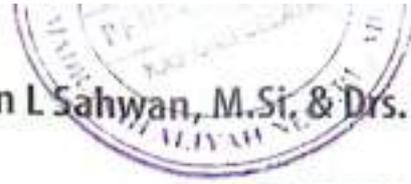


Sri Wahyono, S.Si, M.Si, Ir. Firman L Sahwan, M.Si, & Drs. Feddy Suryanto



	PERPUSTAKAAN MUHAMMADIYAH
NO	208 / 9519
TGL	17-10-2015
KELAS	
ASAL	

Membuat Pupuk Organik Granul dari Aneka Limbah



Membuat Pupuk Organik Granul dari Aneka Limbah

AP 9659.09.2011

Penulis : Sri Wahyono, S.Si, M.Si, Ir. Firman I. Sahwan, M.Si. dan Drs. Feddy S.

Penyunting : Siti Artianingsih

Desain Sampul : Uget

Foto : Hadi Iswanto

Tata Letak : IwanWos

Penerbit : **PT AgroMedia Pustaka**

Redaksi :

Jl. H. Montong No.57, Cijanjur, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12630

Telp. (021) 78883030 ext. 213, 214, 215, Fax. (021) 7270996

E-mail : redaksi@agromedia.net

Pemasaran :

Jl. Moh. Kahfi II No. 12 Rt 13 Rw 09, Kel. Cipedak, Kec. Jagakarsa, Jakarta Selatan

Telp. (021) 7888 1000, Fax. (021) 7888 2000

E-mail : pemasaran@agromedia.net

Cetakan pertama, 2011

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Buku terbitan AgroMedia Pustaka tersedia secara online di
www.agromedia.net

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Wahyono, Sri

membuat pupuk organik granul dari aneka limbah/ Firman I. Sahwan dan Fe-
Suryanto; Penyunting, Siti—Cet.1.—Jakarta: AgroMedia Pustaka, 2011
viii + 114 hlm; 15 X 23 cm

ISBN 979-006-359-8

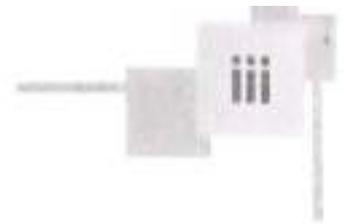
1. Pupuk Organik.

I. Judul.

II. Seri.

639

Prakata



Lahan merupakan salah satu faktor penting penentu keberhasilan kegiatan pertanian. Kondisi lahan yang baik merupakan investasi untuk mendapatkan hasil pertanian yang berlimpah. Sayangnya, pengolahan lahan yang benar masih kurang membudaya di kalangan petani. Berbagai kerusakan sebagai dampak penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dan berlebihan menambah daftar lahan kritis di Indonesia. Salah satu langkah bijak mengatasi kerusakan lahan ini adalah dengan menambahkan bahan organik ke dalam tanah. Kini, upaya penambahan bahan organik dipermudah dengan beredarnya pupuk organik di kalangan petani.

Di pasaran, pupuk organik tersedia dalam berbagai bentuk—seperti curah, granul, cair, pelet, tablet, dan briket. Pemilihan bentuk tersebut disesuaikan dengan tujuan penggunaan, biaya produksi, dan aspek pemasaran lainnya. Bentuk curah biasanya dipilih jika pupuk organik digunakan untuk kebutuhan pribadi. Namun, untuk kebutuhan komersial, umumnya pupuk organik padat

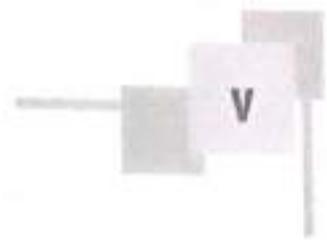
dibuat dalam bentuk granul. Bentuk granul atau butiran dipilih karena sebagian besar petani telah terbiasa menggunakan pupuk kimia yang berbentuk granul. Selain itu, pemerintah juga lebih memilih pupuk organik granul sebagai bantuan langsung dan pupuk organik bersubsidi.

Adanya kebijakan pemerintah dan meningkatnya kesadaran akan pertanian organik berpengaruh terhadap tingginya kebutuhan pupuk organik granul. Hal ini memberikan gambaran peluang berbisnis pupuk organik granul dan mendorong berdirinya produsen yang menjual pupuk organik granul yang dihasilkannya ke pasaran bebas. Karena itu, buku ini memberikan informasi tentang cara pembuatan pupuk organik granul lengkap dengan bahan yang dibutuhkan dan peralatan yang digunakan, serta dilengkapi juga dengan analisis usaha sebagai panduan untuk memulai bisnis pupuk organik granul. Selamat berkarya!

Jakarta, September 2011

Penulis

Daftar Isi



Prakata	iii
Pupuk Organik, Solusi Lahan Kritis dan Pengelolaan Limbah	1
A. Sumberdaya Lahan dan Permasalahannya	1
B. Upaya Perbaikan Lahan dengan Pupuk Organik	4
C. Limbah Rumah Tangga dan Pertanian sebagai Sumber Pupuk Organik	7
Pupuk Organik Granul, Alternatif Baru Sumber Organik Tanah	11
A. Mengapa Harus Granul?	12
B. Pupuk Organik Granul Sebagai Sumber Bahan Organik	13
C. Peluang Berbisnis Pupuk Organik Granul	14
Bahan Baku Pupuk Organik Granul	18
A. Kompos, Bahan Baku Utama Pupuk Organik Granul	19
B. Bahan Tambahan Pupuk Organik Granul	53

Peralatan Pembuatan Pupuk Organik Granul	
A. Mesin-Mesin Pembuatan Pupuk Organik Granul	5
B. Alat Pendukung	6
Membuat Pupuk Organik Granul	7
A. Tahap Awal Pembuatan Pupuk Organik Granul	7
B. Tahap Pembuatan Granul	7
C. Pengemasan dan Pelabelan Pupuk Organik Granul	8
D. Penyimpanan	8
Standar Kualitas Pupuk Organik Granul	8
A. Pengendalian Kualitas Pupuk Organik Granul (POG)	8
B. Persyaratan Teknis Pupuk Organik Granul	8
C. SNI Kompos	9
Analisis Usaha Pembuatan Pupuk Organik Granul	9
Daftar Pustaka	11
Tentang Penulis	11

Ucapan terima kasih

Penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Joko Prayitno, Direktur Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang telah mendorong penulis untuk menuliskan hasil-hasil penelitian hingga dalam bentuk buku.
2. Dr. Arie Herlambang, Kepala Bidang Perlindungan dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan, Pusat Teknologi Lingkungan BPPT yang telah memberikan saran-saran tentang kandungan atau isi buku.
3. Teman-teman sejawat peneliti di bidang penelitian dan penerapan teknologi pengelolaan limbah padat dan persampahan, Pusat Teknologi Lingkungan BPPT yang telah memberikan dorongan moral sehingga buku ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Surya Candra, ST, Direktur PT Suryo Agro Makmur, Solo – Jawa Tengah yang telah membantu dan mengizinkan pemotretan operasi pabrik pupuk organik granulnya sebagai bahan pendukung ilustrasi buku ini.
5. Kompos Organik Adenium Jaya, Ciganjur, yang telah membantu dan mengizinkan pemotretan proses pengomposan sampah kota sebagai bahan pendukung ilustrasi buku ini.

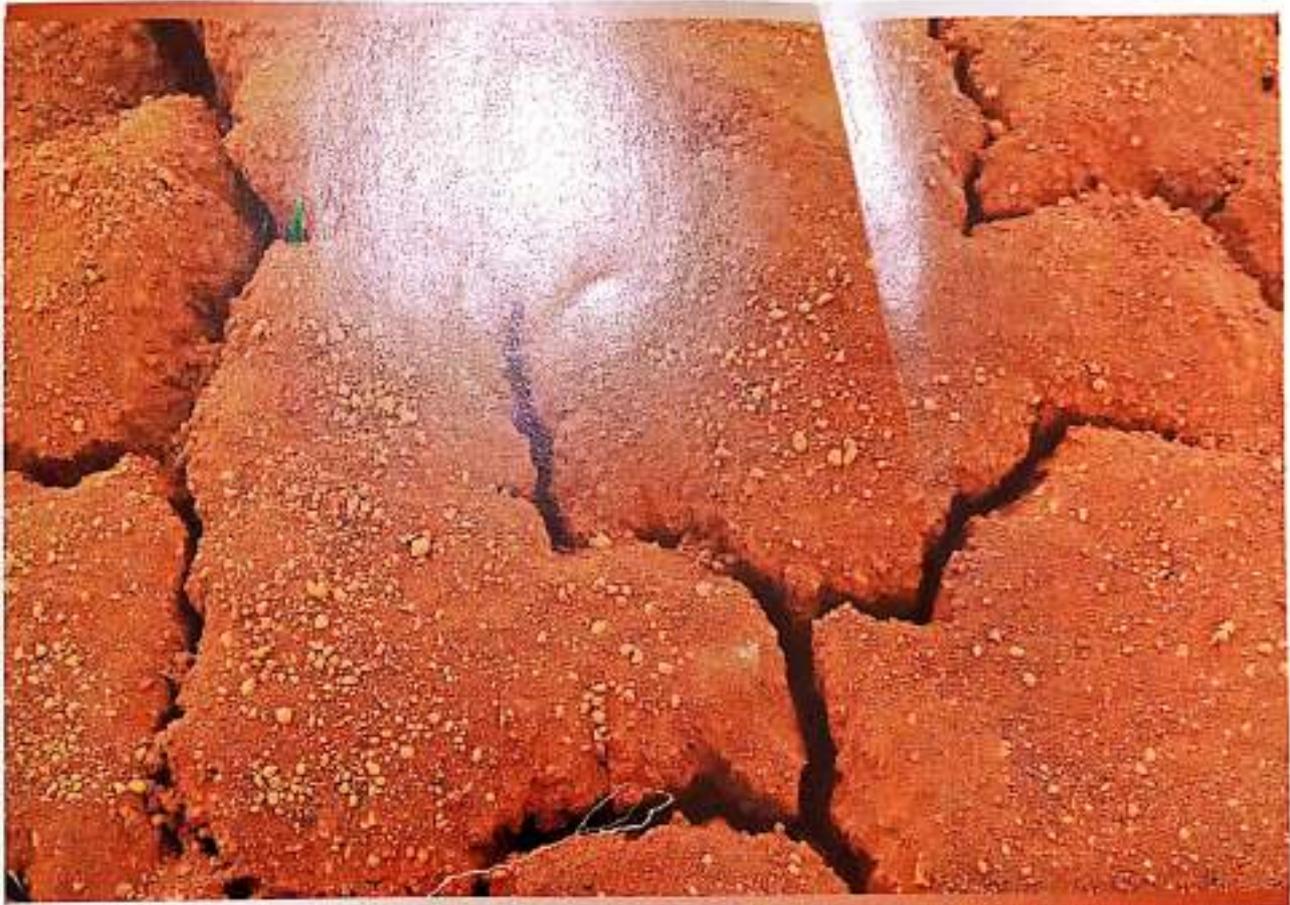
Terima kasih Anda sudah membeli buku-buku terbitan AgroMedia. Jika Anda menemukan cacat produksi, seperti tulisan tidak terbaca, halaman tidak lengkap, halaman tidak berurut, halaman terbalik, halaman terlepas, atau gabungan dari kerusakan-kerusakan di atas, silahkan kirim buku tersebut beserta bukti pembayaran dan alamat lengkap Anda ke:

Redaksi AgroMedia

Jl. H. Montong No.57, Ciganjur, Jagakarsa, Jakarta Selatan
12630

Penerbit AgroMedia akan mengganti buku tersebut dengan buku baru untuk judul yang sama.

Pupuk Organik, Solusi Lahan Kritis dan Pengelolaan Limbah



A. Sumber Daya Lahan dan Permasalahannya

Sumber daya lahan memegang peranan penting dalam menentukan pencapaian keberhasilan dalam bidang pertanian. Saat ini, Indonesia diperkirakan memiliki 100 juta hektare lahan potensial, baik berupa lahan

kering maupun lahan basah—seperti rawa dan non-rawa. Ketersediaan lahan potensial ini tentu saja sangat berpengaruh terhadap produksi pertanian dalam negeri. Karena itu, berbagai cara mulai dikaji untuk dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian dalam rangka memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebijakan pemerintah mengenai kemandirian pangan.



Areal persawahan. Salah satu lahan potensial di Indonesia

Salah satu syarat dalam proses pertanian dalam rangka swasembada pangan yaitu tersedianya lahan yang cukup dengan tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Keadaan lahan dengan tingkat kesuburan tinggi dapat mendukung tercapainya produksi hasil pertanian yang tinggi pula. Hal ini yang banyak menimbulkan persepsi

salah di kalangan petani. Penggunaan pupuk kimia berlebih secara terus-menerus yang diharapkan mampu meningkatkan kesuburan tanah justru menjadi penyebab menurunnya kualitas tanah. Tanah menjadi keras dan keseimbangan unsur hara dalam tanah pun terganggu. Seperti pada kasus di beberapa daerah di Indonesia, lahan pertanian mengalami kejenuhan fosfat dan kalium karena penggunaan pupuk NPK yang berlebihan dan tidak seimbang.

Adanya tuntutan dalam menghasilkan produksi tinggi juga berdampak terhadap intensitas penggunaan lahan. Lahan pertanian digunakan tanpa adanya proses bera atau 'mengistirahatkan' lahan untuk sementara selama beberapa bulan sampai musim tanam berikutnya. Biasanya, lahan digunakan secara terus-menerus dengan populasi pertanaman yang tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan pengurasan unsur hara tanah. Kondisi ini diperparah dengan pengolahan lahan yang salah. Ironisnya, kerusakan terjadi hampir 65% dari sumber daya lahan yang ada di Indonesia.

Selain karena penggunaan pupuk kimia yang tidak seimbang dan intensitas pertanaman yang tinggi, keseimbangan unsur hara juga dapat terganggu karena tidak adanya pengembalian bahan organik tanah. Unsur hara yang telah diserap oleh tanaman tidak dikembalikan lagi ke dalam tanah. Umumnya, petani membakar atau menjadikan sisa pertanaman sebagai pakan ternak tanpa pengembalian kotoran ternak ke lahan. Kondisi tanpa konservasi lahan ini semakin memperburuk kualitas lahan pertanian di Indonesia

B. Upaya Perbaikan Lahan dengan Pupuk Organik

Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengatasi permasalahan lahan kritis adalah dengan menambahkan bahan organik ke dalam tanah. Penambahan bahan organik dapat dilakukan melalui pemupukan menggunakan pupuk organik, seperti kompos dan pupuk kandang. Pupuk organik bukanlah untuk menggantikan peran pupuk kimia melainkan sebagai pelengkap fungsi pupuk kimia. Pupuk organik dan pupuk kimia akan lebih optimal dan lebih efisien penggunaannya bila dimanfaatkan secara bersama-sama.

Penambahan pupuk organik dapat mengurangi dampak negatif pupuk kimia serta memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah secara bersamaan. Sebagai contoh, penggunaan pupuk kimia yang dikombinasikan dengan pupuk organik oleh petani di Kabupaten Jombang dengan menggunakan sistem budi daya padi SRI (*System of Rice Intensification*), telah berhasil meningkatkan produksi padi dari 7 ton per hektare menjadi 8 ton per hektare.

Bahan organik memiliki peran penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah. Tanah dengan sifat fisik yang baik mampu menjamin pertumbuhan akar tanaman melalui aerasi dan drainase yang baik. Penambahan bahan organik yang cukup dapat memperbaiki struktur tanah agar lebih gembur. Bahan organik juga dapat memperbaiki kondisi tanah agar tidak terlalu berat dan tidak terlalu ringan sehingga dapat mempermudah pengolahan tanah. Selain itu, bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air.



Pupuk organik. Berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan

Kebijakan Pemerintah Mengatasi Degradasi Sumber Daya Lahan

Menyadari kondisi kerusakan lahan pertanian yang semakin meningkat, maka pemerintah melalui Kementerian Pertanian, mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mendorong penggunaan pupuk organik.

1. Program Go Organik 2010 untuk tanaman pangan yang mensyaratkan penggunaan bahan organik dalam proses penanaman.

2. Sosialisasi penggunaan pupuk organik.
3. Bantuan langsung pupuk organik dalam bentuk pupuk organik granul (POG) dan pupuk organik cair (POC).
4. Bantuan alat pembuat pupuk organik dan rumah percontohan pembuatan pupuk organik.
5. Subsidi dan bantuan langsung pupuk organik dalam bentuk POG.

Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berfungsi sebagai sumber energi bagi makhluk hidup di dalam tanah. Perbaikan sifat biologi tanah terjadi karena meningkatnya populasi dan keragaman biota tanah. Aktivitas dan metabolisme dari biota tanah tersebut berguna dalam meningkatkan kesuburan tanah. Beberapa biota tanah, seperti fungi, bakteri, dan cacing tanah merupakan mikroorganisme yang menyediakan unsur hara melalui proses penguraian bahan organik, mineralisasi, dan pengikatan unsur hara dari udara. Selain itu, penambahan bahan organik juga dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Senyawa seperti auksin, vitamin, dan asam organik yang terkandung dalam bahan organik dapat merangsang pertumbuhan tanaman.

Selain sifat fisik dan biologi, penambahan bahan organik juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah, seperti kapasitas tukar kation, pH tanah, dan kandungan mineral dalam tanah. Bahan organik yang ditambahkan dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) yang penting bagi kesuburan tanah. Tanah dengan KTK yang rendah hanya memiliki sedikit unsur hara yang dapat diserap tanaman.

Selain itu, yang tak kalah pentingnya bagi pertumbuhan tanaman adalah kandungan mineral. Bahan organik yang ditambahkan dapat terurai menjadi mineral hara seperti unsur hara mikro dan makro. Walaupun kandungan unsur hara makro pada pupuk organik lebih kecil dibandingkan dengan pupuk anorganik, tetapi jenis unsur yang terkandung relatif lengkap, seperti unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S).

C. Dari Limbah Menjadi Pupuk Organik

Limbah atau sampah merupakan material sisa yang sudah tidak terpakai lagi yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari dan proses produksi. Pada tahun 2005, produksi sampah di Indonesia mencapai 0,61 kg/kapita/tahun. Apabila diketahui jumlah penduduk Indonesia pada saat itu sebanyak 218.868.791 jiwa, dapat diperkirakan jumlah sampah yang diproduksi mencapai 48,8 juta ton per tahun. Dari keseluruhan sampah tersebut, rata-rata komposisinya berupa sampah organik 64%, sampah kertas 6,7%, dan sampah plastik 7,3%.

Penulis



Sampah organik. Dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik

Seiring dengan bertambahnya penduduk, jumlah sampah yang dihasilkan akan terus meningkat serta memiliki keragaman bentuk, jenis, jumlah, dan komposisinya. Umumnya, lingkungan masih bisa menetralkan sampah jika jumlah yang dibuang masih relatif sedikit. Namun, jika jumlah dan karakteristik limbah yang dibuang sudah melebihi daya dukung lingkungan, maka limbah tersebut akan mencemari dan membahayakan seluruh kehidupan di sekitarnya.



Tangani Limbah dengan Benar!

Kawasan yang potensial menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar perlu mendapatkan perhatian khusus. Pasalnya, limbah yang tidak tertangani dengan baik akan mencemari lingkungan dan merugikan masyarakat sekitar. Berikut beberapa permasalahan yang sering muncul jika limbah tidak tertangani dengan baik.

- Lingkungan menjadi kumuh dan kotor sehingga menjadi tempat berkembang biak berbagai jenis

penyakit menular yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Biasanya, penyakit tersebut ditularkan oleh lalat, tikus, anjing, dan kucing.

- Limbah yang membusuk akan menghasilkan gas yang berbau tidak sedap. Selain itu, limbah juga dapat menghasilkan gas rumah kaca yang dapat menyebabkan *global warming*. Sementara itu, limbah cair atau air lindi juga dapat menyebabkan pencemaran air permukaan dan air tanah dalam.
- Sulitnya mencari lahan baru untuk tempat pembuangan limbah dalam jumlah besar di kawasan yang padat penduduk. Pasalnya, tempat pembuangan limbah harus luas, tertutup, serta jauh dari lokasi industri dan pemukiman.

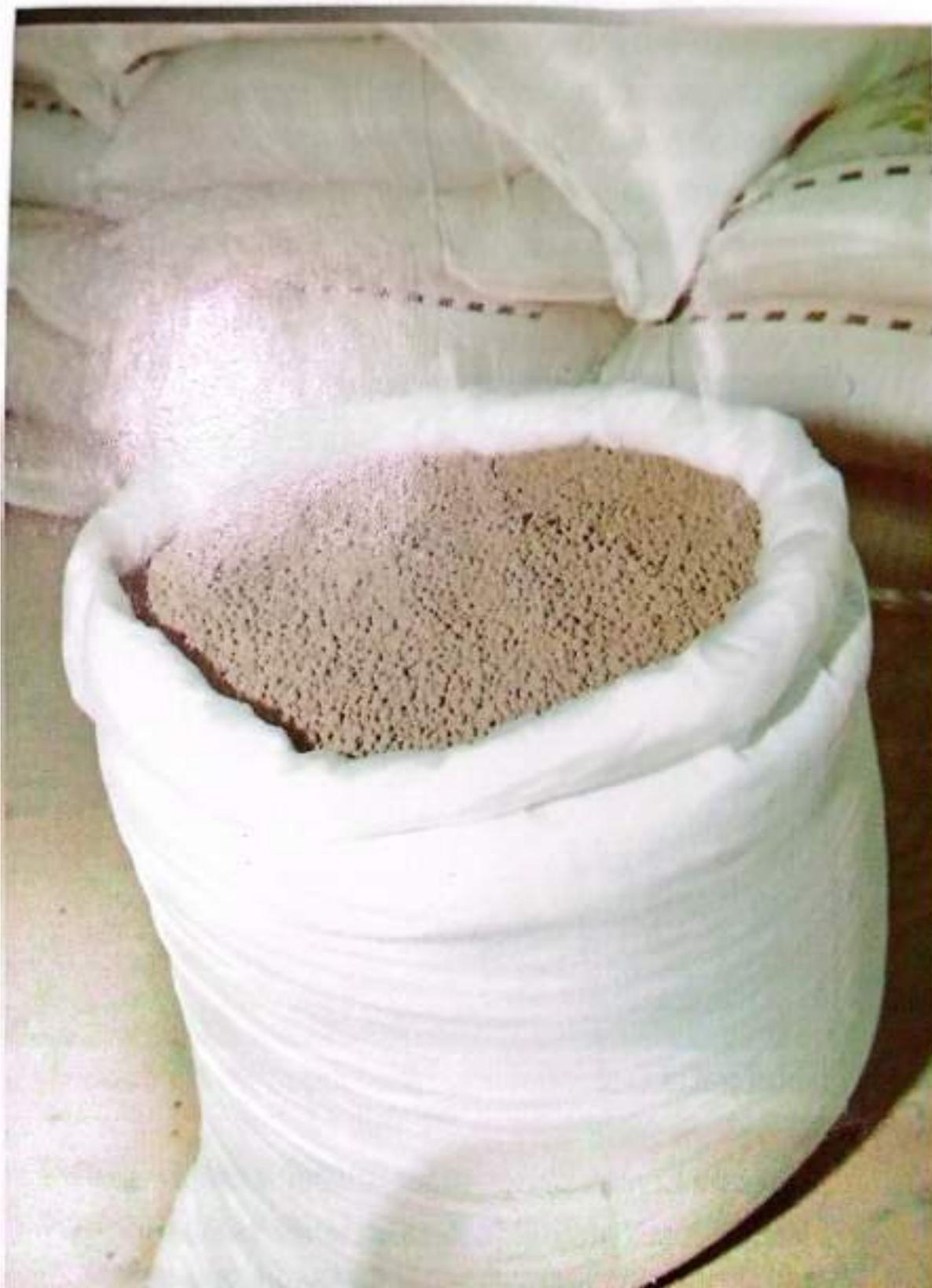
Dilihat dari karakteristiknya, limbah biasanya masih bisa diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat sehingga memiliki nilai ekonomi. Bahkan, limbah dapat dimanfaatkan menjadi produk baru (*waste to product*) dan menjadi energi (*waste to energy*). Sebagai contoh, limbah padat organik masih dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pupuk organik, pakan ternak, dan biogas. Sementara itu, limbah anorganik dapat didaur ulang menjadi bahan baku sekunder. Selain itu, pemanfaatan limbah juga berpotensi masuk dalam program perdagangan karbon dunia dalam CDM (Mekanisme Pembangunan Bersih).

Konsep 3R

Mengolah limbah menjadi 'emas' dapat dilakukan dengan strategi pengelolaan limbah terpadu menuju *zero waste*. Strategi tersebut dilakukan dengan pendekatan konsep 3R (*reduce, reuse, dan recycle*).

- *Reduce* artinya usaha untuk mengurangi produksi limbah dengan cara melakukan kegiatan yang dirancang sedemikian rupa melalui mekanisme produksi bersih (*clean production*) sehingga limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut seminimal mungkin.
- *Reuse* artinya usaha untuk menggunakan kembali barang-barang yang telah dipakai sehingga tidak langsung dibuang.
- *Recycle* artinya usaha mendaur ulang limbah menjadi produk yang berguna.

Pupuk Organik Granul Alternatif Baru Sumber Organik Tanah



A. Mengapa Harus Granul?

Secara umum, pupuk organik yang beredar di pasaran memiliki berbagai macam bentuk, di antaranya curah, granul, cair, pelet, tablet, dan briket. Pemilihan bentuk tersebut disesuaikan dengan tujuan penggunaan, biaya produksi, dan aspek pemasaran lainnya. Bentuk curah atau fraksi-fraksi halus dari limbah organik yang telah terdekomposisi biasanya dipilih jika pupuk organik digunakan untuk kebutuhan sendiri. Namun, apabila tujuan pembuatan pupuk untuk skala komersial sebaiknya pupuk organik dibuat dengan bentuk dan ukuran tertentu agar tidak meruah dan mudah didistribusikan.



Bentuk granul. Dapat memudahkan petani dalam pengaplikasiannya

Salah satu bentuk pupuk organik yang lazim ditemukan adalah butiran atau granul. Di pasaran, pupuk ini lebih dikenal dengan sebutan pupuk organik granul (POG). Pupuk organik granul umumnya memiliki kepadatan

tertentu sehingga tidak mudah diterbangkan angin dan hanyut terbawa air. Bentuk granul juga dapat memudahkan aplikasi di lapang. Pasalnya, petani terbiasa menggunakan pupuk yang berbentuk granul karena mudah ditaburkan. Selain itu, pupuk berbentuk granul juga cocok digunakan untuk aplikasi pupuk di perkebunan skala besar yang menggunakan aplikator pupuk.

Jika dibandingkan antara pupuk organik granul murni dan kompos berbentuk curah, keduanya memiliki kualitas yang relatif sama karena bahan baku utama pupuk organik granul adalah kompos. Namun, kualitas pupuk organik granul akan menjadi lebih baik apabila diperkaya dengan unsur hara dan mikroba fungsional. Sementara itu, dilihat dari daya serap tanaman, baik kompos maupun pupuk organik granul sama-sama akan diserap tanaman secara perlahan-lahan (*slow release*). Namun, hal ini menjadi keunggulan bagi keduanya karena dapat digunakan dalam waktu yang lebih lama. Dengan efisiensi yang lebih tinggi karena jumlah pupuk yang terbuang lebih sedikit, keberadaan pupuk organik granul di lingkungan akan menjadi lebih lama dibandingkan dengan kompos biasa.

B. Pupuk Organik Granul sebagai Sumber Bahan Organik

Kerusakan yang terjadi di lahan persawahan terutama disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik. Sekitar 65% dari 7,9 juta ha lahan sawah di Indonesia memiliki kandungan bahan organik rendah sampai sangat rendah (C-organik <2%). Cara yang paling efektif untuk memperbaikinya adalah mengembalikan bahan organik dalam bentuk pupuk organik ke lahan pertanian. Untuk

memberi kemudahan bagi petani dalam melakukan pemupukan, maka pupuk organik yang diberikan ke lahan pertanian dibuat dalam bentuk pupuk organik granul. Dampak yang akan diperoleh dari pemupukan ini tidak hanya peningkatan kandungan C-organik, tetapi akan terjadi juga perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah secara keseluruhan.

Penyebab Rendahnya Kandungan C-organik

- Intensitas pertanaman yang tinggi dengan pengelolaan yang salah dapat mengakibatkan pengurasan unsur hara tanah, sehingga terjadi defisit hara.
- Penggunaan pupuk kimia dalam jangka waktu lama secara terus-menerus dengan dosis yang tinggi dan tidak diimbangi dengan pupuk organik.
- Tidak dikembalikannya sisa tanaman ke dalam tanah.

C. Peluang Berbisnis Pupuk Organik Granul (POG)

Produksi POG sangat erat kaitannya dengan kebijakan dari Kementerian Pertanian, yaitu kebijakan subsidi pupuk organik dan bantuan langsung pupuk dalam bentuk POG. Tercatat angka kebutuhan POG sebesar 4,67 juta ton pada tahun 2009 dan 4,14 juta ton pada tahun 2010. Sementara itu, alokasi pupuk organik bersubsidi dalam bentuk POG sebesar 450 ribu ton pada tahun 2009 dan 910 ribu

ton pada tahun 2010. Selain alokasi pupuk bersubsidi, pemerintah juga memberikan bantuan langsung pupuk dalam bentuk POG dengan jumlah yang dialokasikan sebesar 191,516 ribu ton pada tahun 2009 dan 293,293 ribu ton pada tahun 2010. Namun, besarnya alokasi POG bersubsidi maupun bantuan langsung pupuk tersebut, ternyata masih belum bisa memenuhi kebutuhan POG secara keseluruhan.



Pabrik pupuk organik granul. Banyak didirikan untuk memenuhi kebutuhan pelaksanaan kebijakan subsidi dan bantuan langsung POG

Pelaksanaan kebijakan subsidi maupun bantuan langsung POG dilaksanakan oleh Kementerian Pertanian melalui *Public Service Obligation (PSO)* kepada BUMN yaitu PT Pupuk Sriwidjaja, PT Petrokimia Gresik, PT Pupuk Kujang, dan PT Pupuk Kalimantan Timur untuk subsidi POG. Sementara itu, pemerintah menjalin kerja sama dengan PT Pertani, PT Sang Hyang Seri, dan PT



Berdikari untuk bantuan langsung POG. Dengan adanya penugasan tersebut, maka dengan sendirinya BUMN yang ditunjuk harus mendirikan industri POG, bekerja sama dengan industri POG, atau membina perusahaan untuk memproduksi POG.

Kebijakan-kebijakan di atas telah mendorong berdirinya pabrik-pabrik POG berskala besar. Pabrik tersebut umumnya bertindak atau berfungsi sebagai mitra produksi bagi BUMN yang telah mendapatkan penugasan dari Kementerian Pertanian. Biasanya, proses produksi terikat dalam kontrak waktu yang ketat dan singkat, sehingga memerlukan peralatan dan bahan baku POG dalam jumlah yang cukup banyak.

Selain itu, meningkatnya kesadaran akan pertanian organik yang didukung oleh Kebijakan Go Organik 2010 dari Kementerian Pertanian, telah mendorong meningkatnya permintaan terhadap produk pertanian organik. Faktor yang lain seperti meningkatnya pemahaman yang benar akan fungsi pupuk organik, semakin mahal dan sulitnya mendapatkan pupuk kimia, serta berlimpahnya limbah organik yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pupuk organik, telah ikut mendorong meningkatnya penggunaan pupuk organik.

Faktor-faktor di atas telah memberikan gambaran peluang berbisnis POG yang menggairahkan dan mendorong berdirinya produsen POG untuk menjual POG yang dihasilkannya ke pasaran bebas. POG yang dijual ke pasaran bebas biasanya tidak terikat dengan sistem subsidi atau bantuan langsung POG yang dikelola Kementerian

Pertanian. Umumnya, produsen POG tersebut merupakan pengelola kebersihan yang memanfaatkan sampah organik menjadi kompos, kemudian memprosesnya menjadi POG. Kapasitas produksinya lebih kecil dan proses produksinya tidak terikat dengan kontrak waktu yang ketat, sehingga peralatan yang dibutuhkan tidak selengkap jika dibandingkan dengan produsen yang terikat dengan sistem subsidi atau bantuan langsung POG yang dikelola Kementerian Pertanian.

Bahan Baku Pupuk Organik Granul



Kualitas pupuk organik granul dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Kompos—bahan baku utama pupuk organik granul—harus memenuhi kriteria kompos matang agar kualitasnya terjamin. Selain kompos, bahan pengisi (filler) seperti dolomite dan zeolite biasanya ditambahkan untuk mendapatkan butiran granul yang kompak. Bahan perekat berupa molase juga dibutuhkan untuk merekatkan fraksi kompos sehingga terbentuk butiran granul yang tidak mudah pecah.

A. Kompos, Bahan Baku Utama Pupuk Organik Granul

Kompos merupakan bahan baku utama pembuatan pupuk organik granul. Kualitas pupuk granul yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kualitas kompos yang digunakan. Karena itu, sebelum membuat pupuk organik granul perlu mengetahui proses pembuatan kompos yang baik agar mutu pupuk organik granul yang dihasilkan tetap terjaga. Umumnya, kompos yang digunakan sebagai bahan baku pupuk organik granul berupa kompos matang hasil dari proses pengomposan selama 4—7 minggu. Kompos matang ini biasanya terlihat seperti humus dengan tekstur yang stabil, remah, tidak berbau busuk, dan berwarna gelap.



Kompos matang. Bahan baku utama pembuatan pupuk organik granul

a. Mengetahui Kompos dan Pengomposan

Pengomposan merupakan penguraian materi organik, seperti sampah, dedaunan, rumput, sisa makanan, kotoran ternak, dan serbuk gergaji. Proses penguraian menjadi bentuk yang lebih sederhana ini dilakukan secara biologis dengan bantuan mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan aktinomicetes. Proses ini dilakukan dalam kondisi aerobik atau memerlukan oksigen yang terkendali.

Perbandingan Pengomposan secara Aerobik dan Anaerobik

Proses pengomposan dilakukan secara aerobik bukan anaerobik. Para pakar kompos membatasi definisi pengomposan sebagai proses aerobik semenjak Sir Albert Howard di India, pada tahun 1930-an melakukan penelitian yang membandingkan pembuatan kompos tanpa udara dan dengan udara. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa cara pengomposan dengan tambahan udara (aerobik) memiliki berbagai kelebihan yang tidak dimiliki oleh pengomposan tanpa udara (anaerobik). Berikut beberapa kelebihan proses pengomposan secara aerobik.

- Prosesnya berlangsung lebih cepat sekitar 4—6 minggu, sedangkan anaerobik dapat lebih dari 24 minggu.
- Proses aerobik tidak menghasilkan gas yang berbau, sedangkan anaerobik menghasilkan gas yang berbau.
- Proses aerobik dapat memberikan efek seperti pasteurisasi, sedangkan anaerobik tidak (tetap dingin, tidak terjadi peningkatan suhu).
- Proses aerobik secara alamiah dapat menguraikan material limbah yang mengandung serat selulosa, sedangkan anaerobik tidak.

Dalam proses pengomposan, limbah organik secara alami diuraikan oleh berbagai jenis mikroba atau jasad renik seperti bakteri, jamur, dan aktinomicetes. Proses penguraian ini memerlukan kondisi yang optimal seperti ketersediaan nutrisi yang memadai, udara yang cukup, dan kelembapan yang tepat. Semakin sesuai kondisi lingkungannya, maka akan semakin cepat proses penguraiannya dan semakin tinggi pula mutu komposnya.

Proses pengomposan diawali dengan aktivitas sejumlah mikroba aerobik, yaitu mikroba yang hidup bila ada udara. Mikroba ini akan menguraikan senyawa kimia rantai panjang, seperti selulosa, karbohidrat, lemak, dan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti gas karbondioksida dan air. Senyawa-senyawa sederhana hasil penguraian merupakan nutrisi yang dapat diserap oleh mikroorganisme untuk keperluan hidupnya.

Dok. Penulis



Fermentasi kompos. Proses penting dalam pembuatan kompos untuk menguraikan bahan organik

Dengan ketersediaan nutrisi yang melimpah dan kondisi lingkungan yang mendukung, mikroba akan tumbuh dan berkembang biak dengan cepat sehingga jumlahnya berlipat ganda. Akibatnya, reaksi penguraian juga berjalan cepat. Selain gas karbondioksida dan air, panas juga dihasilkan dari reaksi penguraian limbah. Panas yang dihasilkan ini membuat kompos menjadi hangat jika disentuh. Pencapaian suhu yang tinggi dalam proses pengomposan sangat penting untuk menjamin produk kompos yang dihasilkannya bisa bebas dari bibit gulma yang terbawa dari potongan rumput dan bakteri patogen seperti *E. Coli* dan *Salmonella*.

Pada fase selanjutnya, senyawa-senyawa kimia limbah tahap demi tahap diuraikan menjadi berbagai macam senyawa yang lebih sederhana, sampai akhirnya senyawa kimia yang menjadi makanan mikroba berangsur-angsur menjadi terbatas. Sejalan dengan menipisnya ketersediaan makanan ini, pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba menurun. Karena itu, pada fase tersebut suhu akan turun perlahan-lahan menjadi sekitar 40°C. Penurunan suhu dan ciri-ciri fisik dilihat dari warna, tekstur, dan bau menandakan proses penguraian telah selesai dan kompos matang siap digunakan untuk proses selanjutnya.

b. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pengomposan

Pengomposan merupakan proses biologis yang kecepatannya dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang mendukungnya. Jika kondisi lingkungan semakin mendekati kondisi optimal yang dibutuhkan oleh mikroba, maka aktivitas mikroba semakin tinggi sehingga

proses pengomposan berjalan lebih cepat. Berikut faktor yang memengaruhi kecepatan proses penguraian.

1. Kelembapan (Kadar Air)

Material yang dikomposkan harus mengandung air yang cukup untuk mendukung kehidupan mikroorganisme yang hidup di dalamnya. Apabila kelembapannya terlalu rendah (12—40%), kehidupan mikroorganisme menjadi terganggu karena mikroorganisme sangat membutuhkan air sebagai habitatnya. Jika hal itu terjadi, maka pengomposan akan berjalan sangat lambat.

Dok. Penulis



Tingkat kelembapan bahan. Harus dijaga agar proses fermentasi dapat berjalan dengan baik

Sementara itu, pada bahan yang kandungan airnya terlalu tinggi (lebih dari 60%), kehidupan mikroorganisme yang berperan dalam proses pengomposan digantikan oleh mikroorganisme anaerobik karena kurangnya ketersediaan oksigen. Dalam kondisi demikian, proses pengomposan

berubah menjadi proses pembusukan yang menghasilkan bau tidak sedap. Kondisi optimum kadar air tumpukan limbah padat dalam proses pengomposan sekitar 40—60%, dengan tingkat kelembapan terbaik 50%.

Kadar air bahan yang dinyatakan tinggi biasanya terlihat apabila dari tumpukan bahan yang dikomposkan keluar air rembesan cukup banyak. Karena itu, jangan lakukan penyiraman dan sebaiknya campurkan material kering seperti serbuk gergaji dan daun kering. Agar kadar air cepat berkurang, tumpukan tersebut dapat dihamparkan dan dikeringanginkan. Sebaliknya, jika tumpukan bahan terlihat kering, berarti kadar air terlalu rendah. Karena itu, lakukan penyiraman dan campurkan material yang bersifat basah seperti limbah buah dan sayuran. Kadar air yang baik apabila dari tumpukan bahan yang dikomposkan tidak terlihat rembesan air, dari permukaan terlihat kering tetapi kalau dilihat bagian dalam dari tumpukan terlihat masih basah.

Ada beberapa cara untuk mengetahui kondisi kadar air dari bahan yang dikomposkan. Cara yang paling akurat adalah dengan mengambil contoh bahan dan dianalisis kadar airnya di laboratorium. Namun, cara tersebut tidak dapat dilakukan langsung di lapang. Biasanya, cara yang dapat dilakukan di lapangan adalah dengan mengambil segenggam bahan dan kemudian diremas. Apabila dari sela jari-jari keluar air remasan yang banyak, maka kadar air bahan terlalu tinggi. Apabila tidak keluar air sama sekali dan saat genggam dibuka terlihat kondisi bahan yang buyar seperti pasir, maka kadar air bahan terlalu rendah. Kondisi yang baik adalah keluarnya titik-titik air sedikit

dari sela-sela jari atau terasa seperti memegang spon basah yang telah diperas. Bagi tenaga kerja yang sudah berpengalaman, kondisi kadar air yang optimal dapat dilihat secara visual dari bahan yang dikomposkan.

2. Aerasi (Konsentrasi Oksigen)

Mikroba yang berperan dalam proses pengomposan bersifat aerob sehingga memerlukan udara dalam kehidupannya. Mereka memerlukan udara (oksigen) untuk mengoksidasi karbon. Jika udara tidak tersedia, mikroba aerob akan mati dan mikroba anaerob akan mengambil alih proses penguraian limbah. Jika itu yang terjadi maka penguraian limbah akan berjalan lambat dan terproduksi gas metan yang beracun dan gas H_2S yang berbau busuk.

Konsentrasi oksigen yang diperlukan dalam pengomposan sekitar 14—17%. Konsentrasi tersebut akan terpenuhi apabila porositas bahan baku atau rongga-rongga udara yang ada di bahan yang dikomposkan lebih besar atau sama dengan 50%. Pengomposan aerobik umumnya akan berhenti apabila konsentrasi oksigen di bawah 10%. Kebutuhan oksigen akan tercukupi jika aerasinya baik, yaitu apabila bahan yang dikomposkan cukup porous. Kondisi ini diperlihatkan dengan ukuran partikel yang tidak terlalu kecil dan kadar airnya tidak terlalu tinggi sehingga terdapat ruang udara yang cukup antar-partikel limbah. Selain itu, kadar airnya diatur pada kondisi yang optimal sebesar 50% dan usahakan tidak terlalu tinggi. Air yang terlalu tinggi akan mengambil tempat yang seharusnya diisi udara.

3. Suhu

Pada saat proses pengomposan, terjadi perubahan suhu yang sangat dinamis. Pola perubahan suhu ini apabila dituangkan dalam grafik akan terlihat seperti parabola. Pada awal proses pengomposan suhu meningkat secara eksponensial dan mencapai puncaknya pada suhu sekitar 70°C yang bertahan selama beberapa minggu. Kemudian, suhu menurun mendekati suhu udara luar. Penurunan suhu sampai mendekati suhu udara luar merupakan tanda bahwa kompos telah matang.

Berdasarkan suhunya, proses pengomposan umumnya dibagi dalam dua fase yaitu fase aktif (*active phase*) dan fase pematangan (*maturation/curing phase*). Fase aktif ditandai dengan peningkatan jumlah mikroorganisme dan aktivitasnya. Suhu yang meningkat pada tumpukan bahan menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme. Peningkatan suhu ini terus terjadi sepanjang konsentrasi material organik yang mudah terurai masih cukup tersedia untuk mendukung pertumbuhan mikroba dan aktivitasnya. Umumnya, suhu puncak dapat mencapai 70°C . Pada suhu inilah, patogen, parasit, dan benih gulma yang terbawa bahan akan mati.

Fase pematangan terjadi apabila konsentrasi material organik sudah menipis jumlahnya. Sementara itu, persentase material yang resisten seperti plastik, beling, dan pasir meningkat dan diikuti dengan penurunan aktivitas perkembangbiakan mikroba. Penurunan jumlah dan aktivitas mikroba menyebabkan suhu tidak meningkat lagi dan relatif stagnan ($55\text{--}70^{\circ}\text{C}$) selama beberapa hari. Kemudian, secara perlahan selama

beberapa minggu suhu akan turun mendekati suhu udara di sekitarnya. Fase tersebut berlangsung selama 2—4 minggu tergantung pada konsentrasi material resisten yang dikomposkan, kondisi lingkungan, dan teknik operasional pengomposan.

Dok. Penulis



Suhu pada fase aktif. Akan menurun sehingga berkisar antara 55°—70° C

Umumnya, kompos dikatakan matang apabila suhu tumpukan kompos sudah lebih kecil daripada suhu udara ditambah 20° C. Sebagai contoh, apabila suhu udara tercatat 30° C, maka kompos dikatakan matang apabila suhu tumpukannya lebih kecil dari 50° C.

4. Ketersediaan Nutrisi (Keseimbangan Rasio C dan N)

Proses pengomposan akan berjalan dengan baik apabila seluruh unsur-unsur nutrisi yang diperlukan mikroorganisme tersedia di dalam limbah. Nutrisi utama atau makro nutrien yang diperlukan oleh mikroorganisme adalah karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca). Sementara itu, nutrisi tambahan atau mikro nutrien yang dibutuhkan meliputi kobal (Co), mangan (Mn), dan tembaga (Cu).

Tabel 1. Kandungan N dan rasio C/N berbagai Jenis Limbah

Material	Kandungan N (%)	Rasio C/N
Sampah Makanan		
Sampah Buah-buahan	1,52	34,8
Sampah Dapur	2,4	15
Kotoran Ternak		
Kotoran Sapi	1,7	18,0
Kotoran Kuda	2,3	25,0
Kotoran Ayam	6,3	15,0
Kotoran Kambing	3,75	22,0
RPH	7—10	2,0
Kayu dan Jerami		
Serbuk Gergajian	0,10	200—500
Kayu Pinus	0,07	723
Jerami	0,3	128,0
Limbah Tanaman		
Potongan Rumput	2,15	20,1
Daun	0,5—1,0	40—80

Sumber: Tchobanoglous et al, 1993

Unsur utama yang harus diperhatikan dalam proses pengomposan adalah unsur karbon dan nitrogen. Kedua unsur ini biasanya terdapat dalam senyawa karbon dalam bahan organik. Senyawa karbon akan dioksidasi sebagai sumber energi bagi mikroba dan diuraikan menjadi senyawa-senyawa seluler seperti membran sel. Dalam reaksi biokimia, umumnya terjadi reaksi pembakaran antara senyawa yang mengandung unsur C dengan oksigen yang menghasilkan panas dan karbondioksida (CO_2). Sementara itu, nitrogen dibutuhkan mikroba sebagai bahan pembentukan protoplasma, protein, dan asam amino. Biasanya, jika nitrogen cukup tersedia dalam bahan baku yang akan dikomposkan, maka unsur hara lainnya seperti fosfor dan kalium akan tersedia pula dalam jumlah cukup.

Dok. Penulis



Jerami. Memiliki kandungan unsur C yang tinggi, berguna



Proses pengomposan akan berjalan optimal apabila bahan yang dikomposkan memiliki kandungan C dan N dengan rasio 30 : 1 atau dalam kisaran 20 : 1 sampai 40 : 1. Karena itu, jika bahan yang dikomposkan rasionya kurang atau lebih tinggi dari nilai tersebut sebaiknya dikondisikan terlebih dahulu menjadi rasio yang optimal. Apabila suatu bahan memiliki rasio C/N lebih tinggi dari 40 : 1, artinya bahan tersebut memiliki rasio C/N tinggi, yang akan berdampak pada waktu proses pengomposan yang menjadi lebih lama. Tindakan pengondisian yang perlu dilakukan adalah menambahkan bahan-bahan yang kaya akan unsur N seperti kotoran ternak pada umumnya (terutama kotoran ayam), sludge atau lumpur organik, daun, dan rumput segar.

Sebaliknya, apabila rasio C/N bahan lebih kecil dari 20 : 1, artinya bahan tersebut memiliki rasio C/N rendah, yang akan berdampak pada tingginya produksi amoniak (NH_3). Produksi amoniak berlebih dapat menghambat kerja bakteri dan menyebabkan proses pengomposan berbau menyengat. Pengondisian yang perlu dilakukan adalah menambahkan bahan-bahan yang kaya akan unsur C seperti serbuk gergaji, daun kering, dan jerami.

5. Keasaman (pH)

Keasaman atau pH memengaruhi ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dan juga dapat berdampak pada aktivitas metabolisme. Secara umum, kondisi pH yang optimum untuk kehidupan mikroorganisme sekitar 6—8. Namun, untuk spesifikasinya masing-masing jenis mikroorganisme memiliki rentang pH optimum yang berbeda. Biasanya, bakteri dapat ber-

kembang optimum pada kisaran pH 6,0—7,5, sedangkan fungi pada kisaran pH 5,5—8,0.

Pada awal proses pengomposan, biasanya akan terjadi penurunan pH dari keadaan netral menjadi asam dengan pH sekitar 4,5—5. Penurunan pH ini karena adanya akumulasi produk asam-asam organik intermediet, seperti asam asetat, propionat, dan isobutirat. Umumnya, asam organik intermediet terbentuk dari hasil penguraian senyawa-senyawa kompleks karbon seperti polisakarida dan selulosa oleh bakteri pembentuk asam. Pembentukan asam-asam organik yang telah terjadi secara paralel dinetralsir dengan perkembangan populasi mikroba yang memanfaatkan asam-asam organik tersebut. Akibatnya, konsentrasi asam-asam organik menjadi berkurang sehingga level pH menjadi netral atau sedikit basa.

Jika rasio C/N, kandungan air, dan aerasi berada pada rentang nilai yang optimal, turunnya pH pada awal proses pengomposan merupakan suatu hal yang biasa dan tidak perlu dirisaukan. Di lapangan, memang sering dijumpai upaya penambahan kapur. Upaya ini sebenarnya tidak perlu dilakukan, karena penurunan pH bersifat sementara dan segera berubah menjadi netral hingga cenderung basa. Apabila pH terlalu tinggi (melebihi 8,5), akan berdampak tidak baik untuk kehidupan mikroba.

6. Ketersediaan Mikroba

'Mesin' utama yang bekerja dalam proses pengomposan adalah mikroba. Mikroba inilah yang berperan dalam menguraikan limbah menjadi kompos. Berbagai jenis mikroba secara alamiah telah ada di dalam limbah organik

yang dikomposkan. Semakin beragam material limbah yang dikomposkan, semakin beragam pula mikroba yang tersedia.

Sebagian orang berpendapat bahwa penggunaan bioaktivator yang diproduksi secara komersial dapat mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas kompos. Namun, pengujian independen para pakar kompos dunia dan pengalaman penulis mengindikasikan bahwa penggunaan bioaktivator komersial ternyata tidak mempercepat proses pengomposan dan tidak meningkatkan kualitas kompos secara signifikan. Pasalnya, limbah padat atau sampah organik secara alami sudah mengandung sejumlah besar populasi dan berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri, aktinomicetes, fungi, dan makhluk hidup lainnya yang sangat adaptif terhadap kondisi limbah tempatnya hidup.

Dengan mengontrol kondisi lingkungan dan ketersediaan nutrisi pada kondisi yang optimal, mikroorganisme tersebut akan berkembang biak dengan cepat sehingga proses penguraian bahan yang dikomposkan berlangsung secara cepat pula. Keputusan untuk menggunakan bioaktivator komersial hendaknya diperhitungkan secara bijaksana karena akan meningkatkan biaya pengomposan. Kita dapat menggunakan aktivator alami yang sangat murah dan bagus seperti kompos, tanah subur, dan kotoran ternak itu sendiri.

7. Ukuran Partikel

Ukuran partikel bahan yang dikomposkan akan berpengaruh terhadap proses penguraian limbah oleh mikroorganisme dan juga proses aerasinya. Limbah yang berukuran besar sebaiknya dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil. Pemotongan ini berfungsi untuk memperluas permukaan bahan. Secara teoritis, semakin luas permukaan bahan yang dikomposkan akan semakin meningkatkan kinerja mikroorganisme dalam menguraikannya.

Dok. Penulis



Pencacahan. Salah satu cara memperkecil ukuran bahan

Ukuran ideal dari limbah untuk pengomposan yang aerasinya berlangsung secara alamiah sekitar 2—5 cm. Karena itu, jika ukuran bahan terlalu besar perlu pencacahan terlebih dahulu. Pasalnya, ukuran bahan yang terlalu besar akan memperlambat proses penguraian. Sementara itu, jika ukuran bahan terlalu kecil, perlu

ditambahkan material yang ukurannya lebih besar agar aerasinya optimal. Ukuran bahan yang terlalu kecil menghambat pergerakan udara yang masuk dan keluar dari tumpukan bahan.

8. Ukuran Tumpukan

Ukuran tumpukan berpengaruh terhadap suhu dan aerasi pengomposan. Semakin besar tumpukan bahan, panas yang terjadi pada awal proses pengomposan akan tersimpan sehingga suhu tumpukan menjadi tinggi. Pada tumpukan yang besar, efek menyimpan panasnya lebih baik daripada tumpukan yang berukuran kecil. Sementara itu, semakin kecil tumpukan bahan, panas yang terjadi mudah lepas ke lingkungan sekitar sehingga suhu tumpukan cepat turun atau tidak dapat tinggi.



Dok. Penulis

Ukuran tumpukan bahan. Perlu diperhatikan agar proses pengomposan berlangsung efektif

Sebagai panduan, tinggi tumpukan optimum 1,5 m dan lebar tumpukan 2,5 m. Untuk ukuran panjang, tergantung dari jumlah bahan yang akan dikomposkan. Namun, sebaiknya berukuran 5 m atau lebih. Tumpukan tersebut ditempatkan di atas permukaan tanah dan bukan dibenam dalam lubang. Pasalnya, proses pengomposan merupakan proses aerobik yang harus menghadirkan oksigen dalam prosesnya.

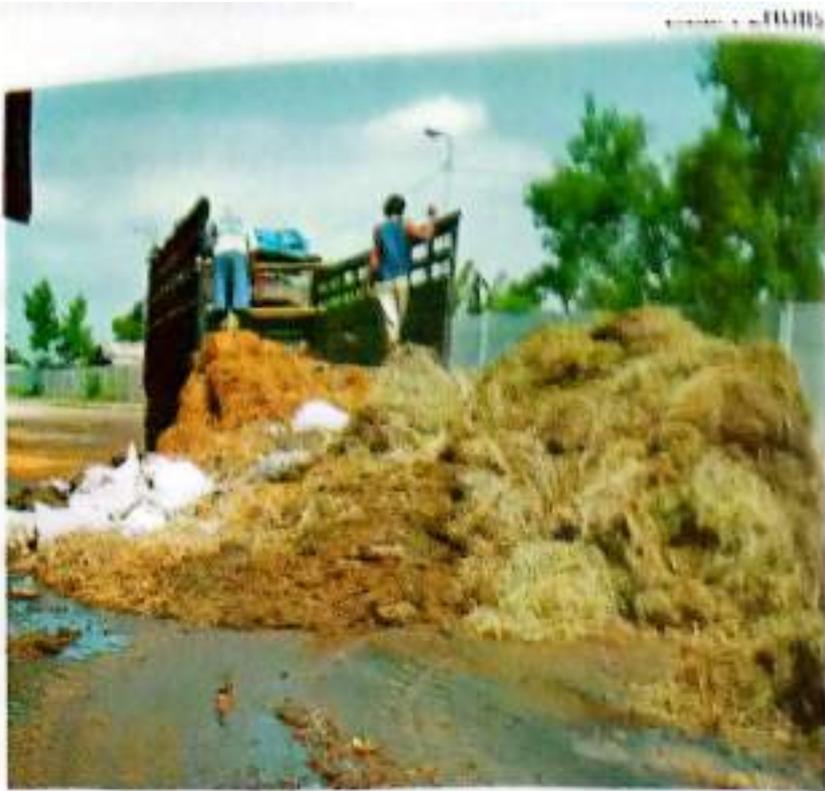
9. Homogenitas Campuran

Agar proses pengomposan berjalan merata di seluruh tumpukan, maka bahan harus tercampur homogen. Hal ini dapat dicapai dengan cara pencampuran bahan. Pencampuran dapat dilakukan pada awal proses yaitu untuk memperoleh komposisi bahan baku yang ideal. Bahan-bahan kompos memiliki sifat yang berbeda, ada yang mudah terurai dan ada juga yang sulit. Pencampuran sangat penting dilakukan agar semua bahan dapat terurai merata. Selain pencampuran pada tahap awal, pengadukan juga dilakukan dengan cara membalikkan bahan kompos seminggu sekali. Pembalikan selama proses pengomposan berguna untuk mencampurkan bahan dari bagian luar dengan bagian dalam tumpukan.

c. Jenis-Jenis Bahan Baku Kompos

Pada prinsipnya, semua limbah padat organik dapat diolah menjadi kompos. Hanya saja, untuk beberapa jenis limbah padat, sebelum dikomposkan harus dicampur atau dikombinasikan dengan limbah padat jenis lain agar prosesnya berlangsung cepat dan kualitas produknya terjamin. Berikut beberapa jenis limbah yang dapat dijadikan kompos.

Limbah peternakan.
Berupa rumput sisa pakan ternak



Dok. Penulis

Limbah peternakan.
Berupa kotoran hewan ternak



Blotong.
Limbah padat industri pengolahan tebu



Tabel 2. Berbagai Jenis Limbah yang Dapat Diolah Menjadi Kompos

Sumber limbah	Jenis Limbah
Peternakan	
Ayam	kotoran, alas kandang
Sapi/kerbau	kotoran, rumput sisa pakan
Kambing	kotoran, rumput sisa pakan
Babi	Kotoran
Rumah Potong Hewan	
Sapi/Kerbau	kotoran, isi rumen, rumput sisa pakan
Babi	kotoran, isi rumen
Pabrik Pengolahan	
Kopi	kulit biji
Kakao	kulit biji
Kayu putih	daun
Ubi kayu	onggok
Kelapa sawit	tandan kosong, serat sawit, abu
Gula tebu	ampas tebu, blotong
Teh	ampas teh
Industri	
Kayu	serbuk gergaji
Kertas	lumpur kertas
Komplek	
Pemukiman	sampah dapur, kebun
Perhotelan	sampah makanan
Pariwisata	sampah taman
Kebun binatang	kotoran hewan, taman
Pasar	sisa sayuran, buah-buahan
Perkebunan	
Tanaman keras	daun-daunan
Tebu	pucuk tebu
Budi daya jamur	bekas media
Pertanian	
Padi	jerami
Sayuran	sisa sayuran

Produksi limbah padat organik di Indonesia cukup besar. Berikut jumlah produksi beberapa jenis limbah pertanian yang dapat diolah menjadi kompos.

Dok. Penulis



Tandan kosong kelapa sawit. Dapat diolah menjadi kompos

Tabel 3. Produksi limbah padat organik

Jenis Limbah	Jumlah yang dihasilkan (juta ton)
Sekam padi	4,9
Merang padi	1,6
Tongkol jagung	2,2
Brangkasan kedelai	1,3
Brangkasan ubi kayu	7,5
Ampas Tebu	2,6
Kulit kopi	0,004
Serbuk gergaji	0,8
Tandan kosong kelapa sawit	2,257
Cangkang kelapa sawit	0,785
Serat kelapa sawit	1,178

Sumber : Manurung (1997)

d. Cara Membuat Kompos

Berbagai teknologi pengomposan yang berkembang saat ini sangat beragam, dari teknologi pengomposan sederhana hingga teknologi tinggi. Dari berbagai sistem tersebut, pengomposan sistem *windrow* merupakan sistem yang cocok dengan kondisi Indonesia karena fleksibilitasnya. Pengomposan sistem *windrow* telah dipraktikkan di banyak kota serta telah diadopsi oleh *World Bank* dalam Program Subsidi Kompos pada tahun 2004—2006.

Pengomposan sistem *windrow* merupakan cara pembuatan kompos di tempat terbuka beratap (bukan di dalam reaktor tertutup) dengan aerasi alami. Agar sirkulasi udara lancar, sebaiknya tempat pengomposan sistem *windrow* dipasang dinding dengan ketinggian 1 m atau tidak perlu dipasang dinding. Sementara itu, untuk menghindari adanya genangan air (*leachate*), lantai disemen dengan kemiringan tertentu.

Dok. Penulis



Pengomposan sistem *windrow*. Sistem pengomposan di tempat terbuka yang beratap

Limbah yang dikomposkan ditumpuk memanjang dengan frekuensi pembalikan tertentu dan suhu yang dikendalikan. Apabila pengadukan limbah dilakukan dengan cara perguliran maka proses pengomposannya disebut sistem *windrow* bergulir. Pada sistem tersebut, pembalikan tumpukan rutin dilakukan dengan memindahkan tumpukan limbah yang dikomposkan ke tempat berikutnya, sedangkan tempat kosong yang ditinggalkannya diisi dengan material limbah yang baru. Berikut bagan tahapan proses pengomposan.

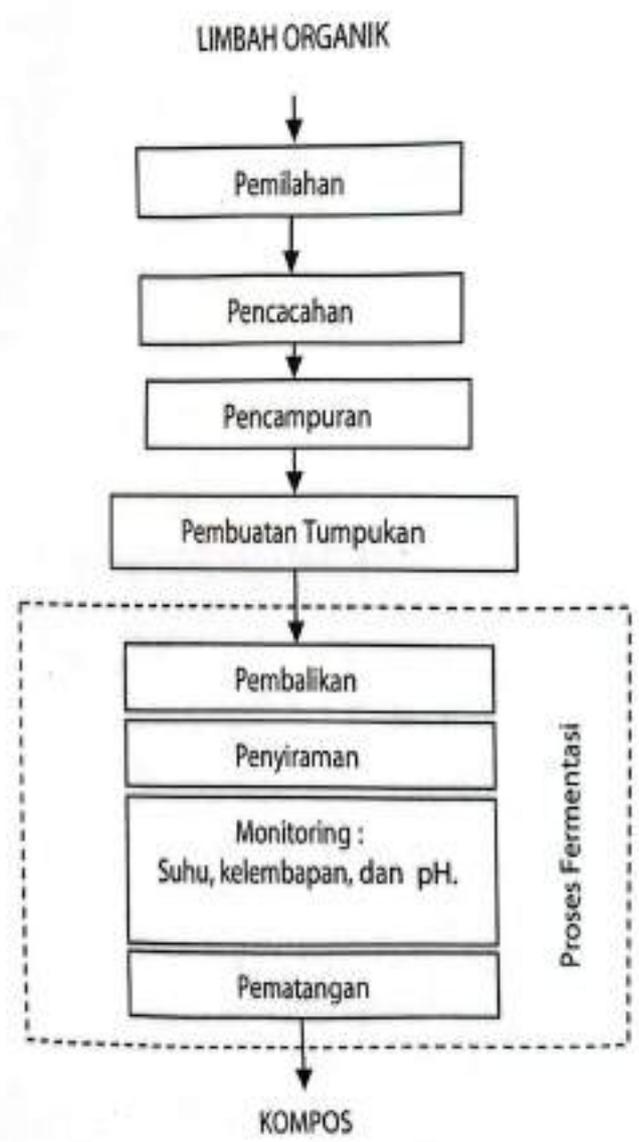


Diagram Air Proses Pengomposan

1. Pengirim dilakukan dengan menggunakan alat pengirim. Kontinuitas aliran harus konsisten dan lancar. Pengirim harus dikontrol secara berkala atau setiap hari.



Pe

2. Pen... Limbah... dipilah... material... pemilah... berupa... dari pe... bercamp... limbah p...

1. Pengiriman Bahan Baku

Pengiriman bahan baku ke tempat pengomposan dilakukan secara kontinu dan terjadwal dengan menggunakan alat angkut berupa gerobak atau truk. Kontinuitas dan jadwal pengiriman limbah yang konsisten merupakan faktor penting yang akan menjamin kelancaran produksi kompos granul. Umumnya, jadwal pengiriman dapat berlangsung setiap hari, beberapa hari sekali atau seminggu sekali.

Dok. Penulis



Pengangkutan limbah. Dapat menggunakan alat bantu seperti gerobak atau jika dalam jumlah besar menggunakan truk

2. Pemilahan

Limbah yang bercampur dengan material pengotor perlu dipilah terlebih dahulu. Tujuannya, untuk memperoleh material organik yang baik untuk dikomposkan. Biasanya, pemilahan dilakukan apabila bahan baku kompos berupa sampah dari pasar tradisional atau sampah dari permukiman, karena material organiknya masih bercampur dengan material yang lain. Sementara itu, limbah padat organik yang berasal dari peternakan, per-

senam, dan agribudaya biasanya relatif murni sehingga tidak diperlukan pemilahan.

Dok. Perind



Pemilahan sampah. Bertujuan untuk memisahkan material yang baik untuk pengomposan

3. Pencacahan

Limbah organik yang telah dipilah dapat langsung ditumpuk di ruang pengomposan. Namun, limbah yang berukuran besar dan dedaunan yang masih menempel di ranting perlu dilakukan pencacahan terlebih dahulu. Pencacahan dapat dilakukan secara sederhana dengan cara memotong bahan atau lebih cepat dengan menggunakan mesin pencacah. Pada kasus pengomposan limbah tandan kosong kelapa sawit, proses pencacahan biasanya menggunakan mesin pencacah tandan kosong karena ukuran tandan yang besar dan sulit dipotong manual.

4.

Jeni
berv
dari
itu, :
dikoi
untu
prak
dan
dipe
raga
mer
C/N
seh

Tin
per
an



Mesin pencacah. Dapat memudahkan proses pencacahan

4. Pencampuran dan Pengondisian Bahan Baku

Jenis dan kondisi limbah yang dijadikan kompos biasanya bervariasi, terutama jika limbah yang dikelola berasal dari berbagai jenis dan sumber yang berbeda. Karena itu, sebelum dikomposkan sebaiknya limbah tersebut dikondisikan terlebih dahulu menjadi bahan yang ideal untuk dikomposkan. Pengondisian tersebut dalam praktiknya di lapangan meliputi pencampuran bahan dan pengaturan kelembapan. Pencampuran bahan diperlukan untuk membuat limbah yang beraneka ragam menjadi bahan yang homogen atau tercampur merata. Pencampuran ini juga berfungsi menjaga rasio C/N, kelembapan, dan tingkat porositas agar lebih ideal sehingga proses pengomposan berlangsung cepat.

Tingkat kelembapan yang dikehendaki dalam proses pengomposan sekitar 40—60%. Adakalanya limbah organik yang dikomposkan setelah dicampur merata

relatif lebih kering dari kondisi ideal. Kondisi seperti ini terutama terjadi pada musim kemarau. Jika kondisinya terlalu kering perlu dilakukan penyiraman pada saat pembentukan tumpukan. Selain itu, penyiraman juga dapat dilakukan selama proses pengomposan, terutama tiga minggu awal proses pengomposan. Sebaiknya, penyiraman dilakukan seperlunya, agar bahan tidak terlalu basah.

Dok. Per



Pencampuran bahan. Berfungsi untuk pengondisian bahan agar homoger

Sementara itu, apabila kondisinya terlalu basah dapat ditambahkan bahan-bahan yang relatif kering, seperti rerumputan, serbuk gergaji, dan limbah daun. Pasalnya, jika kondisi ini dibiarkan, bahan pengomposan akan berbau busuk dan proses pengomposannya akan lebih lama.

5. Penyusunan Tumpukan

Limbah organik yang telah dikondisikan, kemudian ditumpuk di ruang pengomposan. Ukuran tumpukan

yang ideal dapat dilihat dari proses aerasi yang lancar dan terjaminnya pencapaian suhu tinggi. Jika tumpukan terlalu kecil, proses aerasi berjalan baik tetapi suhu tinggi tidak akan tercapai karena efek isolasi tidak berfungsi. Artinya, panas yang terbentuk tidak bisa dipertahankan oleh tumpukan yang terlalu kecil karena banyak terjadi kontak langsung dengan udara sekelilingnya, sehingga terjadi proses pendinginan.

Dok. Penulis



Penyusunan tumpukan. Berpengaruh terhadap proses aerasi dan pencapaian suhu tinggi

Ukuran tumpukan limbah yang ideal sebagai berikut.

- Lebar : 2,5 meter
- Tinggi : 1,5 meter
- Panjang : minimum 5 meter

Sementara itu, jika tumpukan terlalu besar proses aerasi akan terhambat sehingga yang dominan terjadi berupa proses pembusukan anaerobik yang menimbulkan bau. Tumpukan yang ukurannya terlalu besar juga menyulitkan pembalikan atau perguliran secara manual.

6. Proses Fermentasi

Segera setelah limbah ditumpuk, proses fermentasi aerobik oleh mikroorganisme berlangsung. Sejumlah mikroba aerobik mulai menguraikan senyawa kimia yang dikandung limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana, gas karbondioksida, dan air. Proses fermentasi ini perlu dipantau untuk memastikan bahwa kondisi ideal yang diperlukan tetap terjaga mulai dari awal hingga akhir proses. Pemantauan kelembapan dan suhu tumpukan

Dok. Penulis



dapat dilakukan setiap saat agar kegagalan proses fermentasi dapat dicegah sedini mungkin. Pemantauan kelembapan dapat dilakukan langsung dengan cara menggenggam bahan. Sementara itu, pemantauan suhu menggunakan termometer khusus kompos, yaitu termometer yang memiliki tangkai panjang dan kuat untuk ditusukkan ke tumpukan bahan.

Pengukuran suhu. Penting untuk mengetahui keberhasilan proses fermentasi

7. Perguliran atau Pembalikan

Tumpukan kompos selama proses fermentasi harus dibalik atau diaduk secara berkala. Pada sistem *windrow* bergulir, pembalikan dilakukan dengan cara menggulirkan atau memindahkan tumpukan dari tempat awal ke tempat berikutnya. Tujuannya, untuk menjaga agar aerasi tetap berjalan baik. Selain itu, perguliran juga bertujuan untuk memindahkan bahan sampai ke area kompos matang.

Dok. Penulis



Pembalikan tumpukan kompos. Dapat dilakukan secara manual dan menggunakan mesin

Cara perguliran sama dengan cara membuat tumpukan yang baru. Perguliran dilakukan dengan menggeser tumpukan ke tempat di sebelahnya dengan alat bantu tandu atau terpal. Langkah pertama, material limbah dipindahkan ke tempat berikutnya yang paling jauh, sehingga pada saat selesai perguliran, tumpukan baru berada tepat di sebelah tempat tumpukan lama yang ditinggalkan. Pembentukan tumpukan ini dilakukan lapis demi lapis. Bagian tumpukan yang berada di sisi luar dibalik dan dimasukkan ke bagian tengah. Hal ini dilakukan agar proses fermentasi merata.

Pembuatan tumpukan yang baru sebaiknya memperhitungkan penyusutan volume limbah. Volume limbah pada saat perguliran akan lebih sedikit dari volume sebelumnya. Selain penyusutan volume, tekstur material limbah juga harus diperhatikan. Material limbah yang menggumpal dihancurkan dengan cangkul. Sebagai panduan, pada saat tumpukan berumur dua minggu, volume material menyusut sebanyak 50%. Sementara itu, pada saat kompos matang, volumenya tinggal 25% dari volume awal pengomposan. Konsekuensinya, karena ukuran lebar dan tinggi tetap dipertahankan, maka panjang dari tumpukan akan semakin pendek dengan bertambahnya umur pengomposan.

Manfaat Perguliran atau Pembalikan

Perguliran atau pembalikan mempunyai berbagai manfaat dalam proses pengomposan. Kegiatan ini dapat mempercepat proses penguraian oleh mikroorganisme. Selain itu, dalam sistem *windrow*, perguliran memudahkan mengatur jadwal pengomposan. Berikut manfaat lain dari perguliran.

- Menjaga agar proses aerasi tumpukan berlangsung dengan baik. Aerasi yang baik akan mempercepat proses pengomposan.
- Memberi kesempatan agar semua bahan terkena suhu tinggi di pusat tumpukan. Paparan suhu tinggi selama beberapa minggu akan mensterilisasikan bahan sehingga terbebas dari bakteri, larva lalat, dan bibit gulma.
- Membuat bahan tercampur merata sehingga lebih homogen.
- Membantu penghancuran bahan yang dikomposkan.
- Menguapkan air apabila tumpukan terlalu basah. Penguapan yang disebabkan perguliran membuat kadar air berkurang dan tumpukan menjadi lebih kering.
- Memisahkan area kotor (area limbah masuk) dengan area bersih (area kompos matang).
- Mengarahkan tumpukan ke tempat pengayakan kompos (area bersih).
- Memudahkan pekerja dalam pemantauan pengomposan terutama dalam menentukan umur tumpukan.

8. Penyiraman

Penyiraman tumpukan dilakukan apabila limbah yang dikomposkan terlalu kering atau kelembapannya kurang dari 40—60%. Penyiraman ini dapat dilakukan kapan saja saat tumpukan terlihat kurang lembap. Biasanya, kegiatan ini dilakukan secara intensif pada minggu pertama sampai minggu ketiga. Pasalnya, pada minggu-minggu tersebut proses penguapan berlangsung cepat. Penguapan terjadi sebagai akibat dari suhu tinggi yang dihasilkan. Setelah minggu ketiga, frekuensi dan jumlah air yang disiramkan dikurangi. Sebaiknya, penyiraman yang dilakukan pada saat pembalikan akan menghasilkan sebaran air yang lebih merata.



Penyiraman. Dilakukan secara intensif pada minggu pertama hingga minggu ketiga

9. Pemanenan

Setelah 4—7 minggu masa pengomposan, biasanya limbah telah menjadi kompos matang. Lamanya proses pengomposan sangat tergantung pada karakter limbah

yang dijadikan bahan baku. Limbah pasar atau kotoran ternak biasanya memerlukan waktu 4—6 minggu untuk menjadi kompos. Sementara itu, limbah permukiman memerlukan waktu yang lebih lama, sekitar 6—7 minggu. Pemanenan dilakukan dengan membongkar tumpukan, kemudian mengayaknya. Apabila material kompos masih dalam kondisi terlalu basah, segera kering anginkan di pelataran dengan ketebalan tumpukan 10—20 cm. Pasalnya, kompos yang terlalu basah akan sulit diayak dan akan mengembun saat dikemas.

Dok. Penulis



Pemanenan kompos. Dilakukan setelah kompos memenuhi kriteria kompos matang

Kriteria Kematangan Kompos

Kompos dipanen apabila telah memenuhi kriteria-kriteria kematangan. Ciri khas kompos yang telah matang dapat dilihat dari suhu, bau, warna, bentuk fisik, penurunan volume, dan rasio C/N-nya.

Suhu

Tingkat kematangan kompos dapat dirasakan dari panas yang dikandungnya. Jika tumpukan kompos masih panas saat disentuh, bisa dikatakan kompos tersebut belum matang sempurna. Suhu kompos yang telah matang lebih rendah dari suhu udara luar ditambah 20° C.

Bau

Bau kompos matang menyerupai bau tanah. Apabila masih tercium bau sampah atau bau busuk berarti kompos tersebut masih memerlukan waktu untuk proses pematangan. Bau tanah pada kompos matang terjadi karena materi yang dikandungnya sudah menyerupai materi tanah.

Warna

Kriteria tingkat kematangan kompos juga dapat dilihat dari warnanya. Kompos yang telah matang biasanya berwarna coklat tua kehitaman. Warnanya menyerupai tanah hutan atau tanah pertanian yang subur dan gembur. Warna tersebut terbentuk oleh pengaruh bahan organik yang sudah stabil. Biasanya, kompos yang kelembapannya rendah warnanya lebih terang, sedangkan yang kelembapannya lebih tinggi memiliki warna yang lebih gelap.

Bentuk fisik

Secara fisik, kompos yang telah matang memiliki tekstur yang halus dan tidak menyerupai bentuk aslinya. Hancurnya bentuk kompos yang matang ini bukan disebabkan oleh penghancuran secara fisik—seperti mesin pencacah atau mesin penggiling. Namun, disebabkan oleh penguraian alami yang dilakukan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam kompos.

Volume

Kompos matang biasanya mengalami penurunan volume dan berat. Penurunan ini berkisar antara 50—75% dari volume atau berat bahan awal yang dikomposkan. Penurunan terjadi akibat proses alami, yaitu menguapnya beberapa senyawa kimia menjadi gas dan air pada saat proses pengomposan.

Rasio C/N

Nilai rasio C/N kompos matang mendekati rasio C/N tanah. Biasanya nilainya lebih kecil dari 20. Jika nilainya berbeda jauh di atas rasio C/N tersebut, biasanya proses pengomposannya masih berlangsung.

B. Bahan Tambahan Pupuk Organik Granul

Pupuk organik yang berupa kompos matang akan dengan mudah diproses menjadi POG, walaupun tanpa pemberian bahan tambahan. Namun, beberapa produsen menambahkan bahan tertentu dengan tujuan meningkatkan kandungan unsur hara, merekatkan, memadatkan, dan menetralkan pH. Jumlah bahan tambahan yang diberikan sebaiknya tidak lebih dari 20%. Pasalnya, bahan tambahan yang berlebih dapat memengaruhi sifat dan karakter dasar POG sebagai pupuk organik. Berikut bahan tambahan yang banyak digunakan dalam proses produksi POG.

a. Fosfat Alam

Fosfat alam merupakan mineral alami yang mengandung unsur hara kalsium dan fosfat. Di pasaran, teksturnya seperti tepung dan berwarna putih atau putih kehijau-

hijauan. Fungsinya, sebagai pengisi pori-pori mikro di permukaan butiran POG dan penambah unsur fosfat dalam pupuk. Selain itu, fosfat alam juga berfungsi mempermudah pembentukan bulir-bulir POG di dalam *pan granulator*. Umumnya, dosis penggunaan fosfat alam dalam pembuatan POG berkisar antara 5—20%.



Fosfat alam. Berfungsi sebagai sumber fosfat dalam pupuk.

b. Dolomit

Dolomit merupakan mineral alami yang mengandung unsur hara magnesium dan kalsium dengan rumus kimia $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Di pasaran, dolomit memiliki tekstur seperti tepung dan berwarna keabu-abuan atau kebiru-biruan. Dolomit berfungsi sebagai pengisi pori-pori mikro di permukaan butiran POG dan mempermudah pembentukan bulir-bulir POG di dalam *pan granulator*. Dolomit juga dapat berfungsi sebagai penetralisir

keasaman tanah. Dosis penggunaan dolomit dalam pembuatan POG berkisar antara 5—20%.



Dolomit. Mineral alami yang mengandung magnesium dan kalsium

c. Perekat

Perekat merupakan larutan yang dapat merekatkan fraksi-fraksi halus bahan baku dalam pembuatan POG. Dengan adanya larutan perekat, fraksi-fraksi halus kompos akan menyatu membentuk inti bulir halus yang kemudian membesar sehingga membentuk granul dengan ukuran yang diinginkan. Umumnya, larutan perekat yang digunakan berupa molase yang merupakan produk samping dari pembuatan gula pasir. Karena itu, molase mudah diperoleh di pabrik gula tebu dengan harga yang relatif murah. Selain berfungsi sebagai perekat, kandungan gula yang terkandung di dalam molase juga dapat menjaga kehidupan mikroorganisme. Dosis penggunaan molase dalam pembuatan POG sekitar 5%.



Molase. Berfungsi sebagai perekat kompos sehingga membentuk granul

Peralatan Pembuatan **Pupuk Organik Granul**



Dok. Penulis

Umumnya, proses pembuatan pupuk organik granul skala industri menggunakan berbagai jenis mesin otomatis seperti mesin pengayak, mesin pencampur, mesin piringan granulator, mesin pengering, dan konveyor. Sementara itu, untuk pembuatan pupuk organik granul skala kecil dan menengah penggunaan mesin dapat digantikan dengan alat lain yang lebih sederhana, tetapi memiliki fungsi yang sama.

A. Mesin-Mesin Pembuatan Pupuk Organik Granul

a. Mesin Pengayak Kompos Curah

Kompos curah yang akan diolah menjadi pupuk organik granul umumnya memiliki ukuran yang belum seragam dan masih bercampur dengan material kasar. Sebelum digranulakan, kompos curah ini perlu diayak agar ukurannya seragam. Jenis Alat mekanis pengayak kompos ada dua macam yaitu mesin pengayak getar (*vibrating screen*) dan mesin pengayak berputar (*rotary screen*).

Dok. Penulis



Mesin pengayak getar. Berupa ayakan datar yang didesain dengan kemiringan tertentu dan bekerja dengan cara bergetar

Sesuai dengan namanya, mesin pengayak getar merupakan mesin pengayak yang dapat bergetar. Getaran tersebut dihasilkan oleh gerakan naik-turun dan maju-mundur papan ayakan yang bertumpu pada per. Dengan getaran tersebut, material kompos akan berjalan mengikuti kemiringan ayakan. Material yang halus akan jatuh ke bawah melalui lubang-lubang saringan,

sedangkan material kasar akan lolos dari saringan dan akan keluar di bagian ujung.

Berbeda dengan mesin pengayak getar, mesin pengayak berputar berupa *trommel* (berbentuk seperti drum) dapat berotasi atau berputar. Pada dinding *trommel* atau drum, terdapat lubang-lubang ayakan. Ketika berputar, material yang diayak akan ikut naik bergerak mengikuti perputaran drum sampai ketinggian tertentu yang kemudian jatuh. Material yang tidak lolos lubang ayakan akan bergerak beberapa kali dari ujung ke ujung dinding ayakan. Kemiringan pengayak berputar sekitar 2—5°, sedangkan perputarannya sekitar 10—18 putaran per menit.

Dok. Penulis



Mesin pengayak berputar. Berupa ayakan yang didesain melingkar sehingga dapat bekerja dengan cara berputar

Bagian yang terdapat lubang-lubang ayakan baik dari pengayak getar atau pengayak berputar dapat dibongkar-pasangi sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Untuk keperluan pembuatan pupuk organik granul ukuran

diameter lubang ayakan yang digunakan sekitar 80 mesh, atau sekitar 3 milimeter.

Selain dengan mesin, pengayakan kompos juga dapat dilakukan secara manual dengan pengayak seperti ayakan pasir. Biasanya, pengolahan pupuk organik untuk skala kecil lebih efektif menggunakan alat ini. Ayakan terbuat dari kayu kaso dengan ukuran ayakan yang beragam, tergantung kebutuhan. Umumnya, ukuran yang digunakan adalah 70 cm x 100 cm.

b. Mesin Pencampur (*Mixer*)

Mesin pencampur digunakan untuk mencampur kompos halus hasil pengayakan dengan *filler* dan bahan tambahan lainnya. Mesin tersebut berupa kompartemen yang dilengkapi dengan lengan pengaduk yang dapat berputar yang digerakkan dengan motor listrik atau mesin *diesel*. Selain menggunakan *mixer*, pencampuran bahan juga dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin pengaduk semen (*mollen*).



Mesin pencampur. Dapat berupa *mixer* dan mesin pengaduk semen

c. Mesin Piringan Granulator (Granulator Disc/Pan)

Mesin piringan granulator merupakan peralatan utama dalam proses granulasi kompos. Mesin tersebut berupa piringan datar yang dapat berotasi dengan kemiringan sekitar 40—55°. Sepanjang tepi piringan terdapat pelat penahan kompos yang digranulakan, sehingga materi tersebut tetap berada di dalam piringan ketika berputar. Diameter piringan granulator umumnya bervariasi antara 2—3 meter. Alat ini dapat berputar sebanyak 11—20 putaran per menit. Tenaga penggeraknya dapat berupa motor listrik atau mesin diesel yang diletakkan di bagian belakang.

Dok. Penulis



Mesin piringan granulator. Memiliki ukuran diameter yang bervariasi

Pan granulator ini merupakan alat yang wajib dimiliki oleh produsen POG. Setiap produsen POG dapat menyesuaikan pan granulator yang digunakan dengan skala produksinya. Bagi produsen skala kecil, alat dapat

berupa pan granulator dengan ukuran piringan yang paling kecil. Sementara itu, bagi produsen besar, biasanya menggunakan banyak pan granulator dengan ukuran piringan yang besar.

d. Mesin Pengering Pupuk Organik Granul

Pengeringan pupuk organik granul dapat dilakukan secara alami di bawah terik matahari atau dilakukan dalam mesin pengering. Pengeringan alami dengan terik matahari biasanya dilakukan produsen skala kecil. Caranya, dengan menggelar pupuk organik granul basah di atas plastik terpal. Pada kondisi normal, proses pengeringan dengan cara dijemur akan berlangsung selama satu hari.



Mesin pengering. Digunakan untuk mempercepat proses pengeringan pupuk granul yang dihasilkan

Selain dengan cara dijemur, pengeringan juga dapat menggunakan mesin pengering. Mesin ini dapat berupa kabinet pengering atau oven untuk sistem *batch* dan *rotary*

dryer. Proses pengeringan dengan *rotary dryer* merupakan sistem kontinu dan berskala besar. Umumnya, *rotary dryer* berbentuk tabung atau silinder dengan panjang 8—12 meter dan diameter 50—150 cm. Posisi bagian ujung tabung atau pipa *input* granul lebih tinggi daripada bagian ujung tabung *output* dengan kemiringannya diatur pada posisi antara 2—5°. Di bagian dalam dinding pipa, terdapat bilah-bilah ulir (*screw*) sehingga ketika tabung pipa berputar, granul yang dimasukkan melalui ujung *input* akan bergerak ke arah ujung *output*. Perputaran pipa digerakkan oleh motor listrik atau *diesel* dengan kecepatan sekitar 8 putaran per menit.



Unit pemanas (*burner*). Berfungsi menghasilkan panas yang digunakan untuk mengeringkan pupuk organik granul

Selama proses pengeringan dengan *rotary dryer* berlangsung, udara panas dihembuskan melalui ujung *output*. Udara panas dihasilkan dari unit pemanas seperti *burner* berbahan bakar minyak, pembakaran batu bara,

atau pembakaran kayu. Apabila pemanasan menggunakan batu bara atau kayu bakar, diperlukan ruang tertutup sekitar 1 m³ sebagai tungku pembakaran. Udara panas yang berasal dari tungku tersebut dihembuskan ke dalam rotary dryer dengan bantuan blower.

e. Mesin Pengayak Pupuk Organik Granul

Pada dasarnya, mesin pengayak pupuk organik granul sama dengan mesin pengayak kompos curah. Hanya saja desainnya sedikit berbeda karena bertujuan untuk mendapatkan fraksi pupuk organik granul yang berukuran antara 2—5 milimeter. Mesin pengayak yang digunakan dapat berupa pengayak getar (*vibrating screen*) atau pengayak berputar (*rotary screen*). Kedua mesin pengayak tersebut biasanya digunakan oleh produsen skala besar. Sementara itu, bagi produsen skala kecil dapat menggunakan ayakan manual berupa ayakan pasir.



Pengayak berputar. Bekerja dengan cara berputar

Mesin pengayak getar memiliki dua lapisan pengayak dengan ukuran lubang 2 mm dan 5 mm. Pengayak pertama berukuran 5 mm, sedangkan pengayak di bawahnya berukuran 2 mm. Seperti namanya, mesin ini bekerja dengan cara bergetar. Getaran yang dihasilkan menyebabkan granulan akan bergerak mengikuti kemiringan ayakan. Granul yang tidak lolos saringan pengayak kedua merupakan granul yang diinginkan dengan ukuran 2—5 mm.

Berbeda dengan ayakan getar, mesin pengayak berputar bekerja dengan cara berputar. Mesin ini berbentuk seperti tabung yang terbagi atas dua bagian ayakan. Bagian pengayak di awal memiliki ukuran ayakan 2 mm, sedangkan setengah bagiannya lagi berukuran 5 mm. Pupuk organik granul yang lolos ayakan di bagian awal adalah yang berukuran lebih kecil dari 2 mm, sedangkan yang lolos ayakan pada bagian akhir berukuran antara 2—5 mm. Sementara itu, pupuk organik granul yang tidak lolos dari dua ayakan tersebut merupakan pupuk yang berukuran lebih besar dari 5 mm.



Gabungan rotary drier dengan mesin pengayak. Dilakukan untuk menghemat energi yang digunakan

Untuk pengayak berputar, energi yang digunakan dapat dihemat dengan cara meletakkan ayakan di ujung output *rotary drier*. Ayakan dipasang menempel di dinding *rotary drier* sehingga perputaran ayakan mengikuti perputaran *rotary drier*. Tujuannya, untuk efisiensi atau penghematan penggunaan mesin, yaitu cukup menggunakan motor dari mesin *rotary drier*. Jika kedua alat tersebut terpisah, berarti dibutuhkan mesin pengayak khusus yang dilengkapi dengan motor penggerak.

f. Konveyor

Konveyor merupakan sabuk berjalan yang berfungsi membantu memindahkan material dari satu alat ke alat lainnya sehingga menghemat tenaga manusia.

Dok. Penulis



Keberadaan konveyor tergantung dari desain proses produksi pupuk organik granul. Konveyor dapat diletakkan antara piringan granulator dengan *rotary dryer* untuk memindahkan granul kompos yang akan dikeringkan. Konveyor dapat pula digunakan sebagai pelengkap mesin pengayak untuk memindahkan hasil ayakan pupuk organik granul sehingga tidak

Konveyor. Mempercepat proses pemindahan material dari satu alat ke alat lainnya

bercampur. Biasanya, konveyor sangat diperlukan oleh produsen besar, tetapi tidak untuk produsen skala kecil.

B. Alat Pendukung

Selain peralatan utama yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik granul, beberapa alat pendukung yang juga memegang peranan penting sebagai berikut.

- Instalasi air (pompa air, torn dan instalasi pemipaan)



- Instalasi listrik (PLN atau genset) untuk penerangan, pompa air dan kebutuhan operasional kantor.



- Pakaian kerja (*wearpack*, sepatu *boot*, masker, sarung tangan, kaca mata pelindung)
- Peralatan kerja (sekop, garu, gerobak dorong, dan tangki untuk inkubator bakteri)



- Alat pengemas pupuk organik granul, seperti plastik kemasan, timbangan duduk, mesin jahit karung, dan *hot sealer*.



Membuat Pupuk Organik Granul



Granulasi merupakan tahap utama dalam pembuatan pupuk organik granul. Tujuannya, untuk mendapatkan butiran pupuk berbentuk granul dengan ukuran yang diinginkan. Selain granulasi, proses pengayakan, pencampuran, pengayaan, dan pengeringan juga turut andil dalam menentukan mutu dan kualitas pupuk organik granul yang dihasilkan. Untuk meningkatkan daya jual, pupuk organik dikemas dalam kemasan yang menarik dan dilakukan penyimpanan yang benar.

Pembuatan pupuk organik granul pada prinsipnya cukup mudah. Bahan baku yang dibutuhkan seperti kompos matang dan bahan tambahannya juga dapat diperoleh di pasaran. Proses pembuatannya terdiri atas beberapa tahapan, yaitu pengayakan, pencampuran bahan, granulasi, dan pengemasan. Berikut alur pembuatan pupuk organik granul.



Alur Proses Pembuatan Pupuk Organik Granul

A. Tahap Awal Pembuatan Pupuk Organik Granul

a. Pengayakan Bahan Baku Pupuk Organik Granul

Kompos yang dihasilkan dari proses pengomposan umumnya masih mengandung material yang kasar sehingga tidak dapat langsung digranulasikan. Ukuran fraksi kompos untuk proses granulasi harus halus agar proses granulasi berjalan baik. Biasanya, ukuran kompos yang diinginkan berkisar 60—80 *mesh*. Untuk itu, kompos yang digunakan terlebih dahulu harus diayak atau disaring (*screening*) dengan ukuran pengayak yang sesuai. Proses pengayakan ini dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin pengayak.

Dok





Pengayakan kompos. Dapat dilakukan secara manual dan menggunakan mesin

Agar lebih mudah dalam mendapatkan fraksi kompos yang halus, gumpalan kompos sebaiknya digiling dengan mesin penggiling kompos. Penggilingan dilakukan agar kompos yang diayak memiliki ukuran fraksi yang lebih halus dan seragam. Namun, penggilingan tidak disarankan untuk kompos yang banyak mengandung bahan non-organik, seperti serpihan plastik, karet, dan serpihan kaca. Pasalnya, bahan-bahan tersebut dapat meningkatkan kandungan bahan pencemar pada kompos.

Proses pengayakan dapat dilakukan dua tahap jika kompos yang digunakan tanpa digiling terlebih dahulu. Pengayakan pertama dilakukan menggunakan ayakan yang berukuran diameter lubang 5 mm, kemudian

dilanjutkan dengan pengayakan kedua dengan ukuran diameter lubang 3 mm. Tujuannya, agar ukuran kompos yang dihasilkan dapat lebih seragam.

Dok. Penulis



Penggilingan kompos. Dilakukan untuk mendapatkan kompos dengan fraksi yang halus

Kompos yang diayak harus cukup kering dengan kelembapan di bawah 30%. Jika kompos masih terlalu lembap, proses pengayakan akan terganggu. Pasalnya, kadar air yang tinggi dapat menyebabkan kompos menjadi lengket sehingga dapat menempel dan menyumbat lubang-lubang di permukaan ayakan. Karena

itu, sebaiknya kompos dikeringanginkan terlebih dahulu di tempat terbuka sebelum diayak.

Selain kadar air kompos, tempat pengayakan juga harus diperhatikan. Pengayakan sebaiknya tidak dilakukan di tempat yang berangin kencang. Tiupan angin dapat mengakibatkan kompos halus beterbangan. Kompos halus ini dapat mengakibatkan gangguan pernapasan dan terganggunya lingkungan sekitar. Untuk menghindari terhirupnya kompos halus tersebut, sebaiknya pekerja pengayak memakai masker.

b. Pencampuran Kompos dengan *Filler* dan Bahan Tambahan Lainnya

Sebelum digranulkan, kompos halus perlu ditambah *filler* sebagai bahan pengisi atau pemberat. Tujuannya, untuk menghasilkan butiran granul yang bersifat kompak (padat), keras, dan memiliki bentuk yang sesuai. Jika ketersediaan *filler* sulit diperoleh, pembuatan pupuk organik granul masih dapat dilakukan dan hasilnya cukup layak dipasarkan. Namun, bentuk granul biasanya kurang bagus karena kepadatannya kurang. Material *filler* yang dapat ditambahkan berupa serbuk fosfat alam atau material lain seperti dolomit dan zeolit. Jumlah serbuk fosfat alam dan dolomit yang ditambahkan sebaiknya tidak lebih dari 20%.

Fosfat alam mengandung senyawa P_2O_5 , sehingga dapat meningkatkan kandungan fosfor di dalam pupuk organik granul. Selain penambahan unsur P, kompos juga dapat ditambahkan dolomit dan bahan pengaya lain seperti abu batok kelapa sawit dan zeolit. Dolomit berfungsi

sebagai sumber unsur magnesium (Mg) dan abu batok kelapa sawit sebagai sumber unsur kalium. Sementara itu, zeolit berfungsi untuk meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Selain itu, kapur juga dapat ditambahkan untuk menetralkan tanah masam. Tepung ikan, tepung darah, dan ekstrak rumput laut dipercaya dapat merangsang pertumbuhan tanaman karena kaya akan vitamin.



Pengadukan filler dan bahan utama. Harus merata agar pupuk organik granul yang dihasilkan bersifat padat

Bahan-bahan tersebut dicampur secara manual atau menggunakan mesin mixer atau mollen. Berikut beberapa contoh formulasi pupuk organik granul.

1. Formulasi I

- | | |
|----------------------|-----|
| — Kompos halus | 80% |
| — Serbuk fosfat alam | 10% |

- Serbuk dolomit 10%
- Larutan molase secukupnya

2. Formulasi II

- Kompos halus 80%
- Serbuk fosfat alam 10%
- Serbuk dolomit 5%
- Serbuk kapur 5%

B. Tahap Pembuatan Granul

a. Proses Granulasi

Kompos yang telah dicampur dengan *filler* dimasukkan ke dalam piringan granulator. Pengisian kompos ke dalam piringan granulator dilakukan secara bertahap dengan menggunakan sekop atau menumpahkannya dari dalam karung. Sebaiknya, proses ini dilakukan dalam keadaan piringan berotasi sehingga kompos dapat langsung bergerak mengikuti perputaran piringan.



Proses granulasi.
Dilakukan untuk menghasilkan pupuk dalam bentuk granul

Selama proses granulasi berlangsung, semprotkan larutan molase 5% menggunakan *sprayer*. Sebaiknya, penyemprotan dilakukan secara merata dan sedikit demi sedikit agar kompos tidak menggumpal. Kompos yang saling merekat akan berputar mengikuti gerakan piringan. Gerakan perputaran ini akan menyebabkan terbentuknya butiran-butiran granul yang semakin besar. Karena itu, perlu dilakukan pengadukan untuk mencegah terbentuknya butiran berukuran lebih dari 5 mm yang terakumulasi di bagian bawah piringan. Pengadukan juga berfungsi untuk mencegah terbentuknya kerak pada dinding piringan.



Penyemprotan larutan molase. Dilakukan selama proses granulasi dengan menggunakan *sprayer*

b. Pengeringan Pupuk Organik Granul

Pupuk organik granul yang baru keluar dari mesin granulasi biasanya masih basah karena disemprot dengan larutan molase. Tingginya kadar air pada pupuk granul ini akan menyebabkan pengembunan di dalam kemasannya

sehingga mudah ditumbuhi cendawan. Karena itu, pupuk organik granul perlu dikeringkan agar kadar airnya berkurang. Biasanya, pengeringan pupuk organik granul skala produksi besar menggunakan mesin pengering *rotary dryer*. Di dalam *rotary dryer*, pupuk organik granul akan terekspos suhu tinggi selama beberapa menit. Suhu dalam *rotary dryer* dapat mencapai 100—200° C apabila menggunakan pemanasan batu bara atau *burner solar*.

Menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah, kadar air pupuk organik granul yang dipersyaratkan adalah 4—15% untuk pupuk tanpa pengayaan mikroba atau 10—20% untuk pupuk dengan pengayaan mikroba.

Untuk produksi skala kecil, pengeringan granul dapat menggunakan sistem yang tidak kontinu (*batch*), yakni lemari oven. Pemanas oven dapat berupa kompor gas atau minyak yang dilengkapi dengan *blower*. Selain itu, oven juga dilengkapi rak-rak pengering dan di bagian atas kabinet terdapat lubang tempat keluarnya udara panas. Tidak seperti pengeringan dengan *rotary dryer*, pengeringan dengan oven biasanya dilakukan secara manual baik ketika memasukkan maupun mengeluarkannya dari oven. Biasanya, pengeringan dengan oven memerlukan waktu yang lebih lama daripada pengeringan dengan *rotary drier*.



Jenis pengeringan. Selain dengan mesin, pengeringan juga dapat dilakukan dengan oven dan dijemur di bawah sinar matahari

Pengeringan pupuk organik granul juga dapat dilakukan dengan cara menjemurnya di atas karung atau terpal. Selama proses penjemuran, pupuk granul sebaiknya dibalik setiap setengah jam agar pengeringan dapat merata. Teknik pengeringan dengan bantuan sinar matahari ini terbukti dapat menghemat biaya produksi.

Namun, kendalanya memerlukan waktu yang lama dan terhambat ketika mendung atau hujan.

c. Pengayakan (*Screening*) Pupuk Organik Granul

Biasanya, pupuk organik granul kering memiliki ukuran yang beragam. Padahal, ukuran granul yang diinginkan sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 berkisar antara 2—5 mm. Karena itu, pengayakan penting dilakukan agar ukuran pupuk organik granul memenuhi syarat dan seragam. Proses pengayakan pupuk organik granul umumnya menggunakan mesin pengayak atau ayakan pasir yang memiliki ukuran lubang 2—5 mm. Biasanya, pupuk yang berukuran kurang dari 2 mm dapat dimasukkan kembali ke granulator. Sementara itu, pupuk yang berukuran lebih dari 5 mm dapat dihancurkan dan dijadikan bahan baku pembuatan pupuk berikutnya.



Pengayakan pupuk granul kering. Dilakukan untuk mendapatkan pupuk granul dengan ukuran yang sesuai

d. Pengayaan (*Enrichment*) dengan Mikroba

Pupuk organik granul yang keluar dari mesin pengeringan atau penjemuran kemudian didinginkan dengan cara dikeringanginkan atau dapat juga dikayakan (*enriched*) dengan berbagai jenis mikroba fungsional seperti mikroba penambat N₂ (*Rhizobium* sp. dan *Azospirillum* sp.), mikroba pelarut P (*Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., dan *Aspergillus* sp), dan mikroba pemacu tumbuh. Berbagai jenis mikroba tersebut dapat dibeli dari beberapa produsen pupuk hayati.



Pengayaan pupuk organik granul. Dengan penambahan berbagai mikroba fungsional yang bermanfaat bagi tanaman

Pengayaan mikroba dilakukan setelah proses pengeringan agar mikroba tetap terjamin kehidupannya. Penambahan mikroba pada saat proses granulasi akan percuma karena mikroba akan mati terekspos suhu tinggi pada saat pengeringan. Pengayaan mikroba biasanya dilakukan

dengan menyemprot pupuk organik granul kering dengan larutan yang mengandung mikroba di dalam piringan granulator. Penyemprotan dilakukan dengan nozel kabut agar merata. Biasanya untuk menyemprot satu ton pupuk organik granul secara merata, diperlukan sekitar 20 liter larutan mikroba.

Tahapan Pengayaan Pupuk Organik Granul

Jumlah mikroba yang terserap pupuk tergantung dari konsentrasinya dalam larutan yang disemprotkan. Umumnya, jumlah mikroba fungsional yang dikehendaki lebih besar dari 10^3 cfu/gram pupuk organik granul. Berikut tahapan pembuatan larutan mikroba untuk menyemprot satu ton pupuk organik granul.

1. Buat 20 liter larutan molase 4% dengan cara mencampurkan 19,2 liter air bersih dan 0,8 liter molase.
2. Larutkan 200 gram pupuk hayati ke dalam 20 liter larutan molase yang telah dibuat.
3. Pastikan kadar air pupuk organik granul kering maksimum 15% sebelum ditambahkan larutan mikroba. Tujuannya, agar kadar air pupuk setelah diperkaya masih di bawah 20%.
4. Semprotkan larutan mikroba dengan nozel kabut agar merata.
5. Kering anginkan pupuk organik granul yang telah disemprot menggunakan hembusan angin dari blower. Pengeringan tidak boleh menggunakan alat pengering atau di bawah terik matahari karena akan mematikan dan mengurangi kandungan mikroba fungsional.

C. Pengemasan dan Pelabelan Pupuk Organik Granul

Pupuk organik granul yang telah diperkaya dengan mikroba dan dikeringanginkan harus segera dikemas agar kadar airnya tidak meningkat kembali. Idealnya, kemasan dipasarkan dalam ukuran 25 kg dan 50 kg. Kantong kemasan sebaiknya terdiri atas dua lapis, yaitu kantong bagian dalam yang kedap air dan kantong bagian luar berupa karung plastik. Apabila pupuk organik granul tersebut akan dijual, maka kantong kemasan sebaiknya diberi label yang menginformasikan nama produk, cara penggunaan, kandungan unsur hara, nama dan alamat perusahaan, dan izin dari Departemen Pertanian atau Departemen Perindustrian dan Perdagangan.



Pengemasan pupuk. Bertujuan untuk memudahkan distribusi dan menjaga kualitas pupuk organik granul

D. Penyimpanan

Pupuk organik granul yang telah dikemas sebaiknya disimpan di dalam gudang yang tidak lembap dan aman dari gangguan binatang. Peralnya, ruangan yang lembap dapat memicu pertumbuhan jamur, sedangkan gangguan binatang seperti tikus dikhawatirkan dapat merusak kemasan.



Gudang penyimpanan pupuk. Harus terjaga kelembapan dan kebersihannya agar pupuk tidak berjamur dan diserang hewan pengganggu

Standar Kualitas Pupuk Organik Granul



Pupuk organik granul yang beredar di pasaran harus memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Syarat teknis yang harus dipenuhi di antaranya kadar air, rasio C/N, kandungan bahan ikutan, kandungan unsur mikro, kandungan organisme patogen, dan kandungan organik. Selain memenuhi syarat teknis, pupuk organik granul juga harus aman bagi manusia, tanaman, dan lingkungan sekitar.

A. Pengendalian Kualitas Pupuk Organik Granul (POG)

Pupuk organik granul biasanya memiliki karakteristik dan kualitas yang berbeda-beda, tergantung pada kualitas bahan baku yang digunakan dan proses pembuatannya. Karena itu, diperlukan standardisasi agar pupuk organik granul yang beredar dapat seragam. Standardisasi juga diperlukan untuk menghindari risiko yang tidak dikehendaki sehingga dapat meyakinkan konsumen bahwa pupuk organik granul yang digunakan dapat bermanfaat dan aman bagi manusia, tanaman, dan lingkungan.

a. Aspek Manfaat

Pada dasarnya, manfaat pupuk organik granul adalah menyediakan unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman dan memperbaiki kesuburan tanah. Karena itu, pupuk organik granul sebaiknya mengandung mikroorganisme fungsional yang dapat memperkaya keanekaragaman mikroorganisme tanah, bermanfaat dalam penyediaan unsur N, P, dan K, serta menekan pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit tanaman. Selain itu, pupuk organik granul juga harus mengandung bahan-bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi subur dan gembur.

b. Aspek Keamanan

Pupuk organik granul yang beredar di pasaran harus memiliki jaminan keamanan agar tidak berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan tanaman. Selain itu, pupuk juga harus bebas dari bahan yang dapat mencemari lingkungan seperti logam berat dan bahan

kimia beracun. Logam berat yang melebihi ambang batas aman, apabila terdapat di dalam pupuk organik granul dapat menurunkan kualitas lingkungan dan akan terakumulasi dalam produk-produk hasil pertanian yang dapat membahayakan konsumennya.

1. Kriteria Pupuk Organik bagi Keamanan Manusia

- Bebas dari patogen penyebab penyakit yang dapat membahayakan manusia, seperti virus, bakteri, cendawan, dan cacing. Pasalnya, bahan baku kompos merupakan bahan buangan yang terdiri dari berbagai jenis sampah yang membusuk sehingga kemungkinan besar mengandung beberapa jenis patogen penyebab penyakit. Karena itu, untuk mematikan atau menonaktifkan patogen, pupuk organik granul melewati tahapan pengendalian temperatur ketika sampah dikomposkan dan pemanasan ketika granul dikeringkan.
- Bebas dari benda tajam yang dapat melukai tangan seperti pecahan beling dan serpihan pelat logam. Upaya meminimalkan kandungan benda-benda tersebut dilakukan dengan pemilahan sampah sebelum dikomposkan.

2. Kriteria Pupuk Organik bagi Keamanan Tanaman

Bebas bibit gulma dan patogen penyebab penyakit tanaman, seperti virus, bakteri, dan jamur yang biasanya berasal dari bahan yang dikomposkan. Karena itu, hindari penggunaan sisa tanaman yang terkena penyakit, serta pastikan fermentasi kompos berlangsung dengan baik. Selain itu, usahakan pengeringan granul dilakukan dengan sempurna.

Standardisasi Pupuk Organik Granul

Di dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah, pupuk organik didefinisikan sebagai pupuk yang berasal dari sisa tanaman dan atau kotoran hewan yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dan dapat diperkaya dengan bahan mineral alami dan/ atau mikroba yang bermanfaat memperkaya hara, bahan organik tanah, dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sementara itu, rekayasa didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan rekayasa, baik secara kimia, fisik, dan/ atau biologis untuk menghasilkan formula pupuk organik.

B. Persyaratan Teknis Pupuk Organik Granul (Menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009)

Pupuk organik granul dibagi menjadi dua kelompok yaitu pupuk organik granul tanpa tambahan mikroba fungsional dan pupuk organik granul dengan tambahan mikroba fungsional, seperti mikroba penambat N_2 bebas, mikroba pelarut P, dan mikroba pemacu tumbuh. Perbedaan persyaratan teknis pada kedua kelompok hanya pada kriteria kandungan mikroba fungsional dan kadar air.

Beberapa persyaratan teknis yang harus diperhatikan berdasarkan standardisasi dalam pembuatan pupuk organik granul di antaranya rasio C/N, kandungan bahan ikutan, kandungan unsur mikro, kandungan organisme patogen, kandungan organik, dan kadar air.

a. Kadar Air

Kadar air yang diperbolehkan dalam pupuk organik granul murni menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 berkisar antara 4—15%, sedangkan untuk pupuk organik granul yang diperkaya mikroba adalah 10—20%. Namun pada praktiknya, batasan kadar air yang terlalu rendah menyebabkan proses pengeringan menjadi boros energi. Pasalnya, untuk mengejar persyaratan tersebut, produsen pupuk organik granul biasanya menggunakan mesin pengering dengan suhu sekitar 100—200°C, sehingga memerlukan pasokan energi yang cukup tinggi dengan biaya yang tinggi pula.

Selain itu, ekspos suhu di atas 100°C selama beberapa detik atau menit di mesin pengering dapat menyebabkan aneka ragam mikroba positif yang terdapat di dalam pupuk organik granul akan mati. Padahal, mikroba tersebut sangat bermanfaat dalam meningkatkan kesuburan tanah. Karena boros energi dan banyak mikroba positif yang mati, sebaiknya persyaratan kadar air dalam pupuk organik granul ditingkatkan menjadi 20—30%, baik bagi pupuk organik granul murni maupun pupuk organik granul yang diperkaya mikroba. Penentuan kadar air sebesar 4—15% mungkin cocok bagi industri pupuk kimia granul yang memang bebas dari mikroba serta memerlukan bentuk yang kompak, bulat, dan keras.

b. Kandungan Mikroba Fungsional

Kandungan mikroba fungsional di dalam pupuk organik granul hasil pengayaan minimum berjumlah 10^3 cfu/gram. Penambahan mikroba fungsional ini tentu akan

lebih efektif jika mikroba positif yang secara alami terkandung di dalam kompos tidak mati pada saat pengeringan granul. Selain itu, jika pengeringan dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi, pengayaan mikroba fungsional dapat dilakukan pada tahap granulasi sehingga dapat mempercepat proses produksi dan menghemat biaya produksi pupuk organik granul.

c. Rasio C/N

Pada dasarnya, rasio C/N dalam pupuk organik dapat menggambarkan tingkat kematangan dan kualitas produk yang dihasilkan. Menurut Permentan, rasio C/N pupuk organik granul berkisar antara 15—25. Cara pandang terhadap besaran rasio C/N pupuk organik granul tidak bisa dilepaskan dengan kriteria kompos matang karena bahan baku utama pupuk organik granul adalah kompos. Karena itu, kisaran rasio C/N sebesar 15—25 masih relatif longgar dan rancu. Pasalnya, kompos matang memiliki kriteria rasio C/N di bawah 20 dan tanpa ambang batas bawah. Batas atas rasio C/N sebesar 25 menunjukkan kompos belum begitu matang. Sementara itu, batas bawah rasio C/N sebesar 15 adalah rancu karena tingkat kematangan kompos akan semakin baik jika nilainya mendekati rasio C/N tanah (sekitar 10).

d. Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman pupuk organik granul di dalam Permentan berkisar antara 4—8. Namun pada praktiknya, pH 4 merupakan nilai yang cukup ekstrem karena bersifat sangat asam. Penggunaan pupuk yang sangat asam tentu akan berpengaruh terhadap kehidupan organisme tanah dan tanaman yang dibudidayakan. Sebaiknya, standar keasaman pupuk organik adalah antara 6,5—8,0.

e. Kandungan Bahan Ikutan

Produk pupuk organik granul disyaratkan tidak boleh mengandung bahan ikutan melebihi 2%. Biasanya di dalam standar kompos, bahan ikutan disebut sebagai bahan pencemar (*impurities material*). Bahan ikutan meliputi semua bahan pengotor, seperti logam, gelas, plastik, kerikil, endapan, dan karet. Bahan-bahan ikutan tersebut memang tidak dikehendaki kehadirannya karena dapat mencemari dan merusak kesuburan tanah yang dipupuk.

f. Kandungan Unsur Makro (C, N, P_2O_5 dan K_2O)

Nilai kandungan unsur C, terutama C-organik, dalam pupuk organik granul akan memberikan indikasi besarnya kandungan material organik. Pasalnya, dalam persyaratan pupuk organik granul tidak ada kriteria kandungan bahan organik. Kandungan unsur C dalam pupuk organik granul minimum 12%. Semakin tinggi kandungan C, maka akan semakin tinggi pula kandungan bahan organik yang terkandung dalam pupuk organik granul.

Berbeda dengan kandungan C, kandungan unsur N, serta senyawa P_2O_5 dan K_2O di dalam Permentan justru dibatasi tidak boleh lebih dari 6%. Pernyataan tersebut menjadi rancu karena biasanya yang dibatasi adalah kandungan minimum dan dibiarkan tidak ada batas atasnya. Hal tersebut terkait dengan penyediaan unsur N, P dan K yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Semakin besar kandungan unsur N, P, dan K dalam pupuk, maka akan berdampak sangat baik bagi tanaman yang dipupuk.

g. Kandungan Unsur Mikro dan Logam Berat

Unsur mikro dalam pupuk organik granul yang diperlukan oleh tanaman dalam Permentan memiliki nilai standar yang berbeda-beda. Unsur mikro yang distandarkan meliputi Fe (besi), Mn (mangan), Cu (tembaga), Zn (seng), B (boron), Co (kobal), dan Mo, sedangkan logam berat yang diatur meliputi As (arsen), Hg (merkuri), Pb (timbal) dan Cd (kadmium). Nilai ambang batas unsur mikro dan logam berat dapat dilihat pada Tabel 5.

h. Kandungan Bakteri Patogen

Nilai ambang kandungan fekal *Coli* dan *Salmonella* masing-masing tidak boleh melebihi 100 MPN/gr. Bakteri *Coli* dan *Salmonella* merupakan bakteri yang berasal dari saluran pencernaan manusia dan hewan mamalia lainnya yang dapat menyebabkan penyakit. Keberadaan kedua bakteri tersebut mengindikasikan bahwa material pupuk tercemar oleh material fekal (kotoran). Karena bahan baku pupuk organik granul biasanya adalah kotoran hewan, maka kemungkinan pupuk organik granul yang diproduksi juga mengandung bakteri patogen tersebut. Jika kedua macam bakteri merugikan ini terdeteksi dalam jumlah yang banyak, kemungkinan besar material pupuk juga tercemar oleh jenis bakteri patogen lainnya.

Kandungan bakteri patogen dapat diminimalisasi dan dibasmi dengan proses pengomposan aerobik yang terkendali. Pasalnya, selama proses pengomposan aerobik akan terjadi efek pasteurisasi selama beberapa hari sampai beberapa minggu yang dapat mematikan bibit-bibit penyakit patogen.

i. Ukuran Butiran

Ukuran butiran pupuk organik granul disyaratkan berkisar antara 2—5 mm. Persentase minimum butiran pupuk organik granul yang berukuran tersebut sebanyak 80%. Ukuran butiran 2—5 mm merupakan ukuran ideal, tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar sehingga mudah dalam aplikasinya di lahan pertanian.

C. SNI Kompos

Selain diatur dalam Permentan No. 28/Permentan/SR.130/5/2009, ada baiknya dalam memproduksi pupuk organik granul juga memerhatikan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Spesifikasi kompos yang terdapat dalam SNI dapat digunakan untuk melengkapi apa yang tidak diatur dan apa yang kurang dalam Permentan, misalnya tentang kriteria kematangan kompos (suhu, warna, dan bau), keasaman (pH), kandungan material organik, dan daya ikat air.

Tabel 5. Standar Kualitas Pupuk Organik Granul Menurut Permentan No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 dan Kompos Curah Menurut SNI No. 19-7030-2004

No	Parameter	Satuan	SNI	PERMENTAN	
			Kompos Curah	POG	
				Murni	+ Mikroba
1	Kadar Air	%	<50	4—15	10—20
2	Temperatur	°C	< T° air	-	-
3	Warna	-	kehitaman	-	-
4	Bau	-	bau tanah	-	-
5	Ukuran Butiran	mm	0,55—25	2—5 (min 80%)	2—5 (min 80%)

No	Parameter	Satuan	SNI	PERMENTAN	
			Kompos Curah	POG	
				Murni	+ Mikroba
6	Kemampuan ikat air	%	>58	-	-
7	pH	-	6,80—7,49	4—8	4—8
8	Bahan asing	%	<1,5	<2	<2
	Unsur makro				
9	Bahan organik	%	27—58	-	-
10	Nitrogen	%	>0,40	<6	<6
11	Karbon (C)	%	9,80—32	>12	>12
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	>0,10	<6	<6
13	C/N-rasio	-	10—20	15—25	15—25
14	Kalium (K ₂ O)	%	>0,20	<6	<6
	Unsur Mikro dan Logam Berat				
15	Arsen (As)	mg/kg	<13	<10	<10
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	<3	<10	<10
17	Kobal (Co)	mg/kg	<34	<20	<20
18	Mo	mg/kg	-	<10	<10
19	Merkuri (Hg)	mg/kg	<0,8	<1	<1
20	Timbal (Pb)	mg/kg	<150	<50	<50
21	Kromium (Cr)	mg/kg	<210	-	-
22	Nikel (Ni)	mg/kg	<62	-	-
23	Selenium (Se)	mg/kg	<2	-	-
24	Seng (Zn)	mg/kg	<500	<5.000	<5.000
25	Mangan (Mn)	mg/kg	<1.000	<5.000	<5.000
26	Boron (B)	mg/kg	-	<2.500	<2.500
27	Tembaga (Cu)	mg/kg	<100	<5.000	<5.000
28	Kalsium (Ca)	mg/kg	<255.000	-	-
29	Magnesium (Mg)	mg/kg	<6.000	-	-
30	Besi (Fe)	mg/kg	<20.000	<8.000	<8.000
31	Aluminium (Al)	mg/kg	<22.000	-	-
32	Mangan (Mn)	mg/kg	<1.000	<5.000	<5.000

No	Parameter	Satuan	SNI	PERMENTAN	
			Kompos Curah	POG	
				Murni	+ Mikroba
	Patogen				
33	Fecal Coli	MPN/gr	<1000	<100	<1000
34	Salmonella sp.	MPN/ gr	<3 MPN/4 gr	<100	<1000
	Mikroba Fungsional				
35	Penambat N, Pelarut P	MPN/gr	-	-	>1000

Analisis Usaha **Pupuk Organik Granul**



Produksi pupuk organik granul dapat dilakukan dalam skala industri (skala besar) dan skala kecil menengah. Produksi skala besar umumnya dilakukan oleh pemodal kuat dengan target pemasarannya adalah proyek subsidi dan bantuan langsung pupuk organik Kementerian Pertanian. Sementara itu, produksi skala kecil dapat dilakukan oleh para pengusaha kecil yang bergerak di bidang pengomposan yang melakukan diversifikasi produknya menjadi kompos bentuk granul. Analisis proses pembuatan pupuk organik granul yang dibahas dalam dalam buku ini merupakan analisis usaha skala besar.

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan finansial ini sebagai berikut.

- Kapasitas produksi pupuk organik granul sebanyak 8 ton/hari.
- Lama proyek 10 tahun.
- Umur pakai bangunan selama 15 tahun, peralatan utama 10 tahun, dan peralatan pendukung 5 tahun.
- Jenis produk yang dihasilkan berupa pupuk organik granul yang diperkaya dengan mikroba fungsional dengan kadar air yang sesuai dengan standar pupuk organik.
- Bahan baku kompos tidak diproduksi sendiri, tetapi beli dengan harga Rp450/kg.
- Harga jual pupuk organik granul Rp950/kg.

A. Biaya Investasi

Jumlah biaya investasi yang diperlukan dalam pendirian usaha pupuk organik granul skala besar adalah Rp1.325.000.000. Biaya sebesar itu dipergunakan untuk pembelian peralatan utama, peralatan pendukung, sewa tanah dan bangunan, infrastruktur, dan biaya praoperasi dengan rincian sebagai berikut.

—Biaya Peralatan Utama

Mesin <i>crusher</i> bahan baku 1 unit x Rp25.000.000/unit	Rp	25.000.000
Mesin pengayak kompos curah 1 unit x Rp20.000.000/unit	Rp	20.000.000
Mesin pencampur 1 unit x Rp34.000.000/unit	Rp	34.000.000
Mesin piringan granulator 2 unit x Rp45.000.000/unit	Rp	90.000.000
Konveyor 2 unit x 30.000.000/unit	Rp	60.000.000
Mesin pengering POG 1 unit x Rp70.000.000/unit	Rp	70.000.000
Mesin pengayak POG 1 unit x Rp35.000.000/unit	Rp	35.000.000

Unit pengayaan dengan mikroba (tangki inkubator, kompresor, dan <i>sprayer</i>) 1 unit x Rp10.000.000/unit	Rp	10.000.000
Total biaya peralatan utama	Rp	344.000.000

—Biaya Peralatan Pendukung

Instalasi air (pompa air, <i>torn</i> , tower, dan instalasi pemipanya) 1 paket x 10.000.000/paket	Rp	10.000.000
Pakaian kerja (<i>wearpack</i> , sepatu boot, masker, sarung tangan, dan kacamata pelindung) 1 paket x 5.000.000/paket	Rp	5.000.000
Peralatan kerja (sekop, garu, dan gerobak dorong) 1 paket x Rp10.000.000/paket	Rp	10.000.000
Peralatan pengemasan POG (timbangan duduk, mesin jahit karung, dan <i>hot sealer</i>) 1 paket x Rp15.000.000/paket	Rp	15.000.000
Instalasi listrik dan biaya penyambungan 1 paket x Rp10.000.000/paket	Rp	10.000.000
Peralatan kantor 1 paket x Rp25.000.000/paket	Rp	25.000.000
Gerobak motor 2 unit x 20.000.000/unit	Rp	40.000.000
Total biaya peralatan pendukung	Rp	115.000.000

—Biaya Tanah dan Bangunan

Sewa tanah untuk lokasi pabrik 1.000 m ² selama 10 tahun	Rp	200.000.000
Bangunan untuk pabrik POG 500 m ² x Rp1.000.000/m ²	Rp	500.000.000
Infrastruktur 1 paket x 55.000.000	Rp	55.000.000
Bangunan untuk kantor 18 m ² x Rp2.000.000/m ²	Rp	36.000.000
Total biaya tanah dan bangunan	Rp	791.000.000

—Biaya Praoperasi

Studi kelayakan, biaya perizinan, *engineering*, trial run, dan biaya tidak terduga

Rp 75.000.000

Total biaya praoperasi

Rp 75.000.000

Total Biaya Investasi

Rp 1.325.000.000

B. Biaya Operasional

Kapasitas produksi usaha pupuk organik granul direncanakan sebesar 8 ton/hari atau 2.880 ton/tahun. Untuk memproduksi pupuk organik granul tersebut, dibutuhkan biaya operasional berupa biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel meliputi biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya bahan bakar, biaya bahan kemasan, dan biaya daya listrik. Sementara itu, biaya tetap merupakan biaya penyusutan dan biaya amortisasi praoperasi.

Biaya penyusutan (*depresiasi*) dihitung berdasarkan asumsi umur ekonomi dari masing-masing aktiva yang digunakan dan berdasarkan aktivitasnya dalam usaha pupuk organik granul. Metode penyusutan yang dipergunakan adalah metode garis lurus, yaitu beban penyusutan bernilai sama setiap periode umur manfaat tanpa nilai sisa. Biaya praoperasi sebesar Rp75.000.000 diamortasikan setiap tahun selama 10 tahun sehingga biaya amortisasi tiap tahun sebesar Rp7.500.000.

—Biaya Variabel

Tenaga kerja langsung	Rp	108.000.000
Tenaga kerja administrasi	Rp	43.200.000
Bahan baku (Kompos, fosfat, dolomit, molase dan mikroba)	Rp	1.708.416.000
Bahan bakar untuk penggunaan mesin	Rp	158.400.000
Kemasan	Rp	115.200.000
Daya listrik	Rp	8.400.000
Total biaya variabel	Rp	2.141.616.000

—Biaya Tetap

Penyusutan mesin <i>crusher</i> bahan baku 1/10 x Rp25.000.000	Rp	2.500.000
Penyusutan mesin pengayak kompos curah 1/10 x Rp20.000.000	Rp	2.000.000
Penyusutan mesin pencampur 1/10 x Rp34.000.000	Rp	3.400.000
Penyusutan mesin piringan granulator 1/10 x Rp90.000.000	Rp	9.000.000
Penyusutan konveyor 1/10 x Rp60.000.000	Rp	6.000.000
Penyusutan mesin pengering POG 1/10 x Rp70.000.000	Rp	7.000.000
Penyusutan mesin pengayak POG 1/10 x Rp35.000.000	Rp	3.500.000
Penyusutan unit pengayaan dengan 1/10 x Rp10.000.000/unit	Rp	1.000.000
Penyusutan instalasi air 1/5 x 10.000.000	Rp	2.000.000
Penyusutan pakaian kerja 1/5 x 5.000.000	Rp	1.000.000
Penyusutan peralatan kerja 1/5 x Rp10.000.000	Rp	2.000.000
Penyusutan peralatan pengemasan POG 1/5 x 15.000.000	Rp	3.000.000
Penyusutan instalasi listrik dan biaya penyambungan 1/5 x Rp10.000.000	Rp	2.000.000
Penyusutan peralatan kantor 1/5 x Rp25.000.000	Rp	5.000.000
Penyusutan gerobak motor 1/5 x Rp40.000.000	Rp	8.000.000

Penyusutan bangunan untuk pabrik	
POG $1/15 \times (500 \text{ m}^2 \times$	
Rp1.000.000/m ²)	Rp 33.333.000
Penyusutan infrastruktur	
$1/15 \times 55.000.000$	Rp 3.667.000
Penyusutan bangunan untuk kantor	
$1/15 \times (18 \text{ m}^2 \times \text{Rp}2.000.000/\text{m}^2)$	Rp 2.400.000
Biaya amortisasi Praoperasi	
$1/10 \times \text{Rp}75.000.000$	Rp 7.500.000
Total Biaya Tetap	Rp 104.300.000

Total biaya operasional

= total biaya variabel + total biaya tetap

= Rp2.141.616.000 + Rp104.300.000

= Rp2.245.916.000

Kapasitas produksi yang direncanakan dalam 12 bulan sebanyak 2.880 ton pupuk organik granul. Dengan demikian, biaya produksi pupuk organik granul adalah Rp780/kg.

C. Penerimaan

Perkiraan penerimaan hasil penjualan produksi pupuk organik granul dalam satu tahun yaitu rencana produksi sebesar 2.880 ton dikalikan dengan harga jual produk yang direncanakan sebesar Rp950/kg.

Total Penerimaan = Total Produksi x harga jual produk

= 2.880.000 kg x Rp950/kg

= Rp2.736.000.000

D. Keuntungan

Keuntungan	= Penerimaan—total biaya operasional
	= Rp.2.736.000.000— Rp2.245.916.000
	= Rp490.084.000.
Pajak (PPH 25)	= 15% x Rp490.084.000
	= Rp73.512.600

Jadi keuntungan bersih adalah = Rp490.084.000—Rp73.512.600
= Rp416.571.000

E. Analisis Arus Kas

Dari perhitungan proyeksi *cash flow* dan proyeksi rugi laba, penerimaan selalu melebihi pengeluaran. Penerimaan selama satu ahun sebesar Rp2.736.000.000 dan pengeluaran sebesar Rp2.319.428.600. Hal ini menunjukkan bahwa usaha pupuk organik granul memiliki kemampuan untuk membiayai operasi perusahaan atau untuk mengembalikan investasi lebih cepat atau dapat digunakan untuk memperoleh pendapatan lain.

F. Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial usaha industri pupuk organik granul dilakukan menggunakan alat ukur *Payback Period (PBP)*, *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan *Profitability Index (PI)*.

1. *Payback Period (PBP)*

Payback period suatu investasi menyatakan berapa lama waktu yang diperlukan agar jumlah penerimaan yang diperoleh (*net cash flow*) dapat menyamai pengeluaran investasi suatu usaha. Dengan kata lain, *payback period* adalah suatu periode yang menunjukkan berapa lama

modal yang ditanamkan dalam usaha tersebut dapat kembali. Hasil perhitungan *payback period* usaha pupuk organik granul ini adalah 3,18 tahun.

$$\begin{aligned} \text{PBP} &= (\text{Nilai investasi} : \text{Keuntungan per tahun}) \times 1 \text{ tahun} \\ &= (\text{Rp}1.325.000 : \text{Rp}416.571.000) \times 1 \text{ tahun} \\ &= 3,18 \text{ tahun} \end{aligned}$$

2. *Net Present Value (NPV)*

NPV memperhatikan nilai waktu dari uang dalam arti bahwa sejumlah uang yang diterima saat ini lebih disukai dibandingkan dengan penerimaan sejumlah uang yang sama pada masa yang akan datang. Dengan NPV, semua *cash flow* tahunan sepanjang periode umur ekonomisnya dinyatakan nilai sekarangnya, kemudian dijumlah sesuai dengan sifatnya, penerimaan (+) dan pengeluaran (-).

Hasil proyeksi *net cash flow* usaha pupuk organik selama 10 tahun adalah sebesar Rp4.165.710.000. Dengan asumsi *discount factor (df)* sebesar 22% dan perhitungan menggunakan bantuan tabel *present value* maka didapat nilai *present value of cash inflow* sebesar Rp1.634.624.604. *Net Present Value (NPV)* dapat dihitung dengan cara mengurangi *present value of cash inflow* dengan biaya investasi (*cash outflow*) yang dikeluarkan. Berdasarkan perhitungan, NPV usaha pupuk organik bernilai positif. Artinya, nilai sekarang dari keseluruhan *proceeds* lebih besar dari nilai sekarang investasinya. Hal ini menunjukkan prospek yang menggembirakan sehingga rencana usaha pupuk organik granul dapat diterima.

$$\begin{aligned}
 \text{NPV} &= \text{Present value of cash inflow} - \text{Biaya investasi (cash outflow)} \\
 &= \text{Rp1.634.624.604} - \text{Rp1.325.000.000} \\
 &= \text{Rp309.624.604}
 \end{aligned}$$

3. *Internal rate of Return (IRR)*

IRR merupakan ukuran besarnya rata-rata *earning power* dari suatu investasi (proyek), yaitu tingkat suku bunga yang dapat mengakibatkan NPV menjadi nol. Masalah yang dihadapi dalam perhitungan IRR adalah menentukan berapa besar nilai *discount rate* pada kondisi NPV sama dengan nol. Nilai *discount rate* dapat diketahui dengan cara *trial and error*. Dengan cara *trial and error*, untuk kegiatan ini dihitung dengan *discount rate* 28% dan 29%.

Hasil perhitungan *present value of cash flow* dengan *discount factor* 28% adalah sebesar Rp1.361.770.599 sehingga NPV nya menjadi Rp36.770.559 (positif). Sementara itu, *present value of cash flow* dengan *discount factor* 29% sebesar Rp1.323.446.067 sehingga NPV nya menjadi Rp1.553.933 (minus). Dengan demikian, nilai IRR terletak antara 28% sampai 29%. Hasil perhitungan dengan cara interpolasi didapat nilai IRR sebesar 28,96%.

$$\text{IRR} = P1 - C1 \times \{(P2 - P1) : (C2 - C1)\}$$

Dimana :

P1 = Tingkat bunga ke-1

P2 = Tingkat bunga ke-2

C1 = NPV ke-1

C2 = NPV ke-2

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= 28\% - \text{Rp}36.770.599 \times \{ (29\% - 28\%) : (-\text{Rp}1.553.933 - \text{Rp}36.770.599) \} \\ &= 28,96\% \end{aligned}$$

Kriteria yang digunakan dalam memutuskan suatu investasi adalah harga atau nilai IRR tersebut harus lebih besar dari *financial cost of capital* atau *minimum attractive rate of return* (MARR) untuk kegiatan ini MARR diambil sebesar 22%. Karena nilai *Internal Rate of Return* (IRR) lebih besar dibandingkan dengan tingkat bunga umum yang berlaku atau juga lebih besar dari nilai MARR yang ditetapkan sebesar 22% maka menurut kriteria ini usaha pupuk organik granul dinyatakan layak.

4. Profitability Index (PI)

Profitability Index atau sering juga disebut *benefit cost ratio* adalah rasio antara *present value of cash inflow* dengan *present value cash outflow*. Nilai *profitability index* usaha pupuk organik granul adalah sebesar 1,23. Nilai tersebut lebih dari 1,00 sehingga usaha pupuk organik granul ini dapat diterima.

$$\begin{aligned} \text{PI} &= \text{present value of cash inflow} : \text{present value cash outflow} \\ &= \text{Rp}1.634.624.604 : \text{Rp}1.325.000.000 \\ &= 1,23 \end{aligned}$$

	Net Cash Flow	DF = 22 %	PV of Cash Flow
	416.571.000	0,820	341.588.220
	416.571.000	0,672	279.935.712
	416.571.000	0,551	229.530.621
	416.571.000	0,451	187.873.521
	416.571.000	0,370	154.131.270
	416.571.000	0,303	126.221.013
	416.571.000	0,249	103.726.179
	416.571.000	0,204	84.980.484
	416.571.000	0,167	69.567.357
	416.571.000	0,137	57.070.227
	Total		1.634.624.604

thun	Net Cash Flow	DF = 28 %	PV of Cash Flow	DF = 29 %	PV of Cash Flow
1	416.571.000	0,781	325.341.951	0,775	322.842.525
2	416.571.000	0,610	254.108.310	0,601	250.359.171
3	416.571.000	0,477	198.704.367	0,466	194.122.086
4	416.571.000	0,373	155.380.983	0,361	150.382.131
5	416.571.000	0,291	121.222.161	0,280	116.639.880
6	416.571.000	0,227	94.561.617	0,217	90.395.907
7	416.571.000	0,178	74.149.638	0,168	69.983.928
8	416.571.000	0,139	57.903.369	0,130	54.154.230
9	416.571.000	0,108	44.989.668	0,101	42.073.671
10	416.571.000	0,085	35.408.535	0,078	32.492.538
			1.361.770.599		1.323.446.067
			36.770.599		(1.553.933)
Present value cash outflow			1.325.000.000		1.325.000.000

Daftar Pustaka

- , *Pelaksanaan PSO Subsidi Benih dan Pupuk Tahun Anggaran 2010*, Kementerian Pertanian, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2010
- , *Pemulihan Kesuburan Tanah Pada Lahan Sawah Berkelanjutan*, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2010
- , *Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Tanah, Pupuk, dan Biologi Tanah, Laporan Tahunan 2009*. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, 2010
- Epstein, E, *The Science of Composting*, Technomic Publishing Company Inc., 1997
- Golueke, C.G., *Biological Processing: Composting and Hydrolysis, In Handbook of Solid Waste Management*, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1977
- Haug, R.T., *Compost Engineering, Principles, and Practice*, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1980
- Las, I., *Arah dan Strategi Pengembangan Pupuk Majemuk NPK dan Pupuk Organik*, Seminar Nasional Peranan Pupuk NPK dan Organik Dalam Meningkatkan

- Produksi dan Swasembada Beras Berkelanjutan, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2010
- Simanungkalit, R., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., dan Hartatik, W. 2006, *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28/Permentan/SR.130/5/2009 tentang Pupuk Organik, Pupuk hayati dan Pembenah Tanah.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen and S.Vigil, *Integrated Solid Waste Management*, USA: Mc Graw Hill, Inc., 1993
- Thchobanoglous, G., dan Kreith, F, *Handbook of Solid Waste Management*. USA: Mc Graw Hill, Inc., 2002
- Wahyono, S. Sahwan, F.L., dan Suryanto, F., *Komposting Sampah Kota Sistem Windrow Bergulir*, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, 2003
- Wahyono, S. dan Laksono, T.B., *Pedoman Umum Pembuatan Kompos untuk Skala Kecil, Menengah, dan Besar*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup, 2005
- , *Pelaksanaan PSO Subsidi Benih dan Pupuk Tahun Anggaran 2010*, Kementerian Pertanian, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2010
- , *Pemulihan Kesuburan Tanah Pada Lahan Sawah Berkelanjutan*, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2010
- , *Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Tanah, Pupuk, dan Biologi Tanah, Laporan Tahunan 2009*. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, 2010

- Epstein, E., *The Science of Composting*, Technomic Publishing Company Inc., 1997
- Golueke, C.G., *Biological Processing: Composting and Hydrolysis*, In *Handbook of Solid Waste Management*, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1977
- Haug, R.T., *Compost Engineering, Principles, and Practice*, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1980
- Las, I., *Arah dan Strategi Pengembangan Pupuk Majemuk NPK dan Pupuk Organik*, Seminar Nasional Peranan Pupuk NPK dan Organik Dalam Meningkatkan Produksi dan Swasembada Beras Berkelanjutan, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2010
- Simanungkalit, R., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., dan Hartatik, W. 2006, *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28/Permentan/SR.130/5/2009 tentang Pupuk Organik, Pupuk hayati dan Pembenah Tanah.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen and S.Vigil, *Integrated Solid Waste Management*, USA: Mc Graw Hill, Inc., 1993
- Thchobanoglous, G., dan Kreith, F, *Handbook of Solid Waste Management*. USA: Mc Graw Hill, Inc., 2002
- Wahyono, S. Sahwan, F.L., dan Suryanto, F., *Komposting Sampah Kota Sistem Windrow Bergulir*, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, 2003
- Wahyono, S. dan Laksono, T.B., *Pedoman Umum Pembuatan Kompos untuk Skala Kecil, Menengah, dan Besar*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup, 2005

Tentang Penulis



Sri Wahyono, S.Si, M.Si,

Lahir di Purwokerto, 8 Maret 1969. Pada akhir tahun 1993, penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Biologi ITB. Sementara itu, program magister di bidang Bioteknologi Lingkungan di ITB, Bandung dan University of New South Wales (UNSW), Australia diselesaikan pada tahun 2000. Saat ini, penulis sedang menyelesaikan pendidikan S3 di Jurusan Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia. Sejak tahun 1994 sampai sekarang penulis bekerja sebagai peneliti di bidang bioteknologi penanganan limbah padat di Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Berbagai workshop tentang pengelolaan limbah padat telah diikutinya, misalnya di Jerman, Kuala Lumpur, Singapura, dan Bangkok.

Penulis aktif membuat buku, baik ditulis sendiri maupun bersama penulis lain, seperti *Menyulap Sampah Kota Menjadi Kompos Sistem Windrow Bergulir* (2003), *Pembuatan Kompos dari Limbah Rumah Pemotongan Hewan* (2003), *Mengelola Sampah Ala Singapura* (2003), *Pedoman Umum Pembuatan Kompos untuk Skala Kecil, Menengah dan Besar* (2005), *Ayo Buat Kompos* (2005), dan *Pengomposan Sampah Skala Rumah Tangga* (2007). Buku mengenai pupuk organik granul ini merupakan buku perdana yang diterbitkan oleh AgroMedia Pustaka.

Berbagai artikel tentang teknologi pengelolaan limbah padat dan sampah kota telah dimuat di beberapa media masa nasional.



Ir. Firman L Sahwan, M.Si.

Lahir di Sumenep pada tanggal 10 Maret 1957. Menamatkan pendidikan S1 di Fakultas Peternakan IPB tahun 1980, dan S2 di Universitas Indonesia dalam bidang Ilmu Lingkungan pada tahun 1992. Saat ini, penulis bekerja sebagai peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Pada tahun 1995, penulis mengikuti workshop teknologi pengomposan limbah padat di Jerman. Pada tahun 2002, penulis juga mengikuti workshop manajemen dan teknologi sampah di Malaysia. Berpengalaman luas dalam aplikasi teknologi pengomposan dan daur ulang sampah kota.

Berbagai artikel, khususnya yang berkaitan dengan teknologi pengomposan, telah dimuat di beberapa media massa nasional dan internasional. Buku yang pernah ditulis bersama penulis lain, seperti *Menyulap Sampah Kota Menjadi Kompos Sistem Windrow Bergulir* (2003), dan *Pembuatan Kompos dari Limbah Rumah Pematangan Hewan* (2003). Buku mengenai pupuk organik granul ini merupakan buku perdana yang diterbitkan oleh AgroMedia Pustaka.



Drs. Feddy Suryanto

Lahir di Jakarta 18 November 1961. Menyelesaikan S1 Jurusan Administrasi Negara di STIA LAN RI pada tahun 1996. Saat ini penulis bekerja sebagai perekayasa di Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Berpengalaman luas dalam mendisain plant serta aplikasi teknologi pengomposan dan daur ulang sampah kota. Aktif dalam berbagai workshop yang berkaitan dengan pengelolaan sampah dan limbah padat, khususnya yang berkaitan dengan teknologi pengomposan. Buku yang pernah ditulis bersama penulis lain adalah *Menyulap Sampah Kota Menjadi Kompos Sistem Windrow Bergulir* (2003). Buku mengenai pupuk organik granul ini merupakan buku perdana yang diterbitkan oleh AgroMedia Pustaka.

