PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KAYU AKASIA UNTUK PUPUK ORGANIK

Eldha Sampepana dan Ageng Priyatni

Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda

ABSTRACT

In modern agriculture, the use of organic fertilizer becomes more popular because it contains elements of natural nutrients such as N, P, K, Ca, Mg, which is needed by the soil for the growth of a plant. Organic fertilizers are derived from the waste of untapped Acacia bark. To take the advantage of Acacia mangium bark waste a study of organic fertilizer is carried out in order to find out the best composition of organic fertilizer from the waste. The result showed that the best composition of organic fertilizers based on elements of fertilizer treatment in the market is the treatment of acacia wood with bran and goat manure (A₃).

Keywords : organic fertilizer, bark acacia

PENDAHULUAN

Saat ini, jumlah lahan pertanian yang produktif sudah semakin berkurang kesuburannya sehingga tanah menjadi marginal (miskin Hara). Hal ini diakibatkan menurunnya keseimbangan hara didalam tanah karena terjadi penipisan unsur mikro seperti Zn, Fe, Cu, Mn, dan Mo di dalam tanah yang sangat mempengaruhi aktivitas organisme tanah, serta menurunkan produktivitas pertanian dalam jangka panjang. Untuk mempertahankan kesuburan tanah, maka tanah tersebut sebaiknya diberikan suatu masukan atau input berupa pupuk organik. Pupuk organik dapat berperan sebagai pengikat butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Pupuk organik merupakan pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses penguraian atau dekomposisi yang dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik memiliki fungsi kimia yang penting seperti: (1) penyediaan hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Penggunaan bahan organik dapat mencegah kurangnya unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang

seimbang; (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah; dan (3) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti Al, Fe, dan Mn, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006. Menurut Cristianoibey, (2010) bahwa pupuk organik dapat mengikat logam berat dan pencemar lainnya, mengurangi kemungkinannya tercuci dan terserap mahluk hidup, mendegradasi pencemar berbasis minyak bumi dalam tanah, memacu restorasi lahan basah (wetland) dengan menstimulasi karakter lahan basah, mengendalikan erosi, sebagai penyaring, mengurangi pencemar dalam air permukaan, memperbaiki struktur tanah, mengurangi berat volume tanah, meningkatkan permeabilitas (mengurangi potensi erosi), mengurangi pemadatan, meningkatkan kemampuan tanah menahan air Mengubah dan menstabilkan pH, meningkatkan kapasitas pertukaran kation (memungkinkan tanah menahan nutrisi lebih lama, mengurangi pencucian nutrisi), menghidupi biota tanah hingga tanah lebih sehat dan menekan pertumbuhan penyakit tanaman.

Menurut McMeniman et al., (1986) bahwa pada kulit kayu akasia mengandung unsur-unsur N, P, K, Ca, Mg. Unsur ini merupakan unsur penting didalam suatu pupuk yang sangat diperlukan oleh tanah untuk pertumbuhan suatu tanaman, dan unsur ini tidak meninggalkan residu pada tanaman sehingga aman bagi manusia.

Pupuk organik yang terbuat dari sisa mahluk hidup seperti tanaman, diantaranya

limbah kulit kayu akasia mangium. Limbah kulit kayu akasia mangium yang diperoleh dari limbah yang dihasilkan oleh industri perKayuan terutama pada industri MDF yang menggunakan bahan baku akasia mangium. Salah satu industri MDF yang ada di Kalimantan Timur adalah PT. Sumalindo Lestari Jaya. Berdasarkan data lapangan tahun 2008, industri ini akan menghasilkan limbah kulit kayu akasia mangium yaitu 1500 ton/ bulan yang selama ini belum dimanfaatkan, sehingga menjadi suatu permasalahan bagi industri tersebut khususnya dalam hal pembuangan karena memerlukan suatu ruang / tempat yang luas.

Dengan berlimpahnya limbah kulit kayu akasia ini, maka dilakukan suatu penelitian tentang penelitian pemanfaatan limbah kulit kayu akasia untuk pupuk organik dengan tujuan untuk mengetahui komposisi campuran terbaik pupuk organik dari kulit kayu akasia mangium.

Pembuatan pupuk organik menurut Simamora, (2006) pada prinsipnya cukup mudah karena dapat dilakukan dengan cara membiarkan bahan organik (dedaunan, sisa pemanenan) hingga melapuk. Selain itu juga dengan menambahkan aktivator untuk mempercepat proses penguraian/dekomposisi. Sedangkan Suroto, (2005) menyatakan bahwa bahan yang digunakan dalam pupuk organik adalah tandan kosong sawit yang dicacah dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm hingga serbuk, kemudian campuran dengan limbah lumpur sekunder sawit, serbuk gergaji dan dedak secara perlahan-lahan sampai merata hingga

kandungan air 30-40%, yang dapat dilihat dengan cara bahan yang telah dicampur dikepal,

maka air yang ada dalam bahan campuran tidak menetes dan akan mekar bila kepalan dilepas. Bahan yang telah dicampur dimasukkan kedalam karung goni kemudian ujung permukaan atas karung goni diikat dan ditutup dengan terpal. Suhu tumpukan dipertahankan antara 40-50 °C, untuk mengontrol suhunya setiap hari diukur. Apabila suhunya meningkat maka dilakukan pembalikan, biarkan sebentar kemudian tutup kembali hingga pupuk menjadi matang (± 30 40 hari).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain : kulit kayu akasia, EM4 (*Effective Microorganisme 4* yang mengandung *lactobacillus*, *actinomycetes*, bakteri pelarut fosfat, yeast/ragi, bakteri fotosintetik), gula, dedak, kotoran hewan (kambing), kapur, karung plastik, kertas lakmus dan terpal. Sedangkan alat yang digunakan antar lain : skop, baskom, ember, panji, pengaduk, timbangan, termometer, parang, oven, AAS (*Atomic Absorbtion Spektrofotometer*), Spektrofotometer.

Metode

Cara Pembuatan Pupuk Organik

Proses Pembuatan pupuk organik dari limbah kulit kayu akasia yaitu limbah kulit kayu Akasia disortir terlebih dahulu kemudian dipotong-potong hingga menjadi ukuran 0,5 x 0,5 cm, agar memudahkan dalam proses pembuatan serbuk. Disamping itu dedak, kotoran hewan (kambing), kapur, gula dan EM4 ditimbang sesuai dengan perlakuan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Kulit Kayu Akasia

Kode	Kulit Kayu Akasia (g)	Dedak (g)	Kapur (g)	EM4 (ml)	Gula (g)	Kotoran Kambing (g)
BLK	3000	-	-	-	-	-
A ₁	3000	-	-	3	12	-
A ₂	2700	300	0,5	3	12	-
A ₃	1700	300	0,5	3	12	1000

Setelah menimbang masing-masing bahan pada tabel 1, bahan tersebut dicampurkan sesuai

dengan perlakuan tersebut, aduk secara perlahan-lahan sampai merata hingga kandungan

air 30-40%, yang dapat dilihat dengan cara bahan yang telah dicampur dikepal, maka air yang ada dalam bahan campuran tidak menetes dan akan mekar bila kepalan dilepas. Bahan yang telah dicampur dimasukkan kedalam kantong plastik sesuai dengan perlakuan dan ukur pH, suhu bahan tersebut lalu disimpan didalam ruangan yang tidak kontak sinar matahari selama proses penguraian /dekomposisi. Selama proses penyimpanan pupuk diperlukan waktu 1 (satu) kali seminggu untuk membolak-balikkan bahan supaya udara banyak masuk kedalam celah-celah tumpukan pupuk agar suhu pada saat penguraian/dekomposisi tidak tinggi dan proses penguraian/ dekomposisi merata. Waktu pematangan pupuk organik yang dibutuhkan selama proses penguraian/dekomposisi selama 6 (enam) minggu.

Pengujian

Tabel 2. Hasil Penelitian Untuk Kandungan Unsur Hara Pupuk

Parameter	BLK	A ₁	A ₂	A ₃	Standar Pupuk di Pasaran ¹⁾
C-Organik (%)	32,47	37,85	26,04	31,77	4,83 - 8
P ₂ O ₅ (%)	0,15	0,22	0,29	0,81	0,35 - 1,12
K ₂ O (%)	0,18	0,36	0,38	1,75	0,32 - 0,80
N (%)	0,11	0,11	0,20	0,49	0,10 - 0,51
C/N rasio	29,52	34,41	13,02	6,48	-
Mg (%)	0,36	0,75	1,13	1,40	0,10 - 0,19
Ca (%)	1,87	3,12	3,25	3,73	1,00 - 2,09
pH	7	7	7	7	-
Kelembaban (%)	66,67	66,49	68,40	70,99	41 - 43
Suhu (°C)	29	29	29	29	-
Warna	coklat kehitaman	agak hitam kecoklatan	hitam kecoklatan	agak coklat kehitaman	-
Waktu (minggu)	6	6	6	6	-
Tekstur	belum remah	agak kurang remah	kurang remah	agak remah	-

Keterangan: 1) Musnamar Ismawati E., 2003; BLK : blangko; A₁ : Perlakuan kulit kayu Akasia dengan penambahan dedak dan tanpa kotoran kambing; A₂: Perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak, kotoran kambing dan EM4 (Effective Microorganisme 4); A₃: Perlakuan kulit kayu Akasia dengan EM4 (Effective Microorganisme 4)

Penentuan Nilai C-Organik dan C/N rasio

Nilai C/N rasio merupakan faktor penting yang mempengaruhi kinerja bakteri. Dari hasil penelitian diatas bahwa nilai rata-rata C- organik tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan EM4 (Effective Microorganisme 4) (A₁) yaitu 37,85% dan terendah pada perlakuan kulit kayu

Parameter pengujian pupuk organik dari kombinasi limbah kulit kayu akasia yang dilakukan antara lain : Fosfat (P), magnesium (Mg), Kalsium (Ca) mengacu pada SNI 02-3776-1995 tentang Pupuk Phosfat Alam, parameter K₂O dan Nitrogen (N) mengacu pada SNI 02-2803-2000 tentang Pupuk NPK Padat, dan untuk pengukur pH menggunakan kertas lakmus. Sedangkan C-Organik dan C/N rasio dengan metode Walkley dan Black.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah diuji statistik dengan menggunakan nilai rata-rata (mean) dari hasil pengujian sampel yang dianalisa, menunjukkan bahwa kandungan unsur hara pada pupuk organik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

kambing (A₂) yaitu 26,04%. Sedangkan untuk nilai rata-rata C/N rasio tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan EM4 (Effective Microorganisme 4) (A₁) yaitu 34,41% bila dibandingkan dengan nilai C/N tanah menurut Indriani, (2004) dalam Suroto, (2005) adalah < 20%, maka nilai C/N pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan EM4 (Effective Microorganisme 4) (A₁) dan blanko lebih besar dari C/N tanah. Hal

ini menunjukkan bahwa proses penguraian atau dekomposisi masih membutuhkan waktu yang lama sehingga mengakibatkan unsur C-organik yang berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri akan menghasilkan buangan berupa asam organik, alkohol, dan sebagainya akan membentuk karbondioksida (CO_2) dan gas metan (CH_4). Yuwono, 2005. Selain itu juga bahan yang digunakan dalam perlakuan masih mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin tinggi sehingga mikroorganisme pada saat dekomposisi/penguraian tidak mampu mengurainya sehingga pupuk menjadi tidak remah/belum matang. Sedangkan menurut Musnamar Ismawati, (2003) bahwa pada proses aerob, C-organik yang dibebaskan dalam bentuk CO_2 dan terjadinya oksidasi yang tidak sempurna, dan sebagian karbon digunakan untuk pembentukan sel-sel mikroba, sehingga jumlah CO_2 yang dihasilkan tinggi dan O_2 yang dikonsumsi tergantung tipe substrat, faktor lingkungan serta mikroba yang terlibat.

Untuk nilai rata-rata terendah pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak, kotoran kambing dan EM4 (A_1) yaitu 6,48 % dan perlakuan kulit kayu Akasia dengan penambahan dedak, EM4 dan tanpa kotoran kambing/ (A_2) yaitu 13,02 % bila dibandingkan dengan C/N tanah lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa bahan organik dalam perlakuan tersebut dapat terurai dengan baik karena proses metabolisme mikroorganisme lebih efisien dan oksidasi sempurna sehingga menghasilkan sedikit CO_2 . Selain itu juga pada perlakuan (A_3) mengalami penambahan kotoran kambing, dimana kotoran kambing banyak mengandung unsur nitrogen (N), dimana unsur ini merupakan nutrisi bagi mikroorganisme sehingga mikroorganisme bekerja dengan baik dalam proses penguraian/dekomposisi sehingga bahan organik dalam perlakuan tersebut dapat terurai.

Penentuan Waktu Penguraian /Dekomposisi Pupuk

Waktu yang ditempuh dalam proses penguraian pupuk hingga menjadi matang yaitu selama 6 (enam) minggu, bila dibandingkan waktu penguraian atau dekomposisi menurut Musnamar Ismawati, (2003) adalah 14 hari. Hal ini disebabkan oleh bahan yang digunakan yaitu kulit kayu akasia yang terdiri dari *cork cambium* dan

cork yang banyak mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin sehingga mikroorganisme dalam proses penguraian atau dekomposisi membutuhkan waktu yang lama dalam penguraiannya. Selain itu juga penambahan EM4 sedikit, penambahan mikroorganisme khusus penghancur selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam EM4 tidak ada, serta tingginya kadar air yang digunakan mengakibatkan mengurangi ketersediaan oksigen, membentuk zona anaerob, memperlambat proses pengomposan, dan terbentuk bau busuk. Hal ini dipertegas oleh Cristianoibey, 2010 bahwa bahan kompos yang mengandung bahan sulit terdekomposisi seperti lignin dan selulosa membutuhkan waktu pengomposan lebih lama, dan dekomposisi lignin selulosa terjadi lebih cepat pada fase pendinginan.

Penyimpanan yang terlalu tebal menimbulkan suhu yang tinggi sehingga mikroorganisme dalam proses dekomposisi pupuk tidak bekerja maksimal atau mati, dan ukuran bahan yang digunakan tidak serbuk sehingga sentuhan mikroorganisme pada bahan tidak luas sehingga membutuhkan waktu dekomposisi terlalu lama. Menurut Soeyanto, (1982) bahwa dalam pembuatan pupuk banyak faktor-faktor mempengaruhi perombakan atau penguraian pupuk antara lain udara, suhu, kelembaban, EM4, jenis bahan yang digunakan, ukuran bahan, waktu dekomposisi, cara pengomposan, cara penyimpanan. Sedangkan menurut Suriawiria, Unus, (2002) bahwa semakin kecil dan homogen bentuk bahan semakin cepat dan baik pula proses pengomposan.

Indriani, 2004 dalam Suroto, (2005) menyatakan bahwa ukuran bahan yang tidak keras dicacah dengan ukuran yang agak besar sekitar 5 cm sedangkan bahan yang keras sebaiknya dicacah hingga 0,5 cm – 4 cm hingga serbuk agar proses penguraian/ dekomposisi lebih cepat karena semakin luas permukaan makin banyak tersentuh oleh bakteri, serta membolak-balikkan pupuk bertujuan agar udara banyak masuk kedalam celah tumpukan pupuk sehingga makin cepat terjadinya pembusukkan artinya memperpendek lamanya proses penguraian pupuk. Begitu juga dengan penambahan EM4 (*Effective Microorganisme 4*). Semakin banyak digunakan dalam proses

penguraian atau dekomposisi semakin cepat proses penguraian pembuatan pupuk, Soeyanto, 1982.

Penentuan Nilai Unsur Nitrogen (N) dan Unsur Kalium Sebagai K_2O

Untuk unsur Nitrogen (N) nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak dan kotoran kambing (A_3) yaitu 0,49% dan terendah pada perlakuan blanko (BLK) dan perlakuan kulit kayu Akasia dengan EM4 (Effective Microorganisme 4) (A_1) yaitu 0,11%. Sedangkan unsur Kalium (K_2O) nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak dan kotoran kambing (A_3) yaitu 1,75% dan terendah pada perlakuan blanko (BLK) yaitu 0,18%. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan (A_3) karena adanya penambahan dedak dan kotoran kambing. Menurut Musnamar Ismawati, (2003) bahwa kotoran hewan banyak mengandung unsur makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), unsur mikro seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan sulfur (S). Sedangkan persentase kandungan hara pupuk pada kotoran kambing Menurut Musnamar Ismawati, (2003) adalah N sebesar 0,83% - 0,95% dan K_2O sebesar 1,00% - 1,20%.

Menurut Musnamar Ismawati, (2003) bahwa kandungan unsur hara dalam pupuk dapat hilang karena beberapa sebab diantaranya penguapan, penyerapan, dekomposisi dan penyimpanan. Proses penguapan dan penyerapan dapat menyebabkan kehilangan kandungan unsur hara dalam pupuk yaitu unsur nitrogen (N) sebesar 50% dan Kalium (K) sebesar 60%. Sedangkan kehilangan unsur hara selama proses penguraian atau dekomposisi yaitu unsur nitrogen (N). Pada proses dekomposisi yang digunakan adalah proses aerob karena menggunakan mikroorganisme yaitu EM4 (Effective Microorganisme 4). Proses aerob terjadi sangat cepat, menghasilkan panas yang tinggi, sehingga terjadi kehilangan nitrogen (N) karena menguap membentuk amonium dan nitrat. Selain itu juga terbentuk humus dan senyawa-senyawa teroksidasi seperti NO_3^- , SO_4^{2-} dan CO_2 , dan proses penyimpanan sangat berpengaruh kehilangan unsur hara dalam pupuk yang dihasilkan karena disimpan dalam tempat yang tertutup rapat dan tebal sehingga menimbulkan suhu penyimpanan menjadi panas, sehingga

unsur hara menguap dan berkurang, serta tingginya kadar air yang digunakan mengakibatkan nutrient seperti nitrogen dalam pupuk terlarut, Cristianoibey, 2010.

Penentuan Nilai Unsur Hara Fosfor sebagai P_2O_5 , Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)

Untuk unsur fosfor sebagai P_2O_5 , nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak dan kotoran kambing (A_3) yaitu 0,81% dan terendah pada blanko (BLK) yaitu 0,15%, dan untuk unsur kalsium (Ca) nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak dan kotoran kambing (A_3) yaitu 3,73% dan terendah pada blanko (BLK) yaitu 1,87%. Sedangkan untuk unsur magnesium (Mg) nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak dan kotoran kambing (A_3) yaitu 1,40% dan terendah pada blanko (BLK) yaitu 0,36%. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan kulit kayu Akasia dengan dedak dan kotoran kambing (A_3) mengalami penambahan kotoran hewan yaitu kotoran kambing. Menurut Musnamar Ismawati, (2003) bahwa persentase kandungan fosfor (P) pada kotoran kambing sebesar 0,35% - 0,51%.

Unsur fosfor (P) akan berkurang disebabkan bahan yang digunakan yaitu kulit kayu akasia mempunyai pH asam serta kadar airnya tinggi mengakibatkan mikroorganisme yang fungsinya untuk mengurai tidak maksimal sehingga terbentuknya humus pada pupuk berkurang atau teksturnya kurang remah. Hal ini mengakibatkan unsur-unsur dalam pupuk organik dari limbah kulit kayu Akasia belum terurai semua sehingga unsur-unsur dalam pupuk berkurang. Selain itu juga unsur logam seperti kalsium (Ca) dan magnesium tinggi sehingga fosfor yang dihasilkan kecil atau berkurang. Hal ini ditegaskan oleh Musnamar Ismawati, (2003) bahwa fosfor organik terdapat dalam humus dan bahan organik. Unsur fosfor (P) sangat dipengaruhi oleh pH. Pada pH rendah (asam) fosfor (P) akan terikat oleh aluminium (Al) dan besi (Fe). Sementara pH tinggi (diatas 7), kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) akan mengikat fosfor (P). Menurut Darmono (1995) dalam Hartanto Sapto Eddy, 2009 bahwa adanya toksisitas Al akan menyebabkan penurunan mineral dalam bahan organik tanah khususnya daya absorpsi

terhadap unsur P dan akan menaikkan kandungan Ca dan Mg.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa limbah kulit kayu akasia mangium dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik dengan komposisi campuran kulit kayu akasia dengan dedak, kotoran kambing dan EM4 (*Effective Microorganisme 4*)/ (A_2) dengan nilai unsur N sebesar 0,49%, nilai unsur P sebesar 0,81%, nilai unsur K sebesar 1,75%, nilai unsur Mg sebesar 1,40%, nilai unsur Ca sebesar 3,73% dan C/N rasio sebesar 6,48%.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kepala Balai dalam penyediaan dana untuk penelitian ini, Paluphy Eka Yustini, Zainuddin Masfut serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian baik dalam perlakuan, menganalisa hingga tersusunnya laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*.
<http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/juknis/pupuk%20organik.pdf>, Tanggal 22 Maret 2010
- Cristianoibey, 2010. *Bioteknologi Dekomposisi Bahan Organik*. Tanggal 10 Juni 2010
- Hartanto Sapto Eddy, 2009. *Penerapan SNI Produk Pupuk Fosfat Alam Untuk Pertanian Oleh Industri*. Balai Besar Industri Agro. Bogor. www.bsn.go.id/files/348256349/Litbang%202009/Bab%207.pdf. Tanggal 22 Maret 2010
- McMeniman, 1986. *The nutritional evaluation of south-west Queensland pasture*. II. The intake and digestion of organic matter and nitrogen by sheep grazing on mitchell grass and mulga/grassland association. Australian Journal of Agricultural Research 37: 303-314.
- Musnamar Ismawati E, 2003. *Pupuk Organik Padat (Pembuatan dan Aplikasinya)*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Parnata, 2004. *Pupuk organik cair (aplikasi dan Manfaatnya)*. Agromedia pustaka. Bandung
- Simamora, 2006. *Meningkatkan Kualitas Pupuk*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- SNI 02-3776-1995. *Pupuk Fosfat Alam*. Badan Standardisasi Industri Nasional.
- SNI 02-2803-2000. *Pupuk NPK Padat*. Badan Standardisasi Industri Nasional.
- Soeyanto, T, 1982. "Cara Membuat Sampah jadi Arang dan Kompos", Yudhistira, Jakarta
- Sulistiyawati E. Nugraha R. *Efektivitas Kompos Sampah Perkotaan Sebagai Pupuk Organik Dalam meningkatkan Produktivitas Dan Menurunkan Biaya Produksi Budidaya Padi*. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati - Institut Teknologi Bandung
- Suriawiria Unus, 2002. *Pupuk Organik Kompos Dari Sampah Bioteknologi Agroindustri*, Humaniora Utama Press, Bandung
- Suroto, HS. 2005. *Pemanfaatan Tandan Kosong Sawit Sebagai Pupuk Bokasi*. Buletin Bimada No. 19 Volume 13 Juni Tahun 2005. Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda
- Sutiyoso, Yos. 2003. *Meramu Pupuk Hidroponik : Tanaman Buah, Tanaman Sayur, Tanaman Hias*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Yuwono D., 2007. *Pupuk*. Penebar swadaya. Jakarta