk kandang karena kandungan kalium yang tinggi sehingga meningkatkan kandungan unsur hara K pada pupuk kandang. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah daripada pupuk kimia.

Nilai rasio C/N pupuk kandang kambing umumnya diatas 30, oleh karena itu pupuk kandang kambing harus dikomposkan terlebih dahulu sebelum digunakan ke tanaman. Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah ( $<20$ ) (Siboro *et al.*, 2013). Pengomposan adalah proses penguraian bahan-bahan organik secara biologis oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Dewi, 2012). Proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Untuk mempercepat proses pengomposan telah dikembangkan teknologi-teknologi pengomposan, antara lain dengan menggunakan aktivator sehingga

pengomposan berjalan dengan lebih cepat dan efisien (Arisha, 2003). Bioaktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah *EM4*. Mikroorganisme yang terdapat dalam *EM4* antara lain *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces* sp, *Actinomyces*, dan cendawan pengurai selulosa (Pangaribuan dan Pujisiswanto, 2008). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh waktu optimal pengomposan kotoran kambing dan debu sabut dengan bioaktivator *EM4* yang memiliki kualitas pupuk kandang sesuai dengan SNI 19-7030-2004.

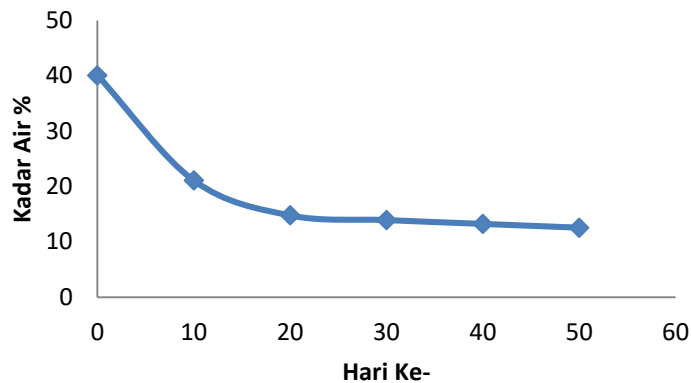
## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Kima Atas Balai Penelitian Tanaman Palma, selama bulan September-November 2015. Bahan penelitian yang digunakan antara lain, kotoran kambing yang berasal dari peternakan Kebun Percobaan Kima Atas, debu sabut, air, dan bioaktivator *EM4*. Alat yang digunakan, yaitu tempat pengomposan, sekop, plastik terpal, ember, gelas ukur, dan karung.

Pembuatan kompos dilakukan dengan sistem anaerob. Kotoran kambing yang sudah matang dihancurkan terlebih dahulu dengan alat penghancur. Kotoran kambing yang sudah hancur dicampur dengan debu sabut dengan perbandingan 1:1 (total bahan organik 10 kg), kemudian tumpukan bahan-bahan organik tersebut disiram dengan larutan *EM4* (100ml *EM4* dalam 10 l air) secara merata. Tutup tumpukan bahan-bahan organik dengan plastik terpal. Proses pembalikan dilakukan setiap 3 hari sekali sampai proses pengomposan selesai. Pupuk kompos yang telah matang dicirikan dengan warnanya yang hitam kecoklatan, teksturnya gembur, tidak berbau. Pengujian kualitas pupuk terdiri atas kadar air, nitrogen total,  $P_2O_5$ , C-organik, K, dan rasio C/N yang dilakukan pada hari ke 0, 10, 20, 30, 40, dan 50. Nilai kadar air ditentukan dengan metode gravimetri, kadar nitrogen dengan metode kjedahl,  $P_2O_5$  dianalisis dengan metode spektrofotometri, kadar K diukur dengan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), dan kadar C-organik diukur dengan metode titrimetri.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

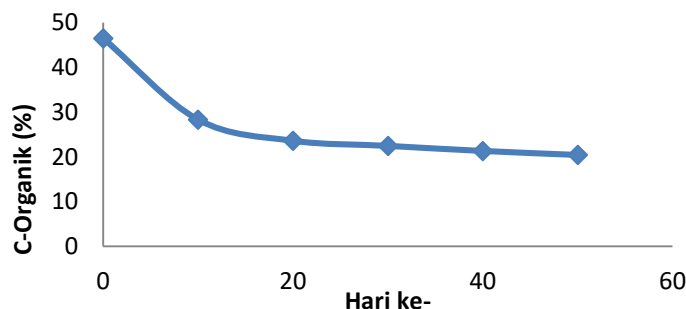
Parameter kualitas pupuk kandang yang dianalisis antara lain pH, C-organik, N, P, K, rasio C/N, dan kadar air. Pupuk yang telah matang memiliki ciri-ciri, yaitu berwarna coklat tua hingga hitam, remah, memiliki suhu ruang, dan tidak berbau. Pengaruhlamanya waktu pengomposan dengan kadar air pupuk kandang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Pengaruh Waktu Pengomposan dengan Kadar Air**

Kadar air dari bahan kompos mengalami penurunan karena proses penguapan selama fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme. Selama proses pengomposan juga dilakukan pembalikan agar kompos tidak terlalu lembab/ mengurangi kadar air pada bahan organik.

Karbon (C) dibutuhkan mikroorganisme selama pengomposan. Pengaruh waktu pengomposan terhadap kadar C-organik pupuk kandang ditunjukkan pada Gambar 2.

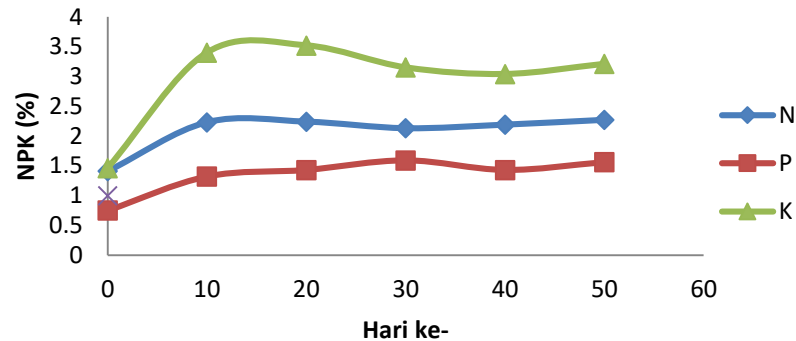


**Gambar 2. Pengaruh Waktu Pengomposan dengan Kadar C-Organik**

Semakin lama waktu pengomposan maka kadar karbon dalam pupuk kandang semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh mikroba yang menggunakan karbon untuk berkembangbiak (Murtalaningsih, 2001). Mikroba mengambil energi untuk penguraian bahan organik dari kalori yang dihasilkan dalam reaksi biokimia, seperti perubahan zat karbohidrat menjadi gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang terus menerus sehingga kandungan zat karbon dalam pupuk kandang turun semakin rendah (Subali, 2010).

Unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman antara lain N, P, dan K. Unsur nitrogen (N) untuk pertumbuhan tunas, batang, dan daun. Fosfor (P) untuk merangsang pertumbuhan akar buah dan biji.

Kalium (K) untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Santi, 2008). Pengaruh lamanya waktu pengomposan terhadap kadar N, P, dan K pupuk kandang ditunjukkan pada Gambar 3.

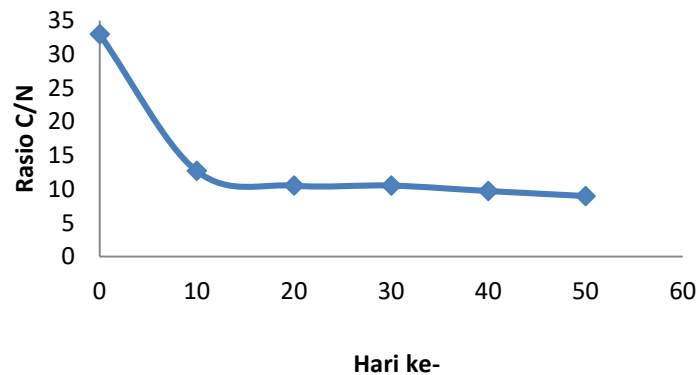


Gambar 3. Pengaruh Waktu Pengomposan dengan Kadar N, P, dan K

Kadar N, P, dan K awal pengomposan (hari ke-0) pupuk kandang meningkat setelah dilakukan pengomposan. Peningkatan kadar nitrogen pupuk kandang terjadi karena proses dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme yang menghasilkan ammonia dan nitrogen. Nitrogen yang bereaksi dengan air membentuk  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{H}^+$ . Senyawa  $\text{NO}_3^-$  bersifat sangat *mobile*, sangat larut air, dan tidak dapat dipegang oleh koloid tanah serta akan terjadi kehilangan N dalam bentuk gas, dimana reaksi  $\text{NO}_3^-$  menjadi  $\text{N}_2$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Kehilangan N ini diatasi dengan pembalikan tumpukan pupuk kandang sehingga kadar air berkurang, suplai oksigen yang cukup untuk mikroorganisme mengurai protein menjadi ammonia ( $\text{NH}_4^+$ ), dan proses aerasi yang baik (Cesaria *et al.*, 2010). Kandungan fosfor juga dipengaruhi oleh tingginya kandungan nitrogen, semakin tinggi nitrogen yang terkandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat sehingga terjadi kenaikan kandungan fosfor pada pupuk kandang (Hidayati *et al.*, 2011). Bakteri pelarut fosfat umumnya juga dapat melarutkan unsur kalium dalam bahan organik. Menurut Hidayati *et al.*, (2011), kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium. Kalium dapat diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur (Mirwan, 2012).

Nilai rasio C/N bahan organik merupakan faktor penting dalam pengomposan. Karbon digunakan sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai sumber nutrisi untuk pembentukan sel-sel tubuh

mikroorganismen selama proses pengomposan. Pengaruh waktu pengomposan terhadap rasio C/N ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Waktu Pengomposan dengan Rasio C/N

Pembuatan pupuk kandang dari kotoran kambing dengan cara fermentasi menggunakan *EM4* akan menyebabkan penurunan rasio C/N. Hal ini disebabkan dalam proses fermentasi telah terjadi reaksi C menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CH}_4$  yang berupa gas. Selain itu, C-organik dalam bahan organik juga digunakan mikroorganismen sebagai sumber makanan sehingga jumlahnya berkurang. Sedangkan, nilai N total dalam bahan organik mengalami peningkatan karena proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganismen yang menghasilkan ammonia dan nitrogen, sehingga kadar N total kompos meningkat. Dengan menurunnya kandungan C-organik dan meningkatnya kandungan N total maka rasio C/N mengalami penurunan. Bahan organik sudah menjadi kompos/pupuk dan dapat digunakan untuk tanaman apabila rasio C/N < 20 (Yuniwati *et al.*, 2012).

Hasil analisis kualitas pupuk kandang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 untuk mengetahui apakah pupuk kandang hasil pengomposan memenuhi kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI) dan layak digunakan pada tanaman. Hasil analisis pupuk kandang dan SNI 19-7030-2004 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Pupuk Kandang dan SNI 19-7030-2004

Parameter	Standar SNI 19-7030-2004			Kotoran Kambing	Hari ke-					
	Satuan	Min	Maks		0	10	20	30	40	50
C-Organik	%	9,80	32	47,34	46,51*	28,35	23,62	22,48	21,34	20,45
Nitrogen	%	0,40		1,45	1,41	2,23	2,24	2,13	2,19	2,27
Fosfor	%	0,10		0,35	0,75	1,32	1,43	1,59	1,43	1,56

Parameter	Standar SNI 19-7030-2004			Kotoran Kambing	Hari ke-					
	Satuan	Min	Maks		0	10	20	30	40	50
Kalium	%	0,20		1,03	1,46	3,40	3,52	3,15	3,04	3,21
Rasio C/N		10	20	32,65	32,99*	12,71	10,54	10,55	9,74*	9,00*
Kadar Air	%		50	35,91	40,07	21,08	14,77	13,93	13,24	12,56

Keterangan: \*tidak memenuhi SNI 19-7030-2004

Nilai rasio C/N kotoran kambing >30, yaitu 32,65 yang berarti kotoran kambing harus dikomposkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pupuk pada tanaman. Kondisi awal (hari ke-0) pengomposan bahan organik memiliki nilai rasio C/N 32,99, C-organik 46,51, kadar N, P, dan K masing-masing sebesar 1,41%, 0,75%, dan 1,46% serta kadar air 40,07%. Rasio C/N awal memenuhi kriteria nilai C/N awal untuk bahan kompos, yaitu berkisar antara 30-50 (Salim, 2008). Kandungan C-organik yang tinggi menunjukkan bahwa bahan organik tersebut cukup untuk mikroorganisme mendapatkan energi selama proses dekomposisi. Nitrogen dibutuhkan mikroorganisme untuk pemeliharaan dan pembentukan sel tubuh. Makin banyak kandungan nitrogen maka makin cepat bahan organik terurai. Selama proses pengomposan, mikroorganisme memanfaatkan hanya sebagian kecil unsur fosfat dan kalium untuk kegiatan metabolismenya. Bakteri pelarut fosfat umumnya juga dapat melarutkan unsur kalium dalam bahan organik. Kandungan air berkaitan dengan ketersediaan oksigen untuk aktivitas mikroorganisme aerobik dan jika kadar air bahan berkisar 40-60,5% maka mikroorganisme pengurai akan bekerja optimal (Sriharti, 2010).

Hasil analisis pupuk kandang hari ke 10, 20, dan 30 memenuhi parameter-parameter SNI 19-7030-2004, sedangkan pupuk kandang hari ke 40 dan 50 diperoleh pupuk kandang dengan rasio C/N yang tidak memenuhi SNI 19-7030-2004 (Tabel 2). Semakin lama proses pengomposan dilakukan maka rasio C/N semakin kecil (Surtinah, 2013). Hal ini disebabkan oleh kadar C dalam bahan kompos sudah banyak berkurang karena digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber makanan/energi, sedangkan kandungan nitrogen mengalami peningkatan karena proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme yang menghasilkan ammonia dan nitrogen sehingga rasio C/N menurun.

#### 4. KESIMPULAN

Kotoran kambing memiliki unsur hara yang diperlukan oleh tanaman tetapi perlu dilakukan pengomposan sebelum digunakan sebagai pupuk pada tanaman karena kotoran kambing memiliki rasio C/N yang tinggi, yaitu >30. Pengomposan dilakukan dengan bioaktivator *EM4* agar proses pengomposan berlangsung cepat. Pupuk kandang dengan waktu pengomposan hari ke 10, 20, dan 30

menghasilkan pupuk kandang dengan kualitas yang sesuai SNI 19-7030-2004 (Rasio C/N, kadar N,P, K, air, dan C-organik). Pupuk kandang harike 40 dan 50 memiliki rasio C/N (9,74 dan 9,00) yang tidak memenuhi SNI dimana nilai rasio C/N SNI sebesar 10-20. Waktu pengomposan kotoran kambing dengan debu sabutkelapa dan bioaktivator *EM4* yang baik adalah <30 hari.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arisha, H.M.E., Gad, A.A., dan Younes, S.E. (2003). Response of some pepper cultivar to organic and mineral nitrogen fertilizer under sandy soil conditions. *Zagazig J. Agric. Res.* 30: 1875-99.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. SNI 19-7030-2004. Jakarta.
- Cesaria, R.Y., Wirosodarmo, R., Suharto, B. (2010). Pengaruh penggunaan *starter* terhadap kualitas fermentasi limbah cair tapioka sebagai alternatif pupuk cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 12(2):8-14
- Dewi, Y.S., Treesnowati. (2012). Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode composting. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S.* 8(2): 35-48.
- Hapsari, A.Y. (2013). Kualitas dan kuantitas kandungan pupuk organik limbah serasah dengan inokulum kotoran sapi secara semianaerob .*skripsi.* Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hermawati, T. (2007). Tanaman semangka (*Citrullus vulgaris Schars*) terhadap pemberian berbagai dosis abu sabut kelapa. *Jurnal Agronomi* 11(2): 77-80.
- Hidayati, Y.A., Kurnani, A., Marlina, E.T., Harlia, E. (2011). Kualitas pupuk cair hasil pengolahan fases sapi potong menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. *Jurnal Ilmu Ternak* 11(2): 104-107.
- Lay, A., Nur., M. (2014). Aplikasi model *renewable cycle sistem* (RCS) pada usaha tani kelapa. Prosiding Konferensi Nasional Kelapa VIII, Jambi, 21-22 Mei 2014. p. 113-120.
- Mirwan, M., Rosariawari, F. (2012). Optimasi pematangan kompos dengan penambahan campuran lindi dan bioaktivator stardec. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 4(2):150-154.
- Mulyawan, M., Setyowati, E., Widjaja, A. (2015). Surfaktan sodium ligno sulfonat (SLS) dari debu sabut kelapa. *Jurnal Teknik ITS* 4(1): 1-3.
- Murtalaningsih. (2001). Studi pengaruh penambahan bakteri dan cacing tanah terhadap laju reduksi dan kualitas kompos. *Laporan Tugas Akhir.* FTSP-ITS. Surabaya.



- Pangaribuan, D., Pujisiswanto, H. (2008). Pemanfaatan kompos jerami untuk meningkatkan produksi dan kualitas buah tomat. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008, Universitas Lampung, 17-18 November 2008. p. 1-10.
- Salim, T., Sriharti. (2008). Pemanfaatan limbah industri pengolahan dodol nanas sebagai kompos dan aplikasinya pada tanaman tomat. Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Kimia dan Tekstil, Yogyakarta, 22 November 2008. p. 72-77.
- Santi, S.S. (2008). Kajian pemanfaatan limbah nilam untuk pupuk cair organik dengan proses fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia* 2(2): 170-175.
- Siboro, E.S., Surya, E., Herlina, N. (2013). Pembuatan pupuk cair dan biogas dari campuran limbah sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU* 2(3): 40-43.
- Sriharti., Salim, T. (2010). Pemanfaatan sampah tanam (rumput-rumputan) untuk pembuatan kompos. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Yogyakarta, 26 Januari 2010. p. 1-8.
- Subali, B., Ellianawati. (2010). Pengaruh waktu pengomposan terhadap rasio unsur C/N dan jumlah kadar air dalam kompos. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY, Semarang, 10 April 2010. p. 49-53.
- Surtinah. (2013). Pengujian kandungan unsur hara dalam kompos yang berasal dari serasah tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 11(1): 16-25.
- Surya, R.E., Suryono. (2013). Pengaruh pengomposan terhadap rasio C/N kotoran ayam dan kadar hara NPK tersedia serta kapasitas tukar kation tanah. *UNESA Journal of Chemistry* 2(1): 137-144.
- Waryanti, A., Sudarno., Sutrisno, E. (2010). Studi pengaruh penambahan sabut kelapa pada pembuatan pupuk cair dari limbah cucian ikan terhadap kualitas unsur hara makro (CNPk). *Jurnal Agronomi* 11(2): 1-7.
- Yuniwati, M., Iskarima, F., Padulemba, A. (2012). Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi* 5(2):172-181.