

# PEMBUATAN KOMPOS DENGAN BAHAN BAKU KOTORAN SAPI

Gunawan, A. & Y. Surdiyanto

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Lembang

## ABSTRAK

Pemupukan dapat dilakukan dengan pemberian pupuk buatan dan pupuk alam atau pupuk organik. Pupuk organik lebih besar manfaatnya, karena dapat meningkatkan kesuburan fisik dan biologi tanah. Sifat fisika, kimia dan biologi serta kesehatan tanah yang baik dapat diperoleh dengan kandungan bahan organik tanah yang cukup (Bakobaon, 1996). Salah satu alternatif sumber bahan organik tersebut adalah kotoran ternak yang umumnya merupakan limbah pada industri peternakan. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi hasil kegiatan pengkajian fattening sapi potong. Kotoran sapi dikumpulkan di lokasi unit pengomposan, sedangkan urine dan sebagian kecil kotoran sapi yang tertinggal dialirkan ke areal lokasi persawahan pengkajian Integrasi Tanaman Ternak di lahan sawah irigasi, Banyuresmi Garur. Lokasi prosesing tersebut adalah sebidang tempat beralas tanah dan terlindung dari sinar matahari dan air hujan secara langsung. Kotoran sapi dan serbuk gergaji (5%) diambil dari kandang dan setelah ditiris ditampung dalam lokasi prosesing. Di atas tumpukan kotoran sapi dan serbuk gergaji tersebut ditaburi Orgadec dengan dosis 0,25% dan abu pembakaran bahan organik serta kalsit (2%) dengan dosis 10% dari berat bahan baku dan seluruh bahan dicampur/diaduk merata. Pembuatan kompos bahan dasar kotoran sapi dengan menggunakan mikroba pengurai (*orgadec*) mampu menghasilkan kualitas kompos prima, C/N rasio 12. Kompos yang dihasilkan dalam pengkajian cukup baik (matang) dengan warna pupuk coklat kehitaman berstruktur remah dan tak berbau.

*Kata Kunci*: Kompos, kotoran sapi

## PENDAHULUAN

Kebutuhan unsur hara tanaman yang semula sudah dapat dipenuhi dari pemberian bahan organik, karena memang kadar unsur hara di dalam bahan organik relatif rendah, akhirnya tidak dapat dipenuhi lagi. Hal ini mendorong manusia berusaha menemukan dan menggunakan pupuk buatan (anorganik) yang mengandung unsur hara dalam jumlah banyak secara besar-beasaran dan dan meninggalkan bahan organik. Masa-masa tersebut yaitu sekitar tahun 60-an yang dikenal dengan masa Revolusi Hijau (*green revolution*) memang menghasilkan peningkatan produksi terutama pangan di dunia ketiga yang mencolok (Brush, 1987; Greenland, 1987).

Peningkatan produksi akibat Revolusi Hijau ternyata tidak dapat berlangsung lama. Berbagai penelitian menyimpulkan bahwa tanpa bahan organik sistem pertanian akan bersifat rapuh (*fragile*), mudah tergoncang hanya dengan perubahan lingkungan yang kecil saja (Bergeret, 1987). Ditambah dengan kekhawatiran adanya pengaruh buruk terhadap kesehatan akibat pencemaran pupuk kimia, kini manusia menyadari peran yang dimainkan oleh bahan organik dan berusaha kembali meningkatkan penggunaan bahan organik serta mengurangi penggunaan pupuk buatan (anorganik).

Untuk itu, adalah kurang dibenarkan apabila tujuan setiap usaha pertanian adalah untuk memperoleh hasil (produksi) pertanian yang sebanyak-banyaknya tanpa memperhatikan keadaan kesuburan tanah yang diakibatkannya, karena hal ini akan

mengakibatkan keadaan tanah semakin merosot. Sebaliknya pendapat yang benar adalah bahwa setiap usaha pertanian itu harus bertujuan untuk memperoleh hasil pertanian yang optimal tanpa mengurangi kesuburan tanah. Hal ini yang menuntut pula jaminan produktivitas tanah yang cukup baik.

Pengolahan tanah yang baik dan teratur dapat meningkatkan kesuburan fisik tanah. Pemupukan yang sesuai dengan unsur hara tanah dapat meningkatkan kesuburan kimiawi tanah, sehingga sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pemupukan dapat dilakukan dengan pemberian pupuk buatan dan pupuk alam atau pupuk organik. Pupuk yang terakhir ini lebih besar manfaatnya, karena dapat meningkatkan kesuburan fisik dan biologi tanah. Sifat fisika, kimia dan biologi serta kesehatan tanah yang baik dapat diperoleh dengan kandungan bahan organik tanah yang cukup (Bakobaon, 1996). Salah satu alternatif sumber bahan organik tersebut adalah kotoran ternak yang umumnya merupakan limbah pada industri peternakan.

Kotoran ternak yang tercampur dengan sisa-sisa makanan dari jerami dari kandang merupakan pupuk kandang. Namun demikian jenis pupuk yang satu ini maupun pupuk hijau, ternyata menurut Sosrosoedjardjo (1974), belum dapat memenuhi kebutuhan bahan organik untuk pemupukan, karena: (a) Memperoleh pupuk kandang dalam jumlah besar, lebih-lebih yang sudah masak sangatlah sukar, (b) Penanaman pupuk hijau tidak selalu berhasil baik. Bila harus mengorbankan tanah untuk tidak ditanami

tanaman-tanaman lain yang menghasilkan adalah keberatan.

Ada beberapa alasan mengapa bahan-bahan organik itu harus dikomposkan terlebih dahulu, karena: (a) Tidak selalu mempunyai pupuk kandang atau bahan organik lainnya pada saat diperlukan. Jadi pembuatan kompos merupakan cara penyimpanan bahan organik sebelum digunakan sebagai pupuk, (b) Struktur bahan organik segar sangat kasar dan daya ikatnya terhadap air kecil, bila langsung ditanam maka akan mengakibatkan tanah menjadi sangat berderai, (c) Bila tanah cukup mengandung udara dan air peruraian bahan organik itu akan berlangsung dengan cepat, akibatnya jumlah CO<sub>2</sub> dalam tanah akan meningkat dengan cepat, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terganggu, (d) Bahan segar pada peruraiannya hanya sedikit sekali memberikan humus dan unsur-unsur hara ke dalam tanah (Sosoediardjo, 1974).

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi hasil kegiatan pengkajian *fattening* sapi potong. Kotoran sapi dikumpulkan di lokasi unit pengomposan, sedangkan urine dan sebagian kecil kotoran sapi yang tertinggal dialirkan ke areal lokasi persawahan pengkajian Integrasi Tanaman Ternak di lahan sawah irigasi, Banyuresmi Garut. Lokasi prosesing tersebut adalah sebidang tempat beralas tanah dan terlindung dari sinar matahari dan air hujan secara langsung. Kotoran sapi dan serbuk gergaji (5%) diambil dari kandang dan setelah ditiris ditampung dalam lokasi prosesing. Di atas tumpukan kotoran sapi dan serbuk gergaji tersebut ditaburi *Orgadec* dengan dosis 0,25% dan abu pembakaran bahan organik serta kalsit (2%) dengan dosis 10% dari berat bahan baku dan seluruh bahan dicampur/diaduk merata. Untuk mempercepat proses pengomposan dilakukan dengan cara menambah frekuensi pembalikan.

Setelah lebih kurang satu minggu, tumpukan dibalik/diaduk merata untuk menambah suplai oksigen dan meningkatkan homogenitas bahan, kemudian dipindahkan ke lokasi kedua atau ke samping. Setelah tiga minggu dalam lokasi kedua dan dilakukan pembalikan/pengadukan setiap tujuh hari sekali. Tumpukan dipindahkan ke lokasi ketiga dan dibiarkan selama seminggu. Seminggu kemudian, kompos telah matang dengan warna pupuk coklat kehitaman berstruktur remah dan tak berbau. Kemudian pupuk siap diayak dan disaring untuk

mendapatkan pupuk yang seragam serta memisahkan dari bahan-bahan yang tidak diharapkan (misalnya batu, potongan kayu, rafia dan lain-lain), sehingga kompos yang dihasilkan benar-benar berkualitas dan selanjutnya siap dikemas dan atau diaplikasikan ke lahan sebagai pupuk organik. Setelah kegiatan pengomposan selesai, produk kompos tersebut kemudian dikemas (*packing*) ke dalam karung. Dari setiap karung ini kemudian diambil sampel secukupnya untuk dianalisis proksimat di Laboratorium Balitsa, Balai Penelitian Sayuran Lembang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dallzell *et al.* (1987) melaporkan bahwa pengomposan adalah proses perubahan oleh jasad renik secara konstan oleh aktivitas mikroba dari suatu suksesi berbagai jasad renik yang masing-masing memiliki kondisi tertentu dengan waktu yang relatif terbatas. Kompos merupakan salah satu pupuk organik yang potensinya dapat memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologis tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, menambah kemampuan tanah menahan air dan meningkatkan ketersediaan unsur mikro (Gaur, *et al.*, Rodacl, 1975) dan tidak menimbulkan polusi lingkungan.

Selain itu, menurut Suharto (2000) kotoran sapi merupakan kotoran ternak yang baik untuk kompos, karena tidak ada masalah polusi logam berat dan antibiotik. Kandungan fosfor yang rendah harus dipenuhi dari sumber lain. Prinsip yang digunakan dalam pembuatan kompos adalah bahwa proses dekomposisi adalah proses perubahan limbah organik menjadi pupuk organik melalui aktivitas biologis.

Untuk pertumbuhan mikroorganisme yaitu cukup oksigen, air dan hara. Meskipun proses ini dapat berjalan secara aerob maupun anaerob, tetapi pada proses aerob proses peruraian bahan organik akan lebih cepat dengan bau busuk lebih sedikit. Pengomposan yang berlangsung anaerob juga dapat menghasilkan asam organik yang bersifat toksik bagi tanaman (Bakobaon, 1996). Kondisi yang terkontrol tersebut sangat penting artinya dalam proses pembuatan kompos agar proses dekomposisi berjalan secara baik sampai terbentuk pupuk organik yang stabil dan berkualitas tinggi. Sebaliknya, apabila kondisi tidak terkontrol akan terjadi pembusukan dan putrefaksi sehingga timbul bau yang menyengat, timbulnya nematoda, worm dan insekta. Kondisi yang terkontrol ini terutama adalah:

- (a) Kadar air dipertahankan pada 60%. Kadar air lebih dari 60% akan menimbulkan kondisi yang anaerob dan bila kurang dari 60%, maka bakteri-bakteri pengurai tidak akan berfungsi. Bila tumpukan kompos kurang mengandung air. Tumpukan ini akan bercendawan sehingga merugikan karena peruraiannya menjadi lambat dan tidak sempurna. Sebaliknya bila terlalu banyak mengandung air keadaannya berubah menjadi anaerob yang juga tidak menguntungkan bahan-bahan tersebut. Dengan mengamati kondisi bahan pada saat pembalikan. Bila terlihat kering, maka tumpukan perlu disiram dengan air hingga lembab.
- (b) Suplai oksigen pada timbunan kompos harus cukup. Untuk mencukupi oksigen pada timbunan kompos harus dilakukan dengan beberapa cara, misalnya dengan pembalikan, *force aeration* (dapat dilakukan dengan kompresor), efek cerobong dan sebagainya.
- (c) Penyediaan temperatur yang sesuai agar terjadi penurunan C/N rasio, membunuh *weed seeds*, bakteri patogen, parasit dan telur-telurnya. Temperatur yang terjadi selama dekomposisi berkisar 60-70°C minimal 3 minggu. Selama terjadi proses penurunan C/N rasio akan terjadi pembebasan CO<sub>2</sub> yang akan diambil oleh tanaman berklorofil menjadi karbohidrat, protein, lemak dan sebagainya. Pada pembuatan kompos biji-biji semak yang merugikan, hama dan penyakit tanaman sebagian besar terbunuh karena panas yang timbul di dalam tumpukan kompos
- (d) Supaya proses peruraiannya berlangsung cepat, pH dalam tumpukan kompos tidak boleh terlalu rendah, oleh karena itu perlu dibubuhi kapur atau abu dapur (Sosrosoediardjo, dkk., 1974; Away, dkk., 1997 dan Suharto, 2000).

Tabel 1. Hasil analisis proksimat pupuk organik kompos

No	Komposisi Kimia	Pengkajian <sup>1)</sup>	LHM <sup>2)</sup>
1	Kadar air	51,15	45
2	pH	8,8	-
3	Total N	0,89	1,81
4	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,36	1,89
5	K <sub>2</sub> O	1,46	1,96
6	CaO	1,48	2,96
7	MgO	1,46	0,70
8	C/N rasio	12	16

Sumber : 1) Laboratorium Fisiologi Hasil. Balitsa, 2000  
2) LHM, Lembah Hijau Multifarm Solo (2000)

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kompos yang dihasilkan cukup. Angka C/N rasio yang diperoleh yaitu 12, angka ini menunjukkan CN ratio yang sangat baik. Pengomposan dimaksudkan untuk menurunkan nisbah C dan N. bahan organik mempunyai syarat untuk diaplikasikan ke dalam tanah bila C/N telah berkurang dari 20. (Pujiyanto, 1994). Selama proses dekomposisi, mikroorganisme membutuhkan karbon untuk menyediakan energi dan nitrogen yang berperan dalam pemeliharaan dan pembentukan sel-sel tubuh. Makin banyak mengandung N makin cepat pula terurai karena jasad renik yang menguraikan bahan-bahan ini memerlukan senyawa N untuk perkembangannya (Sosrosoediardjo, dkk., 1974). C/N rasio yang baik berkisar antara 20 : 1 sampai 30 : 1 dan akan stabil saat mencapai perbandingan 15 : 1. C/N

rasio yang terlalu tinggi mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah. Sebaliknya bila C/N rasio terlalu rendah akan menyebabkan terbentuknya amoniak, sehingga nitrogen akan hilang di udara. C/N rasio akan mencapai kestabilan saat proses berjalan sekitar lima minggu.

Nisbah C/N tinggi menunjukkan bahwa bahan organik tersebut belum matang, atau masih akan mengalami proses purnian oleh mikroorganisme yang menghasilkan panas. Timbulnya panas ini akan merugikan akar tanaman yang ada di sekitarnya. Di samping itu, mikroorganisme yang menguraikan bahan organik mentah memerlukan nitrogen untuk membangun sel tubuhnya. Karena dalam bahan organik tersebut kandungan N-nya rendah maka akan diambil N dari tanah. Akibatnya N tanah yang

seharusnya dapat diserap tanaman menjadi berkurang sehingga untuk sementara tanaman kekurangan N. Nisbah C/N maksimum yang disyaratkan untuk bahan organik yang matang adalah 15.

Menurut Sosrosoediardjo *et al.* (1974), C/N ratio dari tanah-tanah pertanian adalah 10-12. Bahan organik yang akan digunakan sebagai pupuk sebaiknya mempunyai perbandingan C/N yang mendekati C/N tanah, jadi kompos hasil fermentasi sangat layak untuk pupuk organik. Sementara pH kompos yang dihasilkan pada pengkajian ini cukup baik, sekitar 8,8. Menurut Hardjowigeno (1987) kompos yang mempunyai pH 7 - 8 maka unsur hara mudah diserap akar tanaman.

Ada hal yang menarik lagi dalam pengkajian ini adalah bahwa selama pengomposan, minggu kedua dan ketiga terjadi peningkatan suhu sampai 68 °C selama 2 minggu. Itu sebabnya mengapa produk hasil pengomposan ini dinilai cukup baik bila ditinjau dari aspek kualitas. Menurut Hornus (1992) suhu yang tinggi pada awal pengomposan ini sangat penting untuk membunuh mikroba patogen, parasit dan biji gulma (Hornus, 1992 dan RAO SNS, 1982). Patogen dan parasit umumnya akan mati apabila berada pada suhu 55° C selama 1 jam sedangkan biji gulma umumnya akan mati pada suhu 60 °C selama 2 hari.

Penggunaan kompos pada lahan sawah irigasi dengan sistem integrasi tanaman ternak akan mampu meningkatkan kualitas lahan dengan biaya murah dan menjadikan petani lebih mandiri atau tidak bergantung diri pada pupuk anorganik. Suharto (2000) dengan tegas menekankan bahwa penggunaan pupuk organik kompos pada lahan pertanian memberi manfaat, yaitu:

- (1) Mampu menggantikan atau mengefektifkan penggunaan pupuk kimia (anorganik) sehingga biaya pembelian pupuk dapat ditekan
- (2) Bebas dari biji tanaman liar (gulma), bakteri pathogen, phytotoxin serta parasit dan telur-telurnya
- (3) Tidak berbau dan mudah digunakan
- (4) Menyediakan unsur hara yang seimbang dalam tanah
- (5) Meningkatkan populasi mikrobial tanah, sehingga struktur tanah tetap gembur
- (6) Memperbaiki derajat keasaman (pH) tanah
- (7) Peningkatan produksi antara 10-30%

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pembuatan kompos bahan dasar kotoran sapi dengan menggunakan mikroba pengurai (*orgdec*)

mampu menghasilkan kualitas kompos prima, C/N rasio 12.

2. Kompos yang dihasilkan dalam pengkajian cukup baik (matang) dengan warna pupuk coklat kehitaman berstruktur remah dan tak berbau.
3. Disarankan pengujian lebih lanjut mengenai pembuatan kompos ini dengan suplemen *azola*, yang banyak tersedia lokasi pengkajian dan masih dianggap sebagai tanaman pengganggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology 2nd Ed.* New York. John Wiley & Sons 467 pp.
- Abdoellah, S. 1996. Bahan Organik, Perannya bagi Perkebunan Kopi dan Kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*. Volume 12 Nomor 2. Juni 1996. P. 70-77
- Away, Y. & D.H. Goenadi. 1996. Aplikasi Biopulping dalam Produksi Pulp Kertas dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Warta Tahun II Nomor 1*. Pusat Penelitian Bioteknologi Perkebunan. P. 26-34
- Away, Y., D.H. Goenadi & P. Faturochim. 1997. Pemanfaatan Sampah Pangkasan Tanaman The sebagai Bahan baku Kompos Bioaktif. *Warta Pusat Penelitian Bioteknologi Perkebunan Tahun III Nomor 1 Desember 1997*. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan. Asosiasi Penelitian Perkebunan Indonesia (APPI) p. 33-39.
- Bratasida, I. 1982. *Berita Selulosa*. XVIII (2), 33-37, 44.
- Brush, S.B. 1987. Usahatani di Lereng Pegunungan Andes (Peru). p 176-185. In: J. Metzner & N. Daldjoeni (Eds). *Ekofarming. Bertani Selaras Alam*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Bilgramy, K.S. & R. Verna, 1978. *Physiology of Fungi*. Vikas Publishing House PVT LTD. New Delhi
- Bergeret, A. 1987. Sistem Produksi Menurut Pendekatan Ekologis. P 44-84. In: J. Metzner & N. Duldjoeni (Eds). *Ekofarming. Bertani Selaras Alam*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Bakobaon, J. 1996. *Warta*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Volume 12 Nomor 2 Juni 1996. P. 90 - 94.
- Darmoko, Z. Poelungan & I. Anas. 1993. *Pembuatan Pupuk Organik dari Tandan kosong Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. P. 89-94.
- Dalzell, H.W., Biddlestone, A.J. Gray, K.R & K. Thurairajan. 1987. *Soil Management: Compost Production and use in Tropical and Sub Tropical*

- Environment*. FAO and The United Nation. FAO Soil Bull 56, 5-51.
- Darmoko. 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit melalui Biokonversi. *Berita Penelitian Perkebunan 2* (2) : 85-97. RISPA-Medan.
- Fogorty, W.M. 1983. Microbial Enzymes and Biotechnology. *Appl. Sci. Publ.*, London 262 p
- Huan, L.K. 1989. *Trials on Composting EFB of Oil Palm With and Without Prior Shredding and Liquid Extraction*. Proc. 1989 PORIM Int'l Palm Oil Dev. Conf. P. 217-224.
- Hornus, P.E.N. 1992. Use of Empty Bunches for Fertilization in Oil Palm Plantations. *Oleagineux*, 47 (5) : p. 250-254.
- Harada, Y., K. Haga, T. Osada & M. Khosino. 1993. Quality of Compost Produced from Animal Wastes. *J. Agric. Res. Quarterly* (Japan) 26 (4) : 238-246.
- Greenland, D.J. 1987. Mengalihkan Sifat Tepat Guna Revolusi Hijau Kepada kaum Peladang. P. 186-199. In: J. Metzner & N. Duldjoeni (Eds). *Eko-farming. Bertani Selaras Alam*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Goenadi, D.H. 1996. Pemanfaatan Mikroba Pelarut Fosfat dalam Pembuatan Pupuk Bio-P. *Warta*. Tahun II. Nomor I. Pusat Penelitian Bioteknologi. Perkebunan p. 43-47.
- Goenadi, D.H., T.Y. Suswanto, & M. Romli. 1998. *Warta*. Tahun IV Nomor 1. Pusat Bioteknologi Perkebunan. p. 29-40.
- Goenadi, D.H. & I. Mariska-Sudharma. 1995. *Plant Cell Report* 15 : 9-26.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. PT. Melton Putra Jakarta.
- Lumbanpraj. 1979. Pengaruh Tanaman Penutup Tanah Terhadap Sifat Fisika dan Kimia Tanah Latosol di Ciomas Bogor. *Skripsi*. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Pichyangkura, S. 1978. Cellulolytic Fungi and Degradation. *Asean Workshop on Solid Substance Fermentation*. Bandung : May 8-13.
- Pujiyanto, 1994. Nilai Hara Beberapa Tanaman Penaung pada Perkebunan Kopi dan Kakao. *Warta*. Pusat Penelitian Kopi dan kakao, 19, 28-31.
- Rodale, J.I. (1975) *The Complete Book of Composting*. Rodale Bookc. Inc. Emmaus. Penna.
- R.A.O, S.N.S. 1982. Utilization of Farm Wastes and Residues in Agriculture. Dalam : *Advances in Agricultural Microbiology* (Editor: NSS.Rao), Butter Worth Sci. London p. 509-521.
- Rumokoi, M.M.M, H.F.J. Motulo & R.H. Akuba. 1997. Biokonversi Sabut dan Air Kelapa Menjadi Pakan dan Pupuk Organik. *Laporan Hasil Penelitian TA 1996/97*. Balai Penelitian Kelapa dan Palma Lain.
- Suhadi & Sumoyo. 1985. Pengaruh Belotong Terhadap Sifat Fisika Tanah Regosol Pasir Lempungan. *Bulletin BP3G* no 111, 10 p
- Singh, S.P. & S.K. Roymoulik (1992). *IPPTA*. 4 (4), 53-56
- Sastraatmadja, D.D. 1994. Uji kapang Selulolitik dalam Perombakan Daun Jati. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Hayati*. Bogor 4 April 1994. Puslitbang Biologi-LIPI. p. 192-196.
- Sastraatmadja, D.D. 1993. Percobaan Pembuatan Kompos di Kawasan Lahan Kering Gunung Kidul dan Wonogiri. *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian dan Pengembangan Proyek SDH 1992/1992*.
- Penggunaan Daun Jati sebagai Bahan Pembuatan Kompos*. Naskah untuk Ekspose Hasil Litbang. Proyek SDH 1992/1993. Puslitbang Biologi-LIPI Bogor.
- Sulistinah, N & S. Sanger. 1994. Penggunaan Berbagai Macam dan Lama Inkubasi terhadap Kualitas Kompos. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Hayati*. Bogor, 4 April 1994. Puslitbang Biologi-LIPI, p. 439-443.
- Savithri, P. & H. Hameed Khan. 1994. Characteristic of Coconut Coir Pith and Its Utilisation in Agriculture. *J. Plantation Crops* 22 (1) : 1-18.
- Sosrosoedirdjo, R.S., B. Rifai, I.S. Prawira. 1979. *Ilmu Memupuk*. Penerbit CV. Yasaguna jakarta. Cetakan ke-6. P. 54-66.
- Suharto, 2000. *Modul Pelatihan Integrated Farming System*. CV Lembah Hijau Multifarm. LHM - Research Station. Solo Indonesia
- Trancongco, C.P., V.C. Cuevas & L.M. Engle. 1990. Two Improved Cellulose Producing Strain of *Trichoderma harzianum*. *The Philippine Agriculturist* 73 (2) : 271-279 PCARD. Philippine.
- Tun Tedja, I. 1991. Produksi Enzim Ekstraseluler (Selulose dan Xilanase) dari *Neurospora sitophila* pada Substrat Limbah Padat Kelpa Sawit. *Disertasi Doktor IPB* : 250
- Taylor, S.A. & G.I. Ashcroft (1972). *Physical Edaphology*. W.H. Freeman & Co. San Francisco, 533 p.
- Toharisman, A & G.F. Hutasoit. 1993. Pengomposan hasil samping pabrik gula sebagai salah satu

- penunjang upaya swasembada gula. *Berita P3GI*, no 8, 52-54.
- Tandu, D.B. & M.M. Rumokoi. 1999. *Buletin Palma. Nomor 25 Agustus 1999*. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma lain. Manado. P. 62-68.
- Wibawa, A. 1996. *Warta Pusat Penelitian Guna Mendukung Pertumbuhan Kopi dan kakao*. Vol 12 Nomor 2. Juni 1996, p 96-99.
- Yu, T.R. 1989. Use of Organic Matter/Manure on Upland Acid Soils in China p. 44-51. In: E.T. Creswell & E. Push-parajah. *Management of Acid Soils in The Humid Tropics of Asia*. ACIAR Monograph No 13 (Ibsram Monograph, No. 1.)
- Zacnudin. 1990. Alternatif Pemanfaatan Gulma sebagai Upaya Meningkatkan Keuntungan Perusahaan Perkebunan Kopi. *Simposium Kopi*. Surabaya 20-21 Nopember 1990, 119-130.