

PENINGKATAN KUALITAS KOMPOS SAMPAH ORGANIK KAMPUS DENGAN DIPERKAYA PUPUK NPK DAN UREA

**Bagaskoro Prasetyo Putro^{*}, Rantidaista Ayunin Walidaini, Ganjar Samudro,
Winardi Dwi Nugraha**

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang - Semarang 50275.

^{*}Email: bagaskoro_pp@hotmail.com

Abstrak

Ketergantungan petani akan pupuk kimia telah menimbulkan berbagai masalah seperti meningkatnya keasaman tanah dan ketidakseimbangan nutrisi pada tanah. Pengkombinasian kompos dengan pupuk kimia (pengayaan kompos) merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia. Penambahan pupuk kimia ke dalam kompos dapat menambah ketersediaan hara bagi tanaman dan tanah, dan mempercepat proses degradasi bahan organik. Jenis pupuk kimia yang paling sering digunakan oleh petani adalah pupuk NPK karena memiliki unsur hara yang cukup lengkap dan pupuk urea yang memiliki kandungan nitrogen cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan pupuk NPK dan pupuk Urea dalam pembuatan kompos matang dan stabil. Pengomposan dilakukan secara aerobik menggunakan tube composter selama 49 hari (6 minggu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk NPK dan urea berpengaruh terhadap peningkatan unsur hara Nitrogen dengan nilai signifikansi 0,006; Fosfor dengan nilai signifikansi 0,149; dan Kalium dengan nilai signifikansi 0,057.

Kata kunci: kompos sampah organik, pupuk NPK, pupuk Urea

1. PENDAHULUAN

Saat ini ketergantungan petani akan pupuk kimia semakin besar. Menurut Sutanto (2002), kelebihan dari pupuk kimia atau sintesis adalah memberikan unsur hara secara cepat dan langsung dalam bentuk larutan sehingga dapat langsung diserap oleh tanaman. Namun ketergantungan petani tersebut berdampak pada penggunaan pupuk kimia yang berlebihan, sehingga dapat menimbulkan berbagai masalah seperti meningkatnya harga produksi karena harga pupuk yang mahal, kelangkaan dan ketidakseimbangan nutrisi pada tanah, serta tingkat keasaman tanah yang meningkat (Jones dan Benton, 2003). Fuentes dkk., (2006), menyatakan bahwa pemupukan berlebih menyebabkan penurunan kesuburan tanah (penurunan nilai N, P, dan K pada tanah). Selain masalah tersebut, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat menyebabkan tanah pertanian menjadi lebih keras dan merusak keseimbangan organisme yang menyuburkan tanah (Sutanto, 2002).

Sementara itu, penggunaan kompos sebagai sumber makanan tanah dan tanaman masih terhambat dengan permasalahan seperti diperlukan dalam jumlah yang banyak, kandungan zat hara yang rendah serta proses mineralisasi yang lambat (Jones dan Benton, 2003). Kompos memiliki kandungan hara makro yang lebih rendah dibandingkan dengan pupuk sintesis pabrik. Namun, kompos memiliki keuntungan lain yang tidak dimiliki oleh pupuk kimia yaitu peran untuk memperbaiki struktur fisik dan mikrobiologi tanah, serta berbagai substansi yang dapat meningkatkan status hara di dalam tanah (Setyorini dkk., 2006). Kompos membantu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan porositas tanah sehingga tanah menjadi gembur dan lebih mampu menyimpan air (Tchobanoglous dkk., 2003). Kompos yang diaplikasikan pada lahan atau tanaman harus telah memasuki fase matang dan stabil. Menurut Mangkoedihardjo dan Samudro (2010), kompos yang tidak stabil memiliki rasio BOD/COD yang masih tinggi, sehingga menciptakan suatu kondisi yang baik bagi pertumbuhan mikroba atau aktivitas biologis masih tinggi, sehingga dikhawatirkan masih terjadi proses dekomposisi yang dapat mengganggu pertumbuhan serta penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Untuk mengurangi pemakaian pupuk kimia yang berlebihan dapat dilakukan alternatif seperti pengkombinasian pupuk kimia dengan pupuk kompos atau lebih dikenal dengan istilah memperkaya kompos. Pengkombinasian kompos dan pupuk kimia dapat memberikan pengaruh

yang bagus pada keseimbangan nutrisi tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah. Apabila bahan organik yang digunakan untuk bahan dasar kompos mengandung nitrogen rendah, maka dapat diperkaya dengan menambahkan limbah organik yang kaya nitrogen, atau ditambahkan pupuk urea dengan dosis 1% b/b. Sifat bahan organik akan lebih ideal apabila dicampur terlebih dahulu dengan pupuk kimia sebelum dimanfaatkan sebagai pupuk. Penambahan pupuk kimia ke dalam kompos dapat mempercepat proses degradasi bahan organik dan menambah unsur hara kompos itu sendiri (Sutanto, 2002). Hal tersebut sejalan dengan pendapat Sutejo (2002), bahwa pemberian pupuk anorganik ke dalam kompos dapat menambah ketersediaan hara yang cepat bagi tanaman. Keuntungan lain dari pengkombinasian bahan kompos dan pupuk kimia adalah mampu menurunkan ketergantungan tanaman terhadap pupuk kimia serta membantu proses mineralisasi zat hara yang ada pada bahan organik (Ayeeni, 2008). Penambahan urea sebagai pemerkaya pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan menurunkan rasio C/N hingga mendekati rasio C/N tanah yaitu 10 – 12 (Kurniawan dkk., 2013). Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian mengenai pembuatan kompos matang dan stabil diperkaya dengan penambahan pupuk NPK dan pupuk Urea sebagai pemerkaya dengan bahan kompos berupa campuran sampah sayur dan sampah daun secara aerobik.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni – Oktober 2015 di Gedung Kuliah Bersama Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Proses pengomposan dilakukan selama kurang lebih 42 hari (6 minggu). Jenis bahan baku kompos adalah campuran sampah daun dan sampah sayur dengan perbandingan komposisi sampah daun : sampah sayur = 1 kg : 0,05 kg (berdasarkan perhitungan *Ministry of Agriculture and Food*, 1998 agar didapatkan rasio C/N sebesar 30). Pengomposan dilakukan selama kurang lebih 42 hari (6 minggu).

Penambahan pupuk NPK dan Urea ke dalam tumpukan kompos dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan unsur hara dari kompos. Penambahan pupuk NPK dan urea yang diberikan adalah dengan variasi sebagai berikut:

K : Tanpa penambahan pupuk (Kontrol)

N₁: Penambahan pupuk NPK 1,5% b/b

N₂: Penambahan pupuk NPK 3% b/b

N₃: Penambahan pupuk NPK 4,5% b/b

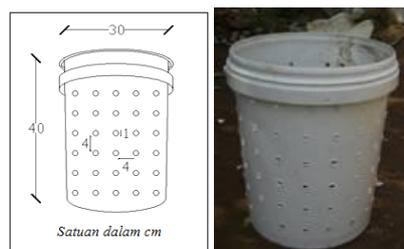
U₁: Penambahan pupuk Urea 0,3 % b/b

U₂: Penambahan pupuk Urea 0,6 % b/b

U₃: Penambahan pupuk Urea 0,9 % b/b

Dosis NPK tersebut apabila dikonversikan ke penambahan urea yang memiliki kandungan nitrogen 46% sebesar kurang lebih 0% b/b; 0,5% b/b; 1% b/b; dan 1,5% b/b. Menurut Sutanto (2002), kompos dapat diperkaya dengan menambahkan pupuk urea dengan dosis 1% b/b. Apabila penambahan nitrogen > 1% b/b, maka akan meningkatkan kehilangan nitrogen melalui proses volatilisasi dalam bentuk gas amoniak (NH₃).

Proses pengomposan dilakukan secara aerobik dengan *tube composter*. Media untuk proses pengomposan menggunakan kotak pengomposan yang terbuat dari ember plastik. Kunci utama komposting secara aerobik adalah adanya aerasi yang baik, oleh karena itu pada komposter sebaiknya terdapat lubang – lubang ventilasi. Lubang ventilasi dapat dibuat dengan solder listrik atau paku yang dipanaskan (Wahyono dkk., 2003)



Gambar 1. Tube Komposter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, karakteristik kimiawi kompos matang ditentukan dari nilai rasio C/N yaitu sebesar 10 – 20. Sedangkan karakteristik fisik kompos matang yaitu memiliki warna coklat atau kehitaman dan bertekstur remah seperti tanah. Dari hasil pengomposan, semua variasi bahan kompos dan dosis sudah berwarna coklat kehitaman dan bertekstur remah. Kadar air pada kompos dengan variasi jenis bahan campuran pada semua dosis sudah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu dengan kadar air < 50%. Variasi kompos dibedakan menjadi kontrol atau tidak diperkaya (K), diperkaya pupuk NPK 1,5 % (N₁), diperkaya pupuk NPK 3 % (N₂), diperkaya pupuk NPK 4,5 % (N₃), diperkaya urea 0,3 % (U₁), diperkaya urea 0,6 % (U₂), dan diperkaya urea 0,9 % (U₃)

Tabel 1. Karakteristik Kompos Matang dan Stabil Tiap Variasi

Variasi	Kadar Air (%)	C (%)	N (%)	Rasio C/N	P (%)	K (%)	BOD/COD
K	46,71	29,49	2,04	14,39	0,28	1,49	0,07
N ₁	48,06	30,23	2,42	12,45	0,35	1,94	0,06
N ₂	48,53	30,88	2,80	11,02	0,47	2,28	0,09
N ₃	49,09	30,40	2,55	11,90	0,48	2,04	0,08
U ₁	38,03	29,82	2,10	14,19	0,30	1,84	0,08
U ₂	39,22	30,24	2,46	12,27	0,30	1,96	0,07
U ₃	37,11	29,15	2,60	11,18	0,29	1,86	0,04
SNI	≤ 50	9,8 – 32	> 0,4	10 - 20	> 0,1	> 0,2	-

Pada dasarnya semakin tinggi rasio C/N maka semakin lama pula waktu degradasi kompos hingga bahan kompos tersebut matang (Setyorini dkk., 2006). Selain berdasarkan nilai rasio C/N kompos matang juga ditunjukkan dari wujud fisik kompos (SNI 19-7030-2004). Wahyono dkk. (2003) menyebutkan bahwa kompos yang telah matang berwarna coklat kehitaman, berbau seperti bau tanah, serta berbentuk remah-remah dan hancur. Tekstur bahan juga menjadi remah karena telah banyak zat-zat yang terurai, sehingga ikut mempengaruhi berkurangnya berat kompos. Secara keseluruhan, seluruh variasi bahan kompos memiliki wujud fisik seperti yang disyaratkan tersebut, walaupun intensitas warna coklat kehitaman-nya berbeda – beda. Kandungan fosfor dan kalium di akhir proses pengomposan dari kompos yang diperkaya NPK memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompos kontrol dan kompos diperkaya dengan urea.

Analisis C-organik dilakukan setiap minggu selama proses pengomposan. Jannah (2003) menyebutkan bahwa ketika penguraian bahan organik terjadi, aktivitas mikroorganisme menghasilkan unsur C sehingga kadar C-organik meningkat. Kemudian pada saat kompos matang, pengurai akan mati dan kadar C-organik perlahan-lahan akan turun. Menurut Rynk dkk. (1992), sampah daun mengandung karbon tinggi. Tingginya lignin dan selulosa tersebut membuat proses dekomposisi kompos variasi bahan sampah daun menghabiskan waktu paling lama untuk stabil. Menurut Lestari dkk. (2009), penurunan kandungan C-Organik pada kompos yang diperkaya dengan urea dapat disebabkan oleh meningkatnya aktivitas mikroorganisme karena adanya tambahan nitrogen dari pupuk urea.

Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro utama yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen penting bagi pembentukan protein dan reproduksi tanaman (Rynk dkk., 1992). Peningkatan kadar nitrogen dapat terjadi karena padatan tervolatil atau bahan organik yang terdegradasi lebih besar dibandingkan NH₃ yang tervolatilisasi (Bernal dkk., 1998). Selain itu, peningkatan N-total juga dipengaruhi oleh urea yang mengandung kadar nitrogen yang cukup tinggi (46,196 %). Hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dalam proses pengomposan akan menghasilkan sejumlah unsur nitrogen yang penting dalam pertumbuhan

vegetatif tanaman dan merupakan salah satu parameter dalam standar kualitas pupuk organik (Lestari dkk, 2009). Secara umum seluruh kompos sampah kampus yang diperkaya dengan pupuk NPK dan Urea mempunyai N-total yang sangat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan N-total kompos sampah kampus tanpa bahan pengkaya. Penambahan bahan pengkaya menyebabkan N-Total kompos menjadi jauh meningkat. Kadar N-total tertinggi dimiliki oleh kompos yang diperkaya pupuk NPK 3%.

Perhitungan rasio C/N dilakukan setiap minggu selama pengomposan setelah pengujian kadar C-organik dan N-total. Menurut Sutanto (2002), prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan hingga sama dengan nilai rasio C/N tanah yaitu 10 – 12 atau kurang dari 20. Menurut Rynk dkk. (1992), karbon atau nitrogen yang berlebih ataupun kurang mempengaruhi proses pengomposan. Mikroorganisme menggunakan karbon untuk pertumbuhan dan energi sementara nitrogen penting bagi protein dan reproduksi. Oleh karena itu, penting untuk menyediakan karbon dan nitrogen dengan porsi yang cukup. Nilai rasio C/N di bawah 20:1 mengakibatkan karbon yang tersedia sepenuhnya digunakan tanpa menstabilkan semua nitrogen. Akibatnya, kelebihan nitrogen kemudian dapat hilang ke atmosfer sebagai amonia atau *nitrous oxide* dan bau dapat menjadi masalah pula. Secara keseluruhan, peningkatan dosis bahan pengkaya semakin menurunkan rasio C/N kompos, di mana untuk kompos yang diperkaya pupuk NPK 4,5% dan urea 0,3% memiliki rasio C/N terendah. Pada perlakuan kompos yang diperkaya dengan urea, terlihat bahwa penurunan C-organik paling besar, hal ini menurut (Lestari dkk, 2009) dapat disebabkan karena jasad mikro memperoleh cukup N-anorganik yang berasal dari urea untuk merombak bahan organik yang ada, akibatnya jumlah C-organik jauh lebih rendah dan N banyak tersedia.

Pengujian kadar P-total dilakukan setiap minggu selama proses pengomposan. Jannah (2003) menjelaskan bahwa tingginya kandungan P-total dalam kompos dapat disebabkan jumlah fosfor yang terkandung di dalam bahan baku yang digunakan serta banyaknya mikroorganisme dalam proses pengomposan. Seluruh variasi kompos telah matang dan stabil serta memenuhi SNI 19-7030-2004 yaitu kadar P-total lebih dari 0,1%. Secara keseluruhan, penambahan bahan pengkaya dapat meningkatkan kandungan P-total dibandingkan dengan kompos yang tidak diperkaya. Murbandono (2000) menyatakan bahwa terjadi pengikatan beberapa jenis unsur hara di dalam tubuh jasad renik, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Unsur-unsur tersebut akan terlepas kembali bila jasad renik tersebut mati. Kadar P akan jauh meningkat dan akan menjadi sangat tinggi bila bahan pengkaya yang digunakan adalah urea (Lestari dkk., 2009). Peningkatan P-total terbesar dialami oleh kompos yang diperkaya pupuk NPK 4,5%. Hal ini terjadi karena pupuk NPK mengandung perbandingan kandungan N, P, dan K yang seimbang, walaupun dengan kadar yang kecil yaitu 15:15:15, jika dibandingkan dengan urea yang hanya mengandung N yang tinggi tetapi P dan K yang sangat kecil.

Unsur Kalium berperan dalam proses asimilasi pada tanaman. Mekanisme terbuka dan tertutupnya stomata dipengaruhi oleh keberadaan ion K, bila stomata terbuka berarti proses fisiologi pada tanaman akan berlangsung dengan baik, terutama proses fiksasi CO₂ yang akan menghasilkan asimilat untuk memenuhi kebutuhan hidup tanaman (Surtinah, 2013). Pengujian kadar K-total awal seluruh variasi kompos sudah cukup tinggi, melebihi yang disyaratkan SNI 19-7030-2004 yaitu lebih dari 0,2%.. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa penambahan pupuk NPK sebagai bahan pemerkaya pada kompos mempengaruhi kadar K-total yang lebih tinggi dibandingkan kompos yang tidak diperkaya maupun yang diperkaya urea. Kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium.

Kompos yang telah matang menurut SNI 19-7030-2004 adalah ketika nilai rasio C/N berada di antara 10 – 20. Sedangkan kompos yang telah stabil ditandai dari kadar COD dan BOD kompos. Menurut Mangkoedihardjo (2006), kompos yang telah stabil dapat diketahui dari uji BOD₅ dan uji COD, di mana untuk dikatakan stabil kompos harus memiliki nilai BOD₅ < 100 mg/L, nilai COD < 500 mg/L, dan rasio BOD₅/COD < 0,1. Berdasarkan data pada tabel 1. rasio BOD/COD yang paling rendah adalah yang diperkaya urea 0,9%. Nilai BOD₅ rendah mungkin menunjukkan adanya bahan organik yang sulit terurai, yang berarti kompos sudah stabil secara mikrobiologis, atau mungkin karena adanya senyawa organik beracun yang menghambat aktivitas mikroba (Mangkoedihardjo,

2006). Penurunan nilai BOD₅ dimaksudkan untuk membuat kompos menjadi *non-biodegradable*, atau stabil yang berarti dalam hal ini tidak terjadi proses penguraian biologis lebih lanjut.

Tabel 2. Defisiensi Rasio C/N dan Peningkatan Unsur Hara Kompos Matang dan Stabil

Parameter	K	N ₁	N ₂	N ₃	U ₁	U ₂	U ₃
Defisiensi Rasio C/N (%)	72,16	72,54	73,19	76,68	72,19	75,95	78,08
Peningkatan N-Total (%)	131,24	140,33	151,52	184,93	134,06	174,57	190,32
Peningkatan P-Total (%)	61,57	100,03	162,22	170,54	63,24	76,49	61,10
Peningkatan K-Total (%)	9,76	43,32	67,70	50,14	35,88	44,32	37,38
Lama Pengomposan (hari)	42	42	42	42	42	42	42

Penurunan rasio C/N dan lama waktu pengomposan digunakan sebagai parameter keberhasilan proses pengomposan (Ayuningtias, 2009). Semakin besar nilai defisiensi C/N akan menyebabkan proses pengomposan menjadi lebih cepat, dan proses pengomposan yang terjadi semakin baik. Peningkatan nilai unsur hara makro (N, P, K) digunakan sebagai parameter mutu kompos. Semakin besar kandungan unsur hara N, P, dan K pada kompos, maka semakin baik kompos tersebut jika digunakan terhadap tanaman karena menyediakan unsur hara yang cukup banyak bagi tanaman dan tanah. Sebagai pembandingan, digunakan hasil uji pengomposan hari ke-0 pada kontrol tiap jenis bahan. Persentase peningkatan P-total dan K-total dari kompos dengan bahan pengkaya pupuk NPK memiliki nilai lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kontrol dan kompos dengan penambahan urea.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Signifikansi Kompos Menggunakan Uji Korelasi Spearman

Parameter	Analisis	N ₁	N ₂	N ₃	U ₁	U ₂	U ₃
Rasio C/N	Korelasi	0,75	0,75	0,733	0,964	0,964	0,893
	Signifikansi	0,01	0,01	0,012	0,00	0,00	0,003
N Total (%)	Korelasi	0,533	0,383	0,40	0,643	1,00	0,464
	Signifikansi	0,07	0,154	0,143	0,06	0,00	0,147
P Total (%)	Korelasi	0,5	0,917	0,567	0,571	0,929	0,750
	Signifikansi	0,085	0,00	0,056	0,090	0,001	0,026
K Total (%)	Korelasi	0,567	0,45	0,433	0,786	0,893	0,857
	Signifikansi	0,012	0,143	0,056	0,018	0,003	0,007

Hasil analisis korelasi di atas menunjukkan pada parameter rasio C/N menghasilkan angka korelasi mendekati 1 dan angka signifikansi di bawah 0,05 yang menunjukkan hubungan yang kuat antara parameter tersebut dengan penambahan urea serta NPK pada kompos. Semua parameter memiliki pengaruh terhadap penambahan pupuk NPK dan urea, namun ditinjau dari parameter N-total, P-total, dan K-total, hanya kompos dengan variasi U₂ saja yang memiliki korelasi dan signifikansi yang sangat kuat.

4. KESIMPULAN

Pemberian pupuk NPK dan pupuk urea sebagai bahan pemer kaya kompos memberikan peningkatan pada kualitas kompos matang dan stabil seluruh variasi kompos yang ditunjukkan dengan defisiensi rasio C/N serta peningkatan unsur hara N,P, dan K, di mana seluruhnya telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro atas fasilitas uji/analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayeni LS. 2008. *Integration of cocoa pod ash, poultry manure and NPK 20:10:10 for Soil Fertility Management – Incubation Study*. *Continental Journal Agronomy* (2): 25 – 30.
- Ayuningtias, D.N. 2009. *Pengaruh Ketersediaan Oksigen dan Sistem Aerasi terhadap Laju Proses Pengomposan dan Kualitas Kompos Berbahan Baku Limbah Pencucian Biji Kakao Terfermentasi, Serasah Daun, dan Kotoran Sapi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bernal, M.P., C. Paredes, M.A. Sanchez-Monedero, and J. Cegarra. 1998. *Maturity and Stability Parameters of Compost Prepared With A Wide Range of Organic Waste*. *Bioresource Technology*. 63 : 91 – 99
- Fuentes, B., N. Bolan., R. Naidu. 2006. *Phosphorus in Organic Waste-Soil Systems*. Chile: Universidad de La Frontera.
- Jannah, M. 2003. *Evaluasi Kualitas Kompos dari Berbagai Kota sebagai Dasar dalam Pembuatan SOP (Standar Operating Procedure) Pengomposan*. Bogor: Fakultas Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Jones and Benton Jr. J. 2003. *Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils and Their Fertility*. New York: CRC Press.
- Kurniawan, H.N.A., S. Kumalaningsih, dan A. Febrianto. 2013. *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Microbacter Alfaafa-11 (MA-11) dan Penambahan Urea Terhadap Kualitas Pupuk Kompos dari Kombinasi Kulit dan Jerami Nangka dengan Kotoran Kelinci*. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Mangkoedihardjo, S., 2006. *Revaluation of Maturity and Stability Indices for Compost*. *J. Appl. Sci. Environ. Mgt.* Vol. 10(3), 83 – 85.
- Mangkoedihardjo, S. dan G. Samudro, 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Ministry of Agriculture and Food. 1998. *Composting Factsheet - BC Agricultural Composting Handbook*, Second Edition 2nd Printing. Canada: BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries.
- Murbandono, L. 2000. *Membuat Kompos. Edisi Revisi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rynk, R., M. van de Kamp, G.B. Willson, M.E. Singley, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L. Laliberty Jr., D. Kay, D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, and W.F. Brinton. 1992. *On-Farm Composting Handbook*. New York : The Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension.
- Setyorini, D., Rasti S., dan Ea Kosman A. 2006. *Kompos*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik SNI 19-7030-2004*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- Surtinah. 2013. *Pengujian Kandungan Unsur Hara dalam Kompos yang Berasal dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*)*. *Jurnal Ilmiah Pertanian* Vol. 11, No. 1. Agustus 2013
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutejo, M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, and S. Vigil. 1993, *Integrated Solid Waste Management (Engineering Principles and Management Issues)*. McGraw-Hill, Inc.: Singapore.
- Wahyono, Sri, Firman L., Sahwan dan Feddy S. 2003. *Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.