

PUPUK ORGANIK

Tinjauan Teori & Praktek



Dr. Ir. Amir Hamzah, MP.
Ir. Bambang Siswanto, MS.

PUPUK ORGANIK

Tinjauan Teori & Praktek

SEMUA ISI BUKU INI SEPENUHNYA TANGGUNG JAWAB PENULIS
<https://forindpress.com/index.php/forind/index>

Dr. Ir. Amir Hamzah, MP.
Ir. Bambang Siswanto, MS.

PUPUK ORGANIK

Tinjauan Teori & Praktek



Penerbit Forind

PUPUK ORGANIK

Tinjauan Teori & Praktek

Copyright © Desember 2023

ISBN: 978-623-99722-8-8

Editor: Dr. Ir. Rossyda Priyadarshini, MP
Cover & Layout: Tim Forind

Diterbitkan oleh Forind
Jl. Raya Tlogomas 05 No. 24 Tlogomas
Malang Jawa Timur

Pupuk Organik/Amir Hamzah & Bambang Siswanto
Malang: Forind, 2023
15,5 x 23 cm
x + 151 hlm

Cetakan Pertama Desember 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apa pun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotokopi, rekaman, dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.

PRAKATA PENULIS

Kesuburan tanah merupakan modal yang amat penting. Tanah subur dapat menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang tinggi, karena tanah subur mampu menyediakan kebutuhan tanaman seperti air, udara, unsur hara, dan terbebas dari bahan-bahan beracun dengan konsentrasi yang berlebihan. Saat ini hampir sebagian besar tanah pertanian rata-rata hanya mengandung bahan organik kurang dari 2 persen, sedangkan kandungan bahan organik tanah yang subur seharusnya antara 3 – 5 persen. Untuk itu sebagian besar tanah pertanian di Indonesia sangat membutuhkan tambahan pupuk organik.

Buku ini disusun untuk membantu mahasiswa, praktisi, serta khalayak umum dalam memahami bagaimana cara membuat pupuk organik, mengingat pupuk organik sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas tanah pertanian, di samping itu jumlah yang dibutuhkan cukup besar, dan banyak kendala di dalam pengadaan pupuk organik.

Pembahasan dalam buku ini ditulis secara sistematis yang terdiri dari 8 bagian dan kemudian setiap bagian juga terdiri dari beberapa sub bagian. Bagian 1 membahas tentang Pupuk Organik, bagian 2 membahas tentang pupuk kandang, bagian 3 membahas tentang pupuk hijau, bagian 4 membahas tentang pupuk kompos (bokashi), bagian 5 membahas tentang humus, bagian 6 membahas tentang kotoran burung walet (guano), bagian 7 membahas tentang pupuk organik granul, dan bagian 8 membahas tentang pupuk organik cair (POC).

Tentu masih banyak kekurangan dalam buku ringkas ini, kami sangat berharap masukan dan saran dari sidang pembaca sekalian yang dapat memberikan petunjuk perbaikan bagi penulis. Atas saran dan masukan kami mengucapkan banyak terima kasih.

Malang, Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA PENULIS.....	v
DAFTAR ISI	vii
Bagian 1. Pupuk Organik	1
A. Pengertian Pupuk Organik.....	2
B. Karakteristik Pupuk Organik	4
C. Peranan Pupuk Organik	6
D. Proses Transformasi Pupuk Organik Dalam Tanah	7
E. Hasil-Hasil Penelitian Peranan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas Tanaman	10
F. Kebutuhan Pupuk Organik.....	12
G. Inovasi Teknologi Pupuk Organik	13
H. Peluang Pengembangan Pupuk Organik.....	15
I. Jenis Pupuk Organik.....	17
J. Manfaat Pupuk Organik.....	21
Bagian 2. Pupuk Kandang	23
A. Pengertian Pupuk Kandang	23
B. Kandungan Hara Pupuk Kandang	28
C. Teknik Pembuatan Pupuk Kandang.....	33
D. Cara Membuat Pupuk Kandang Secara Alami	35
Bagian 3. Pupuk Hijau	38
A. Pengertian dan Manfaat Pupuk Hijau.....	38
B. Karakteristik Pupuk Hijau	41
C. Sumber Pupuk Hijau	42
D. Ciri Tanaman Sebagai Pupuk Hijau	48
E. Ciri Membuat Pupuk Hijau	48
F. Cara Menggunakan Pupuk Hijau	49
Bagian 4. Pupuk Kompos (Bokashi)	51
A. Pengertian dan Manfaat Kompos	51

B. Potensi Kompos	56
C. Bahan Pembuatan Kompos	57
D. Proses Pengomposan	64
E. Syarat-Syarat Pembuatan Kompos	72
F. Metode Pengomposan	75
G. Tahapan-Tahapan Pembuatan Kompos	78
H. Waktu Pengomposan	80
I. Peningkatan Kualitas Kompos	81
J. Teknik Pembuatan Kompos	83
K. Cara Aplikasi Tanaman	87
Bagian 5. Humus	88
A. Pengertian dan Manfaat Humus	88
B. Karakteristik Humus	91
C. Membuat Humus Sendiri	92
Bagian 6. Kotoran Burung Walet (Guano)	95
A. Kotoran Burung Walet	95
B. Manfaat Kotoran Burung Walet	97
C. Cara Membuat Pupuk Kotoran Burung Walet Sederhana	100
Bagian 7. Pupuk Organik Granul	101
A. Bahan	102
B. Perekat	104
C. Bahan Tambahan	105
D. Peralatan	107
E. Alur Proses Pembuatan Pupuk Organik Granul	112
F. Teknik Membuat Pupuk Granul	117
G. Beberapa Masalah yang Sering Ditemui	123
H. Beberapa Modifikasi Pupuk Organik Granul	125
Bagian 8. Pupuk Organik Cair (POC)	127
A. Pengertian dan Manfaat	127
B. Potensi Pupuk Organik Cair	128

C. Karakteristik Pupuk Cair.....	132
D. Standar Mutu Pupuk Organik Cair	133
E. Teknik Pembuatan Pupuk Organik Cair	133
F. Bahan Pupuk Organik Cair	137
G. Metode Pembuatan Pupuk Cair	138
H. Teknik Pembuatan Pupuk Cair	140
I. Beberapa Variasi dan Pengembangan POC	144
DAFTAR PUSTAKA.....	145
PROFIL PENULIS	150

PUPUK ORGANIK

Tinjauan Teori & Praktek

Pupuk Organik

Pupuk adalah material untuk memperbaiki kesuburan tanah karena mengandung satu atau lebih unsur hara tanaman, yang dapat menggantikan unsur hara yang habis terserap oleh tanaman. Memupuk berarti menambah unsur hara ke dalam tanah untuk digunakan oleh tanaman. Pupuk merupakan material yang ditambahkan pada media tanam, untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu berproduksi dengan baik. Pupuk adalah bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur-unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman. Tindakan mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah dengan penambahan serta pengembalian zat-zat hara secara buatan, diperlukan agar produksi tanaman tetap normal atau meningkat.

Tujuan penambahan unsur hara tersebut, memungkinkan tercapainya keseimbangan antara unsur-unsur hara yang hilang baik yang terangkut oleh panen, erosi, penguapan dan pencucian atau hilang akibat proses yang lain. Tindakan pengembalian atau penambahan unsur hara ke dalam tanah ini disebut pemupukan. Jenis pupuk yang digunakan harus sesuai kebutuhan, sehingga diperlukan metode diagnosis yang benar, agar unsur hara yang ditambahkan hanya yang dibutuhkan oleh tanaman dan yang dalam kondisi kurang di dalam tanah. Peraturan Pemerintah No. 8 Tahun 2001 tentang “Pupuk Budidaya Tanaman” mencantumkan 3 butir pertimbangan:

- a. Bahwa pupuk merupakan salah satu sarana produksi yang mempunyai peranan penting dalam peningkatan produksi dan mutu hasil budidaya tanaman;
- b. Bahwa untuk memenuhi standar mutu dan menjamin efektivitas pupuk, maka pupuk yang diproduksi harus berasal dari formula hasil rekayasa yang telah diuji mutu dan efektivitasnya;
- c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas dan sebagai pelaksanaan dari Pasal 37 Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992 tentang “Sistem Budidaya Tanaman”, perlu mengatur pupuk budidaya tanaman dengan peraturan pemerintah.

A. Pengertian Pupuk Organik

Definisi pupuk organik menurut **American Plant Food Control Officials** (AAPFCO), adalah bahan yang mengandung karbon dan satu atau lebih unsur hara selain H (hidrogen) dan O (oksigen) yang esensial untuk pertumbuhan tanaman, sedangkan menurut USDA *National Organic Program*, pupuk organik adalah jenis pupuk yang tidak mengandung bahan terlarang dan berasal dari bahan alami yaitu dari sisa tanaman atau hewan, *sewage sludge*, dan bahan non organik. Menurut USEPA, pupuk organik adalah *manure* atau kompos yang diaplikasikan ke tanaman sebagai sumber unsur hara. Berbagai definisi di atas pada intinya adalah bahwa pupuk organik mengandung unsur karbon dan unsur hara lainnya yang berkombinasi dengan karbon.

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan yang telah mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral, dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011).

Pupuk Organik, yaitu pupuk yang berasal dari sisa tanaman, hewan atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos

(humus) berbentuk cair maupun padatan yang bermanfaat antara lain memperbaiki sifat fisik tanah seperti struktur tanah, dapat meningkatkan daya menahan air, kondisi kimia tanah, dan biologi tanah, yang memiliki kriteria sebagai berikut:

- a. Untuk pupuk padatan mengandung bahan organik minimal 25%.
- b. Untuk pupuk cair mengandung senyawa organik minimal 10%.
- c. Pupuk padat mempunyai rasio C:N maksimal 15.

Pupuk organik merupakan hasil akhir dan hasil antara dari perubahan atau peruraian bagian dari sisa tanaman dan hewan. Pupuk organik berasal dari bahan organik yang mengandung berbagai macam unsur, meskipun ditandai dengan adanya nitrogen dalam bentuk persenyawaan organik, sehingga mudah diserap oleh tanaman. Menurut peraturan mentan, No. 2/Pert/HK.060/2/2006, Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik, yang berasal dari sisa tanaman hewan yang telah mengalami rekayasa berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memasok bahan organik, dan memberikan manfaat dalam memperbaiki kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah.

Pupuk organik tidak meninggalkan sisa asam anorganik di dalam tanah dan mempunyai kadar persenyawaan C-organik yang tinggi. Pupuk organik kebanyakan tersedia di alam (terjadi secara alamiah), misalnya kompos, pupuk kandang, pupuk hijau dan guano. Pupuk organik lebih ditunjukkan terhadap kandungan C-organik atau bahan organiknya dari pada kadar haranya lainnya. Nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk organik. Selain menambah unsur hara makro dan mikro di dalam tanah, pupuk organik ini pun terbukti sangat baik dalam memperbaiki struktur tanah pertanian. Pupuk organik tidak lain adalah bahan yang dihasilkan dari pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Ada beberapa kelebihan dari pupuk organik ini sehingga ia sangat disukai petani, diantaranya sebagai berikut:

1. Memperbaiki struktur tanah. Ini dapat terjadi karena organisme tanah saat penguraian bahan organik dalam pupuk bersifat sebagai perekat dan dapat mengikat butir-butir tanah menjadi butiran yang lebih besar.
2. Meningkatkan daya serap tanah terhadap air. Bahan organik memiliki daya serap yang besar terhadap air tanah. Itulah sebabnya pupuk organik sering berpengaruh positif terhadap hasil tanaman, terutama pada musim kering.
3. Memperbaiki kondisi kehidupan di dalam tanah. Hal ini terutama disebabkan oleh organisme dalam tanah yang memanfaatkan bahan organik sebagai makanan.
4. Sebagai sumber zat makanan bagi tanaman. Pupuk organik mengandung zat makan yang lengkap meskipun kadarnya tidak setinggi pupuk anorganik.

B. Karakteristik Pupuk Organik

Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa tanaman (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, sabut kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, limbah pasar, rumah tangga, dan pabrik serta pupuk hijau. Oleh karena bahan dasar pembuatan pupuk organik sangat bervariasi, maka kualitas pupuk yang dihasilkan sangat beragam sesuai dengan kualitas bahan dasar dan proses pembuatannya. Sangat penting untuk membuat kriteria dan seleksi terhadap bahan dasar pupuk organik untuk mengawasi mutunya.

Bahan dasar yang berasal dari sisa tanaman dapat dipastikan sedikit mengandung bahan berbahaya seperti logam berat misalnya Pb, Cd, Hg, dan As. Pupuk organik serta pupuk kandang, limbah industri, dan limbah kota cukup mengkhawatirkan karena disinyalir banyak mengandung bahan berbahaya logam berat dan asam-asam fenolat yang dapat mencemari lingkungan dan meracuni tanaman.

Beberapa bahan berbahaya ini justru terkonsentrasi dalam limbah cair dan produk akhir pupuk selama proses pengomposan.

Untuk itu sangat diperlukan aturan untuk menyeleksi penggunaan bahan dasar pupuk organik yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3). Komposisi hara dalam pupuk organik sangat tergantung dari sumber asal bahan dasar. Menurut sumbernya, pupuk organik dapat diidentifikasi berasal dari kegiatan pertanian dan non pertanian. Dari pertanian dapat berupa sisa panen dan kotoran ternak, sedangkan dari non pertanian dapat berasal dari sampah organik kota, limbah industri, dan sebagainya. Kotoran hewan yang berasal dari usaha tani antara lain adalah ayam, sapi, kerbau, babi, dan kambing. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan sangat bervariasi tergantung pada umur hewan, jumlah, dan jenis makanannya. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah dari pada pupuk anorganik.

Oleh karena itu, dosis pemberian pupuk kandang jauh lebih besar dari pada pupuk anorganik. Selain sebagai sumber hara, pupuk organik berfungsi juga sebagai pembenah tanah. Pupuk kandang selain mengandung hara-hara yang dibutuhkan oleh tanaman juga mengandung asam-asam humat, fulvat, hormon tumbuh, dan lain-lain yang bersifat memacu pertumbuhan tanaman sehingga serapan hara oleh tanaman meningkat. Komposisi hara dalam sisa tanaman sangat spesifik dan bervariasi, tergantung dari jenis tanaman.

Pada umumnya rasio C/N sisa tanaman bervariasi dari 80:1 pada jerami gandum hingga 20:1 pada tanaman legum. Sekam padi dan jerami mempunyai kandungan silika sangat tinggi namun berkadar nitrogen rendah. Sisa tanaman legum seperti kacang kedelai dan kacang tanah, mengandung nitrogen cukup tinggi. Jerami padi, tandan kosong kelapa sawit, kentang, dan ubi jalar mengandung kalium yang tinggi. Kandungan Ca tanaman yang tinggi dijumpai diantaranya pada tanaman kacang tanah. Kandungan unsur kimia dan logam berat dari limbah cair industri sangat bervariasi tergantung jenis industri. Limbah dari industri makanan relatif rendah logam beratnya, namun uji mutu tetap perlu dilakukan untuk menjamin

kualitas limbah. Limbah dari peternakan umumnya mengandung hara lebih tinggi dan sedikit logam berat, sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik.

Limbah dari industri oli dan beverage mengandung logam berat cukup tinggi sehingga tidak direkomendasikan sebagai pupuk organik. Komposisi fisika, kimia, dan biologi pupuk organik sangat bervariasi dan manfaatnya bagi tanaman tidak secara langsung terlihat, serta respons tanaman relatif lambat. Pupuk organik diperlukan dalam dosis yang relatif tinggi (minimal $2t\ ha^{-1}\ MT^{-1}$). Selain mempunyai fungsi sebagai sumber hara dan pembenah tanah, terdapat dampak negatif yang harus diwaspadai dari penggunaan pupuk organik diantaranya adalah: a) penggunaan pupuk organik dengan bahan yang sama secara terus menerus dapat menimbulkan ketidakseimbangan hara; b) penggunaan kompos yang belum matang dapat mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman; dan c) kemungkinan adanya kandungan logam berat yang melebihi ambang batas.

C. Peranan Pupuk Organik

Berbeda dengan pupuk kimia buatan yang hanya menyediakan satu sampai beberapa jenis hara saja, pupuk organik mempunyai peran penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Meskipun kadar hara yang dikandung pupuk organik relatif rendah, namun peranan terhadap sifat kimia tanah, jauh melebihi pupuk kimia buatan. Peranan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah adalah sebagai (a) penyedia hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn dan Fe), (b) meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, (c) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun seperti Al, Fe dan Mn sehingga logam-logam ini tidak meracuni. Peranan pupuk organik terhadap sifat fisika tanah antara lain adalah (a) memperbaiki struktur tanah karena bahan organik dapat “mengikat” partikel tanah menjadi agregat

yang mantap, (b) memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air (*water holding capacity*) tanah menjadi lebih baik dan pergerakan udara (*aerose*) di dalam tanah juga menjadi lebih baik, dan (c) mengurangi (*buffer*) fluktuasi suhu tanah. Peranan pupuk organik terhadap sifat biologi tanah adalah sebagai sumber energi dan makanan bagi mikro dan meso fauna tanah. Dengan cukupnya tersedia bahan organik maka aktivitas organisme tanah meningkat yang juga meningkatkan ketersediaan hara, siklus hara tanah, dan pembentukan pori mikro dan makro tanah oleh makro organisme seperti cacing tanah, rayap, colembola. Pupuk kimia buatan hanya mampu menyediakan satu (pupuk tunggal) sampai beberapa jenis (pupuk majemuk) hara tanaman, namun tidak menyediakan senyawa karbon yang berfungsi memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Dengan demikian penggunaan pupuk anorganik yang tidak diimbangi dengan pemberian pupuk organik dapat merusak struktur tanah dan mengurangi aktivitas biologi tanah.

D. Proses Transformasi Pupuk Organik Dalam Tanah

Pupuk organik ataupun bahan organik biasa dipergunakan dalam sistem pertanian di Indonesia, terutama pada sistem pertanian sayuran dataran tinggi. Jenis pupuk yang umum di pasaran adalah pupuk organik granul dengan bahan baku utama pupuk kandang sapi/ayam, jerami, ataupun tandan kosong kelapa sawit, dan dilengkapi dengan filler yang dapat berupa kapur, P-alam, gipsum, ataupun abu sekam. Sedangkan jenis bahan organik yang umum tersedia di lapangan meliputi sisa panen (jerami, brangkas jagung, sisa tanaman sayuran seperti kubis, dan brokoli), pupuk kandang (ayam, sapi, kambing, dan kuda), pupuk hijau (*tithonia*, *sesbania*, dan legum).

Sumber organik tersebut akan mengalami perombakan yang merubah dari bentuk organik menjadi bentuk mineral dan komponen lainnya. Salah satu bentuk perubahan tersebut berupa mineralisasi

dan immobilisasi yang terjadi secara simultan ketika bahan tersebut diaplikasikan ke dalam tanah, dimana proses tersebut tergantung pada komposisi bio-kimia bahan, aktivitas biologi tanah, dan faktor abiotik. Diantara parameter sifat bahan organik yang sangat berpengaruh terhadap proses perubahan adalah C/N rasio dan kadar N. Hal ini sesuai dengan hasil laporan penelitian diperoleh bahwa rasio C/N dan kadar N dari residu tanaman sering menjadi faktor pendorong proses dekomposisi. Selanjutnya sifat bio-kimia bahan organik seperti lignin, polyphenol, kadar selulosa atau kombinasinya kadang bisa berpengaruh terhadap pola mineralisasi yang lebih baik. Selain mempercepat terjadinya proses mineralisasi, kadar nitrogen juga menjadi isu lingkungan karena jumlah yang dilepaskan dan kecepatan mineralisasinya.

Dari hasil observasi, kecepatan net mineralisasi N ($\text{kg N hari}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) untuk jerami padi nilai rata-rata $-0.091 \text{ kg N hari}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ dan $2.28 \text{ kg N hari}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ untuk pukan ayam. Untuk jerami padi terdapat tendensi remineralisasi dari N yang diimmobilisasi setelah 70 hari inkubasi. Residu brokoli memiliki relatif net N mineralisasi yang tertinggi (68,1% dari total N), dimana secara signifikan paling tinggi dibanding dengan sumber bahan organik lainnya, kemudian disusul oleh pukan ayam (47,3% dari total N yang diaplikasikan). Lebih rendah nilai relatif mineralisasi N yang berasal dari pukan sapi dan kambing, bahkan kompos tithonia yang sudah matang hampir melepaskan N dalam jumlah N yang sangat sedikit (hanya 2,6%). Residu tanaman sisa panen brokoli dan kubis lebih mudah terdekomposisi dibanding jerami dan kompos tithonia.

Demikian juga sumber dan jenis pupuk kandang memiliki perbedaan komposisi yang menonjol. Komponen yang paling menonjol itulah yang berpengaruh terhadap kecepatan mineralisasi. Koefisien korelasi merupakan indikator untuk mengukur hubungan antara relatif mineralisasi N dan karakteristik bahan organik terpilih. Diantara beberapa jenis pupuk kandang, pukan ayam lalu pukan sapi yang

paling sering dipergunakan oleh petani sayuran. Relatif net N mineralisasi diperoleh 47% dari total N yang ditambahkan, nilai ini setara dengan hasil penelitian yakni antara 40% dan 60% N yang dilepaskan dalam periode 3 sampai 4 bulan, serta memperoleh 61% dalam periode yang sama.

Pukan sapi juga umum dipergunakan oleh petani, tetapi pelepasan relatif N (17% dari total N) adalah jauh lebih rendah dari pukan ayam. N yang dilepaskan oleh pukan sapi hampir sama, dimana mineralisasi N selama musim tanam sekitar 21% dari bahan segar dan 11% dari kompos pukan sapi. N mineralisasi dari pukan kambing hampir sama dengan pukan sapi, tetapi ada yang melaporkan lebih rendah, yakni hanya mendapatkan 30% pukan kambing, melepaskan N dalam empat bulan pertama. Penggunaan residu tanaman sisa panen kubis-kubisan dapat menyumbangkan 150-200 kg N ha⁻¹ memperoleh 104 dan 36 kg N ha⁻¹ atau setara 68 dan 24% dari total N dari residu brokoli dan kubis. Mineralisasi 60% dari daun brokoli dan kubis merah dalam waktu 15 minggu inkubasi.

Tithonia adalah tanaman perdu liar yang dapat tumbuh di sekitar lahan pertanian. Persentase dari N termineralisasi dari bahan organik secara positif berkorelasi dengan total N dan N-organik. Sebenarnya mineralisasi adalah sebuah proses N mineralisasi yang kompleks yang tidak hanya di pengaruhi oleh kadar N. Tentu saja telah dilaporkan bahwa faktor seperti lignin, selulose, polyphenols, dan kombinasinya dengan kadar N misalnya akan memperjelas hal tersebut dibandingkan bila hanya dengan kadar N dan C/N rasio. Beberapa peneliti mendapati korelasi negatif antara mineralisasi N dan kadar lignin, dan kadar hemiselulose. Selain itu telah diperoleh nilai korelasi yang lebih besar antara mineralisasi N dengan fraksi larut air ($r = 0,792$, $P < 0,01$) dan fraksi lignin ($r = -0,789$; $P < 0,01$) untuk pukan.

E. Hasil-Hasil Penelitian Peranan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas Tanaman

Terdapat korelasi positif antara kadar bahan organik dan produktivitas tanaman padi sawah dimana makin rendah kadar bahan organik, makin rendah produktivitas lahan. Bahan organik berperan sebagai penyangga biologi tanah, sehingga tanah dapat menyediakan hara dalam jumlah berimbang untuk tanaman. Tanah miskin bahan organik akan berkurang kemampuan daya sangga terhadap pupuk, sehingga efisiensi pupuk anorganik berkurang karena sebagian besar pupuk akan hilang dari lingkungan perakaran. Mengingat pentingnya peranan bahan organik terhadap kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah, maka pengelolaan hara harus dilakukan secara terpadu dimana pemberian pupuk anorganik berdasarkan uji tanah dikombinasikan dengan pemupukan organik.

Hasil penelitian pengaruh jerami selama enam musim di tanah Latosol di Cicurug Sukabumi menunjukkan, bahwa pemberian jerami meningkatkan hasil padi dan efisiensi pupuk N dan P. Pemupukan urea 200 kg ha^{-1} dan TSP $150 \text{ kg ha}^{-1} + 5 \text{ t}$ jerami menghasilkan gabah sekitar 7 t ha^{-1} dan meningkatkan efisiensi pupuk N dan P. Pemanfaatan tanaman legum yang mempunyai kemampuan memfiksasi N_2 udara seperti *Crotalaria juncea*, *Azolla microphylla*, dan *Sesbania rostrata* di lahan sawah menunjukkan peningkatan hasil yang nyata. Pembenanaman *Sesbania rostrata* (berumur 45 hari) yang tahan terhadap genangan dan membentuk bintil pada batangnya dapat menyumbangkan biomassa $12,5 \text{ t ha}^{-1}$ setara dengan 75 kg N ha^{-1} atau mensubstitusi lebih dari 50% dosis anjuran urea. Demikian pula dengan *Azolla microphylla* yang ditumbuhkan bersama-sama padi sawah dan ditanamkan secara berkala dapat menyumbang sekitar 40 t biomassa setara dengan 60 kg N ha^{-1} serta meningkatkan KTK dan C-organik tanah.

Penelitian pengaruh pupuk organik granul dan curah terhadap tanaman caisim, menunjukkan bahwa perlakuan dosis $\frac{1}{2}$ NPK yang

dikombinasikan dengan pupuk organik granul dan curah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun 4 MST dan produksi caisim. Aplikasi pupuk organik curah dengan dosis 150 kg ha^{-1} yang dikombinasikan dengan NPK tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan POG dosis 500 kg yang dikombinasikan dengan NPK terhadap produksi caisim. Berdasarkan uraian di atas dapat dikemukakan bahwa aplikasi pupuk organik curah mempunyai efektivitas yang lebih baik atau relatif sama dengan pupuk organik granul.

Pada tanaman caisim yang berumur pendek (1 bulan), pupuk organik curah memberikan kecenderungan pengaruhnya lebih baik dari pupuk organik granul. Hal ini karena pupuk organik curah mempunyai luas permukaan kontak antara pupuk dan tanah lebih tinggi dari pupuk organik granul sehingga perbaikan sifat kimia, fisik dan biologi tanah lebih baik dari pupuk organik yang berbentuk granul, demikian juga penyediaan hara juga lebih cepat untuk mendukung kebutuhan hara tanaman. Hasil penelitian terhadap penggunaan pupuk 75% dari dosis rekomendasi NPK yang dikombinasikan dengan 2 t ha^{-1} POG tidak berbeda nyata dengan perlakuan NPK standar terhadap parameter jumlah dan berat malai, berat basah dan kering gabah serta berat basah dan kering jerami dan memberikan nilai RAE 90,1.

Hal tersebut bahwa dengan penambahan pemberian POG sebanyak 2 t ha^{-1} dapat mengefisienkan pemakaian pupuk anorganik NPK sebesar 25%. Uji efektivitas pupuk organik berbentuk granul dan curah terhadap tanaman padi sawah menunjukkan bahwa pupuk organik berpengaruh nyata terhadap peningkatan produktivitas tanaman. Pupuk organik yang dikombinasikan dengan $\frac{3}{4}$ NPK nyata meningkatkan produksi padi sawah dibanding dengan kontrol lengkap dan tidak berbeda nyata dengan pupuk standar. Perlakuan pupuk organik baik granul atau curah tanpa pupuk NPK memberikan produksi padi sawah lebih rendah dari pupuk standar. Hal ini

menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik baik granul atau curah harus dikombinasikan dengan pupuk NPK untuk meningkatkan produksi padi sawah. Sejalan dengan data bobot gabah kering, perlakuan $\frac{3}{4}$ NPK + POG-1200 memberikan nilai RAE tertinggi yaitu sebesar 114% dan perlakuan $\frac{3}{4}$ NPK + POG-600 memberikan nilai RAE 110%. Berdasar nilai RAE maka perlakuan tersebut efektif meningkatkan bobot gabah kering.

F. Kebutuhan Pupuk Organik

Pemanfaatan pupuk kandang untuk padi sawah jumlahnya jauh lebih sedikit dari pada untuk lahan kering (pangan dan sayuran). Jumlah maksimum pupuk kandang yang umum dipergunakan petani padi sawah < 2 t pakan ha^{-1} , sedangkan petani sayuran mencapai 25-75 t ha^{-1} . Hasil-hasil penelitian aplikasi pupuk kandang pada lahan sawah yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk organik dalam kisaran 2-20%. Pupuk organik mempunyai kandungan hara yang rendah, maka bahan/pupuk organik memerlukan 15-25 kali lebih berat untuk menyediakan hara yang sama jumlahnya dengan hara yang disediakan dari pupuk kimia buatan.

Dalam 4 t jerami terkandung sekitar 30 kg N, 2 kg P, 93 kg K, 10 kg Ca, 6 kg Mg, 1 kg S, dan sejumlah unsur mikro Fe, Mn, Zn, Si, Cu, B, Cl, Cu. Apabila semua jerami tersebut dikembalikan untuk tanaman, maka jerami akan dapat mengembalikan hara setara dengan pemberian 50 kg N, 12 kg SP36, dan hampir 180 kg KCl, walaupun sebagian dari unsur tersebut hilang melalui beberapa proses fisik, kimia, dan biologi sehingga tidak dapat dimanfaatkan tanaman. Apabila tanaman padi sawah memerlukan penambahan 250 kg urea, 75 kg SP36, dan 100 kg KCl maka masih diperlukan tambahan sekitar 200 kg urea, dan 63 kg SP-36.

Sedangkan hampir semua kebutuhan K akan dapat dipenuhi dari jerami, terutama bila tanah mempunyai status K tinggi. Apabila

semua hara untuk padi tersebut dipenuhi dari pupuk kandang sapi, maka dengan kandungan hara pupuk kandang 0,65% N, 0,15% P, dan 0,3% K diperlukan sebanyak kurang lebih 19 t ha⁻¹ pupuk kandang sapi atau 8 t ha⁻¹ pupuk kandang ayam. Namun di dalam 19 t pupuk kandang sapi tersebut, selain 114 kg N terkandung pula sekitar 28 kg P, 57 kg K, 23 kg Ca, 19 kg Mg, dan 17 kg S. Dalam 8 t pupuk kandang ayam, selain 120 kg N, terkandung pula sekitar 56 kg P, 71 kg K, 24 kg Ca, 70 kg Mg, dan 2,4 kg S. Namun pada umumnya petani, terutama untuk padi sawah hanya mampu menyediakan sekitar 2-5 t pupuk kandang (berat basah; dengan kadar air sekitar 60%).

Dengan demikian untuk tanaman padi, jagung, dan tanaman biji-bijian lainnya pupuk kandang hanya mampu menjadi suplemen (pelengkap), sehingga penambahan pupuk buatan masih diperlukan. Untuk areal yang relatif kecil dan tanaman yang bernilai ekonomi tinggi seperti sayuran, petani malah menggunakan pupuk kandang sampai 30 t ha⁻¹. Namun untuk padi yang nilai jualnya relatif rendah, penggunaan pupuk organik dalam jumlah tinggi (memenuhi seluruh kebutuhan hara tanaman) hanya dapat dilakukan oleh sejumlah kecil petani saja, misalnya dalam sistem budidaya pertanian organik.

G. Inovasi Teknologi Pupuk Organik

Pupuk organik yang beredar di pasaran umumnya mempunyai kandungan hara yang rendah dan penyediaan hara yang lambat dibandingkan pupuk anorganik (buatan pabrik). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kandungan hara dalam pupuk organik, diperlukan formulasi pupuk dengan pengkayaan bahan mineral dan bahan hijauan seperti *Tithonia diversifolia* yang mempunyai kadar hara N, P, dan K tinggi. Bahan mineral tersebut dapat berupa fosfat alam dan dolomit yang merupakan bahan alami yang mengandung hara makro dan mikro serta harganya lebih murah.

Penggunaan *Tithonia* sebagai sumber pupuk dapat direkomendasikan untuk sayuran organik, karena merupakan bahan insitu,

mudah tumbuh, dan mengandung hara N, P, dan K yang cukup tinggi. Kandungan N tanaman berkisar antara 1,46-4,0%; K sebesar 1,8-5,1%; dan P sebesar 0,3-1,3%. Produk pupuk organik dari Balai Penelitian Tanah yaitu Tithoganic, POG, dan POG plus. Tithoganic merupakan pupuk organik yang diperkaya dengan bahan hijauan *Tithonia diversifolia*, fosfat alam/dolomit diharapkan dapat meningkatkan kadar hara dan kualitas pupuk organik selain dapat mempercepat proses pengomposan, bersifat *slow release*, dan mengurangi dosis aplikasi.

Tithoganic berbentuk curah dan granul dengan kandungan hara sebagai berikut: C-organik 20-35%; C/N 15-25%; pH 6- 8; kadar P₂O₅ 2-4%; K₂O 2-4%; Ca 3-4%; Mg 0,5-2%; kadar air pupuk granul sekitar 3-15% dan curah 7-20%. Retensi air 20% dan stabilitas agregat 20%, sedangkan dari segi karakteristik biologi mampu meningkatkan respirasi tanah. Keunggulan dari Tithoganic mampu mengefisienkan dosis pupuk organik sampai 50% dengan efek yang sama, meningkatkan efisiensi pemupukan sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik 30%. Pupuk organik curah dan granul plus diformulasi untuk mengatasi permasalahan rendahnya kualitas pupuk organik granul yang banyak beredar di masyarakat saat ini.

Pada saat ini banyak bermunculan berbagai jenis pupuk organik umumnya dalam bentuk granul maupun cair yang kualitas dan efektivitasnya terhadap tanaman bervariasi. Agar penggunaan pupuk organik berdaya guna maka perlu di standarisasi oleh pemerintah. Pembinaan produsen pupuk organik dan pengawasan mutu pupuk organik perlu dilakukan secara intensif agar petani tidak dirugikan dan produktivitas tanaman dapat di tingkatkan.

Dalam upaya penertiban dan pengawasan kualitas pupuk organik yang beredar di pasaran, Kementerian Pertanian telah menerbitkan Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah. Dalam keputusan tersebut ditetapkan bahwa semua pupuk

organik dan pembenah tanah yang akan diedarkan di pasaran harus mempunyai nomor pendaftaran. Untuk tujuan tersebut, perlu dilakukan uji mutu di laboratorium dan efektivitas pupuk di lapangan agar setiap pupuk yang beredar mempunyai mutu yang sesuai dengan standar mutu dan efektif meningkatkan hasil tanaman dan atau memperbaiki kesuburan tanah.

H. Peluang Pengembangan Pupuk Organik

Indonesia tergolong daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi, tingkat perombakan bahan organik berjalan relatif cepat, sehingga pupuk organik diperlukan dalam jumlah besar. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam pengangkutan, dan pengadaannya. Terlebih bila pupuk organik tersebut harus didatangkan dari tempat yang cukup jauh. Kadar hara dalam pupuk organik relatif rendah dan sangat bervariasi, sehingga manfaatnya bagi tanaman berlangsung dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik sebaiknya harus dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan takaran yang lebih rendah. Apabila hanya menggunakan pupuk organik saja dikhawatirkan produktivitas tanah dan tanaman akan terus merosot, karena tanaman menguras hara dalam tanah tanpa pengembalian unsur hara dari pupuk yang memadai.

Penggunaan pupuk organik dengan bahan yang sama terus-menerus juga akan menimbulkan ketidakseimbangan hara dalam tanah sehingga dapat terjadi akumulasi hara K dan defisiensi Mg. Penggunaan pupuk organik dengan C/N rasio tinggi dan belum matang dapat menimbulkan kekahatan N. Beberapa bahan dasar pembuatan pupuk organik yang terdiri atas bahan-bahan berserat panjang dan keras dapat menyulitkan proses produksinya. Untuk itu diperlukan alat pengolah/pemotong (*chopper*) agar menjadi lebih kecil atau pendek sehingga mudah dikomposkan. Selain itu,

pupuk organik dapat membawa patogen dan telur serta serangga yang mengganggu tanaman.

Pupuk kandang sering kali mengandung benih gulma atau bibit penyakit bagi manusia. Pupuk kandang juga mempunyai bau yang tidak enak bagi lingkungan, meskipun tidak beracun. Sedangkan pupuk hijau kadang-kadang dapat menimbulkan alelopati bagi tanaman pokok. Pupuk organik terutama yang berasal dari sampah kota atau limbah pabrik bisa mengandung logam berat. Jika pupuk tersebut digunakan pada tanah berdrainase buruk akan menimbulkan akumulasi logam berat dan metan yang dapat berbahaya bagi ternak dan manusia, baik langsung maupun melalui tanaman yang menyerap logam berat tersebut. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, maka strategi yang dapat dilakukan untuk mendorong implementasi penggunaan pupuk organik adalah:

- a. Menerapkan teknologi yang relatif murah dan mudah dikerjakan petani, misalnya dengan pengadaan pupuk organik insitu secara *alley cropping*, *strip cropping*, ataupun menanam *cover crop*, dan mengembalikan sisa panen ke lahan usaha taninya.
- b. Mendorong tumbuhnya industri kecil, yaitu industri pupuk organik di daerah sentra produksi yang mempunyai bahan baku melimpah, untuk mengatasi masalah yang ada terutama pe-
ngangkutan karena
- c. Jumlah pupuk organik yang diperlukan relatif besar jumlahnya.
- d. Kebijakan pemerintah memberikan bantuan alat untuk membuat pupuk organik dan atau mikroba dekomposer agar mempercepat proses pengomposan kepada kelompok tani di sentra usaha tani lahan sawah maupun lahan kering.
- e. Melaksanakan pengawasan mutu pupuk organik dan menerapkan standar mutu pupuk organik yang ramah lingkungan.

I. Jenis Pupuk Organik

1. Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kandang ternak, baik berupa kotoran padat (*feses*) yang bercampur sisa makanan maupun air kencing (*urine*). Itulah itulah sebabnya pupuk kandang terdiri dari dua jenis, yaitu padat dan cair. Kadar hara kotoran ternak berbeda karena masing-masing ternak mempunyai sifat khas tersendiri. Makanan masing-masing ternak berbeda, padahal makanan sangat menentukan kadar hara. Jika makanan yang diberikan kaya hara N,P, dan K maka kotorannya pun akan kaya zat tersebut.

Pupuk kandang yang digunakan petani merupakan campuran dari kotoran padatan, air kencing, amparan dan sisa pakan. Komposisi amparan sangat mempengaruhi mutu dan harga terutama pada pupuk kandang unggas, sebab makin banyak bahan amparan mengakibatkan bahan padatan kotoran unggas makin sedikit. Untuk tanaman berumur pendek, maka pupuk kandang unggas lebih disarankan, karena lebih cepat bereaksi sekaligus lebih cepat habis. Sedangkan untuk tanaman berumur panjang disarankan pupuk kandang ternak ruminansia, meskipun reaksinya lambat namun dapat bertahan relatif lama.

2. Pupuk Hijau

Disebut pupuk hijau karena yang dimanfaatkan sebagai pupuk adalah hijauan, yaitu bagian-bagian seperti daun, tangkai, dan batang tanaman tertentu yang masih muda. Tujuannya, untuk menambah bahan organik dan unsur-unsur lainnya ke dalam tanah, terutama nitrogen. Pupuk hijau merupakan bahan hijauan yang ditanamkan ke dalam tanah untuk mempertahankan dan meningkatkan kemampuan tanah bereproduksi. Pupuk hijau memberikan beberapa keuntungan: 1) menyuplai bahan organik bagi tanah, 2) menambah nitrogen ke tanah, 3) merupakan makanan bagi mikroorganisme,

4) mengawetkan dan juga meningkatkan ketersediaan bahan organik. Sifat-sifat yang digunakan untuk tanaman sebagai sumber pupuk hijau adalah: 1) cepat tumbuh, 2) tanaman bagian atau banyak dan suklen, 3) tanaman tersebut sanggup tumbuh pada tanah yang kurang subur.

3. Kompos (Bokashi)

Kompos atau juga disebut bokashi merupakan istilah untuk pupuk organik buatan manusia yang dibuat dari proses pembusukan sisa-sisa buangan makhluk hidup (tanaman maupun hewan). Proses pembuatan kompos dapat berjalan secara aerob maupun anaerob yang saling menunjang pada kondisi lingkungan tertentu. Secara keseluruhan, proses ini disebut dekomposisi. Kompos merupakan hasil perombakan bahan organik oleh mikroba dengan hasil akhir adalah kompos. Pengomposan merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah padat organik yang banyak tersedia di sekitar kita.

Dari sisi kepentingan lingkungan, pengomposan dapat mengurangi volume sampah di lingkungan kita, karena sebagian besar sampah tersebut adalah sampah organik. Ditinjau dari sisi ekonomi, pengomposan sampah padat organik berarti, bahwa barang yang semula tidak memiliki nilai ekonomis dan bahkan memerlukan biaya yang cukup mahal untuk menanganinya dan sering menimbulkan masalah sosial, ternyata dapat diubah menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis. Pemberian pupuk kompos memungkinkan bahan organik dapat dipertahankan pada tingkat yang lebih tinggi. Pupuk kompos berpengaruh nyata pada sifat fisik dan biologi tanah. Kompos yang baik adalah kompos yang sudah mengalami pelapukan dengan ciri-ciri warna yang berbeda dengan warna bahan pembentuknya, tidak berbau, kadar air rendah, dan mempunyai suhu ruang.

Tabel 1. Manfaat Kompos Bagi Tanah dan Tanaman

Manfaat pupuk organik kompos	
1	Menyediakan unsur hara bagi tanaman
2	Menggemburkan tanah
3	Memperbaiki struktur dan tekstur tanah
4	Meningkatkan porositas, aerasi, dan kehidupan mikro organisme tanah
5	Meningkatkan daya ikat air
6	Memudahkan pertumbuhan akar
7	Menyimpan air tanah lebih lama
8	Meningkatkan efisiensi pupuk anorganik
9	Dapat digunakan untuk bentuk penggunaan lahan pertanian, perkebunan, dan reklamasi lahan kritis

Kompos memiliki keunggulan dibandingkan pupuk kimia, karena memiliki sifat-sifat seperti berikut:

1. Mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap, walaupun dalam jumlah yang sedikit.
 2. Dapat memperbaiki struktur tanah dengan cara sebagai berikut:
 - a. Meningkatkan daya serap tanah terhadap air dan zat hara.
 - b. Memperbaiki kehidupan mikroorganisme di dalam tanah dengan cara menyediakan bahan makanan bagi mikroorganisme tersebut.
 - c. Memperbesar daya ikat tanah berpasir, sehingga tidak mudah terpencair.
 - d. Memperbaiki drainase dan tata udara di dalam tanah.
 - e. Membantu proses pelapukan bahan mineral.
 - f. Melindungi tanah terhadap kerusakan yang disebabkan erosi.
 - g. Meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK)
 - h. Menurunkan aktivitas mikroorganisme tanah yang merugikan.
- Kandungan utama dengan kadar tertinggi dari kompos adalah bahan organik yang mujarab dan terkenal manjur untuk memperbaiki kondisi tanah. Unsur lain dalam kompos

yang variasinya cukup banyak walaupun kadarnya rendah adalah nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium.

4. Humus

Humus adalah sisa tumbuhan berupa daun, akar, cabang, dan batang yang sudah membusuk secara alami lewat bantuan mikro organisme (di dalam tanah) dan cuaca (di atas tanah). Lapisan tanah atas kawasan hutan banyak terbentuk humus. Humus mempunyai ciri khas yaitu berwarna hitam sampai coklat tua. Sifatnya tidak berbeda dengan kompos, yaitu mudah mengikat air dan gembur, itu sebabnya humus sangat berguna bagi tanah yang mengalami masalah dalam kesuburannya. Pupuk alam hasil pembusukan secara alami ini pun sudah dilengkapi dengan unsur N,P,K.

5. Kotoran Burung Walet (Guano)

Pupuk kotoran burung walet yang lazim disebut guano merupakan kotoran dari jenis burung liar. Menurut penelitian, kotoran burung walet banyak mengandung unsur hara bagi tanaman karena berisi biji-bijian yang berasal dari tanaman. Salah satu kotoran burung yang sangat terkenal hingga saat ini adalah kotoran walet. Pupuk ini kaya akan hara seperti nitrogen 8-13%, fosfor 5-12%, kalium 1,5-2,5%.

6. Pupuk Organik Granul

Pupuk organik granul dibuat kalau pupuk organik tersebut akan diperjual belikan. Bentuk granul lebih 'manis' daripada bentuk curah. Granul juga dibuat untuk memudahkan aplikasi. Di perkebunan besar aplikasi pupuk sering menggunakan aplikator. Bentuk yang baik untuk aplikator adalah bentuk granul. Granul dibuat untuk memudahkan transportasi. Massa granul lebih ringan daripada bentuk curah, sehingga memudahkan dan mengurangi biaya transportasi. Bentuk granul juga lebih mudah ditaburkan daripada bentuk curah.

7. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair kebanyakan diaplikasikan melalui daun atau disebut sebagai pupuk cair foliar yang mengandung hara makro dan mikro esensial (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn, dan bahan organik). Pupuk organik cair selain dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, juga membantu meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan kualitas produk tanaman, mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan sebagai alternatif pengganti pupuk kandang.

J. Manfaat Pupuk Organik

Pupuk organik berbeda dengan pupuk kimia buatan. Manfaat dari pupuk organik adalah untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang banyak memiliki peranan penting di dalam tanah. Bahan organik tanah menjadi salah satu indikator kesehatan tanah karena memiliki beberapa peranan kunci di tanah. Peranan-peranan kunci bahan organik tanah dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

- a. Fungsi Biologi:
 - menyediakan makanan dan tempat hidup (habitat) untuk organisme (termasuk mikroba) tanah
 - menyediakan energi untuk proses-proses biologi tanah
 - memberikan kontribusi pada daya pulih (resiliansi) tanah
- b. Fungsi Kimia:
 - merupakan ukuran kapasitas retensi hara tanah
 - penting untuk daya pulih tanah akibat perubahan pH tanah
 - menyimpan cadangan hara penting, khususnya N dan K
- c. Fungsi Fisika:
 - mengikat partikel-partikel tanah menjadi lebih remah untuk meningkatkan stabilitas struktur tanah
 - meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air
 - perubahan moderate terhadap suhu tanah

Fungsi-fungsi bahan organik tanah ini saling berkaitan satu dengan yang lain. Sebagai contoh bahan organik tanah menyediakan nutrisi untuk aktivitas mikroba yang juga dapat meningkatkan dekomposisi bahan organik, meningkatkan stabilitas agregat tanah, dan meningkatkan daya pulih tanah. Cara sederhana untuk melihat peranan pupuk organik, dalam hal ini kompos, adalah sebagai berikut. Jika tanah berpasir diberi kompos, maka tanah berpasir akan menjadi lebih gembur/remah, agregat tanah terbentuk, dan tanaman dapat tumbuh lebih baik. Demikian pula jika tanah liat diberi kompos. Sifat fisik tanah akan menjadi lebih gembur dan remah, tanah akan berkurang 'kelengketannya' dan tanaman dapat tumbuh lebih baik. Penggunaan pupuk organik akan meningkatkan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Penggunaan pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk kimia dapat mengurangi dosis pupuk kimia. Serapan hara tanaman meningkat dan produksinya pun cenderung menjadi lebih tinggi.

Pupuk Kandang

A. Pengertian Pupuk Kandang

Pupuk kandang (pukan) didefinisikan sebagai semua produk buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik, dan biologi tanah. Apabila dalam memelihara ternak tersebut diberi alas seperti sekam pada ayam, jerami pada sapi, kerbau dan kuda, maka alas tersebut akan dicampur menjadi satu kesatuan dan disebut sebagai pukan pula. Beberapa petani di beberapa daerah memisahkan antara pukan padat dan cair.

Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari campuran kotoran ternak dan urine serta sisa-sisa makanan yang tidak dihabiskan dan umumnya berasal dari ternak sapi, ayam, kerbau, kuda babi dan kambing. Pupuk kandang selain hara makro seperti N, P dan K, pupuk kandang juga mengandung unsur hara mikro seperti Zn, Bo, Mn, Cu, dan Mo. Penanaman tanaman pertanian dapat menyebabkan hilangnya unsur-unsur hara esensial melalui panen, apalagi bila diusahakan secara terus menerus. Dengan demikian kesuburan suatu tanah akan menurun secara terus-menerus, sehingga mencapai suatu keadaan dimana penambahan unsur hara melalui pemupukan mutlak diperlukan untuk memperoleh hasil pertanian yang menguntungkan. Pupuk kandang mempunyai beberapa sifat yang lebih baik dari pupuk alami lainnya maupun

pupuk buatan, yaitu sebagai sumber hara makro dan mikro, dapat meningkatkan daya menahan air serta banyak mengandung mikro-organisme.

Penguraian bahan organik oleh mikroorganisme di dalam tanah akan membentuk produk yang mempunyai sifat sebagai perekat yang mengikat butiran pasir menjadi butiran yang lebih besar, sehingga tanah pasir lebih baik. Selanjutnya dikatakan bahwa pada tanah berat, penguraian tersebut akan mengurangi ikatan bagian dari tanah menjadi kurang kuat dan memudahkan pada saat pengolahan serta sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Lebih lanjut dikemukakan bahwa penguraian tersebut dapat meningkatkan kadar humus, sehingga sifat fisik tanah akan lebih baik dengan oksigen tanah yang cukup.

Pupuk kandang yang diberikan secara teratur ke dalam tanah dapat meningkatkan daya menahan air, sehingga terbentuk air tanah yang bermanfaat, karena akan memudahkan akar-akar tanaman menyerap unsur hara bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Persentase unsur hara makro dan mikro pupuk kandang dipengaruhi oleh macam hewan dan makanan yang diberikan. Selain itu jenis bahan yang digunakan sebagai alas kandang yang tercampur dengan pupuk tersebut juga mempengaruhi nilai dan susunan hara pupuk kandang. Hewan yang kotorannya sering digunakan untuk pupuk kandang adalah hewan yang bisa dipelihara oleh masyarakat, seperti kotoran sapi, kambing, dan ayam.

Kandungan unsur hara dari ketiga jenis hewan ini pun berbeda-beda, sapi memiliki kandungan Nitrogen sebesar 0,4%, Fosfor 0,2%, dan Kalium 0,1%. Sedangkan kambing memiliki kandungan Nitrogen sebesar 0,6%, Fosfor 0,3%, dan Kalium 0,17%, serta ayam memiliki kandungan Nitrogen sebesar 1%, Fosfor 0,8%, dan Kalium 0,4%. Perbedaan kandungan unsur hara ini disebabkan oleh beberapa faktor yakni jenis hewan, jenis makanan yang diberikan serta umur dari ternak itu sendiri. Beberapa alasan dari penggunaan pupuk

kandang yang berasal dari kotoran sapi, kambing dan ayam sebagai pengganti pupuk kimia dikarenakan bahannya mudah diperoleh, mempunyai kandungan unsur hara Nitrogen yang tinggi, dan merupakan jenis pupuk panas yang artinya adalah pupuk yang penguraiannya dilakukan oleh jasad renik tanah berjalan dengan cepat, sehingga unsur hara yang terkandung di dalam pupuk kandang tersebut dapat dengan cepat dimanfaatkan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Selain manfaat dari pupuk kandang, ketersediaan bahan baku pupuk kandang (kotoran ternak) yang terus ada sangat memudahkan para petani untuk mendapatkannya.

Dalam sehari seekor sapi bisa menghasilkan kotoran sebanyak 5,5 kg dan dalam sebulan akan menghasilkan 165 kg. Seekor kambing bisa menghasilkan 0,25 kg/hari atau 7,5 kg/bulan, sedangkan seekor ayam dalam sehari dapat menghasilkan 1,48 gr atau 0,45 kg/bulan. Selain bahan baku yang mudah didapat, harga dari pupuk kandang relatif lebih murah dan terjangkau bagi kalangan petani. Penggunaan pupuk kandang ayam 14 ton/hektar bisa meningkatkan berat segar brangkasan tanaman cabai merah mencapai 389,20 g dan berat kering brangkasan mencapai 108,57 g. Pada takaran dosis pupuk kandang (pupuk kandang ayam dan sapi) yang sama yakni 20 ton/hektar pada jenis tanah Andisol, pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah yang diberikan pupuk kandang ayam lebih baik dibandingkan dengan pertumbuhan dan hasil dari tanaman cabai merah yang diberi pupuk kandang sapi.

1. Pupuk kandang padat

Pupuk kandang (pukan) padat yaitu kotoran ternak yang berupa padatan baik belum dikomposkan maupun sudah dikomposkan sebagai sumber hara terutama N bagi tanaman dan dapat memperbaiki sifat kimia, biologi, dan fisik tanah. Penanganan pukan padat akan sangat berbeda dengan pukan cair. Penanganan pukan

padat oleh petani umumnya adalah sebagai berikut: kotoran ternak besar dikumpulkan 1-3 hari sekali pada saat pembersihan kandang dan dikumpulkan dengan cara ditumpuk di suatu tempat tertentu. Petani yang telah maju ada yang memberikan mikroba dekomposer dengan tujuan untuk mengurangi bau dan mempercepat pematangan, tetapi banyak pula yang hanya sekedar ditumpuk dan dibiarkan sampai pada waktunya digunakan ke lahan (Gambar 1).



Gambar 1. Pukan sapi plus jerami



Gambar 2. Pukan ayam yang sudah matang

2. Pupuk kandang cair

Pupuk kandang (pukan) cair merupakan pukan berbentuk cair berasal dari kotoran hewan yang masih segar yang bercampur dengan urine hewan atau kotoran hewan yang dilarutkan dalam air dalam perbandingan tertentu. Umumnya urine hewan cukup banyak dan yang telah dimanfaatkan oleh petani adalah urine sapi, kerbau, kuda, babi, dan kambing. Pupuk kandang cair dibuat dari kotoran ternak yang masih segar, bisa dari kotoran kambing, domba, sapi, dan ayam.

Petani pertanian organik di Kenya membuat pukan cair dari 30-50 kg kotoran hewan yang masih segar dimasukkan dalam karung goni yang terbuat dari serat kasar rami diikat kuat, ujung karung diikatkan pada sebuah tongkat sepanjang 1 m untuk menggantung karung pada drum, kemudian karung tersebut direndam dalam drum berukuran 200 l yang berisi air. Secara berkala 3 hari sekali kotoran dalam karung diaduk dengan mengangkat dan menurunkan tongkat beserta karung. Untuk melarutkan pukan dibutuhkan waktu sekitar 2 minggu. Pupuk kandang (pukan) yang melarut siap digunakan bila air sudah berwarna coklat gelap dan tidak berbau.

Cara penggunaan pukan cair dengan disiramkan ke tanah bagian perakaran tanaman dengan takaran satu bagian pukan cair dicampur dengan satu atau dua bagian air. Ampas dari pukan cair dimanfaatkan sebagai mulsa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pukan ayam yang dilarutkan dalam air mengandung kadar hara yang cukup tinggi. Kotoran ayam yang masih baru dimasukkan ke karung goni, dibenamkan dalam air dalam sebuah tong bervolume 130 l. Untuk kotoran ayam 10 kg, kadar nitrogen yang terlarut mencapai maksimum dalam waktu 1 minggu, sedangkan bila berat kotoran ayam ditingkatkan menjadi 17,5 dan 25 kg proses pelarutan nitrogen memakan waktu 3 minggu dengan kadar nitrogen yang terlarut lebih rendah. Semakin tinggi konsentrasi kotoran ayam yang dilarutkan maka kadar N semakin rendah. Kualitas pukan ayam diencerkan seperempat

kali konsentrasi awalnya tersebut dibandingkan dengan larutan hara (hidroponik) cukup memadai.

Perbandingan kadar hara dari pukan ayam yang terlarut adalah sebagai berikut: nitrogen total (219:75), nitrat (4:145), amonium (215:30), fosfor (54:65), kalium (295:400), kalsium (6:197), natrium (62:0), magnesium (0:2), besi (0:2), mangan (0:0,5), tembaga (0:0,03), dan seng (0,05:0,05). Unsur-unsur hara makro dan seng kadarnya mencukupi, hanya kalsium dan sejumlah kecil besi, mangan dan tembaga perlu diperoleh dari sumber lain. Kadar N-total pada larutan kotoran ayam sudah ideal, meskipun akan lebih baik bila terdapat dalam bentuk nitrat daripada dalam bentuk amonium.

B. Kandungan Hara Pupuk Kandang

Manfaat dari penggunaan pukan telah diketahui berabad-abad lampau bagi pertumbuhan tanaman, baik pangan, ornamental, maupun perkebunan. Yang harus mendapat perhatian khusus dalam penggunaan pukan adalah kadar haranya yang sangat bervariasi. Komposisi hara ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan umur hewan, jenis makanannya, alas kandang, dan penyimpanan/pengelolaan.

Limbah peternakan seperti feses, urine, dan sisa pakan yang dibiarkan tanpa penanganan lebih lanjut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan pada masyarakat yang ada di sekitar peternakan. Pengolahan kotoran ternak perlu dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Pengolahan kotoran ternak dapat dilakukan dengan cara menggunakan kotoran ternak sebagai pupuk kandang. Kotoran ternak dimanfaatkan sebagai pupuk kandang karena kandungan unsur haranya seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) serta unsur hara mikro diantaranya kalsium, magnesium, belerang, natrium, besi, dan tembaga yang dibutuhkan tanaman dan kesuburan tanah. Kotoran kambing

dapat digunakan sebagai bahan organik pada pembuatan pupuk kandang karena kandungan unsur haranya relatif tinggi dimana kotoran kambing bercampur dengan air seninya (urine) yang juga mengandung unsur hara. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah daripada pupuk kimia. Nilai rasio C/N kotoran kambing umumnya di atas 30, oleh karena itu kotoran kambing harus dikomposkan terlebih dahulu sebelum digunakan ke tanaman.

Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Pengomposan adalah proses penguraian bahan-bahan organik secara biologis oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Untuk mempercepat proses pengomposan telah dikembangkan teknologi-teknologi pengomposan, antara lain dengan menggunakan aktivator sehingga pengomposan berjalan dengan lebih cepat dan efisien. Bioaktivator yang digunakan seperti Em4, PROMI dan Orgadec. Mikroba dalam bioaktivator Orgadec yang digunakan dalam pengomposan adalah *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga Sp*. Kedua mikroba ini memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghasilkan enzim penghancur lignin dan selulosa secara bersamaan. Mikroba yang terdapat dalam PROMI, yaitu *Trichoderma harzianium* Dt 38, *Pseudokoningii* Dt 39, *Aspergillus sp.* dan fungi.

Secara umum setiap ton pupuk kandang mengandung 5 kg N, 3 kg P₂O₅ dan 5 kg K₂O serta unsur – unsur hara esensial lain dalam jumlah yang relatif kecil. Dari hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa: (1) Kotoran ayam mengandung N tiga kali lebih besar dari pada pupuk kandang kambing. (2) Kotoran kambing mengandung N dan K masing-masing dua kali lebih besar daripada kotoran sapi. (3) Kotoran babi mengandung P dua kali lebih banyak dari pada kotoran sapi. (4) Pupuk kandang dari kuda atau kambing

mengalami fermentasi dan menjadi panas lebih cepat daripada pupuk kandang sapi dan babi. Karena itu banyak petani menyebut pupuk kandang sapi dan babi sebagai pupuk dingin (*cold manures*). (5) Dalam semua pupuk kandang P selalu terdapat dalam kotoran padat, sedangkan sebagian besar K dan N terdapat dalam kotoran cair (urine). (6) Kandungan K dalam urine adalah lima kali lebih banyak daripada dalam kotoran padat, sedangkan kandungan N adalah dua sampai tiga kali lebih banyak. (7) Kandungan unsur hara dalam kotoran ayam adalah yang paling tinggi, karena bagian cair (urine) tercampur dengan bagian padat. Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang ditentukan oleh jenis makanan yang diberikan. Kandungan unsur hara dan berbagai kotoran ternak yang sudah membusuk disajikan dalam Tabel 2.



Gambar 3. Pembuatan pupuk kandang

1. Pupuk Kandang Ayam

Pemanfaatan pukan ayam termasuk luas. Umumnya dipergunakan oleh petani sayuran dengan cara mengadakan dari luar wilayah tersebut. Pupuk kandang ayam broiler mempunyai kadar hara P yang relatif lebih tinggi dari pukan lainnya. Kadar hara ini sangat dipengaruhi oleh jenis konsentrat yang diberikan. Selain itu pula dalam kotoran ayam tersebut tercampur sisa-sisa makanan ayam

serta sekam sebagai alas kandang yang dapat menyumbangkan tambahan hara ke dalam pukan terhadap sayuran. Beberapa hasil penelitian aplikasi pukan ayam selalu memberikan respons tanaman yang terbaik pada musim pertama. Hal ini terjadi karena pukan ayam relatif lebih cepat terdekomposisi serta mempunyai kadar hara yang cukup pula jika dibandingkan dengan jumlah unit yang sama dengan pukan lainnya.

Tabel 2. Kandungan Unsur Hara Pada Pupuk Kandang

Ternak dan bentuk kotorannya	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)	Air (%)
Kuda –padat	0.55	0.30	0.40	75
Kuda –cair	1.40	0.02	1.60	90
Kerbau –padat	0.60	0.30	0.34	85
Kerbau –cair	1.00	0.15	1.50	92
Sapi –padat	0.40	0.20	0.10	85
Sapi –cair	1.00	0.50	1.50	92
Kambing –padat	0.60	0.30	0.17	60
Kambing –cair	1.50	0.13	1.80	85
Domba –padat	0.75	0.50	0.45	60
Domba –cair	1.35	0.05	2.10	85
Babi – padat	0.95	0.35	0.40	80
Babi –cair	0.40	0.10	0.45	87
Ayam –padat dan cair	1.00	0.80	0.40	55

Sumber: Affandi, 2008

2. Pupuk Kandang Sapi

Di antara jenis pukan, pukan sapilah yang mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa, hal ini terbukti dari hasil pengukuran parameter C/N rasio yang cukup tinggi >40. Tingginya kadar C dalam pukan sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama akan kekurangan N.

Untuk memaksimalkan penggunaan pukan sapi harus dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pukan sapi dengan rasio C/N di bawah 20. Selain masalah rasio C/N, pemanfaatan pukan sapi secara langsung juga berkaitan dengan kadar air yang tinggi. Petani umumnya menyebutnya sebagai pupuk dingin. Bila pukan dengan kadar air yang tinggi diaplikasikan secara langsung akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak masih berlangsung.

3. Pupuk Kandang Kambing

Tekstur dari kotoran kambing adalah khas, karena berbentuk butiran-butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Nilai rasio C/N pukan kambing umumnya masih di atas 30. Pupuk kandang yang baik harus mempunyai rasio C/N <20, sehingga pukan kambing akan lebih baik penggunaannya bila dikomposkan terlebih dahulu. Kalaupun akan digunakan secara langsung, pukan ini akan memberikan manfaat yang lebih baik pada musim kedua pertanaman. Kadar air pukan kambing relatif lebih rendah dari pukan sapi dan sedikit lebih tinggi dari pukan ayam. Kadar hara pukan kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pukan lainnya. Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pukan lainnya.

4. Pupuk Kandang Babi

Pemanfaatan pukan babi di Indonesia hanya terdapat di beberapa lokasi tertentu yang berdekatan dengan peternakan babi. Pupuk kandang (pukan) babi mempunyai tekstur yang lembek dan akan bertambah cair bila bercampur dengan urine. Peternak babi telah mengetahui bagaimana cara memisahkan urine ini dengan padatnya, lalu menumpukkannya di suatu tempat untuk didekomposisikan terlebih dahulu. Petani di sekitar peternakan babi

menggunakan pukan ini dengan dicampur dengan pukan ayam atau kambing, karena dari pengalaman petani jika pukan babi ini diaplikasikan secara terpisah pertumbuhan tanaman sayuran kurang baik. Komposisi hara kotoran babi sangat dipengaruhi oleh umur. Di negara-negara seperti Cina, Thailand, dan berbagai negara di Eropa telah dibedakan jenis pukan babi sesuai umur. Akan tetapi, secara umum pukan babi cukup mengandung hara P tetapi rendah Mg.

5. Pupuk Kandang Kuda

Jumlah populasi kuda lebih rendah dibanding ternak lainnya, sehingga jumlah kotoran kuda juga termasuk lebih sedikit volumenya. Pupuk kandang (pukan) kuda banyak dipergunakan oleh petani sekitar peternakan kuda saja. Sebelum, digunakan kotoran kuda dimasukkan dalam lubang dan dibiarkan terdekomposisi secara alami kemudian baru digunakan untuk pertanian. Apabila dibandingkan dengan kotoran sapi, kotoran kuda mempunyai rasio C/N lebih rendah. Rendahnya rasio C/N ini berkaitan dengan jenis pakan misalnya dedak. Hasil analisis pukan kuda ternyata banyak mengandung hara Mg.

C. Teknik Pembuatan Pupuk Kandang

Pupuk kandang terdiri dari dua bagian yaitu:

1. Pupuk kandang dingin adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan secara perlahan oleh mikroorganisme sehingga tidak menimbulkan panas, contohnya pupuk kotoran sapi, kerbau, dan babi.
2. Pupuk kandang panas adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan mikroorganisme secara cepat sehingga menimbulkan panas contohnya pupuk kotoran kambing, kuda dan ayam.

Pupuk kandang yang telah siap diaplikasikan memiliki ciri dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang.

Penggunaan pupuk kandang yang belum matang akan menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan bisa mematikan tanaman. Penggunaan pupuk kandang yang baik adalah dengan cara dibenamkan sehingga penguapan unsur hara akibat proses kimia dalam tanah dapat dikurangi. Penggunaan pupuk kandang yang berbentuk cair paling baik dilakukan setelah tanaman tumbuh, sehingga unsur hara yang terdapat dalam pupuk kandang cair akan cepat diserap oleh tanaman. Bahan organik yang terdapat pada kotoran ternak akan terurai dalam proses pengomposan.

Pengomposan akan segera dimulai ketika semua bahan yang digunakan untuk pupuk organik tercampur. Proses pengomposan terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan pematangan. Pada tahap awal, oksigen dan bahan yang mudah terdegradasi akan dimanfaatkan oleh bakteri mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat berkisar 500 - 700 C, pada tahapan ini yang bekerja aktif adalah bakteri termofilik. Setelah sebagian besar bahan terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut. Berikut faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan:

- Ukuran partikel, aktivitas mikroba berada diantara permukaan area. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat.
- Rasio C/N, proses pengomposan berjalan efektif apabila rasio C/N berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein.
- Kelembaban, berperan penting dalam proses metabolisme mikroba. Kelembaban 40 - 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba.
- pH, proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar

antara 6,5 sampai 7,5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4.

- Kandungan hara, kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan biasanya terdapat di dalam kompos-kompos dari peternakan. Hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

Hal terpenting yang harus diperhatikan saat membuat pupuk kandang adalah memastikan pupuk matang sempurna. Pupuk yang tidak matang sempurna malah akan menyebabkan tanaman sengsara. Umumnya, pupuk yang sudah matang memiliki tekstur gembur, tidak mengeluarkan aroma yang kurang sedap, dan bersuhu normal.

D. Cara Membuat Pupuk Kandang Secara Alami

1. Cara Pembuatan Pupuk Kandang Secara Terbuka

Sesuai dengan namanya, proses pembuatan pupuk kandang ini dilakukan dengan cara menimbun kotoran sapi di tempat terbuka sehingga akan mengalami proses dekomposisi atau penguraian oleh microorganism berlangsung di udara bebas. Biasanya proses dekomposisi dengan cara terbuka bisa berlangsung dengan cepat, tetapi akan menimbulkan resiko polusi udara bagi lingkungan sekitarnya. Berikut ini adalah langkah cara pembuatan pupuk kandang Secara Alami dari kotoran sapi di tempat terbuka.

- Tentukan lokasi pembuatan pupuk kandang, kemudian bersihkan lokasi tersebut dari benda-benda asing dan tanaman liar.
- Bentuk tempat kotoran ternak menjadi segi empat atau persegi panjang berukuran 2,5 m × 2,0 m atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- Buat galangan dari tanah di sekeliling tempat pembuatan pupuk untuk mencegah masuknya air atau rembesan air ke tumpukan kotoran ternak.

- Buat naungan sederhana yang terbuat dari atap berbahan murah, seperti daun rumbia atau dedaunan kering lainnya. Atap ini berfungsi mencegah masuknya air dari atas pada waktu hujan.
- Jemur kotoran sapi di bawah sinar matahari selama dua hari supaya kadar airnya berkurang.
- Setelah dijemur, pindahkan ke lokasi yang beratap, tapi tanpa dinding agar sirkulasi udara lancar .
- Biarkan selama dua minggu sampai matang. Sebaiknya tempat penimbunan ini lebih tinggi dari tanah di sekitarnya, agar ketika turun hujan timbunan kotoran sapi tidak tergenang.
- Setelah dua bulan, kotoran sapi telah menjadi pupuk kandang yang siap digunakan.



Gambar 4. Pembuatan pupuk kandang terbuka

2. Cara Pembuatan Pupuk Kandang Secara Alami Dengan Cara Tertutup

- a. Buatlah lubang di tanah dengan ukuran sesuai jumlah kotoran sapi yang akan diproses. Sebaiknya, dinding lubang dilapisi semen untuk mencegah rembesan air dari luar lubang. Dasar lubang dibiarkan apa adanya agar air yang masih terdapat pada kotoran bisa meresap ke bawah.
- b. Masukkan kotoran sapi ke dalam luang, tetapi jangan sampai penuh.

- c. Untuk mencegah proses pengemasan, taburkan kapur pertanian secara tipis merata ke atas permukaan kotoran, lalu timbun degan tanah.
- d. Biarkan selama 3 - 4 bulan sampai kotoran sapi terdekomposisi secara sempurna menjadi pupuk yang siap digunakan.



Gambar 5. Pembuatan pupuk kandang tertutup

Pupuk Hijau

A. Pengertian dan Manfaat Pupuk Hijau

Pupuk hijau yaitu pupuk organik yang berasal dari tanaman/tumbuhan atau berupa sisa panen. Bahan dari tanaman ini dapat ditanamkan pada waktu masih hijau atau segera setelah dikomposkan. Pupuk hijau diartikan juga sebagai hijauan muda dan dapat sebagai penambah N dan unsur-unsur lain atau sisa-sisa tanaman yang dikembalikan ke tanah. Pupuk hijau tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pengganti pupuk kandang, apabila jumlah pupuk kandang sedikit sedangkan tanah sangat memerlukan pupuk organik.

Tanaman pupuk hijau harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut: (1) Cepat tumbuh dan banyak menghasilkan bahan hijauan. (2) Sukulen, tidak banyak mengandung kayu. (3) Banyak mengandung N. (4) Tahan kekeringan. (5) Bila sebagai tanaman sela maka dipilih jenis yang tidak merambat. Contoh tanaman yang ditanam dan dapat digunakan sebagai pupuk hijau antara lain: Orok-orok (*Crotalaria* sp), tanaman perdu umur 2 – 4 bulan. Lamtoro, turi sekaligus sebagai tanaman pelindung.

Calopogonium, *Sentrosema*, *Mimosa*, tanaman semak yang sering digunakan sebagai tanaman penutup tanah. Tujuan penggunaan pupuk hijau adalah untuk meningkatkan kandungan bahan organik dan unsur hara dalam tanah, sehingga terjadi perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, yang akhirnya berdampak pada peningkatan

produktivitas tanah dan ketahanan tanah terhadap erosi. Dalam dunia pertanian, pupuk hijau kembali dilirik sebagai sumber bahan organik potensial mengingat lahan pertanian dewasa ini telah banyak mengalami degradasi. Hal ini disebabkan oleh hilangnya bahan organik dalam tanah karena penggunaan pupuk kimia secara masif.

Berdasarkan laporan Hasil Penelitian yang dilakukan, kadar bahan organik pada lahan-lahan pertanian di Indonesia rata-rata kurang dari 1%. Padahal lahan pertanian yang baik idealnya memiliki kandungan bahan organik 3-5%. Selanjutnya pupuk hijau juga mempunyai kesamaan seperti jenis pupuk organik lainnya, pupuk hijau memiliki kemampuan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bagaimana dengan penggunaan pupuk hijau dalam pertanian, pupuk hijau ini dapat membantu lingkungan mempertahankan siklus ekologisnya. Karena pada saat panen, sebagian biomassa tetap berada di lahan dan dipergunakan lagi untuk musim tanam berikutnya. Sehingga asupan luar dalam produksi pertanian bisa ditekan serendah mungkin.

Manfaat yang akan dirasakan oleh petani jika menggunakan pupuk hijau antara lain adalah, meningkatnya produktivitas dari lahan pertanian. Karena dengan meningkatnya kadar kandungan bahan organik dan unsur hara yang ada dalam tanah, maka dengan sendirinya akan memperbaiki sifat, kimia dan biologi tadi tanah atau lahan pertanian. Manfaat lain yang dirasakan yaitu semakin mudahnya melakukan pengolahan lahan karena tanah semakin baik. Harga pupuk hijau murah dan sangat mudah didapat dari alam. Pupuk hijau mengandung unsur mikro yang lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk kimia. Pupuk hijau akan memberikan kehidupan badi mikroorganisme tanah. Kelebihan lain dari pupuk hijau yaitu mempunyai kemampuan dalam memobilisasi atau menjembatani hara yang ada di tanah sehingga akan membentuk partikel ion yang mudah diserap oleh tanaman. Mempunyai

kemampuan dalam melepas hara tanah dengan sangat perlahan dan terus menerus, sehingga akan membantu mencegah terjadinya kelebihan suplai hara yang membuat tanaman keracunan. Mampu menjaga kelembaban dari tanah, sehingga akan mengurangi tekanan atau tegangan struktur tanah pada tanaman. Mampu membantu mencegah erosi lapisan atas tanah. Mampu menjaga dan merawat tingkat kesuburan tanah. Memberi manfaat untuk pertumbuhan tanaman, karena banyak kandungan nutrisi dan lebih lengkap dan lebih banyak.

Pupuk hijau akan memberi pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Aplikasi pupuk organik seperti pupuk hijau dapat meningkatkan pori drainase dan pori aerasi maka volume perakaran tanaman bertambah, karena O₂ cukup tersedia sehingga perakaran semakin luas, dengan membaiknya sifat tanah, maka perakaran berkembang dengan baik sehingga pertumbuhan dan produksi juga meningkat. Sesuai dengan hasil penelitian, bahwa pemberian pupuk cair dari eceng gondok 10 ml/liter air dapat memberikan hasil terbaik pada parameter berat tongkol, panjang tongkol, diameter tongkol dan berat brangkasan basah jagung manis. Pupuk organik yang berasal dari tanaman, dan kotoran hewan, tidak merusak tanah, dan selain itu dapat menyediakan unsur hara makro dan mikro. Pupuk hijau dari jenis *Crotalaria juncea* L. menghasilkan tinggi tanaman jagung tertinggi dibandingkan bahan organik lain. Pupuk hijau organik berperan penting dalam pertanian, karena memberikan berbagai manfaat yaitu:

1. Memperkaya tanah dengan bahan organik yang dibutuhkan untuk penghidupan mikroba tanah dan pembentukan humus.
2. Dapat menahan erosi, evaporasi dan deraan air hujan yang merusak struktur tanah.
3. Jenis-jenis tanaman yang berakar dapat menyerap hara dari lapisan tanah bagian dalam, yang kemudian menjadi tersedia di lapisan olah tanah setelah tanaman ini dibongkar atau dipangkas.

Pengolahan tanah dengan pupuk organik (pupuk hijau) dapat memperbaiki tanah dan keadaan populasi mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah. Bahan organik menyediakan nutrisi bagi bakteri dan mikroorganisme lainnya untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Kelimpahan mikroorganisme tanah dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah. Mikroorganisme tanah berperan penting dalam proses pelapukan sumber pupuk hijau atau bahan organik dalam tanah, sehingga unsur hara menjadi tersedia bagi tanaman budidaya.

B. Karakteristik Pupuk Hijau

Secara umum, hampir semua jenis tanaman bisa dijadikan sumber pupuk hijau. Namun sebaiknya gunakan tanaman yang memiliki kandungan humus total tinggi, kandungan nitrogen tinggi dan rasio C/N (nisbah karbon terhadap nitrogen) rendah. Pupuk hijau yang berkualitas tinggi memiliki kandungan nitrogennya lebih dari 2,5%, kandungan lignin kurang dari 15% dan kandungan polifenol kurang dari 4%. Tanaman dengan karakteristik seperti itu akan mudah terurai di dalam tanah dan unsur nitrogennya bisa diserap tanaman dengan mudah. Apabila kandungan lignin dan polifenol tinggi akan membutuhkan lebih banyak nitrogen dalam proses pelapukannya. Sehingga berpotensi untuk bersaing dengan tanaman inti.

Pupuk hijau memiliki karakteristik seperti pupuk organik pada umumnya. Bisa memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, memicu aktivitas biologi tanah, dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Dilihat dari sisi usaha tani, pupuk hijau memiliki sejumlah keunggulan dan kekurangan untuk digunakan. Pupuk hijau memiliki karakteristik seperti pupuk organik pada umumnya. Bisa memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas

tukar kation, memicu aktivitas biologi tanah, dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Dilihat dari sisi usaha tani, pupuk hijau memiliki sejumlah keunggulan dan kekurangan untuk digunakan.

Keunggulan penggunaan pupuk hijau:

- Mempunyai keunggulan seperti pupuk organik lain, memperbaiki struktur fisik, kimia dan biologi tanah
- Mampu mencegah erosi tanah
- Berpotensi mendatangkan manfaat lain, seperti kayu bakar, pakan ternak, atau buah yang bisa dimakan
- Cocok untuk daerah yang sulit dijangkau, karena bisa ditumbuhkan secara in situ
- Menurunkan asupan luah bahan pertanian, lebih baik bagi lingkungan hidup

Kelemahan penggunaan pupuk hijau:

- Memerlukan benih dan menanamnya
- Menghilangkan kesempatan untuk menanam tanaman inti lebih sering
- Memerlukan tenaga lebih untuk menumbuhkannya
- Berpotensi mendatangkan hama dan penyakit pada tanaman inti
- Berpotensi menjadi gulma

C. Sumber Pupuk Hijau

Sumber pupuk hijau dapat berupa sisa-sisa tanaman (sisa panen) atau tanaman yang ditanam secara khusus sebagai penghasil pupuk hijau atau yang berasal dari tanaman liar (misalnya dari areal di pinggir lahan, jalan atau saluran irigasi).

a. Sisa Tanaman

Banyak petani yang membuang atau tidak memanfaatkan sisa tanamannya sebagai sumber hara dan bahan organik. Padahal sisa tanaman berupa daun atau brangkasan merupakan sumber bahan organik yang paling ekonomis, karena bahan ini merupakan hasil sampingan dari kegiatan usaha tani, sehingga tidak

membutuhkan biaya dan areal khusus untuk pengadaannya. Pengembalian sisa tanaman ke dalam tanah juga merupakan usaha untuk mengembalikan sebagian unsur hara yang terangkut oleh panen.

Pada saat panen tidak semua biomassa tanaman diangkut untuk dijual. Sebagian ditinggal di lahan dan dibiarkan terurai sebagai pupuk hijau. Kendalanya, beberapa petani kurang sabar menunggu masa bera (istirahat) hingga seluruh tanaman lapuk. Seperti petani padi yang sering kali membakar jerami sisa panen. Hal itu dilakukan karena beberapa jenis tanaman memang jangka penguraiannya lama. Sebenarnya ini bisa dipercepat dengan cara mengomposkan tanaman tersebut terlebih dahulu. Beberapa tanaman dari jenis legum lebih efektif untuk dijadikan pupuk hijau. Kandungan hara tanaman legum terutama unsur N lebih tinggi dari jenis lain. Penyediaan hara dari tanaman legum lebih cepat karena tanaman ini lebih mudah terdekomposisi. Jenis tanaman legum yang sering dibudidayakan diantaranya kacang-kacangan seperti, kacang tanah, kacang hijau, kedelai dan kacang panjang. Untuk mendapatkan pupuk hijau dari sisa tanaman produksi dengan efisien, kita harus melakukan rotasi tanaman. Misalnya, tanaman kacang kedelai ditanam di sela-sela musim tanam padi. Sehingga ketika kacang kedelai ditanam, sisa tanamannya bisa ditanam langsung untuk tanaman padi.

b. *Tanaman Pagar*

Salah satu cara untuk menyediakan sumber pupuk hijau secara *in situ* adalah dengan mengembangkan sistem pertanian lorong (*alley cropping*), dimana tanaman pupuk hijau (berupa tanaman perdu dari jenis legum/legum tree) ditanam sebagai tanaman pagar (*hedge grow*) berseling dengan tanaman utama (pangan atau perkebunan) sebagai lorong. Tanaman pagar dapat meng-

hasilkan bahan organik secara periodik; pada musim hujan tanaman pagar dapat dipangkas hampir setiap 2 bulan. Praktek seperti ini banyak diaplikasikan oleh para petani tanaman pangan. Tanaman pagar akan bekerja efektif bila memenuhi sifat-sifat (1) Prosentase pertumbuhan daun lebih besar dari pada kayu, (2) Pertumbuhan cepat, gampang bertunas dan akarnya dalam agar tidak bersaing dengan tanaman inti, (4) Berkemampuan tinggi menambat nitrogen dan kandungan hara lain, (5) Tidak berpotensi menjadi gulma. Tanaman yang cocok dijadikan tanaman pagar sebagai sumber pupuk hijau merupakan jenis tanaman legum. Beberapa diantaranya adalah:

- Hahapaan (*Flemingia macrophylla*)
- Lamtoro (*Leuceana leucephala*)
- Gamal (*Gliricidia sepium*)
- Kaliandra (*Caliandra callothyrsus*)



Gambar 6. Penanaman Pupuk Hijau dalam Pola Pertanaman Lorong

c. *Tanaman Penutup Tanah*

Tanaman penutup tanah adalah tanaman yang ditanam tersendiri yakni pada saat tanah tidak ditanami tanaman utama atau ditanam bersamaan dengan tanaman pokok (khususnya

bila tanaman pokok berupa tanaman tahunan). Tujuan utama penanaman tanaman penutup tanah adalah: untuk melindungi tanah dari daya perusak butir-butir air hujan, mempertahankan/memperbaiki kesuburan tanah, dan menyediakan bahan organik. Penanaman tanaman penutup tanah juga merupakan tindakan rehabilitasi lahan secara vegetatif yang relatif murah dan mudah untuk diaplikasikan. Ada dua jenis tanaman penutup tanah yang biasa digunakan sebagai sumber pupuk hijau. Pertama, tanaman yang ditanam pada masa bera atau masa ketika lahan tidak digunakan. Pupuk hijau ini biasanya ditanam menjelang musim kemarau, gunanya sebagai mulsa untuk melindungi tanah. Tanaman ini diharapkan bisa mengkonservasi tanah dan hijauannya merupakan sumber nitrogen untuk musim tanam berikutnya. Kedua, tanaman yang ditanam berdampingan dengan tanaman inti, biasanya diaplikasikan di perkebunan kopi ataupun sawit. Guna tanaman ini untuk menahan laju erosi tanah, mempertahankan kadar air tanah, dan hijauannya bisa digunakan sebagai sumber nitrogen. Beberapa tanaman penutup tanah yang cocok dijadikan sebagai sumber pupuk hijau adalah:

- Bunguk (*Mucuna munanease*)
- Komak (*Dolicos lablab*)
- Kacang tunggak (*Vigna sinensis*)
- Kakacangan (*Arachis pintol*)



Gambar 7. Tanaman Penutup Yang Ditanam Secara Simultan dengan Tanaman Utama

d. *Tumbuhan Liar*

Selain dari tanaman yang secara sengaja kita tanam, pupuk hijau juga bisa diambil dari tanaman liar. Tanaman ini biasanya tumbuh liar di sekitar lahan pertanian, biomasnya bisa dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. Di sawah yang memiliki kadar organik tinggi biasanya ditemukan tanaman sejenis pakis air (*azolla*) yang tumbuh dengan cepat. Saat pengolahan tanah, tanaman ini bisa ditanam langsung sebagai pupuk hijau. Tanaman liar seperti kembang telekan (*Lantana camara*), paitan (*Tithonia diversifolia*), kirinyu (*Cromolaena odorata*), dan wedusan (*Ageratum conyzoides*) *Azolla* (*Azolla caroliniana*, *Azolla filiculoides*, *Azolla mexicana*, *Azolla pinata*) dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sumber/bahan pupuk hijau, terutama jika ketersediaan sumber pupuk hijau lainnya sangat terbatas. Hal yang harus diwaspadai bila menggunakan tanaman liar sebagai pupuk hijau adalah bila tanaman tersebut mempunyai biji yang dapat berkecambah dengan cepat, sehingga dapat menjadi gulma yang sulit untuk dikendalikan.

e. *Azolla*

Azolla merupakan salah satu sumber N alternatif khususnya untuk padi sawah. Tanaman ini sudah berabad-abad digunakan di Cina dan Vietnam sebagai sumber N bagi padi sawah. *Azolla* merupakan jenis tanaman pakuzan air dengan ukuran mini yang bersimbiosis dengan *Cyanobacteria* pemfiksasi N_2 . Simbiosis ini menyebabkan *Azolla* mempunyai kualitas nutrisi yang baik. *Azolla* mempunyai beberapa spesies, antara lain: *Azolla caroliniana*, *Azolla filiculoides*, *Azolla mexicana*, *Azolla microphylla*, *Azolla nilotica*, *Azolla pinnata* var. *Pinnata*, *Azolla pinnata* var. *Imbricata*, *Azolla rubra*. Salah satu spesies dari *Azolla* yakni *Azolla pinnata* bersimbiosis dengan ganggang biru *Anabaena*. Spesies ini relatif banyak terdapat pada areal persawahan di Indonesia.



Gambar 8. *Azolla Pinnata*

f. *Sesbania Rostrata*

Sesbania rostrata merupakan tanaman legum yang potensial sebagai sumber N pada lahan sawah. Tanaman ini dapat tumbuh pada keadaan tergenang, dan dapat membentuk bintil tidak hanya pada akar tetapi juga pada batang. Oleh karena itu tanaman ini mempunyai kemampuan menambat N_2 yang relatif tinggi.

D. Ciri Tanaman Sebagai Pupuk Hijau

Adapun ciri dari tanaman yang dapat digunakan sebagai pupuk hijau antara lain:

1. Tahan kekeringan
2. Mampu bertahan dalam kondisi minim hara
3. Pertumbuhan cepat, terutama tanaman berdaun lebar dan berakar banyak
4. Perakaran dangkal, bagian atas lebat dan sukulen

Tanaman yang mempunyai ciri pertumbuhan cepat, berdaun lebar dan berakar banyak sangat baik digunakan untuk pupuk hijau. Hal ini karena jenis tanaman seperti itu menimbulkan kadar air kelembaban yang akan memudahkan dan mempercepat penguraian. Semakin cepat bahan terurai maka akan semakin cepat dimanfaatkan tanaman.

E. Cara Membuat Pupuk Hijau

Cara membuat pupuk hijau lebih mudah dan lebih sederhana jika dibandingkan dengan cara membuat fungisida alami untuk tanaman bawang merah, atau membuat pupuk kandang, bahkan tidak perlu mengeluarkan uang banyak untuk membuat pupuk hijau. Dan perlu diketahui pula, untuk membuat pupuk hijau diperlukan berbagai alat dan bahan yang banyak tersedia di rumah.

1. Setelah semua bahan siap, Anda juga perlu menyiapkan peralatan berupa wadah besar dengan penutup, pisau ataupun gunting, kayu sebagai pengaduk, dan sarung tangan.
2. Cincang daun maupun sampah dapur dengan pisau ataupun gunting atau menggunakan mesin pencacah kompos dan pastikan Anda mencincangnya dengan lembut.
3. Masukkan semua bahan ke dalam wadah yang sudah disiapkan, untuk wadah bisa menggunakan drum ataupun tong bekas.

4. Langkah selanjutnya dalam cara membuat pupuk hijau sederhana yaitu mencampur bahan hijau maupun sampah dapur dengan bekatul lalu aduk hingga merata.
5. Nyalakan api kecil pada kompor dan lelehkan gula hingga menjadi karamel lalu tambahkan sekitar 3 hingga 5 sendok air untuk mencegah proses karamelisasi.
6. Diamkan gula cair hingga dingin pada panci dan siapkan air dalam baskom dengan ukuran sekitar 250 ml hingga 500 ml.
7. Larutkan bakteri (EM4) sebanyak 100 ml ke dalam air dan aduk hingga merata.
8. Gunakan sarung tangan dari plastik untuk melindungi tangan Anda, dalam cara membuat pupuk hijau sederhana Anda harus memasukkan bakteri terlarut dan gula cair secara bersamaan ke dalam wadah pupuk.
9. Setelah memasukkan semua, tambahkan tumpukan daun untuk menutup siraman cairan gula dan bakteri dengan ketinggian 20 cm.
10. Tutup rapat menggunakan plastik lalu diikat dengan tali bagian atas wadah, kemudian tutup menggunakan tutup wadahnya.
11. Biarkan selama 4 hari hingga satu minggu setelah itu pupuk hijau sederhana sudah bisa digunakan.

F. Cara Menggunakan Pupuk Hijau

Pupuk hijau jika dilihat dari cara penggunaannya memang berbeda dibanding dengan pupuk lainnya, penggunaan pupuk hijau dapat dilakukan seperti berikut:

1. **Pembenaman langsung**, sumber pupuk hijau dari jenis tanaman yang memiliki rasio C/N rendah (seperti legum dan azolla) bisa ditanamkan langsung pada lahan saat pengolahan tanah. Tanaman jenis ini biasanya memiliki kandungan nitrogen tinggi dan mudah terurai dalam tanah.
2. **Digunakan sebagai mulsa**, beberapa jenis pupuk hijau bisa diaplikasikan sebagai mulsa. Misalnya, jerami sisa tanaman

padi yang dijadikan mulsa tanaman cabai atau bawang daun. Mulsa berguna untuk menjaga erosi dan kelembaban tanah saat tanaman inti masih muda. Ketika mulsa mulai terurai akan digunakan sebagai sumber hara tanaman oleh tanaman inti

3. **Dikomposkan**, tanaman yang memiliki rasio C/N tinggi (biasanya **kadar ligninya tinggi**), **sebaiknya dikomposkan terlebih dahulu** (lihat: cara membuat kompos). Lignin memerlukan waktu yang lama untuk terurai dalam tanah. Apabila sumber pupuk hijau seperti ini langsung diaplikasikan pada lahan, akan terjadi proses dekomposisi.

Pupuk Kompos (Bokashi)

A. Pengertian dan Manfaat Kompos

Kompos atau juga disebut dengan bokashi (bahan organik kaya akan sumber hayati) adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Kompos adalah bahan organik yang dibusukkan pada suatu tempat yang terlindung dari matahari dan hujan, diatur kelembabannya dengan menyiram air bila terlalu kering. Sedangkan pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.

Membuat kompos adalah mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi membuat campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan aktivator pengomposan. Secara alami bahan-bahan organik akan mengalami penguraian di alam dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Namun proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Untuk mempercepat pengomposan telah banyak dikembangkan teknologi-teknologi pengomposan. Baik pengomposan dengan teknologi sederhana, sedang, maupun teknologi tinggi. Prinsip pengembangan teknologi pengomposan

didasarkan pada proses penguraian bahan organik yang terjadi secara alami. Proses penguraian dioptimalkan sedemikian rupa sehingga pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat dan efisien.

Teknologi pengomposan saat ini menjadi sangat penting artinya terutama untuk mengatasi permasalahan limbah organik, seperti untuk mengatasi masalah sampah di kota-kota besar, limbah organik industri, serta limbah pertanian dan perkebunan. Sampah terdiri dari dua bagian, yaitu bagian organik dan anorganik. Rata-rata persentase bahan organik sampah mencapai $\pm 80\%$, sehingga pengomposan merupakan alternatif penanganan yang sesuai. Untuk mempercepat perombakan dapat ditambah kapur, sehingga terbentuk kompos dengan C/N rasio rendah yang siap untuk digunakan. Bahan untuk kompos dapat berupa sampah rumah tangga, pasar, industri atau sisa-sisa tanaman tertentu (jerami dan lain - lain).

Setiap aktivitas makhluk hidup menghasilkan limbah yang biasa disebut sampah. Sampah rumah tangga merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar yang dapat mencemari lingkungan. Dalam skala kecil, limbah rumah tangga yang kita hasilkan setiap harinya ternyata dapat diolah kembali menjadi sesuatu yang sangat bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan, apalagi kalau bukan pupuk kompos. Pupuk kompos adalah pupuk organik yang terbuat dari sampah-sampah organik. Kompos adalah pupuk yang dihasilkan dari proses pelapukan (dekomposisi) sisa-sisa bahan organik menjadi bagian-bagian yang terhumuskan atau kompos adalah sampah organik (bahan-bahan organik) yang telah mengalami pelapukan karena adanya interaksi dengan bakteri pembusuk (mikroorganisme).

Pupuk Kompos sendiri merupakan hasil pelapukan dari bahan-bahan yang berasal dari makhluk hidup misalnya kotoran hewan, dedaunan, ranting, dahan, dan lainnya. Pupuk kompos sering disebut sebagai pupuk organik karena bahan penyusunnya berasal dari bahan organik. Penggunaan pupuk kompos sama sekali tidak merusak tanah dan sebaliknya bisa memperbaiki kesuburan pada

tanah. Pupuk kompos sendiri seharusnya bisa menjadi solusi alternatif yang efektif. Mengingat, pupuk kompos memiliki manfaat antara lain: Memperbaiki struktur tanah berlempung menjadi ringan, Memperbesar daya ikat tanah berpasir, Meningkatkan daya ikat tanah dengan unsur hara dan air, Memperbaiki drainase tanah, Mengandung banyak unsur hara bagi tanaman, Membantu proses pelapukan bahan mineral, Memasok bahan makanan untuk mikroba, Menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan.

Kompos yang dihasilkan dari pengomposan sampah dapat digunakan untuk menguatkan struktur lahan kritis, menggemburkan kembali tanah pertanian, menggemburkan kembali tanah pertamanan, sebagai bahan penutup sampah di TPA, reklamasi pantai pasca penambangan, dan sebagai media tanaman, serta mengurangi penggunaan pupuk kimia. Kandungan pupuk kompos adalah bahan organik yang mencapai 18% bahkan ada yang mencapai 59%. Unsur lain yang dikandung oleh kompos adalah nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan magnesium. Manfaat kompos/bokhasi pada lahan pertanian yaitu mampu menggantikan dan mengefektifkan penggunaan pupuk kimia (anorganik) sehingga biaya pembelian pupuk dapat ditekan, bebas dari biji tanaman liar (gulma), tidak berbau dan mudah digunakan dan memperbaiki derajat keasaman tanah, selain itu sangat berguna untuk menyuburkan tanaman. Manfaat pupuk kompos bagi tanah dan tanaman adalah memperbaiki unsur hara. Manfaat lain pupuk kompos adalah sebagai berikut:

1. Manfaat kompos bagi tanah. Manfaat kompos yang utama pada tanah yaitu untuk memperbaiki kondisi fisik tanah dibandingkan untuk menyediakan unsur hara walaupun dalam kompos unsur hara sudah ada tetapi jumlahnya sedikit. Pupuk kompos berperan dalam menjaga fungsi tanah agar unsur hara dalam tanah mudah dimanfaatkan oleh tanaman.
2. Manfaat kompos bagi tanaman. Kompos sangat bermanfaat bagi proses pertumbuhan tanaman. Kompos tidak hanya menyuplai unsur hara bagi tanaman, selain itu kompos juga memperbaiki

- struktur tanah kering dan lading serta menjaga fungsi tanah, sehingga suatu tanaman dapat tumbuh dengan baik.
3. Manfaat kompos menyediakan unsur hara bagi tanaman. Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dibagi menjadi tiga golongan. Unsur hara makro primer yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak seperti Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Unsur hara sekunder yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah kecil seperti Belerang (S), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg). Unsur hara mikro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit seperti Besi (Fe), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Klor (Cl), Boron (B), Mangan (Mn), dan Molibdenum (Mo). Kompos yang sudah jadi dapat digunakan untuk memupuk tanaman, dimana mengandung sebagian besar unsur hara makro primer, makro sekunder dan unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan tanaman.
 4. Manfaat kompos memperbaiki struktur tanah. Tanah yang baik adalah tanah remah atau granuler yang mempunyai tata ruang udara yang baik sehingga aliran udara dan air dapat masuk dengan baik. Tanah yang buruk ialah apabila butir-butir tanah tidak melekat satu sama lain (tanah pasir) atau saling melekat (tanah liat). Kompos merupakan perekat pada butir-butir tanah dan mampu menjadi penyeimbang tingkat kerekatan pada tanah. Kehadiran kompos pada tanah juga menjadi daya tarik bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas pada tanah. Dengan demikian tanah yang pada mulanya keras dan sulit ditembus air maupun udara, kini dapat gembur kembali disebabkan karena aktivitas mikroorganisme.
 5. Manfaat kompos dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation. Kapasitas Tukar Kation (KTK) adalah sifat kimia yang berkaitan erat dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi jauh lebih mampu menyediakan unsur hara daripada tanah KTK rendah. Pupuk kompos dapat menyediakan KTK dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik.

6. Manfaat kompos meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air Tanah yang tercampur dengan bahan organik seperti kompos mempunyai pori-pori dengan daya rekat yang lebih baik, sehingga kompos mampu mengikat serta menahan ketersediaan air di dalam tanah. Erosi air secara langsung dapat ditahan dengan adanya kompos pada tanah.
7. Manfaat kompos meningkatkan aktivitas biologi tanah. Pada kompos terdapat mikroorganismen yang menguntungkan tanaman. Dalam tanah, kompos akan membantu kehidupan mikroorganismen. Selain berisi bakteri dan jamur pengurai, keberadaan kompos akan membuat tanah menjadi sejuk tidak terlalu lembab dan tidak terlalu kering. Keadaan seperti itu sangat disenangi oleh mikroorganismen. Dalam hal ini misalnya, cacing tanah lebih senang tinggal di tanah dengan kadar organik tinggi daripada tanah yang keras atau berpasir. Cacing tanah dapat menyediakan pupuk alami berupa kascing yang bermanfaat bagi tanaman.
8. Manfaat kompos meningkatkan pH pada tanah asam. Unsur hara dalam tanah lebih mudah diserap oleh tanaman pada kondisi pH tanah netral yaitu 7 pada nilai pH ini, unsur hara menjadi mudah larut dalam air. Semakin asam kondisi tanah (semakin rendah pH) maka jumlah ion Al (Aluminium) dan Mn (Mangan) dalam tanah semakin meningkat. Jumlah Al dan Mn yang terlalu banyak akan bersifat racun bagi tanaman. Kondisi tanah yang asam dapat dinetralkan kembali dengan pengapuran, pemberian pupuk kompos dapat membantu peningkatan pH tanah.
9. Manfaat kompos menyediakan unsur mikro bagi tanaman Tidak hanya unsur makro saja yang disediakan oleh kompos untuk tanaman, tetapi juga unsur mikro. Unsur-unsur itu antara lain Zn, Mn, Cu, Fe, dan Mo.

B. Potensi Kompos

Kompos sangat berpotensi untuk dikembangkan mengingat semakin tingginya jumlah sampah organik yang dibuang ke tempat pembuangan akhir dan menyebabkan terjadinya polusi bau dan lepasnya gas metana ke udara. Sebagai contoh DKI Jakarta menghasilkan 6000 ton sampah setiap harinya, di mana sekitar 65%-nya adalah sampah organik. Dan dari jumlah tersebut, 1400 ton dihasilkan oleh seluruh pasar yang ada di Jakarta, di mana 95%-nya adalah sampah organik. Melihat besarnya sampah organik yang dihasilkan oleh masyarakat, terlihat potensi untuk mengolah sampah organik menjadi pupuk organik demi kelestarian lingkungan dan kesejahteraan masyarakat. Bahan-bahan organik akan mengalami penguraian di alam dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Namun proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Untuk mempercepat proses pengomposan ini telah banyak dikembangkan teknologi-teknologi pengomposan. Baik pengomposan dengan teknologi sederhana, sedang, maupun teknologi tinggi. Pada prinsipnya pengembangan teknologi pengomposan didasarkan pada proses penguraian bahan organik yang terjadi secara alami. Proses penguraian dioptimalkan sedemikian rupa sehingga pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat dan efisien.

Teknologi pengomposan saat ini menjadi sangat penting artinya terutama untuk mengatasi permasalahan limbah organik seperti untuk mengatasi masalah sampah di kota-kota besar, limbah organik industri, serta limbah pertanian dan perkebunan. Teknologi pengomposan sampah sangat beragam, baik secara aerobik maupun anaerobik, dengan atau tanpa aktivator pengomposan. Aktivator pengomposan yang sudah banyak beredar antara lain PROMI (*Promoting Microbes*), OrgaDec, SuperDec, ActiComp, BioPos, EM4, Green Phoskko Organic Decomposer dan SUPERFARM (*Effective Microorganism*) atau menggunakan cacing guna mendapatkan kompos (*vermicompost*). Setiap aktivator memiliki keunggulan

sendiri-sendiri. Pengomposan secara aerobik paling banyak digunakan, karena mudah dan murah untuk dilakukan, serta tidak membutuhkan kontrol proses yang terlalu sulit. Dekomposisi bahan dilakukan oleh mikroorganisme di dalam bahan itu sendiri dengan bantuan udara. Sedangkan pengomposan secara anaerobik memanfaatkan mikroorganisme yang tidak membutuhkan udara dalam mendegradasi bahan organik. Hasil akhir dari pengomposan ini merupakan bahan yang sangat dibutuhkan untuk kepentingan tanah-tanah pertanian di Indonesia, sebagai upaya untuk memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah, sehingga produksi tanaman menjadi lebih tinggi.

C. Bahan Pembuatan Kompos

Bahan-bahan untuk pembuatan kompos pun tidak jauh dari sampah organik, antara lain: Tanaman sisa atau limbah panen (batang dan tongkol jagung, batang dan daun pisang, jerami dan sekam, daun dan kulit kopi, batang kering sehabis panen dari kacang-kacangan atau umbi-umbian), Rerumputan, semak belukar, tanaman pelindung (turi, lamtoro, titonia, dan lain-lain), Limbah organik rumah tangga (kupas sayuran, sisa buah-buahan, air cucian ikan dan ayam, isi perut ikan dan ayam, dan lain-lain), Limbah peternakan (kotoran hewan, urin hewan, sisa pakan hewan), Limbah agroindustri (limbah pabrik gula, limbah kedelai industri tahu dan tempe, kelapa sawit, dan lain-lain), Kapur pertanian (kulit kerang, terak baja, dolomit). Sebenarnya kompos dapat diolah dengan sendirinya (alamiah), tetapi proses tersebut memakan waktu yang sangat lama. Selain bahan utama yang digunakan dalam pembuatan kompos, bahan dekomposer sangat dibutuhkan untuk mempercepat proses pengomposan.

Adapun contoh dekomposer adalah sekam padi, serbuk gergaji, gula pasir, dan air. Selain itu, bonggol pisang, sisa buah-buahan, dan rebung juga dapat digunakan sebagai dekomposer. Sekam padi berfungsi untuk meningkatkan tekstur kualitas kompos dan

mengurangi kelebihan air. Gula pasir berfungsi untuk sumber energi mikroorganisme pengurai. Kemudian, air berfungsi untuk membantu kelembaban tanah. Namun, jika kamu ingin lebih simple, kini sudah banyak dekomposer yang dijual di toko-toko pertanian sekitar kita. Bahan organik tidak bisa digunakan langsung oleh tanaman, harusnya dikomposkan dulu atau diuraikan sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara yang dikandungnya. Syarat-syarat pembuatan kompos adalah: Ukuran bahan mentah, semakin kecil ukuran bahannya maka makin cepat diuraikan. Suhu dan ketinggian timbunan lapisan bahan organik, makin tinggi bahan timbunan maka semakin baik, sehingga panas yang dihasilkan makin tinggi dan bakteri akan bekerja secara optimum. Nisbah C/N, mikroorganisme di dalam tanah yang bekerja memerlukan karbon dan nitrogen untuk membentuk protein. Rasio C/N yang diperlukan antara 20-40, tidak bisa kurang maupun lebih karena akan mengganggu proses dekomposisi. Kelembapan, timbunan kompos harus selalu dalam kondisi yang lembap dengan kandungan lengas antara 50-60%. Jika kelebihan air akan memperkecil volume udara dan kekurangan air mengakibatkan proses dekomposisi berhenti.

Proses dekomposisi sangat membutuhkan oksigen jadi diperlukan proses pembalikan timbunan bahan kompos untuk mengatur pasokan oksigen bagi mikroorganisme tanah. Nilai pH untuk kompos biasanya berkisar 5,5-8,0. Di dalam membuat pupuk kompos alat dan bahan yang dibutuhkan antara lain: parang/pisau/sabit untuk mencacah bahan kompos menjadi kecil-kecil, Sekop untuk mengumpulkan bahan, mengaduk, membalikkan bahan kompos, Ember untuk menyiram air pada tumpukan bahan, Plastik untuk menutup bahan kompos saat proses sedang terjadi, Termometer untuk mengukur suhu, Ayakan dan karung penyimpanan bahan untuk menyaring dan menyimpan kompos siap pakai, Lokasi pembuatan kompos sebaiknya pada tempat yang teduh, ada penutup seperti atap. Jika tidak ada tempat khusus untuk pengomposan, maka

bisa dilakukan di bawah pohon yang rindang dan ditutup dengan terpal selama proses pengomposan berlangsung.

Bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik dapat berasal dari limbah/hasil pertanian dan non pertanian (limbah kota dan limbah industri). Dari hasil pertanian antara lain berupa sisa tanaman (jerami dan berangkas), sisa hasil pertanian (sekam padi, kulit kacang tanah, ampas tebu, dan belotong), pupuk kandang (kotoran sapi, kerbau, ayam, itik, dan kuda), dan pupuk hijau. Limbah kota atau sampah organik kota biasanya dikumpulkan dari pasar-pasar atau sampah rumah tangga dari daerah pemukiman serta taman-taman kota. Limbah industri yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik antara lain limbah industri pangan. Berbagai bahan organik tersebut dapat dijadikan pupuk organik melalui teknologi pengomposan sederhana maupun dengan penambahan mikroba perombak serta pengkayaan dengan hara lain.

Pupuk organik yang berasal dari pupuk kandang merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibanding bahan pembelah lainnya. Kadar hara yang dikandung pupuk organik pada umumnya rendah dan sangat bervariasi. Sebagai bahan pembenah tanah, pupuk organik membantu dalam mencegah terjadinya erosi dan mengurangi terjadinya retakan tanah. Pemberian bahan organik mampu meningkatkan kelembapan dan memperbaiki porositas tanah. Sedangkan sumber kompos banyak tersedia antara lain:

a. Sisa Tanaman

Kandungan hara beberapa tanaman pertanian ternyata cukup tinggi dan bermanfaat sebagai sumber energi utama mikro-organisme di dalam tanah. Apabila digunakan sebagai mulsa, maka ia akan mengontrol kehilangan air melalui evaporasi dari permukaan tanah, dan pada saat yang sama dapat mencegah erosi tanah. Hara dalam tanaman dapat dimanfaatkan setelah tanaman mengalami dekomposisi. Kandungan haranya sangat bervariasi tergantung dari jenis bahan tanaman (Tabel 3). Rasio

C/N sisa tanaman bervariasi dari 80:1 pada jerami gandum hingga 20:1 pada tanaman legum. Selama proses dekomposisi ini nilai rasio C/N akan menurun mendekati 10:1 pada saat bahan tersebut bercampur dengan tanah. Berbagai sumber bahan kompos dari limbah pertanian dengan nilai C/N rasio disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Komposisi unsur hara dalam jaringan tanaman

Tanaman	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	%					mg kg ⁻¹				
Gandum	2,80	0,36	2,26	0,61	0,58	155	28	45	108	23
Jagung	2,97	0,30	2,39	0,41	0,16	132	12	21	117	17
Kc. tanah	4,59	0,25	2,03	1,24	0,37	198	23	27	170	28
Kedelai	5,55	0,34	2,41	0,88	0,37	190	11	41	143	39
Kentang	3,25	0,20	7,50	0,43	0,20	165	19	65	160	28
Ubi jalar	3,76	0,38	4,01	0,78	0,68	126	26	40	86	53

Tabel 4. Kandungan nitrogen dan C/N ratio pada beberapa sumber kompos

Jenis bahan	Nitrogen per berat kering	C/N rasio
	%	
Limbah cair dari hewan	15 - 18	0,8
Darah kering	10 - 14	3
Kuku dan tanduk	12	-
Limbah ikan	4 - 10	4 - 5
Limbah minyak biji-bijian	3 - 9	3 - 15
<i>Night soil</i>	5,5 - 6,5	6 - 10
Lumpur limbah	5 - 6	6
Kotoran ternak unggas	4	-
Tulang	2 - 4	8
Rumput	2 - 4	12
Sisa tanaman hijauan	3 - 5	10 - 15
Limbah pabrik bir	3 - 5	15
Limbah rumah tangga	2 - 3	10 - 16
Kulit biji kopi	1,0 - 2,3	8
Eceng gondok	2,2 - 2,5	20
Kotoran babi	1,9	-
Kotoran ternak	1,0 - 1,8	-

Limbah lumpur padat	1,2 - 1,8	-
Millet	0,7	70
Jerami gandum	0,6	80
Daun-daunan	0,4 -1,0	40 - 80
Limbah tebu	0,3	150
Serbuk gergaji	0,1	500
Kertas	0,0	*

b. Kotoran hewan

Kotoran hewan yang berasal dari usaha tani pertanian antara lain adalah kotoran ayam, sapi, kerbau, kambing, kuda, dan sebagainya. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan berbeda tergantung pada jumlah dan jenis makanannya. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan jauh lebih rendah dari pada pupuk kimia (Tabel 5) sehingga takaran penggunaannya juga akan lebih tinggi. Namun demikian, hara dalam kotoran hewan ini ketersediaannya (*release*) lambat sehingga tidak mudah hilang. Ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi/ mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Rendahnya ketersediaan hara dari pupuk kandang antara lain disebabkan karena bentuk N, P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein atau senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi. Selain mengandung hara bermanfaat, pupuk kandang juga mengandung bakteri saprofitik, pembawa penyakit, dan parasit mikroorganisme yang dapat membahayakan hewan atau manusia. Contohnya: kotoran ayam mengandung *Salmonella* sp. Oleh karena itu pengelolaan dan pemanfaatan pupuk kandang harus hati-hati.

Tabel 5. Kandungan hara pada beberapa kotoran hewan.

Sumber	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
%							
Sapi perah	0,53	0,35	0,41	0,28	0,11	0,05	0,004
Sapi daging	0,65	0,15	0,30	0,12	0,10	0,09	0,004
Kuda	0,70	0,10	0,58	0,79	0,14	0,07	0,010
Unggas	1,50	0,77	0,89	0,30	0,88	0,00	0,100
Domba	1,28	0,19	0,93	0,59	0,19	0,09	0,020

Hasil penelitian pembuatan kompos dari kotoran hewan di Jepang menunjukkan bahwa 10-25% dari N dalam bahan asal kompos akan hilang sebagai gas NH_3 selama proses pengomposan. Selain itu dihasilkan pula 5% CH_4 dan sekitar 30% N_2O yang berpotensi untuk mencemari lingkungan sekitarnya. Sebaliknya akan terjadi penyusutan volume bahan dan mempunyai rasio C/N yang lebih rendah dan suhu 60-65°C saat proses pengomposan berakhir.

c. *Sampah kota*

Sampah (*waste*) didefinisikan sebagai bahan-bahan yang sudah tidak digunakan dan tidak bermanfaat sehingga disebut bahan buangan. Menurut sumbernya, sampah dibagi menjadi sampah domestik/kota dan sampah industri. Berdasarkan data di berbagai tempat, sampah kota ini relatif kurang tertangani dibandingkan sampah bahan lain. Hal ini terjadi karena bahan tersebut banyak terkontaminasi B₃ (bahan beracun berbahaya), seperti logam berat sehingga apabila dimanfaatkan sebagai kompos untuk tanaman pangan dapat mencemari hasil. Tertimbunnya sampah domestik dalam waktu lama akan mengundang risiko penurunan kualitas sanitasi, keindahan lingkungan serta berjangkitnya penyakit tertentu. Di beberapa kota besar di Indonesia, masalah sampah kota banyak menjadi sorotan seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk dan perbaikan kualitas hidup masyarakatnya. Hasil buangan sampah rumah tangga, tempat fasilitas umum kota, pasar dan sebagainya di ibu kota Jakarta telah mencapai volume sekitar 26.750 m³ hari⁻¹, Semarang 1.500 m³ ha⁻¹ dan Bogor sekitar 2.000 m³ hari⁻¹. Kondisi ini sudah sangat mengkhawatirkan dan mengganggu kenyamanan dan kebersihan lingkungan bila tidak ditangani secara baik. Salah satu kendala pemanfaatan sampah kota adalah kurang praktisnya pemakaian secara langsung dan memerlukan biaya relatif tinggi untuk pendistribusiannya di lapangan.

Menurut jenis dan asalnya sampah domestik dibedakan menjadi sampah kertas, plastik, kaca, karet, dan logam yang biasanya dimanfaatkan oleh pemulung untuk didaur ulang menjadi produk yang bermanfaat. Sedangkan sampah organik yang proporsinya (volume) jauh lebih besar daripada sampah anorganik biasanya tertimbun tanpa ada yang memanfaatkan. Sampah organik terdiri atas sisa sayuran, tanaman, dan sisa makanan yang mengandung karbon (C) berupa senyawa sederhana maupun kompleks. Selulosa merupakan salah satu senyawa kompleks yang memerlukan proses dekomposisi relatif lama namun dapat dipecah oleh enzim selulosa yang dihasilkan oleh bakteri menjadi senyawa monosakarida, alkohol, CO₂, dan asam-asam organik lain.

Ditinjau dari ketersediaan dan jenis bahan bakunya, ketiga bentuk sampah organik (sisa tanaman, kotoran hewan, dan sampah kota) ini berpotensi besar untuk didaur ulang melalui proses pengomposan menjadi pupuk organik. Dengan memanfaatkan teknologi yang ada diharapkan dapat membuka peluang usaha baru yang hasilnya (berupa pupuk organik) dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas lahan-lahan pertanian di Indonesia.

d. Vermikompos

Vermikompos disebut juga kompos cacing, vermicast atau pupuk kotoran cacing, yang merupakan hasil akhir dari hasil penguraian bahan organik oleh jenis-jenis cacing tertentu. Vermikompos merupakan bahan yang kaya hara, dapat digunakan sebagai pupuk alami atau *soil conditioner* (pembenah tanah). Proses pembuatan vermikompos disebut *vermikomposting*. Cacing yang digunakan dalam proses pembuatan vermikompos diantaranya *brandling-worms* (*Eisenia foetida*), dan *redworms* (cacing merah) (*Lumbricus rubellus*). Cacing-cacing ini jarang ditemukan di dalam tanah, dan dapat menyesuaikan dengan kondisi tertentu di dalam pergiliran tanaman. Di luar negeri "bibit" cacing-cacing telah diperjual-

belikan di toko- toko pertanian. *Vermikomposting* dalam skala kecil dapat mendaur ulang sampah dapur menjadi vermikompos yang berkualitas dengan menggunakan ruang terbatas. Kandungan hara vermikompos yang dihasilkan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan hara vermikompos

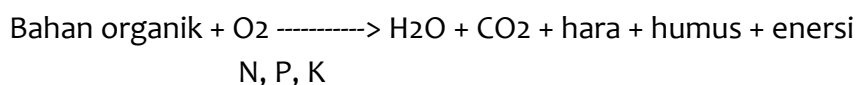
Parameter sifat kimia	Nilai
pH	6,5 -7,5
C-organik %	20,43 – 30,31
Nitrogen %	1,80 – 2,05
Fosfor %	1,32 – 1,93
Kalium %	1,28 – 1,50
Rasio Karbon: nitrogen	14-15 : 1
Kalsium %	3,0 – 4,5
Magnesium %	0,4 – 0,7
Natrium %	0,02 – 0,30
Sulfur %	Traces to 0,40
Fe (ppm)	0,3 – 0,7
Seng (ppm)	0,028 – 0,036
Mangan (ppm)	Traces to 0,40
Tembaga (ppm)	0,0027 – 0,0123
Boron (ppm)	0,0034 – 0,0075
Aluminium (ppm)	Traces to 0,071
Kobalt, Molibdenum (ppm)	-

D. Proses Pengomposan

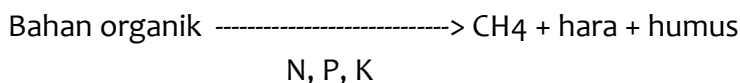
Bahan organik tidak dapat digunakan secara langsung oleh tanaman karena perbandingan kandungan C/N dalam bahan tersebut tidak sesuai dengan C/N tanah. Rasio C/N merupakan perbandingan antara karbohidrat (C) dan nitrogen (N). Rasio C/N tanah berkisar antara 10-12. Apabila bahan organik mempunyai rasio C/N mendekati atau sama dengan rasio C/N tanah, maka bahan tersebut dapat digunakan tanaman. Namun pada umumnya bahan organik segar mempunyai rasio C/N tinggi (jerami 50-70; dedaunan tanaman 50-60; kayu-kayuan >400; dan lain-lain).Prinsip pengomposan adalah

untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Semakin tinggi rasio C/N bahan organik maka proses pengomposan atau perombakan bahan semakin lama. Waktu yang dibutuhkan bervariasi dari satu bulan hingga beberapa tahun tergantung bahan dasar. Proses perombakan bahan organik terjadi secara biofisiko-kimia, melibatkan aktivitas biologi mikroba dan mesofauna. Secara alami proses peruraian tersebut bisa dalam keadaan aerob (dengan O₂) maupun anaerob (tanpa O₂). Proses penguraian aerob dan anaerob secara garis besar sebagai berikut:

Mikroba aerob



Mikroba anaerob



Proses perombakan tersebut, baik secara aerob maupun anaerob akan menghasilkan hara dan humus, proses bisa berlangsung jika tersedia N, P, dan K. Penguraian bisa berlangsung cepat apabila perbandingan antara kadar C (C-organik):N:P:K dalam bahan yang terurai setara 30:1:0,1:0,5. Hal ini disebabkan N, P, dan K dibutuhkan untuk aktivitas metabolisme sel mikroba dekomposer. Oleh karena itu penggunaan bahan organik segar (belum mengalami proses dekomposisi) (nilai C/N >25) secara langsung yang dicampur/dibenam di dalam tanah akan mengalami proses penguraian secara aerob (pemberian bahan organik di lahan kering) atau anaerob (pemberian bahan organik di lahan sawah) lebih dahulu. Hal ini menyebabkan ketersediaan hara N, P, dan K tanah menurun, karena diserap dan digunakan oleh mikroba dekomposer untuk aktivitas peruraian bahan organik. Akibatnya terjadi persaingan antara tanaman dengan

mikroba dekomposer dalam pengambilan unsur N, P, dan K. Selain terjadi persaingan dalam pengambilan hara, proses peruraian aerob juga menghasilkan enersi/suhu sehingga suhu tanah meningkat. Kedua hal tersebut dapat menyebabkan tanaman kekurangan hara (pertumbuhan tanaman terhambat) atau bahkan tanaman mati, oleh karena itu penggunaan bahan organik yang mempunyai kadar C tinggi tetapi kadar N, P, dan K rendah, sebaiknya sebelum digunakan diproses lebih dahulu sampai bahan organik tersebut menjadi kompos. Pada bahan organik yang telah terdekomposisi (menjadi kompos) telah terjadi proses mineralisasi unsur hara dan terbentuk humus yang sangat bermanfaat bagi kesuburan dan kesehatan tanah.

Di lingkungan alam terbuka, kompos bisa terjadi dengan sendirinya. Proses pembusukan terjadi secara alami namun tidak dalam waktu yang singkat, melainkan secara bertahap. Lewat proses alami, rumput, daun-daunan, dan kotoran hewan serta sampah lainnya lama kelamaan membusuk karena kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca. Lamanya proses pembusukan tersebut lebih kurang sekitar 5 minggu hingga 2 bulan. Namun jika kita ingin waktu yang lebih singkat, 2 minggu, proses tersebut dapat dipercepat dengan menggunakan bioaktivator perombak bahan organik, seperti *Trichoderma sp.*

Komponen utama limbah padat pertanian adalah selulosa. Selulosa merupakan senyawa yang secara alami sulit untuk didekomposisi. Hal ini menyebabkan petani lebih suka membakar jeraminya di lahan pertanian daripada mengembalikannya lagi ke tanah dalam bentuk kompos, sebab pengomposan secara alami membutuhkan waktu yang lama (4-5 bulan), terlebih pada bahan organik berlignin pada tanaman perkebunan seperti pelepah daun dan tandan kosong kelapa sawit yang mengandung lignin tinggi. Lignin merupakan polimer struktural fenilpropan pada tanaman vaskuler yang membuat kekakuan tanaman dan mengikat serat dinding sel, berfungsi me-

nurunkan permeasi air melintasi dinding jaringan xilem dan membuat kayu resisten terhadap serangan mikroba. Di dalam tanah lignin dari tanaman mati didegradasi oleh mikroba menjadi humus, air dan karbon dioksida. Humus pada permukaan tanah penting untuk struktur tanah, meningkatkan aerasi dan moisture-holding capacity. Humus berfungsi sebagai penukar ion dasar dan mampu menyimpan serta melepaskan hara di sekitar tanaman. Walaupun manfaat penggunaan bahan organik untuk meningkatkan kesuburan kimia, fisik, dan biologi tanah telah dipahami betul oleh para ahli dan praktisi pertanian, tetapi sampai sekarang masih sulit petani memanfaatkan kembali sisa tanaman untuk menyuburkan lahannya. Hal ini disebabkan karena secara alami perombakan limbah pertanian memerlukan waktu yang lama, sedangkan apabila memakai kompos yang telah jadi selain diperlukan biaya yang mahal juga diperlukan tenaga karena kompos harus diberikan dalam jumlah yang besar (*bulky*).

Komponen penyusun struktur tanaman terbesar setelah selulosa adalah hemiselulosa (*xylan*) yang merupakan polimer karbohidrat kompleks dengan xylan dan glukomanan sebagai komponen utama. Hemiselulosa merupakan polimer dari unit-unit gula pentosa dan hexosa dimana fibril-fibrilnya membentuk susunan amorf. Struktur hemiselulosa yang banyak dipelajari adalah dari kelompok xylan karena menempati 7-30% dari bobot tanaman. Degradasi dari hemiselulosa secara enzimatik memerlukan suatu kompleks enzim yang mampu menghidrolisis xylan dan kerangka glukomanan. Hemiselulosa umumnya relatif mudah didekomposisi dan merupakan polisakarida yang mula-mula didekomposisi terlebih dahulu oleh mikroba di alam, sehingga penyusutan bobot tanaman pada suatu proses dekomposisi terjadi karena terurainya hemiselulosa.

Proses pengomposan juga bermanfaat untuk mengubah limbah yang berbahaya, seperti misalnya tinja, sampah, dan limbah cair lain menjadi bahan yang aman dan bermanfaat. Organisme yang

bersifat patogen akan mati karena suhu yang tinggi pada saat proses pengomposan berlangsung. Kemungkinan bahan dasar kompos mengandung selulosa 15-40%, bahan mineral (abu) 3-5%, selain itu terdapat bahan larut air panas dan dingin (gula, pati, asam amino, urea, dan garam amonium) sebanyak 2-30%, dan 1-15% lemak larut eter dan alkohol, minyak dan lilin. Komponen organik ini mengalami proses dekomposisi di bawah kondisi mesofilik dan termofilik. Pengomposan dengan metode timbunan di permukaan tanah, lubang galian tanah, sistem Indore menghasilkan bahan yang terhumifikasi berwarna gelap setelah 3-4 bulan dan merupakan sumber bahan organik untuk pertanian berkelanjutan.

a. *Proses mikrobiologi*

Konversi biologi bahan organik dilaksanakan oleh bermacam-macam kelompok mikroorganisme heterotropik seperti bakteri, fungi, aktinomisetes, dan protozoa. Organisme tersebut mewakili jenis tanaman dan hewan. Selama proses pengomposan berlangsung, perubahan secara kualitatif dan kuantitatif terjadi, pada tahap awal akibat perubahan lingkungan beberapa spesies flora menjadi aktif, makin berkembang dalam waktu yang cepat, dan kemudian hilang untuk memberikan kesempatan pada populasi lain untuk menggantikan. Minggu kedua dan ketiga, kelompok fisiologi yang berperan aktif pada proses pengomposan dapat diidentifikasi yaitu bakteri sebanyak 106–107, bakteri amonifikasi (104), pektinolitik (103), dan bakteri penambat nitrogen (103). Mulai hari ketujuh kelompok mikrobia meningkat dan setelah hari ke-14 terjadi penurunan jumlah kelompok. Kemudian kembali terjadi kenaikan populasi selama minggu keempat. Mikroorganisme yang berperan adalah mikroorganisme selulolitik dan lignolitik demikian juga fungi (Tabel 7).

Tabel 7. Organisme Yang Aktif Dalam Proses Pengomposan

Kelompok	Organisme	Jumlah/g kompos
Miklofora	Bakteri	$10^8 - 10^9$
	Fungi	$10^5 - 10^8$
Mikrofauna	Protozoa	$10^4 - 10^8$
Makroflora	Fungi	$10^4 - 10^5$
Makrofauna	Cacing tanah, rayap, semut, kumbang	-

Pengomposan aerob: Dalam sistem ini, kurang lebih dua pertiga unsur karbon (C) menguap (menjadi CO₂) dan sisanya satu pertiga bagian bereaksi dengan nitrogen dalam sel hidup. Selama proses pengomposan aerob tidak timbul bau busuk. Selama proses pengomposan berlangsung akan terjadi reaksi eksotermik sehingga timbul panas akibat pelepasan energi. Kenaikan suhu dalam timbunan bahan organik menghasilkan suhu yang menguntungkan mikroorganisme temofilik. Akan tetapi, apabila suhu melampaui 65-70°C, kegiatan mikroorganisme akan menurun karena kematian organisme akibat panas yang tinggi.

Pengomposan anaerob: penguraian bahan organik terjadi pada kondisi anaerob (tanpa oksigen). Tahap pertama, bakteri fakultatif penghasil asam menguraikan bahan organik menjadi asam lemak, aldehida, dan lain- lain.; proses selanjutnya bakteri dari kelompok lain akan mengubah asam lemak menjadi gas metan, amoniak, CO₂ dan hidrogen. Pada proses aerob energi yang dilepaskan lebih besar (484-674 kcal mole glukosa-1) sedangkan pada proses anaerob hanya 25 kcal mole glukosa-1.

b. Tahapan Proses Pengomposan

Proses dekomposisi bahan organik dapat dibagi menjadi tiga tahap seperti disajikan dalam Tabel 8. Pada tahap awal atau dekomposisi intensif berlangsung, dihasilkan suhu yang cukup tinggi dalam waktu yang relatif pendek dan bahan organik yang mudah terdekomposisi akan diubah menjadi senyawa lain. Pada tahap pematangan utama dan pasca pematangan, bahan yang sukar akan terdekomposisi akan terurai dan membentuk ikatan kompleks lempung-humus. Produk yang dihasilkan adalah kompos matang yang mempunyai ciri antara lain: (1) tidak berbau; (2) remah; (3) berwarna kehitaman; (4) mengandung hara yang tersedia bagi tanaman; dan (5) kemampuan mengikat air tinggi.

Tabel 8. Tahapan Pengomposan

No	Tahapan	Pematangan bahan	Produk	Kategori pematangan
1	Tahap dekomposisi dan sanitasi	Pra matang/dekomposisi intensif	Kompos segar	II
2	Tahap konversi	Pematangan utama	Kompos segar	III
3	Tahap sintetik	Pasca pematangan	Kompos matang	IV dan V

Perkembangan proses dekomposisi yang kurang baik pada umumnya disebabkan oleh kandungan lengas tidak sesuai dan atau campuran bahan campuran kompos yang tidak sesuai. Selama proses dekomposisi berlangsung harus dilakukan monitoring terhadap kelembapan dan suhu dengan tujuan mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan pada tahap awal dekomposisi. Pada Tabel 9 disajikan daftar permasalahan yang mungkin timbul selama proses pengomposan, identifikasi penyebab, dan cara memperbaikinya.

Tabel 9. Dianogsis Permasalahan Yang Mungkin Timbul, Indentyifikasi Penyebab, dan Cara Memperbaiki

Permasalahan	Penyebab	Cara menanggulangi
Bahan baku terlalu kering, proses dekomposisi berhenti	<ul style="list-style-type: none"> - Kelembapan turun di bawah batas ambang yang dibutuhkan mikroba karena suhu meningkat - Bahan dasar kompos terlalu kering 	<ul style="list-style-type: none"> - Kelembapan turun di bawah batas ambang yang dibutuhkan mikroba karena suhu meningkat - Bahan dasar kompos terlalu kering
Bahan baku terlalu basah, warna kehitaman, kekurangan oksigen	<ul style="list-style-type: none"> - Curah hujan terlalu tinggi - Bahan campuran mengandung air tinggi, namun kandungan nitrogen rendah 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala, bagian dasar diberi alas kering berupa potongan kayu atau ranting - Menambah tanah, batuan yang dihaluskan atau kapur
Dekomposisi berjalan lambat	<ul style="list-style-type: none"> - Prosentase kandungan lignin terlalu tinggi sehingga rasio C/N tinggi - Terlalu kering 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambahkan bahan yang kaya nitrogen (kotoran ternak, limbah dapur/rumah tangga)
Bau busuk	<ul style="list-style-type: none"> - Tergenang - Kekurangan oksigen - Prosentase bahan yang mengandung nitrogen terlalu tinggi - Kekurangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambahkan bahan yang ruah

	bahan yang ruah - Bahan memadat	
Kompos mengandung benih gulma	- Selama proses dekomposisi suhu terlalu rendah	- Kelembapan dan aerasi diatur - Bahan yang mengandung biji gulma diletakkan di bagian tengah timbunan agar mencapai peningkatan suhu yang tinggi
Kompos diserang kecoa	- Tersisa makanan dan hewan di sekitar timbunan dan tidak ditutup	- Menempatkan bahan limbah dapur di bagian tengah timbunan kemudian ditutup.

E. Syarat-Syarat Pembuatan Kompos

Agar pembuatan kompos berhasil, beberapa syarat yang diperlukan antara lain:

1. Ukuran bahan mentah. Sampai pada batas tertentu, semakin kecil ukuran potongan bahan mentahnya, semakin cepat pula waktu pembusukannya. Penghalusan bahan akan meningkatkan luas permukaan spesifik bahan kompos sehingga memudahkan mikroba dekomposer untuk menyerang dan menghancurkan bahan-bahan tersebut. Meskipun demikian, kalau penghalusan bahan terlalu kecil, timbunan akan menjadi mampat sehingga udara sedikit. Ukuran bahan sekitar 5-10 cm sesuai untuk pengomposan ditinjau dari aspek sirkulasi udara yang mungkin terjadi. Untuk mempercepat proses pelapukan, dilakukan pemotongan/mencacah daun-daunan, ranting-ranting dan material organik lainnya secara manual dengan tangan atau mesin. Untuk pembuatan kompos skala industri, tersedia mesin penggilingan bertenaga listrik yang dirancang khusus untuk memotong atau mencacah bahan organik limbah pertanian

menjadi potongan-potongan yang cukup kecil hingga bisa melapuk dengan cepat.

2. Suhu dan ketinggian timbunan kompos. Timbunan bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat suhunya hingga 65-70°C akibat terjadinya aktivitas biologi oleh mikroba perombak bahan organik. Penjagaan panas sangat penting dalam pembuatan kompos agar proses dekomposisi berjalan merata dan sempurna. Hal yang menentukan tingginya suhu adalah nisbah volume timbunan terhadap permukaan. Makin tinggi volume timbunan dibanding permukaan, makin besar isolasi panas dan makin mudah timbunan menjadi panas. Timbunan yang terlalu dangkal akan kehilangan panas dengan cepat, karena bahan tidak cukup untuk menahan panas dan menghindari pelepasannya. Dalam keadaan suhu kurang optimum, bakteri-bakteri yang menyukai panas (yang bekerja di dalam timbunan itu) tidak akan berkembang secara wajar. Akibatnya pembuatan kompos akan berlangsung lebih lama. Sebaliknya timbunan yang terlampaui tinggi dapat mengakibatkan bahan memadat karena berat bahan kompos itu sendiri. Hal tersebut akan mengakibatkan suhu terlalu tinggi dan udara di dasar timbunan berkurang. Panas yang terlalu banyak juga akan mengakibatkan terbunuhnya mikroba yang diinginkan. Sedang kekurangan udara mengakibatkan tumbuhnya bakteri anaerobik yang baunya tidak enak. Tinggi timbunan yang memenuhi syarat adalah sekitar 1,25-2 m. Pada waktu proses pembusukan berlangsung, pada timbunan material yang tingginya 1,5 m akan menurun sampai kira-kira setinggi 1 atau 1,25 m.
3. Nisbah C/N. Mikroba perombak bahan organik memerlukan karbon dan nitrogen dari bahan asal. Karbon dibutuhkan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dan nitrogen diperlukan untuk membentuk protein. Bahan dasar kompos yang mempunyai rasio C/N 20:1 hingga 35:1 sesuai untuk dikomposkan. Mikroorganisme memerlukan 30 bagian

C terhadap satu bagian N, sehingga rasio C/N 30 merupakan nilai yang diperlukan untuk proses pengomposan yang efisien. Terlalu besar rasio C/N (>40) atau terlalu kecil (<20) akan mengganggu kegiatan biologis proses dekomposisi. Bahan berkadar C/N tinggi bisa menyebabkan timbunan membusuk perlahan-lahan karena mikroba utama yang aktif pada suhu rendah adalah jamur. Hal ini berarti bahwa pembuatan kompos dari bahan-bahan keras seperti kulit biji-bijian yang keras dan berkayu, tanaman menjalar atau pangkasan-pangkasan pohon (semua dengan kadar C/N tinggi) harus dicampur dengan bahan-bahan berair seperti pangkasan daun dan sampah-sampah lunak. Bila tidak ada bahan hijau yang mengandung nitrogen, dapat diganti dengan berbagai pupuk organik.

4. Kelembaban. Timbunan kompos harus selalu lembab, dengan kandungan lengas 50-60%, agar mikroba tetap beraktivitas. Kelebihan air akan mengakibatkan volume udara jadi berkurang, sebaliknya bila terlalu kering proses dekomposisi akan berhenti. Semakin basah timbunan tersebut, harus makin sering diaduk atau dibalik untuk menjaga dan mencegah pembiakan bakteri anaerobik. Pada kondisi anaerob, penguraian bahan akan menimbulkan bau busuk. Sampah-sampah yang berasal dari hijauan, biasanya tidak membutuhkan air sama sekali pada waktu awal, tetapi untuk bahan dari cabang atau ranting kering dan rumput-rumputan memerlukan penambahan air yang cukup.
5. Sirkulasi udara (aerasi). Aktivitas mikroba aerob memerlukan oksigen selama proses pembakan berlangsung (terutama bakteri dan fungi). Ukuran partikel dan struktur bahan dasar kompos mempengaruhi sistem aerasi. Makin kasar struktur maka makin besar volume pori udara dalam campuran bahan yang didekomposisi. Pembalikan timbunan bahan kompos selama proses dekomposisi berlangsung sangat dibutuhkan dan berguna mengatur pasokan oksigen bagi aktivitas mikroba.

6. Nilai pH. Bahan organik dengan nilai pH 3-11 dapat dikomposkan. pH optimum berkisar antara 5,5-8,0. Bakteri lebih menyukai pH netral, sedangkan fungi aktif pada pH agak masam. Pada pH yang tinggi, terjadi kehilangan nitrogen akibat volatilisasi, oleh karena itu dibutuhkan kehati-hatian saat menambahkan kapur pada saat pengomposan. Pada awal proses pengomposan, pada umumnya pH agak masam karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam. Namun selanjutnya pH akan bergerak menuju netral. Variasi pH yang ekstrem selama proses pengomposan menunjukkan adanya masalah dalam proses dekomposisi.

F. Metode Pengomposan

Beberapa metode pengomposan yang sering digunakan dan dipraktikkan secara sederhana adalah:

1. Metode Indore

Bahan dasar yang digunakan adalah campuran antara sisa/residu tanaman, kotoran ternak, urine ternak, abu bakaran kayu, dan air. Bahan yang keras seperti ranting kayu tidak boleh melebihi 10% total berat bahan dasar. Semua bahan yang tersedia kemudian disusun menurut lapisan-lapisan dengan ketebalan masing-masing 15 cm, dengan total ketebalan timbunan 1,0-1,5 m. Lokasi pembuatan kompos dipilih yang agak tinggi dekat kandang ternak agar terbebas dari masalah penggenangan air. Lubang galian dibuat dengan kedalaman 1 m dan lebar 1,5-2,0 m dengan panjang lubang tergantung ketersediaan lahan. Selanjutnya, kotoran ternak yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam lubang setebal 10-15 cm secara merata kemudian ditaburi dengan urine ternak yang dicampur tanah. Kelembapan tumpukan bahan dijaga pada kelembapan sekitar 90%. Selama proses pengomposan dilakukan pembalikan tiga kali pada 15, 30, dan 60 hari setelah kompos mulai dibuat.

2. Metode Heap

Pengomposan dilakukan di permukaan tanah berukuran dasar 2 m, tinggi 1,5 m dan panjang 2 m. Bagian tepi dipadatkan dan di sekitar timbunan diberi peneduh atau pelindung. Sebagai lapisan dasar pertama adalah bahan yang kaya karbon setebal 15 cm (dedaunan, jerami, serbuk gergaji, dan batang jagung) kemudian lapisan berikutnya adalah bahan yang kaya nitrogen setebal 10-15 cm (residu sisa tanaman, rumput segar, kotoran ternak, dan sampah organik). Demikian seterusnya disusun bertumpuk hingga ketinggian 1,5 m, bahan dasar harus bervariasi agar proses dekomposisi berjalan dengan baik dan bila perlu dicacah agar lebih halus. Kelembapan dijaga dengan menambahkan air secukupnya dan proses pembalikan dilakukan setelah 6 dan 12 minggu proses pengomposan berlangsung.

3. Metode Bangalore

Metode ini direkomendasikan apabila bahan dasar pembuat kompos yang digunakan adalah tinja dan sampah kota di daerah yang mempunyai curah hujan rendah. Metode ini mempunyai banyak kelemahan, dimana selama proses pengomposan bahan-bahan selalu berada di dalam lubang atau bak pengomposan. Selama proses pengomposan sekitar 3 bulan, tidak dilakukan proses penyiraman atau pembalikan. Permukaan kompos yang ditutup dengan lumpur menyebabkan kehilangan kelembapan dapat ditekan sehingga laju dekomposisi bahan-bahan berjalan sangat lambat dan dapat berlangsung hingga 6-8 bulan sampai kompos matang. Dalam proses ini tidak terjadi kehilangan karbon dan nitrogen sehingga kualitas kompos sangat tergantung pada bahan dasar yang digunakan. Metode yang dikembangkan di Bangalore, India ini kurang populer karena kesulitan dalam pengelolaan, waktu lama dan menimbulkan bau busuk dan lalat yang banyak.

4. Metode Berkeley

Metode pengomposan ini relatif cepat hanya sekitar 2 minggu dengan menggunakan bahan dasar campuran dua bagian bahan organik kaya selulosa dan satu bagian bahan organik yang kaya nitrogen dengan nilai rasio C/N sekitar 30:1. Bahan disusun berlapis-lapis 2,4 x 2,2 x 1,5 m dan dikomposkan dalam waktu 2 minggu. Selama 2-3 hari proses pengomposan berjalan terbentuk suhu tinggi sehingga secara berkala kompos harus dibalik dan diaduk. Setelah hari ke-10, suhu mulai menurun dan bahan berubah menjadi remah dan berwarna coklat gelap.

5. Vermikompos

Prinsip dari metode ini adalah memanfaatkan cacing sebagai perombak bahan organik. Cacing tanah dapat memakan semua jenis bahan organik dengan kemampuan makan setara dengan berat badannya per hari. Kotoran cacing yang disebut kascing ini kaya nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium bentuk tersedia bagi tanaman, mengandung vitamin, enzim, dan mikroorganisme. Tapiador (1981) memprediksi dari sekitar 1.000 t bahan organik lembap dapat diubah menjadi 300 t vermikompos. Vermikompos dapat dibuat dalam skala kecil (sederhana) maupun skala besar (industri). Pada pembuatan skala kecil digunakan kotak dari papan kayu atau kotak plastik yang sudah tidak terpakai. Styrofoam atau logam tidak dianjurkan untuk membuat kotak vermikompos karena mengeluarkan racun ke dalam lingkungan hidup cacing, sedangkan logam menyerap panas, mudah berkarat dan mengeluarkan logam berat ke dalam vermikompos. Terdapat tiga cara pembuatan yaitu: (1) kotak tidak bersekat dimana cacing dan bahan organik ditempatkan di atas alas pada bagian dasar. Tipe ini sering digunakan namun mempunyai kesulitan saat memanen kompos karena cacing dan material kompos menyatu; (2) kotak bersekat vertikal berupa nampan- nampan yang disusun secara vertikal

berisi bahan organik. Diharapkan, sebagian cacing akan bermigrasi ke lapisan nampan di atasnya. Apabila cacing yang bermigrasi sudah cukup, kompos di bawah bisa dipanen; dan (3) kotak bersekat horizontal dimana nampan diletakkan berdampingan untuk memberi kesempatan cacing tanah bermigrasi mencari sumber makanan pada kotak di sampingnya. Ketika migrasi cacing ke kotak sebelahnya telah dianggap cukup, kompos yang sudah matang beserta cacing yang masih tertinggal bisa dipanen. umumnya tetap tinggal dan tidak meloloskan diri dari hamparan karena melimpahnya bahan makanan. Permukaan hamparan bahan organik sering diperkeras dengan beton untuk mencegah predator memakan populasi cacing tanah. Proses pembuatan vermikompos dilaksanakan melalui tiga tahap: (1) pengadaan bahan organik; (2) perbanyak cacing tanah; dan (3) proses pengomposan. Bahan organik berupa campuran limbah dapur dan bahan mengandung karbon (kertas koran, serbuk gergaji, jerami, kardus, gambut, bahan-bahan lapuk, dan daun kering) diperlukan sebagai media berstruktur lepas untuk memudahkan cacing bernafas dan sebagai sarana proses dekomposisi aerobik. Aktivitas cacing optimal pada suhu 12-21°C, cacing *Pheretima hupiensis*, optimal pada suhu media sekitar 28°C, pada suhu 30°C, kokon menetas, dan pada suhu 32°C anak cacing mati. Pembuatan vermikompos berskala besar menggunakan tempat terbuka, terdiri atas hamparan bahan organik lalu cacing melakukan pengomposan dengan memakan bahan organik tersebut. Cacing pada

G. Tahapan-Tahapan Pembuatan Kompos

Proses dalam membuat kompos dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini:

1. Pemilahan sampah, kotoran ternak, limbah paberik atau limbah lainnya, pemilahan sampah/limbah dilakukan untuk memisahkan antara sampah/limbah organik dan anorganik. Bahan organik

yang seragam akan matang secara merata dan menghasilkan kompos dengan kualitas pupuk yang baik.

2. Ukuran bahan dasar, bahan dasar yang kasar harus dipotong kecil-kecil atau dicacah agar mempercepat proses dekomposisi oleh organisme.
3. Penyusunan bahan, setelah bahan-bahan dikumpulkan sesuai dengan kriterianya, maka langkah berikutnya adalah melakukan penyusunan bahannya. Bahan organik dicacah menjadi kecil-kecil, apabila terdapat sampah, limbah pabrik, limbah pasar, limbah rumah tangga, limbah panen, semak, atau rerumputan yang berukuran besar dapat dicacah dengan ukuran 25-50 cm, Potongan kecil-kecil bahan kompos disusun dengan rapi setebal 30-50 cm. Untuk kompos dari limbah ternak, taburkan kapur pertanian di atas kotoran ternak secukupnya secara merata, Di atas permukaan kotoran ternak dan kapur, disusun kembali potongan bahan organik, dan seterusnya hingga berlapis-lapis mencapai ketinggian 1,5 meter.
4. Lakukan penyiraman dengan air secukupnya.
5. Kompos ditutup dengan plastik untuk mempercepat proses pembusukan,
6. Pembalikan kompos dilakukan satu minggu sekali sampai kompos matang. Lapisan kompos yang semula berada di atas diletakkan di bawah, begitu pula sebaliknya. Setelah pembalikan kompos ditutup sedia kala dan dilakukan penyiraman.
7. Setelah minggu keempat bahan kompos makin lama akan hancur dan menyusut. Proses pematangan bahan kompos akan beriringan dengan menurunnya suhu hingga mendekati suhu ruang.
8. Hasil kompos yang sudah matang dapat digunakan secara langsung untuk pupuk tanaman. Hasil kompos tidak seluruhnya memiliki ukuran yang sama, maka dapat dilakukan penyaringan untuk memisahkan bahan-bahan berdasarkan ukurannya.

9. Penyimpanan Kompos yang telah disaring dapat disimpan di tempat yang aman (terlindung dari sinar matahari, jamur, gulma, dan terkena hujan). Jika kompos masih akan disimpan maka kadar airnya diturunkan hingga di bawah 50%.

H. Waktu Pengomposan

Waktu yang diperlukan untuk proses pengomposan guna memperoleh kompos matang dan stabil tergantung pada beberapa faktor yaitu: (1) rasio C/N bahan dasar; (2) ukuran partikel; (3) keberadaan udara (keadaan aerobik); dan (4) kelembapan. Selama proses pengomposan, bahan kompos mengalami perombakan oleh beberapa spesies mikroorganisme yang akan berubah selama proses pengomposan berlangsung. Bakteri dan fungi yang tahan suhu tinggi akan dijumpai terutama pada tahap pertengahan dari periode pengomposan dimana pada saat ini suhu dalam tumpukan kompos (pile) tinggi. Dengan berlanjutnya proses pengomposan, kandungan (total) karbon akan menurun sementara kandungan nitrogen meningkat, kemudian suhu menjadi stabil. Pada akhir proses akan terbentuk kompos matang yang secara biologis bersifat stabil dengan C/N rasio relatif rendah. Kematangan kompos merupakan aspek yang penting dalam penentuan kualitas kompos. Penggunaan kompos yang tidak matang akan mendatangkan efek yang merugikan terhadap pertumbuhan tanaman karena panas yang ditimbulkan selama proses pengomposan berlangsung. Nilai C/N rasio dari suatu bahan organik merupakan aspek penting dalam pengomposan dan laju dekomposisi bahan organik. Mikro-organisme membutuhkan sumber karbon untuk pertumbuhan dan nitrogen untuk sintesis protein. Organisme biasanya membutuhkan 30 bagian dari berat karbon terhadap satu bagian nitrogen sehingga rasio C/N 30 merupakan nilai yang paling efisien untuk proses pengomposan. Pengomposan bahan-bahan yang mempunyai C/N rasio lebih tinggi memerlukan waktu pengomposan yang lebih lama. Untuk memperpendek waktu pengomposan digunakan bahan-bahan yang kaya

akan nitrogen. Bahan tersebut dinamakan aktivator. Aktivator adalah segala bentuk substansi yang secara mikrobiologis akan menstimulir proses dekomposisi di dalam tumpukan kompos. Aktivator organik adalah materi yang mengandung nitrogen yang tinggi dalam berbagai bentuk seperti protein, asam amino, urea, dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut terdapat dalam manure, darah, sampah, kompos, dan tanah yang mengandung humus.

I. Peningkatan Kualitas Kompos

Kompos mempunyai kandungan hara yang rendah dibandingkan dengan pupuk sintetis pabrik. Namun kompos memiliki keuntungan lain yang tidak dimiliki oleh pupuk mineral, seperti peran untuk memperbaiki struktur fisik tanah dan mikrobiologi tanah. Berbagai substansi dapat meningkatkan status hara dalam kompos. Meskipun penambahan pupuk pabrik dapat meningkatkan kandungan hara dalam kompos, tetapi cara ini tidak dianjurkan karena pupuk nitrogen yang ditambahkan akan menguap selain itu penambahan pupuk tidak akan menyebabkan meningkatnya hara kompos. Pupuk mineral tergolong mahal dan hanya mampu menyuplai satu atau dua nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Pengkayaan kompos dimaksudkan untuk meningkatkan status nutrisinya. Pupuk P-alam, tepung tulang serta darah kering dapat ditambahkan karena bahan-bahan tersebut, selain mengandung hara makro juga mengandung hara mikro serta harganya relatif murah dibandingkan pupuk pabrik. Penambahan nitrogen dapat dilakukan secara mikrobiologis yaitu dengan cara inokulasi dengan bakteri *Azotobacter*, sedangkan penambahan mikroorganisme pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam kompos. Inokulasi kompos dengan mikroorganisme harus dilakukan pada saat suhu kompos sudah stabil yaitu sekitar 30-35 oC.

1. Pengapuran pada timbunan kompos
Hasil kompos terbaik mempunyai pH mendekati netral atau sedikit ke arah alkali. Untuk mencapai nilai pH netral, untuk bahan kompos yang sifatnya masam perlu ditambahkan kapur pada saat proses pengomposan. Bahan kapur yang biasa digunakan adalah kapur pertanian (kaptan), dolomit, dan kalsium karbonat. Selain itu, limbah atau hasil samping industri berupa ampas bijih atau terak dapat pula digunakan sebagai bahan pengapuran kompos.
2. Pengkayaan dengan fosfor
Pengkayaan kompos dengan fosfor dilakukan dengan menambahkan superfosfat atau fosfat alam sebanyak 5% saat proses pengomposan. Sumber lain yang bisa digunakan adalah bahan alami seperti tulang yang dijadikan tepung, dan darah kering. Batuan fosfat alam yang dipakai sebaiknya mengandung kadar fosfat rendah (<11%). Batuan ini lebih menguntungkan karena mengandung kalsium dan unsur mikro. Selain fosfor, tepung tulang juga menyediakan nitrogen sekitar 2-4%. Tepung tulang yang telah direbus mengandung nitrogen lebih sedikit dibanding yang alami. Terak baja mengandung kalsium, magnesium, dan hara lain setara dengan sumber fosfor yang lain. Sedangkan pohon pisang mengandung 1-1,5% fosfor saat berbentuk abu.
3. Pengkayaan dengan kalium
Serbuk granit atau kalium bubuk mengandung material seperti feldspar yang dapat ditambahkan untuk memperkaya kompos. Bunga bakung air, kulit dan batang pisang merupakan tanaman yang kaya unsur kalium dan mineral lain yang diperlukan tanaman. Kulit dan batang pisang mengandung 34-42% kalium, rumput laut kaya akan iodine, boron, tembaga, magnesium,

kalsium, dan fosfor. Dedaunan seperti tithonia (kirinyu dan kipait) merupakan salah satu sumber yang dapat ditambahkan dalam bahan dasar kompos. Kulit kentang dan kentang kering mengandung 1% kalium, 4% kalsium, dan 1% magnesium.

4. Pengkayaan dengan nitrogen

Penambahan senyawa nitrogen yang mengandung 2% N akan menurunkan rasio C/N sampai ke angka 10, namun aplikasi ini tidak ekonomis karena biaya produksi menjadi mahal. Padahal teknologi pengomposan menghendaki bahan pengkaya yang murah dan dapat diperoleh dengan mudah.

5. Pengkayaan dengan mikroba

Kompos merupakan media dan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan bakteri heterotrof dan kemoautotrof. Faktor yang membatasi pertumbuhan mikroba menguntungkan adalah kadar nitrogen serta bahan dasar kompos yang mempunyai rasio C/N yang besar. Dalam kondisi seperti ini, dapat diupayakan untuk menambah mikroba penambat nitrogen dari atmosfer untuk mengurangi kompetisi dari mikroorganisme lain yang tidak dapat menambat nitrogen. Organisme-organisme ini secara aktif dapat menurunkan rasio C/N kompos dan memperkayanya dengan bakteri penambat nitrogen seperti *Azotobacter*. Penambahan mikroba pelarut fosfor akan meningkatkan kualitas kompos setara dengan penambahan fosfor dari hewan dan tumbuhan. Mikroba pelarut fosfor ini akan merombak batuan fosfat yang tidak larut dan bentuk mineral fosfor yang tidak tersedia menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman.

J. Teknik Pembuatan Kompos

1. Pembuatan kompos/bokashi tidak memerlukan tempat khusus, tapi perlu diperhatikan proses tersebut tidak terkena matahari maupun hujan secara langsung, oleh karenanya tempat pem-

buatan diusahakan beratap, alasnya diusahakan di semen atau diberi ubin tetapi ini bukan hal yang mutlak. Bila pengomposan dilakukan di atas tanah sebaiknya diberi alas misalnya plastik atau dedaunan.

2. Bahan utama yang dibutuhkan untuk membuat kompos ada beberapa macam seperti jerami, pupuk kandang, kotoran hewan, rumput, pupuk hijau, sekam atau serbuk gergaji, dan lainnya. Karena bahan pembuatnya sangat beragam maka nama kompos yang dihasilkan juga bermacam macam seperti kompos jerami, kompos pupuk kandang, kompos pupuk kandang dan arang, bokasi pupuk kandang dan tanah serta kompos ekpress. Bahan organik yang masih hijau akan menghasilkan bokashi yang lebih kaya senyawa organik karena bahan tersebut kaya asam amino dan asam organik yang bermanfaat untuk pertumbuhan EM. Bahan lain yang mutlak dibutuhkan adalah dedak, kebutuhan dedak ini sekitar 10% dari total kompos yang akan dihasilkan, namun bila bahan organik berupa kotoran hewan maka kebutuhannya lebih banyak 15-20%. Sebagai sumber energi atau makanan bagi bakteri pada tahap awal sebelum proses fermentasi diperlukan molase (tetes tebu). Molase dapat diganti dengan gula putih atau gula merah. Dari ketiga bahan tersebut molase lebih baik dari gula merah dan gula merah lebih baik dari pada gula putih. Hal ini dapat dipahami karena molase mengandung asam amino yang lebih baik dari pada gula merah dan kandungan asam amino pada gula merah lebih baik dibanding dalam gula putih.



Gambar 8. Beberapa Bahan Untuk Membuat Kompos

Selain dosis di atas dalam pembuatan kompos dapat juga digunakan dosis yang umum. Bila akan menghasilkan 1 ton kompos dapat digunakan takaran atau dosis: 80% bahan organik, 10% pupuk kandang, 10% dedak, 1 liter EM4, 1 liter molase (1/2 Kg gula pasir atau 1/2 kg gula merah), serta air secukupnya (kadar air 30%).

3. Cara Pembuatan

Larutan EM4 + Gula + Air dicampur merata

- Bokashi jerami: jerami yang telah dipotong potong + dedak + Sekam dicampur Merata.
 - Bokashi Pupuk Kandang: Pupuk kandang + Sekam + dedak dicampur merata
 - Bokashi pupuk kandang – arang: Pupuk Kandang + dedak + Arang Sekam/arang serbuk gergaji dicampur merata
 - Bokashi pupuk kandang – tanah: Tanah + Pupuk kandang + arang sekam/arang serbuk gergaji + dedak dicampur merata
 - Bokashi ekspres: Jerami kering (bahan yang lain) + bokashi yang sudah jadi + dedak dicampur merata.
4. Bahan (b) disiram larutan (a) , pencampuran dilakukan perlahan lahan dan merata hingga kandungan air + 30-40%, kandungan air yang diinginkan diuji dengan menggenggam bahan, kandungan

air + 30-40%, ditandai dengan tidak menetesnya air bila bahan digenggam dan akan mekar bila genggaman dilepaskan.

5. Bahan yang telah dicampur tersebut dilakukan di atas tempat yang kering atau dapat juga dimasukkan ke dalam ember atau karung, bila diletakan dilantai bahan sebaiknya ditumpuk secara teratur, tumpukan bahan umumnya setinggi 15-20 cm atau dapat hingga 1,5 m, setelah itu tumpukan bahan ditutup dengan goni atau terpal
6. Suhu tumpukan dipertahankan antara 40-50 oC untuk mengontrolnya setiap 5 jam sekali (minimal sehari sekali) suhunya diukur, apabila suhunya tinggi maka bahan tersebut dibalik, didiamkan sebentar agar suhunya turun lalu ditutup kembali demikian seterusnya

Tabel 10. Contoh beberapa bahan dalam pembuatan kompos/bokashi

No	Nama	Bahan	Jumlah
1	Bokashi Jerami	Jerami Dedak Sekam Gula Pasir EM4 Air	200 Kg (dipotong 5-10 cm) 10 Kg 200 Kg 10 sdm 200 ml (20 sdm) secukupnya
2	Bokashi Pupuk Kandang	Pupuk Kandang Dedak Sekam Gula Pasir EM4 Air	300 Kg 10 Kg 200 kg 10 sdm 200 ml (20 sdm) secukupnya
3	Bokashi Pupuk Kandang - arang	Pupuk Kandang Dedak Arang sekam / Arang Serbuk gergaji Gula pasir EM4 Air	200 Kg 10 Kg 100 Kg 10 sdm 200 ml (20 sdm) Secukupnya
4	Bokashi Pupuk Kandang - Tanah	Tanah Pupuk Kandang Dedak Arang sekam/ Arang Serbuk gergaji Gula Pasir EM4 Air	20 Kg 10 Kg 10 Kg 10 Kg 5 sdm 200 ml (20 sdm) Secukupnya
5	Bokashi Ekspres	Jerami/daun kering/sekam/serbuk gergaji (dipotong 5- 10 cm) Bokashi yang sudah jadi dedak Gula pasir EM4 Air	200 Kg 20 Kg 20 Kg 5 sdm 200 ml (20 sdm) secukupnya

7. Proses fermentasi ini berlangsung sekitar 4-7 hari, kecuali untuk bokashi ekspress fermentasi berlangsung 24 jam, apabila bahannya mengandung minyak (seperti minyak kayu putih, nilam, cengkih, ampas kelapa, atau ampas tahu) proses fermentasi berlangsung lebih lama sekitar 14-29 hari karena dibutuhkan waktu untuk menetralsir minyak tersebut.
8. Setelah bahan menjadi bokashi karung goni dapat dibuka. Bokashi ini dicirikan dengan warna hitam gembur, tidak panas dan tidak berbau dalam kondisi ini bokashi ini telah dapat digunakan sebagai pupuk

K. Cara Aplikasi Pada Tanaman

Aplikasi pupuk organik kompos untuk tanaman musiman dapat dilakukan bersamaan saat pengolahan lahan, pemupukan pada tanaman tahunan, sebaiknya dibenam pada bagian ujung perakaran, dan setiap tanaman umumnya memiliki ujung perakaran berada tepat di bawah daun paling ujung dari tanaman tersebut. Semakin banyak pupuk organik diberikan semakin meningkat kesuburan tanah. Kompos dapat digunakan seperti pupuk kandang atau pupuk hijau. Dosis yang umum digunakan disesuaikan dengan kondisi tanah dan jenis tanaman yang sedang dibudidayakan. Penggunaan berbagai macam kompos secara umum sama, antara lain:

1. Kompos jerami dan kompos pupuk kandang baik digunakan untuk digunakan di lahan sawah karena ketersediaan bahannya cukup.
2. Kompos pupuk kandang baik digunakan untuk media pembibitan dan media tanaman yang masih kecil .

Humus

A. Pengertian dan Manfaat Humus

Humus merupakan bahan organik dengan potensi tinggi dan belum banyak dikembangkan dalam usaha meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan. Humus merupakan produk terakhir dari bahan organik tanah yang memiliki peranan penting dalam menjaga kelestarian tanah. Keberadaan humus berada pada lapisan tanah bagian atas atau lebih dikenal dengan *top soil*, dan tersusun oleh komponen bahan organik seperti karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O). Kandungan senyawa-senyawa asam organik yang berkaitan erat dalam menjaga ketersediaan air dan hara tanah. Keberadaan humus diperoleh dari perombakan serasah tanaman yang jatuh dan mengalami dekomposisi secara biokimia. Serasah merupakan bahan organik yang menyuplai bahan organik tanah yang berasal dari bagian tanaman, baik daun, ranting ataupun perakaran tanaman yang mati. Humus mengandung senyawa asam-asam organik yakni asam humat dan asam fulvat yang berasal dari perombakan tingkat lanjut bahan organik tanah. Kandungan seperti alifatik hidroksida, fenol dan asam karboksilat adalah zat-zat yang ada pada humus dan bermanfaat untuk kesuburan tanaman. Tanah yang terbentuk berbahan induk bahan organik tersebut sering disebut dengan tanah organik atau, secara sederhana disebut tanah humus yaitu jenis tanah yang terbentuk dari pembusukan

bahan-bahan organik dalam jangka waktu tertentu. Tanah humus merupakan tanah yang sangat subur sehingga banyak digunakan untuk menanam. Tanah humus berasal dari ranting, daun, dan bagian tumbuhan yang membusuk dan akhirnya lapuk membentuk tanah subur pada lapisan atmosfer. Zat-zat yang terdapat di dalam tanah humus dan memiliki banyak manfaat untuk tanaman. Tanah ini biasanya mengandung kotoran hewan dan juga sisa-sisa tumbuhan. Bahan organik tersebut selanjutnya terurai dan membentuk partikel-partikel kecil dari humus tanah yang memiliki muatan negatif. Partikel yang mempunyai muatan negatif tadi ternyata dapat menyerap nutrisi yang memiliki muatan positif, sebagai contoh adalah magnesium dan kalsium. Kedua kandungan tersebut dapat membuat tanah jadi makin subur. Banyak daerah di Indonesia yang tanahnya gersang atau kurang subur. Jenis tanahnya adalah tanah Ultisol yang mempunyai kandungan unsur hara rendah.

Guna meningkatkan kesuburan tanah tersebut dapat memakai humus sebagai pupuk organik. Pupuk organik ini pun sangat berguna untuk membuat lahan pertanian semakin subur dan menambah hasil panen (meningkatkan berbagai produksi pertanian). Kebutuhan tanaman akan humus berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya. Terdapat tanaman yang memerlukan kandungan humus tinggi dalam tanah agar dapat tumbuh dengan baik, namun ada tanaman yang mampu bertahan pada tanah dengan kandungan humus rendah. Menurut proses terbentuknya, tanah humus dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Tanah kaya humus karena aktivitas endapan.
2. Tanah kaya humus yang terbentuk dari batu-batuan yang permukaannya banyak ditumbuhi lumut atau tanaman perintis
3. Tanah kaya humus yang terbentuk dari pelapukan tanaman yang membusuk karena faktor pembentuk tanah.

Jenis humus juga dapat dibedakan dari sumber unsur hara yang ada di dalamnya. Misalnya tanah yang terbentuk dari kotoran

binatang dan tanah yang terbuat dari sisa-sisa pohon yang telah mati. Agar menjadi tanah humus, bahan-bahan organik seperti daun, ranting, dan rumput kering harus melalui tahapan atau proses humufikasi. Proses humufikasi dapat terjadi secara alami dan buatan, seperti pengomposan. Humufikasi dapat dicontohkan dari kegiatan petani yang mencampurkan kotoran hewan dengan tanah agar tanaman pertanian dapat tumbuh subur. Selain itu, jerami yang dibakar di sawah kemudian abu dari pembakaran tersebut dicampur dengan tanah persawahan juga merupakan contoh proses humufikasi. Secara sederhana, humufikasi adalah proses kimia untuk menyediakan unsur hara pada tanah melalui penguraian bahan-bahan organik. Sedangkan humufikasi yang terjadi secara alami contohnya adalah pembusukan daun-daun kering oleh mikroorganisme tanah. Hasil urai dari bahan organik tersebut akan meresap ke dalam tanah sehingga tanah menjadi subur. Di Indonesia tanah humus digunakan untuk:

1. *Digunakan Sebagai Bahan Pembuat Pupuk Organik*

Meskipun Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki tanah subur, namun ternyata masih banyak daerah yang ada di Indonesia memiliki tanah yang kurang subur, terutama untuk bidang pertanian. Maka dari itu, untuk menanggulangnya dibuatkan upaya untuk membuat tanah menjadi subur atau dibuatlah bahan-bahan campuran bagi tanah agar dapat menjadi tempat yang subur bagi tanaman. Salah satu upaya untuk membuat media tanam yang baik adalah dengan menggunakan pupuk organik. Pupuk organik dapat dibuat sendiri dengan menggunakan bahan-bahan alami. Salah satu bahan yang digunakan adalah untuk membuat pupuk organik adalah tanah humus, di samping itu juga dibutuhkan berbagai macam limbah, seperti limbah organik, makanan, kotoran dan agro industri. Dari beberapa bahan tersebut kemudian dicampur dan diproses sedemikian rupa dengan menggunakan alat tertentu serta

waktu tertentu. Setelah selesai maka hasil dari kompos digunakan sebagai bahan untuk pupuk tanaman. Dan Anda akan mendapatkan hasil tanaman yang lebih subur daripada biasanya atau daripada sebelum menggunakan kompos.

2. *Digunakan Sebagai Media Tanam Secara Langsung*

Tanah humus ini memiliki kandungan unsur hara yang banyak dan bermanfaat bagi tanaman. Maka dari itu pemanfaatan dari tanah humus ini lebih banyak digunakan di bidang pertanian atau yang berhubungan dengan tanam- menanam. Selain dimanfaatkan sebagai bahan pembuat pupuk kompos, tanah humus ini juga dapat digunakan sebagai media tanam secara langsung. Tanah humus yang bersifat subur ini sangat baik juga jika digunakan sebagai media tanam langsung untuk berbagai tanaman. Tanaman yang ditanam pada tanah humus ini biasanya akan tumbuh menjadi tanaman yang subur dan baik.

B. Karakteristik Humus

Tanah humus tanah memiliki ciri-ciri warna gelap (antara cokelat tua sampai warna hitam) dan tampak terdapat bintik berwarna putih dalam tanah itu. Proses terbentuknya tanah humus tanah disebut dengan proses humifikasi. Humifikasi dapat terjadi dengan sendirinya, secara alamiah yaitu dengan cara pengomposan. Contoh proses humifikasi adalah apabila kita mencampurkan bagian tanaman busuk ke tanah untuk menambah kesuburan tanah, mencampur kotoran hewan dengan tanah. Berikut adalah ciri- ciri tanah humus:

1. Lapisan tanah berwarna gelap
2. Daya serap tinggi, baik bagi pertumbuhan tanaman
3. Terbentuk dari bagian tumbuhan (daun, ranting) yang membusuk dan lapuk
4. Terdapat di lapisan tanah yang teratas
5. Tanahnya gembur

6. Mampu menambah atau meningkatkan kandungan unsur hara (Mg, Ca, K)
7. Sumber energi dari jasad mikro.
8. Tanah humus berkontribusi besar terhadap ketahanan dan kesuburan tanah
9. Sumber makanan bagi tanaman dan berperan baik bagi pembentukan serta struktur tanah. Hal ini disebabkan karena humus berdaya serap tinggi sehingga mengandung banyak air
10. Mampu mengikat bahan kimia toksik dalam tanah dan air
11. Humus dapat meningkatkan kandungan air tanah
12. Mencegah erosi tanah, menaikkan aerasi tanah dan juga dapat meningkatkan fotokimia dekomposisi pestisida atau senyawa organik toksik
13. Menggantikan peran pupuk buatan. Tanah humus sangat menyuburkan tanaman karena terbentuk dari pelapukan tumbuhan, kotoran dan tanah.
14. Mendorong pertumbuhan akar berkembang lebih baik

C. Membuat Humus Sendiri

Agar menjadi tanah humus, bahan-bahan organik seperti daun, ranting, dan rumput kering harus melalui tahapan atau proses humufikasi. Proses humufikasi dapat terjadi secara alami dan buatan, seperti pengomposan. Humufikasi dapat dicontohkan dari kegiatan petani yang mencampurkan kotoran hewan dengan tanah agar tanaman pertanian dapat tumbuh subur. Selain itu, jerami yang dibakar di sawah kemudian abu dari pembakaran tersebut dicampur dengan tanah persawahan juga merupakan contoh proses humufikasi. Secara sederhana, humufikasi adalah proses kimia untuk menyediakan unsur hara pada tanah melalui penguraian bahan-bahan organik. Sedangkan humufikasi yang terjadi secara alami contohnya adalah pembusukan daun-daun kering oleh mikroorganisme tanah. Hasil urai dari bahan organik tersebut akan meresap ke dalam tanah sehingga tanah menjadi

subur. Tanah humus yang memiliki banyak unsur hara sangat baik untuk pertumbuhan tanaman. Banyak orang memilih membuat pupuk organik atau kompos sendiri agar tanah yang akan mereka tanami bermacam jenis tanaman tambah subur. Bahan pembuatan pupuk cukup mudah didapat dari lingkungan sekitar kita. Berbagai limbah, mulai dari limbah pertanian, limbah dari industri makanan, agro industri (serpihan dan kepingan kayu, serbuk gergajian), limbah rumah tangga, sampai dengan limbah peternakan bisa dimanfaatkan. Pembuatan pupuk organik berbentuk humus tidak hanya memiliki manfaat yang besar dalam menyuburkan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman, akan tetapi juga dapat membantu mengurangi masalah penumpukan limbah di lingkungan sekitar (sampahnya telah diubah menjadi pupuk organik). Tanah yang telah dicampur dengan sisa-sisa tumbuhan yang membusuk dan kotoran hewan, mempunyai kemampuan untuk mengikat mineral bersama dengan agregat. Agregat ini berfungsi untuk meningkatkan struktur tanah itu sendiri dan menambah kesuburan. Memang banyak yang menjual pupuk organik atau tanah humus tanah ini, jadi kita juga dapat membelinya jika tidak ada waktu luang untuk membuatnya. Dalam pembuatan pupuk organik, setelah semua bahan dicampurkan (tanah, sisa-sisa tumbuhan, limbah, kotoran hewan) selanjutnya dibiarkan dalam jangka waktu tertentu sampai kita melihat ada bintik-bintik putih kecil dalam tanah ini. Jika bintik putih sudah tampak, berarti pupuk kita telah siap untuk dipakai. Selama dibiarkan, kita perlu mengecek kadar air tanahnya, jangan sampai kering. Pengomposan yang terjadi secara alami, di mana terdapat bahan organik dan kondisi lingkungan yang menguntungkan. Di hutan, dedaunan yang gugur, jatuh ke tanah, dan lama-kelamaan membusuk. Proses pembusukan (dekomposisi) dilakukan oleh mikroorganisme sehingga membuat tanah menjadi subur dan tidak menjadi penyebab tanah tandus. Proses ini dinamakan dengan mulsa. Proses dekomposisi yang dilakukan pada suatu lingkungan

terkendali dinamakan dengan kompos. Peranan penting mikroba berupa bakteri dan jamur di sini adalah mengubah bahan organik serta pembentuk nutrisi. Agar mikroba tetap aktif dalam proses pengomposan, diperlukan sirkulasi udara tetap baik, suhu maksimal (155 °F) dengan kadar air sebanyak 45 persen, karbon untuk rasio nitrogen (30:1 dalam berat kering).

Tanah humus selain terbentuk melalui proses alami, tanah humus juga dapat dibuat secara mandiri dengan memanfaatkan unsur-unsur alami di sekitar. Berikut ini adalah cara membuat tanah humus sendiri yang yaitu:

1. Mengumpulkan dedaunan. Kita bisa mulai dengan mengumpulkan daun, rumput serta hijauan lain ke dalam kantong atau wadah. Tidak ada jenis khusus untuk ini, sebab kita dapat mencampurkan daun atau rumput kering maupun segar.
2. Menambahkan Kotoran Hewan. Jika kita memiliki hewan peliharaan, seperti kambing, ayam atau sapi, maka kita dapat memanfaatkan kotorannya untuk dijadikan tanah humus.
3. Menentukan Lokasi Tanah Humus. Tentukan dimana kita akan membuat tanah subur ini. Posisi ideal biasanya adalah di halaman belakang rumah. Pastikan pula agar proses humifikasi terhindar dari gangguan hewan dan lainnya. Lakukan penggalian tanah secukupnya, kemudian campuran tanah, daun dan kotoran hewan dijadikan satu ke dalam lubang. Basahi timbunan tersebut dan selanjutnya tutup dengan plastik atau terpal.
4. Pengecekan Rutin. Selanjutnya, kita bisa melakukan pengecekan rutin dan bila dibutuhkan bisa menambahnya dengan bahan kompos seperti sampah organik, daun, rumput, sayuran dan sebagainya. Setelah itu, tutup kembali dengan lapisan tanah baru. Aduklah tanah humus yang kita buat tersebut setiap 1 atau 2 minggu dengan menambahkan air ke tumpukan kompos agar tetap lembab. Setelah 3 minggu, tanah humus ini siap digunakan menjadi media tanam yang subur bagi tanaman.

Kotoran Burung Walet (Guano)

A. Kotoran Burung Walet

Salah satu cara untuk memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah serta produksi tanaman yaitu dengan pemberian bahan organik. Bokashi kotoran walet adalah salah satu bahan organik yang dapat digunakan dalam memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah. Bokashi kotoran walet dibuat dengan memfermentasikan kotoran walet dengan *Effective Microorganism* (EM) yang merupakan kultur campuran dari berbagai mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman yang terdiri dari bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, Actinomycetes, ragi dan jamur. Fungsi dari pupuk bokashi adalah untuk meningkatkan keragaman mikroba dalam tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

Kotoran *burung walet* mengandung C-Organik 50.46%, N/total 11.24%, dan C/N Rasio 4.49 dengan pH 7.97%, Fosfor 1.59%, Kalium 2.17%, Kalsium 0.30%, Magnesium 0.01%. Salah satu cara untuk meminimalisir limbah kotoran burung walet yaitu mengolah kotoran burung walet menjadi pupuk organik karena kandungan yang ada di dalam kotoran burung walet terdapat banyak bahan organik yang dapat menambah nutrisi tanaman. Kotoran burung walet diproses menjadi bokashi terlebih dahulu untuk mendapatkan manfaatnya sebagai pupuk organik. Menurut hasil penelitian,

pemberian pupuk kotoran burung walet dengan dosis sebanyak 309 g/tan atau setara dengan 10 % bahan organik menunjukkan Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Burung Walet memberikan rerata tertinggi pada variabel Kehijauan Daun (51,68 Spad Unit), Berat Kering (14,51 g), Tinggi Tanaman minggu ke-2 dan ke-4 setelah tanam (14,51cm dan 16,67 cm), Jumlah Polong Pertanaman (33,75 g), Berat Polong Pertanaman (54,00 g) dan Berat Biji Kering Pertanaman (21,00 g). Pemberian dosis bokashi kotoran walet sebesar 200 g/polybag memberikan nilai tertinggi terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman cabai merah. Respon terbaik rata-rata tinggi tanaman 32,12 cm; rata-rata jumlah buah/tanaman 3,00; rata-rata berat buah/tanaman 22,32 g.

Bokashi adalah suatu kata dalam bahasa Jepang yang berarti “bahan organik yang telah di fementasikan”. Pupuk bokashi dibuat dengan memfermentasikan bahan-bahan organik (dedak, ampas kelapa, tepung ikan, dan sebagainya) dengan EM4 (*Efektive Microorganisme 4*). Biasanya bokashi ditemukan dalam bentuk serbuk atau butiran. Bokashi sudah digunakan para petani Jepang dalam perbaikan tanah secara tradisional untuk meningkatkan keragaman mikroba dalam tanah dan meningkatkan persediaan unsur hara bagi tanaman (Nasir, 2008). Pupuk organik bokashi memiliki keunggulan dan manfaat, yaitu meningkatkan populasi, keragaman, dan aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan, menekan perkembangan pathogen (bibit penyakit) yang ada di dalam tanah, mengandung unsur hara makro (N, P, dan K) dan unsur mikro (Ca, Mg, B, S, dan lain-lain, menetralkan pH tanah, menambah kandungan humus tanah, meningkatkan granulasi atau kegemburan tanah, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan meningkatkan kesuburan dan produksi tanaman.

Komposisi dari pupuk organik walet adalah Fosfat (P_2O_4) 14%, Fosfat (P_2O_4) terlarut dalam asam sitrat 10% Nitrogen (N) 1 – 2%, Kalium (K) 1% , Zat organik mencapai 24% dan kandungan air maksimal 5%. Tidak hanya unsur hara, kotoran walet juga bermanfaat

karena mengandung bakteri dan mikrobiotik flora yang bermanfaat bagi tanaman. Kotoran walet juga mempunyai manfaat antara lain dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan jumlah dan aktivitas metabolik jasad mikro di dalam tanah penyumbang unsur P ke dalam tanah, serta meningkatkan pertumbuhan akar dan tunas. Kotoran burung walet diproses menjadi bokashi terlebih dahulu untuk mendapatkan manfaatnya sebagai pupuk organik.

Proses perombakan atau dekomposisi bahan organik menjadi zat organik berbentuk ion tersedia bagi tanaman umumnya berlangsung relatif lama sekitar 2 – 3 bulan, selanjutnya pemberian bahan organik yang belum terdekomposisi sempurna dapat berakibat negatif bagi tanaman karena dalam proses tersebut akan terjadi persaingan antara mikroorganisme dengan tanaman untuk mendapatkan nutrisi di dalam tanah. Mengatasi hal tersebut dalam pembuatan bokashi dapat digunakan *Effective Mikroorganisme 4 (EM4)* yang menyebabkan bahan organik akan terdekomposisi dalam waktu yang cepat yaitu sekitar 1 – 2 minggu. Pada proses ini tidak meninggalkan efek residu yang negatif seperti bau dan panas.

B. Manfaat Kotoran Burung Walet

Burung walet, merupakan fauna yang sering ditemukan di Indonesia. Burung ini sering dikenal dengan manfaat (sarangnya) yang terbuat sendiri dari air liurnya, dimana air liur burung walet ini dikenal dengan manfaatnya yang sangat banyak, meski begitu beda halnya dengan "kotoran" burung walet sendiri, kotoran burung walet ini sudah terbukti dalam bidang pertanian, sebagai pupuk alami yang sangat efektif untuk berbagai macam tanaman. Di dalam kotoran walet sendiri terdapat banyak kandungan nutrisi yang sangat tinggi juga sangat baik bagi tanah, seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan sulfur. Karena 40% dari kotoran walet ini terbuat dari material organik murni jadi sangat efektif untuk memperbaiki serta memperkaya struktur dari tanah, di samping itu juga bermanfaat sebagai fungisida alami yang

sangat berkhasiat bagi pertumbuhan tanaman karena mengandung berbagai bakteri dan mikrobiotik flora di dalamnya. Kotoran walet juga bisa lebih aman ketimbang pupuk kimia, dikarenakan sering digunakan untuk aktifator untuk pembuatan pupuk organik. Pada umumnya menggunakan pupuk kotoran walet akan membuat tanaman tumbuh dengan batang yang lebih kuat dan pembentukan daun baru menjadi maksimal.

Kotoran burung walet selama ini belum dimanfaatkan oleh para peternak sarang burung walet dan hanya sebagai limbah. Kotoran burung walet ini mengandung C-Organik 50.46%, N/total 11.24%, dan C/N rasio 4.49 dengan pH 7.97, Fosfor 1.59%, Kalium 2.17%, Kalsium 0.30%, Magnesium 0.01%. Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor iklim dan tanah yang semuanya saling berkaitan satu sama lain. Kapasitas tanah yang menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman adalah relatif terbatas dan sangat tergantung dari sifat dan ciri tanahnya. Guano walet merupakan pupuk organik yang mampu melepaskan unsur hara secara perlahan dan berkesinambungan serta selalu tersedia setiap dibutuhkan (*slow release*) walaupun dalam jumlah kecil.

Oleh karena itu apabila guano walet diberikan lebih awal, maka dekomposisi oleh mikroba dapat membuat hara lebih. Penggunaan pupuk guano walet sangat berperan dalam proses pertumbuhan tanaman, tidak hanya penambah unsur hara tetapi juga dapat menjaga fungsi tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Di samping itu guano dapat menekan biaya produksi karena harga jauh lebih murah daripada pupuk organik lainnya. Pupuk guano dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia di dalam tanah karena pupuk guano walet termasuk pupuk organik dan mudah terurai di dalam tanah. Sedangkan manfaat kotoran burung walet terhadap tanaman adalah:

1. Sebanyak 40% dari kotoran walet terbentuk dari material organik yang efektif untuk memperbaiki struktur tanah.

2. Kotoran walet dapat berperan layaknya fungisida alami yang sangat berkhasiat bagi pertumbuhan tanaman karena mengandung berbagai bakteri dan mikrobiotik flora di dalamnya.
3. Kandungannya nutrisinya terbukti sangat cocok untuk dijadikan pupuk bagi berbagai tanaman.
4. Kotoran walet dapat mengontrol jumlah nematoda yang pada umumnya memberi efek negatif pada tanaman di dalam tanah.
5. Kotoran walet sering digunakan sebagai aktifator pada pembuatan pupuk organik atau kompos yang lebih aman daripada pupuk kimia.
6. Kotoran walet yang dijadikan pupuk sangat ampuh dalam membantu tanaman agar dapat menyerap unsur nutrisi yang baik bagi pertumbuhannya karena memiliki daya kapasitas tukar kation yang cukup tinggi.
7. Tanaman yang ditanam menggunakan pupuk kotoran walet pada umumnya tumbuh dengan batang yang lebih kuat dan pembentukan daun baru menjadi lebih optimal.
8. Kotoran walet ini sangat kaya akan unsur makro mineral seperti fosfor dan juga nitrogen.
9. Meskipun mengandung unsur merkuri atau logam yang dikenal berbahaya bagi makhluk hidup, namun kadarnya terbilang sangat rendah sehingga tidak akan memberikan dampak negatif bagi tanaman.
10. Kotoran walet yang dijadikan pupuk dapat digunakan pada semua jenis tanaman baik tanaman untuk perkebunan atau tanaman hias di dalam pot.
11. Karena kotoran walet tergolong pada kategori organik maka tidak akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan atau bisa dibilang sangat ramah lingkungan.
12. Kotoran walet dapat dijadikan sebagai pupuk kompos, baik yang berbentuk padat maupun cair, sehingga dapat membantu petani dengan lebih mudah dalam pengaplikasiannya.

13. Selain dijadikan pupuk, rupanya kotoran burung walet juga umum digunakan sebagai parfum untuk memancing kedatangan burung walet.

C. Cara Membuat Pupuk Kotoran Burung Walet Sederhana

Alat dan Bahan

- Siapkan wadah untuk tempat penampungan
- Siapkan kotoran walet
- Siapkan sampah organik seperti sayur/buah
- Siapkan tanah kering

Cara Membuat

- Campur semua bahan ke dalam wadah dan aduk hingga semua bahan benar-benar tercampur dengan rata.
- Tutup wadah tersebut dan diamkan selama kurang lebih satu minggu.
- Setelah satu minggu buka penutup wadah dan pupuk walet pun siap untuk digunakan.

Catatan: cara pembuatan kompos kotoran walet dapat juga dilakukan seperti pembuatan kompos yang diuraikan dalam Bab II.

Pupuk Organik Granul

Pupuk organik tidak harus berbentuk granul. Pupuk organik bisa berbentuk curah, tablet, atau pellet. Paling sederhana adalah bentuk curah. Jika hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri, tidak perlu diangkut ke mana-mana, dan bukan untuk dijual, maka bentuk pupuk organik yang paling baik adalah bentuk curah ini. Granulasi membutuhkan biaya tambahan, investasi alat, dan waktu. Jadi kalau bisa dipakai dalam bentuk curah, ngapain harus bentuk granul.



Gambar 9. Pupuk organik pelet

Granul dibuat kalau mau pupuk organik dijual. Bentuk granul lebih ‘manis’ daripada bentuk curah. Granul juga dibuat untuk memudahkan aplikasi. Di perkebunan besar aplikasi pupuk sering menggunakan

aplikator. Bentuk yang baik untuk aplikator adalah bentuk granul. Granul dibuat untuk memudahkan transportasi. Massa granul lebih ringan daripada bentuk curah, sehingga memudahkan dan mengurangi biaya transportasi. Bentuk granul juga lebih mudah ditaburkan daripada bentuk curah.



Gambar 10. Pupuk organik granul

Bahan baku utama pupuk organik granul (POG) adalah bahan organik, seperti: kompos atau pupuk kandang. Bahan lain yang cukup penting adalah perekat agar pupuk organik dapat dibuat granul. Hanya dengan dua macam bahan ini saja sebenarnya sudah bisa dibuat pupuk organik granul. Namun demikian dalam pembuatan pupuk organik granul sering ditambahkan beberapa bahan. Bahan-bahan yang sering digunakan dalam pembuatan pupuk organik adalah seperti di bawah ini.

A. Bahan

1. Kompos

Kompos sering digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan pupuk organik. Kompos adalah bahan organik padat yang telah mengalami dekomposisi parsial. Salah satu parameter untuk melihat kematangan kompos adalah rasio C/N yang cukup rendah kurang lebih di bawah 25. Bahan baku kompos adalah

bahan organik padat, seperti sampah organik, seresah, sisa daun, jerami, dan lain-lain. Bahan-bahan organik tersebut harus dikomposkan terlebih dahulu sebelum dibuat pupuk organik. Bahan organik mentah tidak bisa digunakan sebagai bahan baku pupuk organik, meskipun ukurannya kecil sudah dihaluskan.



Gambar 11. Kompos

2. Pupuk kandang

Pupuk kandang sebenarnya kompos juga, tetapi berbahan baku kotoran hewan. Pupuk kandang bisa dibuat dari kotoran ternak (sapi, kambing, kerbau, ayam) ataupun kotoran manusia. Seperti halnya sampah organik, pupuk kandang juga harus dikomposkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan baku pupuk organik. Kotoran ternak yang masih segar tidak bisa digunakan sebagai bahan baku pupuk organik.



Gambar 12. Pupuk kandang

B. Perekat

Seperti namanya perekat berfungsi untuk merekatkan pupuk organik agar bisa menjadi granul. Beberapa bahan organik memiliki sifat lengket, jadi tidak perlu perekat dalam proses pembuatan granul. Tetapi umumnya bahan organik tidak bisa merekatkan diri sendiri, sehingga perlu perekat. Tanpa perekat biasanya pupuk organik tidak bisa dibuat granul. Banyak sekali bahan yang bisa digunakan sebagai perekat. Asal memiliki sifat lengket, bisa digunakan untuk perekat. Tetapi bahan ini harus tidak berbahaya untuk tanaman. Beberapa bahan yang bisa dan biasa digunakan sebagai perekat antara lain adalah a). bahan organik: molasses dan tepung tapioca; b). bahan mineral: bentonit, kaoline, kalsium untuk semen, dan gypsum; c). tanah liat juga bisa digunakan sebagai perekat.



Gambar 13. Molase

Pemilihan perekat yang digunakan tergantung banyak hal, diantaranya adalah pertimbangan biaya dan ketersediaan bahan perekat. Pilih bahan perekat yang paling murah dan banyak tersedia di sekitar Anda. Perekat ditambahkan dalam jumlah sedikit, kurang dari 10%. Selain merekatkan, perekat ini juga akan memberikan sifat keras pada granul. Secara umum semakin banyak perekat akan semakin keras granul yang dihasilkan. Sifat keras ini menjaga granul agar tidak hancur pada saat pengemasan ataupun transportasi. Kekerasan juga mempengaruhi pelepasan hara tanaman dari granul. Ukuran kekerasan granul yang baik sangat relatif. Granul sebaiknya cukup keras sehingga tidak cepat rusak ketika dikemas dan cukup lunak atau cepat terurai ketika berada di dalam tanah. Mengatur tingkat kekerasan bisa dilakukan dengan memvariasikan perekat.

C. Bahan Tambahan

a. Fosfat Alam

Fosfat alam kaya akan kandungan fosfat. Fosfat alam ditambahkan untuk meningkatkan kandungan P di dalam pupuk organik. Fosfat alam memiliki kandungan yang bervariasi. Fosfat alam import umumnya memiliki kandungan P_2O_5 yang cukup tinggi <25%, seperti FA ex China, Charismas Island, atau Maroko. Fosfat alam local umumnya memiliki kandungan P_2O_5 yang rendah. Foto fosfat alam.

b. Dolomit

Dolomit kaya akan unsur Mg. Penambahan dolomite digunakan untuk meningkatkan kandungan Mg dalam pupuk organik.

c. Kapur Pertanian (Kaptan)

Kaptan adalah kapur yang biasa digunakan untuk pertanian. Penambahan kapur biasanya digunakan untuk meningkatkan pH tanah, khususnya di tanah-tanah yang bereaksi masam.

Kaptan dapat digunakan untuk meningkatkan pH pupuk organik, terutama jika bahan-bahannya bereaksi masam.



Gambar 14. Kapur pertanian

d. Zeolit

Zeolit tidak mengandung unsur hara yang penting untuk tanaman. Zeolit memiliki pengaruh yang baik untuk tanah, yaitu dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah. Peningkatan KTK tanah akan meningkatkan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman.

e. Abu atau Arang

Abu memiliki kandungan K₂O yang cukup tinggi. Misalnya abu tankos sawit yang memiliki kandungan K₂O kurang lebih 30%. Penambahan abu digunakan untuk meningkatkan kandungan hara K. Arang sekam banyak digunakan untuk tambahan pembuatan pupuk organik. Sekam tersedia melimpah dan cukup mudah untuk dibuat arang sekam atau abu sekam.



Gambar 15. Arang sekam

Di beberapa pabrik kelapa sawit abu janjang dari sisa pembakaran di dalam incinerator bisa juga dimanfaatkan sebagai sumber K. Abu ini tersedia melimpah.

f. Pupuk organik cair

Untuk meningkatkan kualitas pupuk organik granul beberapa produsen menambahkan pupuk organik cair. Salah satunya misalnya dengan menambahkan asam humat dengan jumlah tertentu. Pupuk cair ditambahkan dalam jumlah yang relatif sedikit. Foto pupuk organik cair.

g. Bahan-bahan lain

Beberapa bahan lain kadang-kadang digunakan sebagai bahan tambahan, seperti: tepung ikan, tepung tulang, tepung darah, tepung tanduk, sari rumput laut dan lain-lain. Bahan-bahan tambahan ini dipercaya dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Kandungan haranya mungkin cukup kecil, tetapi bahan-bahan ini memiliki sifat seperti hormon atau vitamin bagi tanaman. Bahan-bahan ini juga ditambahkan dalam jumlah yang sedikit.

D. Peralatan

Produksi pupuk organik granul memerlukan beberapa peralatan atau mesin. Alat utama yang diperlukan adalah mesin granul dan

beberapa alat pendukung. Peralatan yang saya sebutkan di sini hanya contoh saja. Alat-alat ini bisa dimodifikasi atau diganti dengan alat-alat lain yang fungsinya sama.

1. Pan granulator

Pan granulator adalah alat utama untuk pembuatan granul. Seperti namanya pan granulator berbentuk lingkaran datar dengan tingkat kemiringan tertentu. Di bagian pinggirnya diberi 'bibir' untuk menahan bahan baku agar tidak tumpah. Ukuran pan granulator bermacam-macam tergantung pada kapasitasnya. Granul bisa juga dibuat dengan peralatan lain seperti molen atau mixer yang biasa digunakan untuk mengaduk semen. Kekurangan molen adalah tidak bisa digunakan dengan sistem kontinyu.



Gambar 16. Pan granulator



Gambar 17. Pan Granulator Ganda



Gambar 18. Molen pengaduk semen untuk membuat pupuk granuler

2. Alat pengering

Dryer atau pengering berfungsi untuk mengeringkan granul yang masih basah. Pengeringan yang paling sederhana dilakukan dengan menjemur di bawah sinar matahari. Namun, cara ini hanya bisa dilakukan jika langit cerah dan tidak hujan. Tipe mesin pengering yang biasa digunakan adalah tipe putar atau *rotary dryer*. Bagian utama dari mesin ini adalah tabung yang bisa berputar. Di dalam tabung tersebut diberi screw untuk mendorong pupuk organik. Di bagian ujung tabung tersebut diberi burner. Mesin pengering berbahan bakar solar atau minyak tanah.



Gambar 19. Alat Pengering Sederhana



Gambar 20. Alat pengering pupuk organik menggunakan burner dengan bahan bakar solar

3. Ayakan

Ayakan digunakan untuk mengayak/mensortir butiran-butiran granul pupuk organik. Ukuran ayakan disesuaikan dengan kebutuhan. Umumnya granul dibuat dengan ukuran kurang lebih 3 – 5 mm. Dengan menggunakan ayakan ini granul yang berukuran besar dapat dipisahkan. Ada beberapa macam ayakan. Ayakan yang paling sederhana bisa menggunakan ayakan yang biasa digunakan untuk mengayak pasir. Ayakan model lain adalah ayakan berputar (*rotary screener*) dan ayakan bertingkat.



Gambar 21. Ayakan Sederhana



Gambar 22. Tipe Ayakan yang Berputar



Gambar 23. Tipe Ayakan yang Bergoyang

4. Pengemasan

Peralatan yang digunakan untuk pengemasan antara lain adalah karung/kantong plastik, timbangan, mesin jahit karung atau sealer listrik. Pupuk organik granul disimpan di dalam karung/ plastik dengan ukuran kemasan 5 , 25 atau 30 kg. Pengemasan bisa dilakukan secara manual dengan sekop biasa atau dengan mesin. Setelah pupuk organik masuk ke dalam karung kemudian dijahit dengan menggunakan mesin jahit karung atau sealer listrik untuk plastik.



Gambar 24. Masin Pengepak

5. Alat-alat tambahan

Beberapa alat tambahan yang diperlukan, misalnya: sprayer, pompa air, selang, mesin jahit karung, sealer, dan lain-lain. Alat ini diperlukan untuk menyemprotkan perekat atau air ketika proses granulasi. Sering kali alat-alat ini sudah ada satu paket dengan pan granulator. Perekat/air ditampung di dalam drum.

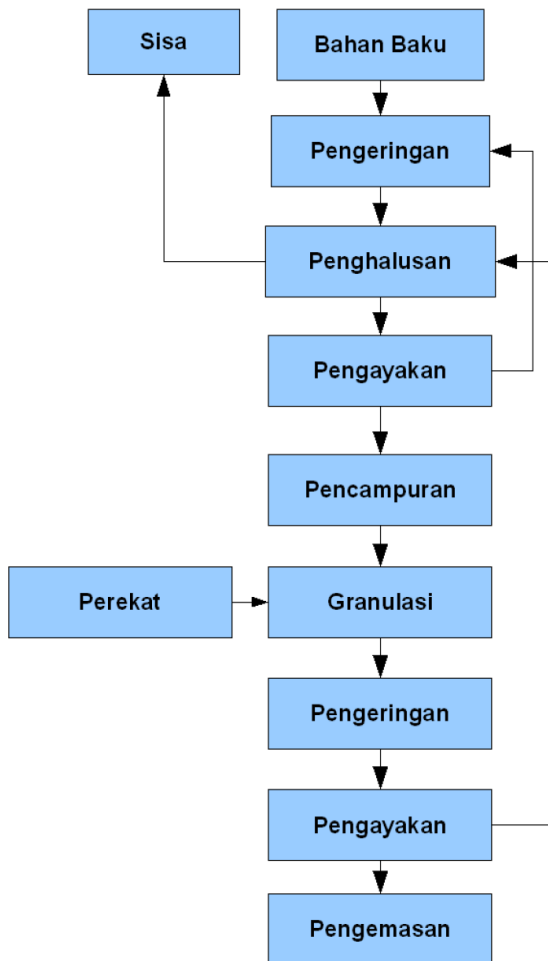
E. Alur Proses Pembuatan Pupuk Organik Granul

Proses pembuatan pupuk organik granul yang saya sampaikan ini bukan merupakan proses yang baku, tetapi proses yang biasa digunakan untuk membuat pupuk organik granul. Mungkin saja ada beberapa variasi dari proses ini, tergantung dengan bahan-bahan atau teknologi yang digunakan. Misalnya, jika perekat berbentuk serbuk, pencampuran perekat dan bahan baku dilakukan dalam satu proses. Proses tersebut kurang lebih terdiri dari delapan proses yang dapat dikelompokkan ke dalam tiga tahap utama. Tiga tahapan utama tersebut adalah: persiapan bahan baku, pembuatan granul (granulasi), dan pengemasan.

1. Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dilakukan sendiri-sendiri. Jadi jika bahan baku terdiri dari tiga bahan, maka proses ini juga terbagi

menjadi tiga bagian. Bahan untuk membuat pupuk organik granul harus dalam bentuk tepung. Sebagian bahan baku bisa diperoleh atau dibeli dalam bentuk tepung, seperti: kaptan, zeolit, dolomit, atau fosfat alam. Sebagian bahan kemungkinan diperoleh dalam bentuk bongkahan ukuran yang besar. Bahan-bahan ini harus diolah terlebih dahulu hingga berbentuk tepung. Proses persiapan bahan baku terdiri dari tiga tahap, yaitu: pengeringan, penghalusan, dan pengayakan.



Gambar 25. Bagan proses pembuatan pupuk organik granul

2. Pengeringan

Kompos atau pupuk kandang yang baru jadi memiliki kandungan air yang sangat tinggi, kurang lebih 60%, dan sedikit lengket. Kompos yang masih basah tidak bisa dibuat tepung dan tidak bisa dibuat graul. Kompos ini perlu dikeringkan terlebih dahulu hingga kadar air kurang lebih 15%. Cara paling mudah untuk pengeringan kompos adalah dengan dijemur di bawah sinar matahari selama beberapa hari. Pengeringan dengan sinar matahari murah, tetapi memiliki beberapa kendala seperti: membutuhkan waktu yang lama dan tergantung dengan cuaca. Pengeringan kompos dengan mesin pengering jarang sekali dilakukan karena untuk menghilangkan kadar air yang tinggi banyak memerlukan bahan bakar. Bongkahan-bongkahan kompos yang berukuran besar dipecah-pecah agar kecil dan lebih cepat kering. Kontaminasi bahan-bahan lain seperti kerikil atau potongan-potongan logam dipisahkan secara manual. Pemisahan batu dan logam ini penting sekali, karena bisa merusak mesin penghalus kompos. Kompos yang telah halus dikarungi atau ditampung di gudang bahan baku.

3. Penghalusan

Kompos yang telah kering selanjutnya dihaluskan dengan mesin penghalus kompos. Sekali lagi pastikan tidak ada kerikil atau logam yang terbawa masuk ke dalam mesin, karena akan merusak pisau-pisau mesin penghalus kompos. Pada saat penghalusan kompos akan banyak debu. Para pekerja harus menggunakan masker, dan mesin kompos diberi karung atau selubung kain untuk mengurangi debu yang beterbangan. Jika tempatnya tertutup mungkin perlu *exhaust fan* dengan ukuran cukup besar.

4. Pengayakan

Meskipun hasil pencacahan sudah sangat halus, bahan organik ini tetap perlu diayak. Potongan-potongan bahan organik yang berukuran besar sering kali ikut terbawa keluar. Bahan organik yang berukuran besar ini jika dibiarkan bisa menjadi inti granul, sehingga granulnya menjadi berukuran besar-besar. Pengayakan dilakukan dengan ayakan tertutup dengan ukuran ayakan yang sangat halus (di atas 40 - 60 mesh). Kompos yang tidak lolos saringan dikembalikan lagi ke mesin penepung untuk dihaluskan kembali. Beberapa produsen pupuk organik granul tidak melakukan tiga tahapan ini (pengeringan, penghalusan, dan pengayakan), tetapi hanya melakukan pengayakan saja. Hasil ayakan kurang maksimal dan banyak kompos/pupuk kandang yang terbuang.

Untuk mendapatkan ukuran tepung yang seragam, kompos yang telah dihaluskan diayak. Pengayakan menggunakan ayakan (screen) halus. Pengayakan bisa dilakukan secara manual atau menggunakan mesin ayak. Yang perlu diperhatikan adalah mesin ayakan harus tertutup atau dilengkapi dengan penyedot debu, karena tepung bisa terbang ke mana-mana. Bahan yang tidak lolos ayakan dikembalikan ke mesin penghalus/pencacah untuk dihaluskan kembali. Jika bahan perlu bahan tersebut dikeringkan lagi agar mudah ditepungkan. Bahan-bahan yang sudah tidak bisa dihaluskan bisa dijadikan pupuk organik curah. Jadi tidak ada bahan yang terbuang.

5. Pencampuran

Semua bahan sesuai dengan resepnya dicampur menjadi satu. Pencampuran harus dilakukan baik agar semua bahan tercampur merata. Dalam skala kecil pencampuran dapat dilakan secara manual dengan menggunakan tenaga manusia dan sekop. Dalam skala besar pencampuran dilakukan dengan menggunakan

mixer (mesin pencampur). Apabila perekatnya berbentuk tepung, penambahan perekat dilakukan pada proses ini.

6. Pembuatan Granul

Semua bahan yang telah tercampur selanjutnya dibuat granul dengan menggunakan pan granulator. Perekat (jika dalam bentuk cair) ditambahkan secara perlahan-lahan hingga terbentuk granul.

7. Pengeringan

Granul yang baru keluar dari pan granulator biasanya masih basah. Granul ini perlu dikeringkan hingga kadar air kurang lebih 10-15%. Pengeringan granul bisa dengan cara dijemur di bawah sinar matahari atau dengan menggunakan mesin pengering.

8. Pengayakan

Meskipun dilakukan dengan sebaik-baiknya, umumnya granul tidak benar-benar seragam. Ukuran granul bervariasi dari yang terkecil hingga besar. Ukuran granul yang biasa diinginkan antara 3 – 5 mm. Memisahkan ukuran granul dilakukan dengan cara pengayakan. Granul yang berukuran kecil digunakan kembali dalam proses granulasi, sedangkan granul yang berukuran besar dihaluskan dan digunakan sebagai bahan baku kembali. Granul yang *reject* atau pecah-pecah juga dapat dijual sebagai pupuk organik curah. Jadi sekali lagi tidak ada bahan yang dibuang.

9. Pengemasan

Granul yang berukuran seragam selanjutnya dimasukkan ke dalam karung atau kantong plastik dan kemudian ditimbang. Ukuran kemasan bermacam-macam tergantung kebutuhan konsumen. Ukuran yang biasa digunakan antara lain 5 kg, 25 kg, atau 30 kg. Kemasan disablon/dicetak dengan merek, nama

produsen, komposisi, kandungan hara, cara pemakaian, dosis, masa kadaluwarsa, dan informasi lain yang diperlukan.

F. Teknik Membuat Pupuk Granul

1. Formula Pupuk Organik

Sebenarnya tidak ada rumus baku untuk membuat formula pupuk organik. Ibaratnya masakan, setiap koki memiliki resep sendiri-sendiri meskipun jenis masakannya sama. Pupuk organik bisa dibuat hanya dengan bahan baku kompos saja atau pupuk kandang saja, plus perekat. Formula pupuk organik bisa saja terdiri dari bermacam-macam bahan. Secara umum pupuk organik dibuat dengan komposisi utama kompos/pupuk kandang, yaitu sebesar kurang lebih 60%. Selebihnya adalah bahan-bahan lain seperti: kaptan, arang sekam, kapur, dolomit, fosfat alam, atau zeolit. Berikut ini saya contohkan resep pupuk organik granul yang sederhana:

Kompos/pupuk kandang	60%
Arang sekam	20%
Kapur	10%
Zeolit	10%

Bahan perekat yang digunakan adalah molases. Semua bahan harus berbentuk tepung kecuali molases.

2. Pencampuran Bahan Dan Persiapan Perekat

Bahan-bahan sesuai resep di atas dicampur hingga merata. Pencampuran bisa dilakukan secara manual atau dengan menggunakan mixer. Molases diencerkan dengan air dengan komposisi 5% molases + 95% air. Jadi setiap 1 liter molases diencerkan dengan 19 liter air. Campuran perekat diaduk hingga tercampur merata.



Gambar 26. Pencampuran bahan

3. Memasukkan Ke Dalam Pan Granulator
Bahan-bahan yang sudah tercampur merata kemudian dimasukkan ke dalam pan granulator. Banyaknya bahan yang ditambahkan kurang lebih sampai bahan tertumpah ke luar pan. Biarkan pan berputar beberapa saat.



Gambar 27. Pan granulator

Semprotkan larutan molases secara perlahan dan sedikit demi sedikit ke permukaan bahan. Usahakan agar molases tidak

mengenai plat besi pan, karena akan membuat bahan menempel pada pan. Penyemprotan dilakukan terus sambil bahan diaduk-aduk agar molases tercampur lebih merata.



Gambar 28. Penyemprotan perekat

4. Pembentukan Granul

Penambahan molases akan membasahi bahan dan merangsang pembentukan granul. Granul tumbuh dari ukuran kecil kemudian membesar dan membesar. Putar terus pan dan semprotkan molases sampai granul terlihat basah dan ukuran granul semakin membesar. Apabila pembentukan granul tidak serempak, ukuran granul menjadi tidak seragam. Beberapa granul berukuran besar terbentuk sedangkan granul yang lain masih kecil-kecil. Granul yang berukuran besar ini akan terdorong ke bibir pan dan akhirnya akan keluar dan jatuh ke bawah. Apabila diperlukan pada saat pembentukan granul bisa ditambahkan bahan-bahan baru. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar ukuran granul dan mengurangi tingkat kebasahan granul. Penambahan bahan baru dilakukan perlahan-lahan.



Gambar 29. Pembuatan granul

Ketika ukuran granul sudah sebesar 3 – 5 mm, granul-granul ini harus segera dikeluarkan dari pan. Jika tidak, ukuran granul akan semakin membesar dan membesar.

5. Proses Pembentukan Granul Secara Kontinyu

Ketika proses pembentukan granul berlangsung, granul yang berukuran besar akan terdorong ke bagian pinggir dan granul yang berukuran kecil berada di bagian bawahnya. Penambahan bahan baru seperti yang telah disebutkan di atas akan semakin mendorong granul tersebut keluar dari pan granulator. Sifat ini bisa dimanfaatkan untuk membuat granul secara kontinyu. Caranya adalah sebagai berikut:

- Ketika granul yang pertama dibuat sudah berukuran cukup (3 – 5 mm), tambahkan bahan-bahan baru ke dalam pan granulator. Penambahan ini mendorong granul yang berukuran besar keluar dari pan.
- Semprotkan kembali molases secara perlahan-lahan. Atur pancaran larutan molases ini agar tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Apabila terlalu besar, kemungkinan akan terbentuk granul yang berukuran besar-besar. Apabila terlalu kecil, pembentukan granul menjadi lebih lama.

- Bahan-bahan baru ditambahkan lagi sesuai dengan kecepatan pembentukan granul. Atur agar penambahan bahan tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat. Apabila terlalu cepat, granul-granul yang berukuran kecil akan segera keluar dari pan. Apabila terlalu lambat, granul yang terbentuk menjadi lebih besar-besar.

6. Pengeringan dan Pengemasan

Granul yang baru keluar dari pan granulator masih terlalu basah. Granul tersebut perlu dikeringkan hingga kadar airnya kurang dari 15%. Semakin kering semakin baik. Pengeringan granul bisa dilakukan dengan cara sederhana, yaitu dijemur di bawah sinar matahari atau menggunakan mesin pengering. Umumnya pengeringan granul dilakukan dengan mesin pengering, karena relatif lebih cepat dan tidak terlalu banyak mengkonsumsi bahan bakar.



Gambar 30. Granul yang baru keluar dari pan dan masih basah.



Gambar 31. Pengering pupuk granul

7. Pengayakan Granul

Granul yang sudah kering selanjutnya diayak untuk mendapatkan ukuran granul yang seragam. Sama seperti langkah sebelumnya, pengayakan bisa menggunakan ayakan manual atau ayakan putar. Pengayakan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu: granul ukuran sedang (3 – 5 mm), granul ukuran besar (>5 mm), dan granul ukuran kecil (< 3 mm). Granul yang dikemas adalah granul yang berukuran sedang (3 – 5 mm). Granul yang berukuran kecil dimasukkan kembali ke mesin penghancur untuk dihaluskan dan digunakan kembali sebagai bahan baku. Granul yang berukuran kecil digunakan sebagai inti granul pada saat granulasi menggunakan pan granulator.

8. Pengemasan Granul

Granul dapat dikemas sesuai dengan permintaan pasar. Ukuran kemasan misalnya: 5 kg, 10 kg atau 25 kg. Ukuran kemasan kecil 5 – 10 kg menggunakan kemasan plastik. Kemasan ukuran besar 25 kg menggunakan karung. Kemasan sebaiknya diberi label yang berisi: nama dagang pupuk organik granul, produsen, komposisi atau kandungan pupuk, produsen, tanggal pembuatan dan nomor ijin dari deptan/deperindag.



Gambar 32. Pengemasan pupuk organik granul

G. Beberapa Masalah yang Sering Ditemui

1. Granul Terlalu Besar

Ukuran granul yang terlalu besar bisa disebabkan karena beberapa hal:

- Bahan baku kurang halus atau terkontaminasi dengan partikel-partikel yang berukuran besar. Partikel ini akan menjadi inti granul dan menyebabkan granul berukuran besar-besar.
- Penyemprotan perekat kurang merata dan kurang baik. Apabila semprotan sprayer terlalu besar, maka kemungkinan akan terbentuk granul dengan ukuran yang besar-besar. Demikian pula apabila perekat tidak tersebar merata, granul yang terbentuk juga cenderung berukuran besar-besar. Masalah ini biasanya karena operator pan granulator belum mahir.

Solusi untuk masalah ini adalah dicari penyebabnya terlebih dahulu. Apabila penyebabnya adalah karena terkonaminasi oleh partikel-partikel berukuran besar, maka bahan baku perlu diayak ulang. Apabila granul besar disebabkan karena penyemprotan yang kurang baik, perbaiki metode penyemprotan atau operator pan granulator dilatih lagi agar lebih mahir.

2. Granul Tidak Terbentuk Tidak Merata
Selain granul yang berukuran besar, sering kali granul juga terbentuk tidak merata. Masalah ini kemungkinan disebabkan karena perekat tidak tercampur merata ke seluruh bagian bahan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengaduk bahan saat penyemprotan perekat.
3. Granul Sulit Terbentuk
Jika perekat sudah diberikan sampai bahan sangat basah, tetapi tidak terbentuk granul, kemungkinan karena perekatnya kurang banyak. Solusinya, tambahkan dosis molases yang digunakan.
4. Granul Lunak
Kadang-kadang granul mudah pecah dan lunak setelah dikeringkan. Masalah ini kemungkinan perekat yang diberikan kurang banyak. Solusinya, tambahkan dosis molases yang digunakan. Atau dosis kapur pada campuran bahan sedikit ditingkatkan.
5. Granul Berjamur Ketika Disimpan
Granul yang disimpan di dalam karung ditumbuhi jamur. Masalah ini kemungkinan disebabkan karena granul kurang kering ketika disimpan. Kemungkinan lain, dosis molases yang diberikan terlalu banyak. Molases sebenarnya adalah larutan

gula dan gula sangat disukai oleh jamur. Jika terlalu banyak jamur akan tumbuh. Solusinya, kurangi dosis molases pada larutan perekat.

H. Beberapa Modifikasi Pupuk Organik Granul

Saat ini berkembang pula variasi atau modifikasi dari pupuk organik granul (POG). Variasi tersebut merupakan pengembangan dari POG yang sudah saya jelaskan di atas. Beberapa modifikasi tersebut adalah pupuk NPK Organik, pupuk Bio Organik, dan pupuk NPK Bio organik.

1. Pupuk NPK Organik Granul

Pupuk NPK Organik Granul merupakan pupuk organik yang diperkaya dengan pupuk NPK buatan atau pupuk NPK yang diperkaya dengan pupuk organik. Pupuk organik umumnya memiliki kandungan hara yang rendah, untuk meningkatkan kandungan hara ini ditambahkan pupuk kimia buatan. Semua pupuk kimia buatan dapat ditambahkan ke dalam pupuk organik granul, misalnya: urea, ZA, TSP, SP 36, KCl atau MOP. Komposisi penambahan tergantung kebutuhan atau disesuaikan dengan target tanaman. Proses pembuatan pupuk NPK Organik Granul pada prinsipnya sama seperti yang telah dijelaskan di atas. Penambahan pupuk NPK ditambahkan pada saat pencampuran bahan. Konsekuensi penambahan pupuk kimia buatan adalah berkurangnya kandungan bahan organik dalam POG.

2. Pupuk Bio Organik Granul

Pupuk hayati atau pupuk bio atau biofertilizer sering juga ditambahkan ke dalam POG. Mikroba-mikroba bahan aktif biofertilizer yang umum antara lain: mikroba penambat N Simbiotik (*Rhizobium* sp) atau Non-simbiotik (*Azospirillum* sp), pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, *Aspergillus* sp), PGPR (*Pseudomonas* sp), mikoriza (*Glomus* sp). Seperti halnya pada

pembuatan pupuk NPK Organik, mikroba bahan aktif biofertilizer ditambahkan pada saat pembuatan granul. Beberapa tantangan pembuatan pupuk bioorganik adalah strategi mempertahankan agar mikroba tetap dapat hidup di dalam POG. Beberapa mikroba dapat bertahan dalam konsisi kering, misalnya: *Bacillus* sp membentuk endospora, *Aspergillus* sp dan *Glomus* sp membentuk spora. Namun, sebagian besar mikroba sulit bertahan dalam kondisi kering. Kadar air biasanya menjadi faktor pembatas pembuatan pupuk Bioorganik.

Pengeringan granul Bioorganik tidak bisa menggunakan mesin pengering, karena akan membunuh mikroba bahan aktif. Pengeringan dengan matahari juga akan membunuh sebagian mikroba biofertilizer. Salah satu cara alternatif adalah dengan cara 'dikering anginkan', namun cara ini membutuhkan waktu yang relatif lama. Selain dengan mikroba biofertilizer, pupuk organik bisa dikombinasikan dengan mikroba-mikroba untuk biokontrol, terutama untuk hama/penyakit tular tanah. Mikroba biokontrol misalnya: *Bacillus thuringiensis*, *Metarizium anisopliae*, *Trichoderma harzianum*, dan lain-lainnya.

3. Pupuk NPK BioOrganik Granul

Setahu saya ada beberapa orang yang berambisi membuat pupuk NPK Bio organik yang merupakan gabungan antara pupuk kimia, pupuk organik, dan pupuk hayati. Pupuk ini cukup sulit dibuat, karena umumnya mikroba sulit dikombinasikan dengan pupuk kimia. Pupuk kimia, terutama urea, dalam konsentrasi tinggi dapat membunuh mikroba.

Pupuk Organik Cair (POC)

A. Pengertian dan Manfaat

Pupuk organik cair (POC), adalah jenis pupuk yang berbentuk cair tidak padat yang mudah sekali larut pada tanah dan membawa unsur-unsur penting untuk kesuburan tanah. Pupuk organik cair adalah pupuk yang dapat memberikan unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman pada tanah. Karena bentuknya yang cair, maka jika terjadi kelebihan kapasitas pupuk pada tanah maka dengan sendirinya tanaman akan mudah mengatur penyerapan komposisi pupuk yang dibutuhkan. Pupuk organik cair dalam pemupukan jelas lebih merata, tidak akan terjadi penumpukan konsentrasi pupuk di satu tempat, 100%-merata. Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik cair ini adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair dari bahan anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa digunakan tanaman secara langsung. Diantara jenis pupuk organik cair adalah pupuk kandang cair, sisa padatan dan cairan pembuatan biogas, serta pupuk cair

dari sampah/limbah organik. Pada dasarnya, limbah cair dari bahan organik bisa dimanfaatkan menjadi pupuk sama seperti limbah padat organik banyak mengandung unsur hara (N,P,K) dan bahan organik lainnya. Penggunaan pupuk dari limbah ini dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah. sampah organik tidak hanya bisa dibuat menjadi kompos atau pupuk padat tetapi bisa juga dibuat sebagai pupuk cair, alat yang dibutuhkan untuk membuat pupuk cair adalah komposter. Ukuran komposter dapat disesuaikan dengan skala limbah. untuk skala limbah keluarga kecil dapat menggunakan komposter berukuran 20-60 liter. Sementara itu, untuk skala besar seperti limbah rumah makan bisa menggunakan komposter yang berukuran 60 liter lebih. Komposter berfungsi dalam mengalirkan udara (aerasi), memelihara kelembaban, serta temperature, sehingga bakteri dan jasad renik dapat mengurai bahan organik secara optimal. Di samping itu, komposter memungkinkan aliran larutan terpisah dari material padat dan membentuknya menjadi pupuk cair.

Salah satu keunggulan yang dimiliki pupuk organik cair adalah konsentrasinya lebih mudah diserap oleh tanaman, pupuk organik cair juga lebih efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bahan yang tidak boleh dilupakan untuk pupuk ini adalah kotoran kambing, ya, cara membuat pupuk cair dari kotoran kambing dapat kita pelajari dengan mudah dari beberapa sumber. Seperti halnya pupuk kandang yang memiliki kandungan sama, pupuk cair dari kotoran kambing ini dapat pula kita aplikasikan secara langsung pada tanaman. Namun meskipun unggul dalam beberapa hal, pupuk cair mempunyai sejumlah kekurangan, diantaranya nutrisi yang terkandung dalam pupuk cair lebih rentan hilang oleh sebab terbawa erosi.

B. Potensi Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair kebanyakan diapli-

kasikan melalui daun atau disebut sebagai pupuk cair foliar yang mengandung hara makro dan mikro esensial (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn, dan bahan organik). Pupuk organik cair selain dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, juga membantu meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan kualitas produk tanaman, mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan sebagai alternatif pengganti pupuk kandang. Pupuk organik cair mempunyai beberapa manfaat diantaranya adalah:

1. dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman leguminosae sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara.
2. dapat meningkatkan vigor tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, cekaman cuaca dan serangan patogen penyebab penyakit.
3. merangsang pertumbuhan cabang produksi.
4. meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, serta
5. mengurangi gugurnya daun, bunga dan bakal buah.

Pemberian pupuk organik cair harus memperhatikan konsentrasi atau dosis yang diaplikasikan terhadap tanaman. Berdasarkan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair melalui daun memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik daripada pemberian melalui tanah. Semakin tinggi dosis pupuk yang diberikan maka kandungan unsur hara yang diterima oleh tanaman akan semakin tinggi, begitu pula dengan semakin seringnya frekuensi aplikasi pupuk daun yang dilakukan pada tanaman, maka kandungan unsur hara juga semakin tinggi. Namun, pemberian dengan dosis yang berlebihan justru akan mengakibatkan timbulnya gejala kelayuan pada tanaman. Oleh karena itu, pemilihan dosis yang tepat perlu diketahui oleh para

peneliti maupun petani, hal ini dapat diperoleh melalui pengujian-pengujian di lapangan.

Penggunaan pupuk organik meningkat tajam beberapa tahun terakhir ini, tidak hanya pupuk organik granul (POG) tetapi juga pupuk organik cair (POC). POC memiliki manfaat sinergistik dengan POG. Aplikasi POG sendiri tanpa aplikasi POC biasanya kurang memberikan hasil yang memuaskan. Dengan aplikasi POG yang dibarengkan dengan aplikasi POC, hasil tanaman lebih terlihat nyata dan bisa dilakukan full organik, tanpa penambahan pupuk kimia sama sekali. POC memiliki fungsi yang sedikit berbeda dengan POG. POG lebih berperan di tanah: memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah; dan memberikan nutrisi untuk tanaman. POC berperan langsung pada tanamannya. POC disempotkan ke daun dan akan langsung masuk ke sistem metabolisme tanaman. Kandungan hara yang ada di dalam POC akan langsung diserap oleh tanaman.

Demikian pula kandungan hormon tanaman juga akan langsung berfungsi begitu memasuki sistem metabolisme tanaman. Karena itu aplikasi POC lebih cepat terlihat daripada aplikasi POG. POC bisa diaplikasikan untuk semua jenis tanaman. Selain dikombinasikan dengan POG, aplikasi POC juga bisa dikombinasikan dengan pupuk kimia. Usaha/bisnis POC tampak bergairah seiring dengan meningkatnya penggunaan POC oleh petani/pekebun. Kalau kita lihat di toko-toko pertanian ada banyak sekali merek POC yang dipasarkan. Mulai merek-merek yang terkenal sampai merek-merek yang biasa-biasa saja. Beberapa merek POC sudah cukup lama eksis dan sudah diakui oleh petani. Namun, demikian banyak bermunculan merek-merek baru. Ini semua menunjukkan bahwa bisnis POC memang cukup menjanjikan. Bisnis POC sedikit berbeda dibandingkan bisnis POG. Ada beberapa keunggulan bisnis POC dibandingkan bisnis POG, antara lain:

1. Modal yang dibutuhkan relatif lebih kecil. Modal yang dibutuhkan untuk memulai usaha/bisnis POC jauh lebih kecil daripada usaha

POG. Usaha ini bisa dilakukan mulai dari skala kecil (rumah tangga). Alat-alat yang digunakan pun lebih murah. Dengan modal beberapa ratus ribu saja sudah bisa memulai usaha pembuatan POC. Bandingkan dengan modal yang dibutuhkan untuk membuat POG, mesin-mesin POG skala terkecil paling tidak membutuhkan investasi sekitar 50 juta. Mesin-mesin yang biasanya digunakan di pabrik, biaya investasinya satu line sekitar 200-300 jt.

2. Peralatan dan mesin yang dibutuhkan relatif lebih sederhana dan murah. Dibandingkan dengan POG, mesin-mesin yang digunakan untuk memproduksi POC sangat sederhana. Dalam skala kecil, pembuatan POC bisa menggunakan peralatan rumah tangga yang mudah diperoleh di pasar-pasar. Peralatan utamanya adalah drum-drum untuk menampung POC. Peralatan-peralatan lain adalah peralatan pendukung. Harga peralatan dan mesin pun jauh lebih murah daripada mesin-mesin untuk pembuatan POG.
3. Proses pembuatan lebih mudah. Proses pembuatan POC lebih sederhana daripada proses pembuatan POG. Ada banyak sekali cara pembuatan POC, salah satu proses pembuatan POC yang banyak digunakan adalah pemasakan dan fermentasi. Proses pembuatan POC yang menggunakan proses pemasakan/ekstraksi umumnya lebih cepat (satu hari), sedangkan yang melalui proses fermentasi bisa sampai beberapa minggu.
4. Skala produksi bisa kecil atau sampai besar. Proses produksi POG yang cukup ekonomis kapasitas terkecilnya sekitar 2 ton/hari. Kapasitas ini sulit diturunkan lebih rendah dari itu. Kapasitas yang umum Sangat berbeda dengan skala produksi POC. POC bisa dibuat sesuai kebutuhan dan keinginan kita. Kapasitas 1 liter per hari pun bisa, sampai kapasitas 2000 liter per hari pun tetap bisa. Meskipun hanya 1 liter per hari, tetap bisa memberikan keuntungan.

5. Margin keuntungan besar Margin keuntungan POG kecil, oleh karena itu bisnis POG akan menguntungkan jika dilakukan dalam kuantitas yang sangat besar. Pabrik POG umumnya menerima order sekitar 3000 ton. Jika kurang dari itu rasanya kok kurang menarik secara ekonomi. Ini sangat berbeda sekali dengan margin keuntungan POC. Margin keuntungan POC sangat besar sekali. Saya pernah menyaksikan sendiri di sebuah pabrik POC yang cukup besar, harga jualnya hingga 13 x, HPP produksinya. Ini sangat luar biasa, karena POC itu laku keras di pasaran. Jika dikurangi dengan HPP, biaya *overhead*, pemasaran, dll. Margin keuntungan POC tetap sangat tinggi.

C. Karakteristik Pupuk Cair

Cairan pupuk organik berwarna coklat agak kekuningan. Oleh sebab dibuat dari bahan sampah, bau khas pupuk ini cukup menyengat tetapi bau tersebut dapat dikurangi, bahkan dihilangkan dengan cara memberikan pewangi. Produk yang dihasilkan merupakan produk organik, bahan pewanginya pun harus bahan alami. Bahan pewangi alami yang dapat digunakan yaitu sereh wangi, jeruk citrun, atau pandan.

D. Standar Mutu Pupuk Organik Cair

Tabel 11. Persyaratan Minimal Pupuk Cair Organik (Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011)

No	Parameter	Satuan	Standar mutu
1.	C-organik	%	min 6
2.	Bahan ikutan: (plastic, kaca, kerikil)	%	min 2
3.	Logam berat: <ul style="list-style-type: none"> ▪ As ▪ Hg ▪ Pb ▪ Cd 	ppm ppm ppm ppm	maks 2,5 maks 0,25 maks 12,5 maks 0,5
4.	pH		4-9
5.	Hara makro <ul style="list-style-type: none"> ▪ N ▪ P₂O₂ ▪ K₂O 	% % %	3-6 3-6 3-6
6.	Mikroba kontaminan <ul style="list-style-type: none"> ▪ E.Coli ▪ Salmolla sp 	MPN/ml MPN/ml	maks 10 ² maks 10 ²
7.	Hara mikro <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fe total atau ▪ Fe tersedia ▪ Mn ▪ Cu ▪ Zn ▪ B ▪ Co ▪ Mo 	ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm	90-900 5-50 250-5000 250-5000 250-5000 125-2500 5-20 2-10
8.	Unsur lain <ul style="list-style-type: none"> ▪ La ▪ Ce 	ppm ppm	0 0

E. Teknik Pembuatan Pupuk Organik Cair

Banyak sekali teknik/metode pembuatan POC yang sudah dilakukan, umumnya teknik tersebut sering dijadikan ‘rahasia perusahaan masing-masing. Tetapi kalau bisa dikelompokkan pembuatan POC berdasarkan proses pembuatannya adalah: 1) pemasakan atau ekstraksi dan 2) fermentasi. Tetapi metode fermentasi

yang paling banyak digunakan. Sebagai contoh, fermentasi urin di peternakan sapi, fermentasi ekstrak tanaman, dan lain-lain. Yang membedakan kualitas satu POC dengan POC yang lain umumnya terletak pada komposisi dan jenis bahan yang digunakan. Oleh karena itu, kerahasiaan teknik tersebut sangat dijaga, karena menjadi salah penentu daya saing POC di pasaran. Resep pembuatan POC bisa sangat beragam dan kadang-kadang agak 'aneh-aneh'. Misalnya, saja dengan meramu berbagai macam kencing binatang. Mulai dari kencing sapi, kencing domba, sampai kencing kelinci. Ada yang menambahkan madu, royal jelly, dan lain ramuan herbal lainnya.

Untuk mendapatkan pupuk organik cair yang paling sesuai maka di dalam membuat pupuk organik cair perlu mempertimbangkan dengan beberapa faktor yakni:

1. Jenis tanaman sebagai bahan baku
 - a. Tanaman yang diambil/panen bunga atau buahnya, seperti: sawit, kopi, kakao, mete, padi, jagung, mangga, dll.
 - b. Tanaman yang diambil daunnya, seperti: sayur-sayuran, tembakau, dll.
 - c. Tanaman yang diambil umbi atau akarnya, seperti: singkong, umbi, jahe, talas, gadung, dll.
 - d. Tanaman yang diambil batangnya, seperti: jati, sengon, albasia, dll.
 - e. Tanaman yang diambil ekstraknya, seperti: tebu, sawit (dari buahnya), sagu, dll.

2. Berdasarkan kelompok tanamannya:
 - a. Tanaman monokotil
 - b. Tanaman dikotil

Setiap tanaman tersebut tentu saja memiliki karakteristik dan fisiologi yang berbeda-beda. Demikian pula membutuhkan stimulan yang berbeda-beda juga. Kalau target pasarnya sudah jelas membuat POC yang spesifik bisa jadi menjadi keunggulan

tersendiri. Misalnya saja, POC khusus padi, POC khusus jagung, POC khusus sawit, POC khusus kakao, POC khusus tebu, POC khusus kedelai, POC khusus sayur-sayuran, POC khusus kentang, POC khusus nilam, POC khusus singkong, dan lain-lain. Misalnya saja, POC untuk sayur-sayuran. Kita perlu membuat POC yang bisa merangsang tanaman untuk menghasilkan daun yang banyak, lebar, tebal, dst. Jadi merangsang pertumbuhan vegetatifnya. Oleh karena itu hormon-hormon yang ditambahkan pun juga hormon yang merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, misalnya (*giberelin*). Contoh lain, POC untuk singkong. Kita perlu membuat POC yang merangsang perakaran yang banyak. Jadi bisa ditambahkan asam humat, kolkisin, danauksin. Tentu saja hormon saja tidak cukup. Perlu diimbangi juga dengan penambahan sedikit hara. Seperti untuk merangsang pertumbuhan vegetatif perlu diperbanyak hara N, sedangkan untuk pembungaan dan pembuahan perlu lebih banyak P dan K.

3. Sesuaikan dengan Daerahnya

Daerah memiliki karakteristik tanah dan iklim yang berbeda-beda. Seperti yang saya tahu, daerah di Jawa dan Sumatera memiliki tanah yang berbeda dengan tanah-tanah di daerah NTB dan NTT. Daerah di pantai selatan Jawa juga memiliki tanah yang berbeda dengan tanah-tanah di Jawa bagian tengah. Tanah-tanah di Jawa umumnya adalah tanah merah (ultisol) yang memiliki ciri-ciri: masam dan kahat P. Di beberapa tempat juga ada gejala kekurangan unsur mikro tertentu. Nah, kalau daerah pemasaran kita adalah tanah-tanah yang masam dan kahat P, diberi tambahan sedikit hara P yang mudah diserap oleh tanaman. Bisa juga ditambahkan unsur mikro. Di dunia nutrisi tanaman ada hukum yang sangat terkenal, yaitu 'Hukum Minimum Leibig'. Hukum ini menjelaskan bahwa performa suatu tanaman ditentukan oleh unsur yang jumlahnya paling sedikit. Nah, meskipun di suatu tanah unsur-unsur hara makronya

melimpah, kalau kekurangan Mo saja. Performa tanaman ini akan ditentukan oleh ketersediaan Mo di tanah itu. Jadi dengan menambahkan sedikit Mo saja, produktivitas tanamannya bisa ditingkatkan.

4. Tambahkan Pestisida Nabati

Salah satu penyebab bengkaknya biaya usaha tani adalah biaya untuk pestisida dan herbisida. Apalagi sedang terjadi wabah hama atau penyakit tertentu di daerah itu. Biaya ini akan semakin membengkak. POC bisa diperkaya dengan pestisida nabati/ organik yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar petani. Ekstrak pestisida nabati ini bisa ditambahkan ke POC dengan konsentrasi tertentu. Banyaknya jenis pestisida nabati yang ditambahkan juga bisa diatur sendiri-sendiri, disesuaikan dengan hama atau ketersediaan bahan-bahan itu. Salah satu pestisida nabati yang siap pakai dan bisa ditambahkan adalah NABATOR.

5. Tambahkan Biofertilizer

Saat ini sudah diketahui ternyata tidak hanya akar tanaman saja yang kaya mikroba bermanfaat. Di daun juga banyak ditemukan mikroba-mikroba yang bermanfaat bagi tanaman, yaitu mikroba yang hidup di *phylosphere*. Teman-teman saya di IPB sudah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi mikroba-mikroba ini. Tapi saya tidak tahu sudah direlease belum produksinya. Mikroba-mikroba untuk akar pun bisa juga ditambahkan ke POC ini. Beberapa mikroba yang umum adalah mikroba penambat N, pelarut P, mikoriza, rhizobium, dan PGPR. Mikroba-mikroba ini bisa saja ditambahkan ke formula POC kita. Cuma masalahnya mikroba membutuhkan syarat hidup tertentu. Di sini letak kesulitan membuat formula POC yang bisa mempertahankan kehidupan mikroba.

F. Bahan Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Bahan baku pupuk organik cair yang sangat bagus yaitu bahan organik basah atau bahan organik yang mempunyai kandungan air tinggi seperti sisa-sisa buah-buahan dan sisa sayur-sayuran. Klasifikasi pupuk organik cair menurut bahannya adalah:

1. Pupuk cair limbah organik.
2. Pupuk kandang cair.
3. Pupuk cair limbah manusia.

Salah satu bahan yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair yaitu limbah, dimana limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik yang tidak memiliki nilai ekonomis. Pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi berupa cairan dan kandungan bahan kimia di dalamnya maksimum 5%. Pada dasarnya pupuk organik cair lebih baik dibandingkan dengan pupuk organik padat. Hal ini disebabkan penggunaan pupuk organik cair memiliki beberapa kelebihan yaitu pengaplikasiannya lebih mudah, unsur hara yang terdapat di dalam pupuk cair mudah diserap tanaman, mengandung mikroorganisme yang banyak, mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, mampu menyediakan hara secara cepat, proses pembuatannya memerlukan waktu yang lebih cepat, serta penerapannya mudah di pertanian yakni tinggal di semprotkan ke tanaman. Ciri fisik pupuk cair yang baik adalah berwarna kuning kecoklatan, pH netral, tidak berbau, dan memiliki kandungan unsur hara tinggi. Kekayaan ikan di kawasan Indonesia berlimpah dan usaha untuk meningkatkan hasil tangkapannya terus menerus diupayakan. Hasil tangkapan ikan yang berlimpah menjadi ikan sisa atau ikan buangan yang disebabkan oleh berbagai hal misalnya

keterbatasan pengetahuan dan sarana para nelayan dalam cara pengolahan ikan sisa atau ikan-ikan yang terbuang itu ternyata masih dapat dimanfaatkan, yaitu sebagai bahan baku pupuk organik, dimana unsur hara yang terkandung tersebut memiliki nilai organik-N yaitu 5.094%, organik-P yaitu 0.131%, organik-K yaitu 0,031% dan organik-C yaitu 56.081% yang mempunyai kelebihan kalau dibandingkan dengan bahan-bahan lainnya, juga di dalam ikan masih terkandung unsur-unsur lainnya khususnya unsur mikro. Kandungan unsur hara dalam pupuk organik yang dihasilkan dari limbah ikan terbilang lengkap tetapi jumlahnya sedikit sehingga perlu ditingkatkan kualitasnya dengan penambahan bahan lain yang mengandung unsur hara makro seperti penambahan kulit pisang karena salah satu kandungan gizi dari kulit pisang yaitu protein dimana dengan adanya penambahan kulit pisang akan meningkatkan kadar nitrogen dan penambahan air kelapa untuk meningkatkan kadar P dan K karena air kelapa sangat kaya akan kandungan kalium dan fospor.

G. Metode Pembuatan Pupuk Cair

Menurut cara/metode pembuatannya, pupuk cair dibedakan menjadi dua jenis. Yang pertama yaitu pupuk organik yang dilarutkan ke dalam air sebelum pengaplikasiannya, pupuk organik yang dilarutkan atau diencerkan dapat berupa pupuk apa saja seperti pupuk kompos, pupuk kandang, atau campuran antar keduanya. Meskipun lebih instan serta praktis dalam mendapatkannya, namun banyak keluhan seputar penggunaan dan penerapannya dalam tanaman. Pupuk ini memiliki suspensi yang kurang stabil dan mudah mengendap, dalam hal penyimpanannya pun tidak bertahan lama. Sedangkan yang kedua adalah pupuk yang dibuat dengan cara memfermentasikan bahan-bahan organik dengan bantuan organisme hidup. Pupuk ini tentu saja memiliki suspensi yang lebih stabil karena unsur hara di dalamnya telah bersifat cair sepenuhnya. Nah, pada kesempatan ini, kita akan belajar membuat jenis pupuk cair yang

kedua ini, bahan utamanya tidak lain adalah dari kotoran kambing. Pada pembuatan pupuk organik umumnya melalui proses penguraian. Penguraian suatu senyawa ditentukan oleh susunan bahan, dimana pada umumnya senyawa organik mempunyai sifat yang cepat diuraikan, sedangkan senyawa anorganik mempunyai sifat sukar diuraikan. Penguraian bahan organik akan berlangsung melalui proses yang sudah dikenal, yang secara keseluruhan disebut dengan proses fermentasi. Bahan organik tersebut pada tahap awal akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti gula, gliserol, asam lemak dan asam amino. Selanjutnya akan dilanjutkan dengan proses lain baik secara aerobik maupun anaerob. Fermentasi merupakan proses penguraian atau perombakan bahan organik yang dilakukan dalam kondisi tertentu oleh mikroorganisme fermentatif. Fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi-reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi, sebagai donor dan aseptor elektron digunakan senyawa organik. Di dalam proses fermentasi dibutuhkan mikroba sebagai aktifatornya. Salah satu contoh penggunaan EM4 sebagai bahan yang berfungsi untuk mempercepat proses pengkomposan dengan fermentasi. Jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam EM4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada 5 golongan yang pokok yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomices sp*, ragi (*yeast*), dan *Actinomicetes*. Pada sisi lain untuk meningkatkan aktivitas bakteri EM4 dibutuhkan tambahan sumber energi seperti molaso. Molase merupakan cairan dari sari tetes tebu. Bisa juga dibuat secara manual dengan cara melarutkan gula merah atau putih ke dalam air bersih dengan perbandingan 1:1. Sebagai contoh untuk mendapatkan 500 ml molase diperlukan gula merah atau gula putih sebanyak 500 gr dan air bersih sebanyak 500 ml. Dari jumlah molase yang didapatkan, diambil sebanyak yang dibutuhkan sedangkan sisanya digunakan untuk kegiatan selanjutnya. Untuk memudahkan pencairan campuran tersebut dapat dipanaskan.

H. Teknik Pembuatan Pupuk Cair

Di pasaran banyak macam pupuk cair yang diperjual belikan, di bawah ini akan diberikan beberapa contoh pembuatan pupuk cair yaitu:

1. Pupuk Cair dari Kotoran Ternak

a. Alat dan Bahan:

- Kotoran ternak
- Gula merah/gula pasir
- Bioaktivator
- Karung bekas
- Urine ternak
- Dedaunan
- Air
- Tong plastik

b. Cara Pembuatan:

Setelah bahan-bahan tersebut terkumpul, kini kita akan mulai proses pembuatan pupuk cair dari kotoran kambing, ikutilah tahapan berikut ini:

- 1) Campurkan kotoran ternak bersama dengan gula merah/ gula pasir secukupnya ke dalam tong plastik
- 2) Kemudian masukkan secara perlahan dedaunan yang telah dirajang ke dalam tong plastik
- 3) Beri air bersih dan aduk semua bahan hingga tercampur rata. Takaran air yang dipakai adalah sebanyak setengah dari bahan organik yang telah dimasukkan terlebih dahulu
- 4) Langkah selanjutnya, kita persiapkan beberapa bahan tambahan seperti gula, urine ternak, dan bioaktivator
- 5) Gula dan bioaktivator tersebut harus dicampur atau dilarutkan dengan 5 L air bersih terlebih dahulu
- 6) Masukkan bahan tambahan yang telah terlarut ke dalam tong plastik yang telah terisi bahan utama. Presentase

ideal untuk mencampur bahan-bahan ini adalah 70 % bahan cair, 30 % bahan padat.

- 7) Proses pembuatan pupuk cair dari kotoran ternak telah memasuki tahap akhir, setelah semua bahan tercampur dalam tong plastik, kini saatnya menyimpan adonan pupuk setengah jadi tersebut. Tutup rapat tong plastik, dan beri lubang untuk selang pada bagian samping atasnya.
- 8) Hubungkan selang dengan botol berisi air, tujuannya adalah untuk menjaga suhu di dalam tong tetap stabil meskipun tanpa ada bantuan oksigen dari luar
- 9) Penyimpanan tersebut akan berlangsung selama kurang lebih 10 – 20 hari lamanya sebelum bisa dibuka. Tanda yang dapat kita pakai sebagai patokan adalah apabila dari dalam tong telah tercium bau seperti tape, maka itu artinya tong telah siap dibuka.
- 10) Proses selanjutnya adalah melakukan penyaringan adonan pupuk untuk memisahkan bagian yang cair dengan bagian ampas, yang akan kita gunakan nantinya adalah bagian cair.
- 11) Pupuk cair dari kotoran ternak sudah bisa diaplikasikan pada tanaman, simpan pupuk tersebut ke dalam jirigen atau botol plastik. Dapat langsung di siramkan ke media tanah, atau disemprotkan ke bagian tanaman.

Keunggulan pupuk cair dari kotoran ternak adalah dapat membantu memperbaiki struktur tanah yang telah hilang, karena di dalam pupuk cair ini terkandung banyak unsur hara mikro yang jumlahnya lebih besar dari pada pupuk kimia. Dampaknya tentu saja pertumbuhan tanaman lebih optimal, kekurangan unsur hara seperti Nitrogen (N), Phospor (P), serta Kalium (K) dapat diatasi dengan pengayaan unsur tersebut di dalam tanah. Aplikasi pupuk cair

dari kotoran ternak ini dapat dilakukan 1 minggu sekali, dengan dosis 1 gelas per tanaman. Untuk penerapan pada tanaman hortikultura, gunakan 15 cc pupuk cair lalu dicampur dengan 1 L air. Berdasarkan penelitian, kadar unsur hara pada pupuk cair dari kotoran ternak meliputi: Unsur N, K, serta C-organik pada biourine atau pun biokulture lebih tinggi jika dibanding urine atau feses yang belum difermentasi. Meskipun beberapa unsur hara seperti yang kami sebutkan di atas meningkat, namun unsur P justru menurun jika dibanding dengan urine atau feses yang tidak difermentasi. Meningkatnya unsur N dipengaruhi oleh kehadiran mikroba *Azotobacter* yang mampu mengikat N dari udara, sedangkan peningkatan unsur K dan C-organik dipengaruhi oleh *R. Bacillus*. Untuk meningkatkan jumlah unsur P, maka perlu ditambahkan mikroba yang mampu mengikat unsur P, agar nutrisi yang terkandung dalam pupuk cair dari kotoran kambing menjadi lengkap. Dengan membuat sendiri pupuk organik cair, Anda tentu akan banyak menghemat pengeluaran dari sisi produksi. Bahan yang digunakan pun adalah bahan alami yang tidak mencemari lingkungan serta membawa residu yang berdampak negatif bagi konsumen.

2. Pupuk Organik Cair Limbah Organik Tanaman
Pembuatan Pupuk Organik Cair menggunakan mikroorganisme lokal (MOL) dengan Metode Fermentasi:
 - a. Menimbang limbah tanaman yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2 kg sebagai bahan baku.
 - b. Memasukkan limbah tanaman ke dalam reaktor (jurigen plastik). Limbah tanaman sebanyak 2 g tersebut dimasukkan ke jurigen plastik penutupnya yang telah dipasang selang sebagai aliran gas keluar.
 - c. Menuangkan air cucian beras sebanyak 1,5 Liter ke dalam reaktor.

- d. Menuangkan air kelapa sebanyak 1,5 liter ke dalam reaktor
 - e. Menambahkan molases sebanyak 0,5 liter ke dalam reaktor, atau bisa digantikan menggunakan gula pasir/gula aren sebanyak 500 gram.
 - f. Mengaduk bahan-bahan yang sudah dimasukkan ke dalam reaktor agar tercampur rata.
 - g. Tutup reaktor dipasang selang yang digunakan untuk mengalirkan gas hasil fermentasi keluar dari reaktor.
 - h. Melakukan proses fermentasi dengan waktu sesuai variabel, lalu membuka reaktor, dan menyaring bahan-bahan sehingga mendapatkan cairan saja.
 - i. Melakukan metode yang sama untuk variabel-variabel yang telah ditentukan: Variabel komposisi bahan campuran Air Kelapa dan Air Cucian Beras 1:0 dan 0:1, serta variabel waktu fermentasi 7 dan 14 hari.
3. Pembuatan Pupuk Organik Cair Kulit Buah
Limbah kulit pisang, nanas, dan mangga dipotong-potong terlebih dahulu sehingga ukurannya ± 2 cm. Larutan EM4 (62,5 mL/500 mL air), ragi (36,5 g/100 mL air) dan gula (1,3 kg / 2 L air) yang akan ditambahkan ke dalam reaktor, masing-masing dilarutkan terlebih dahulu. Selanjutnya dalam volume tertentu bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam reaktor yang telah berisi air sebanyak 5 L sehingga konsentrasi larutan EM4, diamkan selama 3-4 minggu, selanjutnya dilakukan penyaringan.
 4. Pupuk organik cair dari Kotoran Burung Walet
Ambil kotoran walet 1 ember kecil, masukkan dalam ember besar yang telah terisi air bersih, semakin licin larutan, semakin pekat warnanya seperti kopi, maka semakin baik kualitas pupuk yang dihasilkan. Aduk bahan hingga tercampur rata hingga muncul buih, kotoran larut dalam air ditandai tidak ada lagi yang mengapung, jika larutan sudah tidak berbau dan ketika dipegang

terasa licin, maka tandanya pupuk cair dari kotoran walet hampir siap dipakai, selanjutnya larutan disaring. Simpan dulu larutan pupuk tersebut selama 24 jam sebelum pemakaian. Setelah itu pupuk dapat langsung diaplikasikan pada tanaman. Pengaplikasian pada tanaman dengan cara menyiramkan pada pangkal batangnya tiap 2 minggu sekali. Reaksi tergolong cepat, apabila 5 hari setelah pengaplikasian, daun tanaman akan terlihat lebih mengkilap dan hijau, tanaman akan tumbuh dengan batang lebih kuat dan pembentukan daun baru juga menjadi lebih maksimal

I. Beberapa Variasi dan Pengembangan POC:

- a. POC plus Hormon Tanaman.
- b. POC plus pestisida nabati
- c. POC plus biofertilizer
- d. POC khusus untuk komoditas tertentu: POC Sawit, POC Sayuran, POC buah-buahan, dll.

Bahan-bahan tambahan yang bisa digunakan untuk memperkaya POC:

1. ZPT atau hormon tanaman:
 - a. Auksin
 - b. Sitokinin
 - c. Giberelin
 - d. Kolkisin
2. Asam Humat
3. Pestisida nabati
4. Mikroba biofertilizer:
 - a. penambat N non simbiotik
 - b. penambat N simbiotik
 - c. pelarut P
 - d. perangsang tumbuh tanaman (PGPR)

Daftar Pustaka

- Affandi. 2008. *Pemanfaatan Urine Sapi yang Difermentasi Sebagai Nutrisi Tanaman*.
<http://affandi21.xanga.com/644038359/pemanfaatan-urine-sapiyang-difermentasi-sebagai-nutrisi-tanaman/>.
- Biocert. 2002. *Info Organik. Penjaminan Produk dalam Sistem Pertanian Organik*. Bogor. Chae, Y.M. and M.A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. *Journal of Environmental Quality* 15:193-198.
- Bot, A. and J. Benites. 2005. *The Importance of Soil Organic Matter, Key to Drought-resistant Soil and Sustained Food Production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Brady, N.C. and R.R.Weil. 2002. *The Nature and Properties of Soils, 14th Edition*. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Chagas, P R R, Tokeshi, H and Alves, M. C. 2001. *Effect of calcium on yield of papaya fruits on conventional and organic (Bokashi EM) systems*. In Proceedings of the 6th International Conference on Kyusei Nature Farming, South Africa, 1999 Senanayake, Y D A and Sangakkara U R (Ed) (In Press)
- Chaves, B., S. De Neve, G. Hofman, P. Boeckx, and O. Van Cleemput. 2004. *Nitrogen mineralization of vegetable root residues and green manures as related to their (bio)chemical composition*. *Europ. J. Agronomy* 21:161-170.
- Chew K.W. , Chia S.R., Yen H.W., Nomanbhay S., Ho Y.C., and Show P.L., 2019. *Transformation of Biomass Waste into Sustainable Organic Fertilizers (Review)*. *Sustainability* 2019, 11, 2266; doi:10.3390/su11082266. www.mdpi.com/journal/sustainability.
- Chew, K.W.; Chia, S.R.; Show, P.L.; Ling, T.C.; Arya, S.S.; Chang, J.-S. *Food waste compost as an organic nutrient source for the cultivation of Chlorella vulgaris*. *Bioresour. Technol.* 2018, 267, 356–362.

- Dahlianah, I., 2011. *Pemanfaatan Tumbuhan Eceng Gondok (Echornia crassipes) dan Pupuk Kandang dalam Upaya Meningkatkan Produksi Jagung Manis (Zea mays L. Saccharata Sturt)* Jurnal Sainmatika volume 8 No. 2 Desember 2012.
- Djojosoewito, Soedijono, 2000. *Azolla Pertanian Organik & Multiguna*. Yogyakarta.
- Eghball, B. 2000. *Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost*. Science Society of America Journal 64:2024-2030.
- Fujita, M. 2000. *Nature farming practices for apple production in Japan*. In *Nature farming and microbial applications*. H L Xu et al (Ed) Journal of Crop Production 3: 119 – 126
- Hartatik, W. dan D.A. Suriadikarta. 2012. *Pengaruh pupuk organik granul dan curah terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan dan produksi padi sawah*. Dalam Prosiding HITI X di Surakarta, 6-8 Desember 2011.
- Haug, R.T. 1980. *Composting Engineering and Practices*. Ann Arbor Science, Michigan.
- Hou Maomao, Tang Songyan, Zhu Qinyuan, Chen Jingnan, Xiao Ying, Jin Qiu, Zhong Fenglin, 2023. *Long-term fermented organic fertilizer application reduce urea nitrogen-15 loss from plastic shed agricultural soils*. Annals of Agricultural Sciences 68 (2023) 108–117
- Hussein, T, Jilani, G M, Anjum, S and Zia, M H. 2000. *Effect of EM application on soil properties*. In *Proceedings of the 13th International Scientific Conference of IFOAM*. Alfoeldi, T et al (Ed). FiBL, Basel, Switzerland: 267
- Ladd, J.N. 1985. *Soil enzymes*. p. 175-221. In D. Vaughan and R.E. Malcolm (Eds.). *Soil Organik Matter and Biological Activity*. The Hague, the Netherlands, Nijhoff & Junk Publ.
- Mathur, R.S. 1980. *Use of Indigenous Materials for Accelerating Composting* In. *Compost Technology*. FAO Project Field Document No. 13.

- Mengistu Ketema and Siegfried Bauer. 2011. *Determinants of Manure and Fertilizer Applications in Eastern Highlands of Ethiopia*. Haramaya University, Ethiopia. *Quarterly Journal of International Agriculture* 50(3): 237-252
- Musnamar, 2002. E.I., 2002. *Pembuatan dan Aplikasi Pupuk Organik Padat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Myung Ho Un and Youn Lee. 2001. *Evaluation of organic waste for composting and quality control of commercial composts in Korea*. International Workshop on Recent Technologies of Composting and their Application.
- NIU Xin-sheng, JU Xiao-tang. *Organic fertilizer resources and utilization in China*. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 2017, 23(6): 1462-1479. doi: 10.11674/zwyf.17430
- Nugraha, P. & Amini, N. (2013). *Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik*. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*. 2, 193–197.
- Nurkholis, Nusantoro S. , dan Awaludin A., 2019. *Pembuatan Pupuk Organik Padat (Pop) Berbasis Bahan Kotoran Ternak Dengan Memanfaatkan Bioaktivator Isi Rumen Sapi*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat dan Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember Tahun 2019, ISBN: 978-602-14917-8-2. file:///C:/Users/ahzta/Downloads/1720-Article%20Text-5839-1-10-20191211.pdf
- Paudel, J., Crago, C.L., 2021. *Environmental externalities from agriculture: evidence from water quality in the United States*. *Am. J. Agric. Econ.* 103, 185–210. <https://doi.org/10.1111/ajae.12130>.
- Prihandini, P.W., & Purwanto, T. 2007. *Petunjuk Teknis Pembuatan Kompos Berbahan Kotoran Sapi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Departemen Pertanian.
- Primantoro, H. 2001. *Memupuk Tanaman Buah*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Razza, F.; D'Avino, L.; L'Abate, G.; Lazzeri, L. *The role of compost in bio-waste management and circular economy*. In *Designing Sustainable Technologies, Products and Policies*; Springer: Berlin, Germany, 2018; pp. 133–143.
- Reihan, H., Suadi dan Nurtirtayani, 2001. *Pengaruh Pemberian Bahan Organik terhadap N dan P tersedia Tanah seta Hasil Beberapa Varietas Jagung Di lahan Pasang Surut Sulfat Masam*. *Agrivita* 23 (1): 13-19.
- Setyorini, D. 2003. *Persyaratan mutu pupuk organik untuk menunjang budidaya pertanian organik*. Disampaikan pada Seminar Sehari Penggunaan Pupuk Organik. BPTP DI Yogyakarta.
- Setyorini, D. dan Prihatini, T. 2003. *Menuju “quality control” pupuk organik di Indonesia*. Disampaikan dalam Pertemuan Persiapan Penyusunan Persyaratan Minimal Pupuk Organik di Dit. Pupuk dan Pestisida, Ditjen Bina Sarana Pertanian, Jakarta 27 Maret 2003.
- Sisay Assefa and Sisay Tadesse, 2019. *The Principal Role of Organic Fertilizer on Soil Properties and Agricultural Productivity -A Review*. *Agri Res& Tech: Open Access J.* 2019; 22(2): 556192. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2019.22.556192
- Song, W., Shu, A., Liu, J., Shi, W., Li, M., Zhang, W., Li, Z., Liu, G., Yuan, F., Zhang, S., Liu, Z., Gao, Z., 2022. *Effects of long-term fertilization with different substitution ratios of organic fertilizer on paddy soil*. *Pedosphere* 32, 637–648. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(21\)60047-4](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(21)60047-4).
- Soong, J.L., Maranon-Jimenez, S., Cotrufo, M.F., Boeckx, P., Bode, S., Guenet, B., Penuelas, J., Richter, A., Stahl, C., Verbruggen, E., Janssens, I.A., 2018. *Soil microbial CNP and respiration responses to organic matter and nutrient additions: evidence from a tropical soil incubation*. *Soil Biol. Biochem.* 122, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.04.011>
- Subekti, K., 2015. *Pembuatan kompos dari kotoran sapi (komposting)*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Sun, Y., Qiu, T., Gao, M., Shi, M., Zhang, H., Wang, X., 2019. *Inorganic and organic fertilizers application enhanced antibiotic resistome in greenhouse soils growing vegetables*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 179, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.04.039>
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutanto, R. 2002a *Penerapan Pertanian Organik: Pemasyarakatan & Pengembangannya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutanto, R. 2002b. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Didiek, H.G (penerjemah). Edisi I. Gadjah Mada University Press.
- Tan, K.H. 1993. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Tapiador, D.D. 1981. Vermiculite and its potential in Thailand and other Asian countries. First National Earthworm Grower's Convention, Manila Philippines.
- Urra, J.; Alkorta, I.; Mijangos, I.; Epelde, L.; Garbisu, C. *Application of sewage sludge to agricultural soil increases the abundance of antibiotic resistance genes without altering the composition of prokaryotic communities*. *Sci. Total Environ.* 2019, 647, 1410–1420
- Wang, R, Xu, H L and Mridha, M. A. U. 2000. *Phytophthora resistance of organic fertilized tomato*. In *Nature farming and microbial applications*. H L Xu et al (Ed) *Journal of Crop Production* 3: 77-84
- Xu, H L. 2000. *Effect of microbial inoculation, organic fertilization and chemical fertilization on water stress resistance of sweet corn*. In *Nature farming and microbial applications*. H L Xu t al (Ed) *Journal of Crop Production* 3: 223 – 234
- Yang, S.S. 1996. *Preparation and characterization of compost*. In *Proceedings of International Training Workshop on Microbial Fertilizers and Composting*. October 15-22, 1996 Taiwan Agricultural Research Institute Taichung, Taiwan, Republic of China. FFTC and TARI.

Profil Penulis



Dr. Ir. Amir Hamzah, MP., lahir di Maluku Utara, 27 Mei 1967. Saat ini bekerja sebagai dosen Lembaga Layanan Dikti (LLDikti) Wilayah 7 Jawa Timur, diperbantukan (dpk) pada Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tunggadewi, Malang. Sejak 2017 hingga saat sekarang dipercaya menjabat sebagai Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tunggadewi, dengan Jabatan Fungsional Lektor Kepala. Gelar Sarjana Pertanian (Ir) diperoleh dari Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon, 1992. Tahun 1999 memperoleh Gelar Magister Pertanian (MP) dari Pascasarjana Universitas Brawijaya Program Studi Pengelolaan Tanah dan Air. Tahun 2013 menyelesaikan Program Doktor Ilmu Pertanian dari Universitas Brawijaya. Sejak tahun 2008 sampai saat ini masih menekuni berbagai penelitian yang berkaitan dengan pencemaran dan pengelolaan sumber daya lahan. Aktif pada forum-forum ilmiah baik sebagai pemakalah maupun peserta. Beberapa hasil penelitian telah publikasikan di jurnal Nasional maupun Internasional, serta beberapa diantaranya telah dipatenkan. Buku yang telah ditulis diantaranya: Remediasi Tanah Tercemar Logam Berat (2019), Teknik Budidaya Sayuran Organik Dengan Sistem *Plant Factory* (2023).



Ir. Bambang Siswanto, MS., lahir di Ngawi Jawa Timur, 30 Juli 1950. Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Brawijaya, 1978, dan melanjutkan S2 di Institut Pertanian Bogor, 1982. Bekerja sebagai Dosen Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya 1980-2015, setelah pensiun kemudian mengabdikan diri sebagai dosen Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi sejak tahun 2015-sekarang, dengan Jabatan Fungsional Lektor Pernah menjabat sebagai Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Direktur Agroedu Park Universitas Tribhuwana Tungadewi 2017 – 2022. Sebagai ketua maupun anggota peneliti dan abdimas di berbagai skim penelitian maupun abdimas yang didanai DRTPM Kemdikbud, BUMN, Pemda maupun Swasta. Pengurus dan anggota organisasi Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI), Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTI) dan Forum Daerah Aliran Sungai (Fordas). Aktif pada forum-forum ilmiah baik sebagai pemakalah maupun peserta. Telah menulis sebanyak 10 buku, tiga diantaranya Evaluasi Lahan (2013), Pedoman pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan hidup (2015), dan Pengembangan Wilayah (2017).

PUPUK ORGANIK

Tinjauan Teori & Praktek



Kesuburan tanah merupakan modal yang amat penting. Tanah yang subur dapat menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang tinggi, karena tanah yang subur mampu menyediakan kebutuhan tanaman seperti air, udara, unsur hara, dan terbebas dari bahan-bahan beracun dengan konsentrasi yang berlebihan. Saat ini hampir sebagian besar tanah pertanian rata-rata hanya mengandung bahan organik kurang dari 2 persen, sedangkan kandungan bahan organik tanah yang subur seharusnya antara 3 – 5 persen. Untuk itusebagian besar tanah pertanian di Indonesia sangat membutuhkan tambahan pupuk organik.

Buku ini disusun untuk membantu memahami bagaimana cara membuat pupuk organik, mengingat pupuk organik sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas tanah pertanian. Disamping itu jumlah yang dibutuhkan cukup besar, dan banyak kendala dalam pengadaan pupuk organik.

forind
Penerbit

Penerbit Forind
Jl. Raya Tlogomas V No. 24
Tlogomas Malang 65141
Telp. 081233992973
Email : forind_publishing@yahoo.com

ISBN 978-623-99722-8-8

