

PEMBUATAN PUPUK & PESTISIDA ORGANIK

Disusun oleh:
Yayasan Operasi Wallacea Terpadu (OWT)

November, 2017



MANUAL

PEMBUATAN PUPUK DAN PESTISIDA ORGANIK



Disusun oleh :

Yayasan Operasi Wallacea Terpadu (OWT)

Bogor, November 2017

Daftar Isi

	Hal
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Bab 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Tujuan	2
Bab 2. PUPUK ORGANIK	5
2.1. Definisi Pupuk Organik	5
2.2. Macam Pupuk Organik dan Cara Pembuatannya	5
2.2.1. Pupuk Organik Padat	5
2.2.2. Pupuk Organik Cair	32
2.3. Arang Sekam	38
Bab 3. PESTISIDA ORGANIK	43
3.1. Pengertian	43
3.2. Keuntungan dan kelemahan	43
3.3. Bahan Pestisida Organik	43
3.4. Cara Pembuatan	45
3.5. Cuka Asam	50
3.5.1. Proses Pembuatan Cuka Kayu	50
3.6. Bubur Rorak dan Bordo	54
Bab 4. PUPUK DAN PESTISIDA HAYATI	57
4.1. Definisi	57
4.2. Fungsi	57
4.3. Jenis Pupuk dan Pestisida Hayati	58
4.3.1. Trichoderma sp	58
4.3.2. Mikorhiza	60
4.3.3. Rhizobium sp	62

	Hal
4.4. Cara Perbanyak dan Pemanfaatan Mikroorganisme	63
4.4.1. Pembuatan MOL	63
4.4.2. Pembuatan mikorhiza	70
4.4.3. Pembuatan <i>Trichoderma</i> sp	71
DAFTAR PUSTAKA	75

Daftar Tabel

	Hal
Tabel 2.1. Sifat Pupuk Kandang	7
Tabel 2.2. Perbedaan Kandungan dan Sifat Limbah Organik Aerobik dan Anaerobik	9
Tabel 2.3. Perbedaan Pengomposan Secara Aerob Dan Anaerob	11
Tabel 2.4. Jenis dan peran pasukan mikroba penyusun EM-4	22
Tabel 2.5. Kebutuhan bahan untuk pembuatan beberapa jenis bokashi	27
Tabel 2.6. Berbagai bahan, kandungan hara, dan penggunaan pupuk cair	33
Tabel 4.1. Kandungan jenis mikroba pada beberapa limbah organik	66
Tabel 4.2. Manfaat Mikroorganisme Berdasarkan Jenisnya	66
Tabel 4.3. Daftar berbagai bahan organik dan cara pembuatan MOL-nya	67

Daftar Gambar

	Hal
Gambar 2.1. Pembuatan pupuk kandang cara terbuka	8
Gambar 2.2. Pembuatan pupuk kandang cara tertutup	8
Gambar 2.3. Model rumah pengomposan	12
Gambar 2.4 Peralatan pengomposan : bak pengomposan (A), cerobong (B), alas bak (C)	13
Gambar 2.5. pemotongan/pencacahan bahan sebelum pengomposan	14
Gambar 2.6. Posisi tumpukan bahan pada saat proses pengomposan	15
Gambar 2.7. Teknik pengecekan kelembaban kompos: kayu ditusukkan ke dalam tumpukan (A), bagian kayu yang tampak basah dan kering	15
Gambar 2.8. Teknik menurunkan suhu pada proses pengomposan: pembalikan bahan pada 1 bak (A) atau pemindahan bahan pada dua bak (B)	16
Gambar 2.9. Proses pengayakan kompos	16
Gambar 2.10. Tiga tahap pembentukan kompos oleh bakteri <i>anaerob</i>	18
Gambar 2.11. Contoh cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	30
Gambar 2.12. Kotak pemeliharaan cacing	30
Gambar 2.13. Tahapan pembuatan pupuk " Kascing "	32
Gambar 2.14. Cara membuat pupuk cair	34
Gambar 2.15. Potensi limbah sekam padi	39
Gambar 2.16. Model alat pembuat arang sekam (kiri dan tengah); dan hasil arang sekam (kanan)	39
Gambar 2.17. Pertumbuhan jabon pada media berkualitas (kiri) dan tanah murni (kanan)	41

	Hal
Gambar 3.1. Limbah kayu untuk pembuatan arang	51
Gambar 3.2. Model drum pembuat arang dan cuka kayu	51
Gambar 3.3. Hasil Arang Kayu	52
Gambar 4.1. <i>Trichoderma viridae</i> (kiri), <i>Trichoderma harzianum</i> (tengah), <i>Trichoderma koningii</i> (kanan)	59
Gambar 4.2. Contoh produk pupuk/pestisida hayati	60
Gambar 4.3. Bintil akar tanaman polong-polongan banyak mengandung Rhizobium	62
Gambar 4.4. Hasil MOL bonggol pisang	65

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Meningkatnya produksi tanaman antara lain dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara di dalam media tempat tumbuhnya serta kesehatan tanaman. Unsur hara yang diserap secara terus-menerus lambat laun akan habis sehingga berdampak pada penurunan produksi tanaman. Agar tetap tersedia, maka diperlukan penambahan unsur hara ke dalam media tumbuh tanaman tersebut yang antara lain dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk. Di lain pihak, meskipun unsur hara tersedia cukup, jika tanaman tidak sehat maka proses penyerapan unsur hara pun menjadi tidak berjalan secara optimal.

Sejak dikenalnya pupuk kimia/anorganik, penggunaannya sebagai usaha untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman telah banyak diterapkan oleh para petani atau pembudidaya tanaman. Selain pengadaannya mudah karena banyak tersedia di toko-toko pertanian, jenis pupuk ini juga lebih praktis dalam penggunaannya.

Namun seiring berjalannya waktu, ternyata penggunaan pupuk buatan secara terus-menerus berdampak tidak baik terhadap kesuburan tanah. Tanah menjadi lebih padat dan masam yang menyebabkan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman justru semakin sulit diserap oleh akar tanaman. Akibatnya pemupukan bukan menyebabkan peningkatan produksi, justru sebaliknya semakin menurunnya produksi tanaman. Kondisi ini menyadarkan kita untuk mengatur penggunaan pupuk kimia agar tidak digunakan secara terus-menerus karena hal ini dapat menyebabkan kondisi tanah menjadi jenuh. Untuk itu perlu adanya keseimbangan antara penggunaan pupuk kimia dan pupuk organik.

Selain pupuk, kualitas dan produksi tanaman juga dipengaruhi oleh tingkat kesehatannya. Kesehatan tanaman terganggu disebabkan oleh dua penyebab utama, yaitu hama dan penyakit. Hama didefinisikan sebagai segala jenis

binatang yang berpotensi merusak tumbuhan serta merugikan manusia dari aspek ekonomi, sedangkan penyakit sebuah kondisi yang mengakibatkan tanaman tidak bisa tumbuh dengan normal dikarenakan adanya gangguan pada organ tanaman yang disebabkan oleh: jamur, bakteri, virus, atau kondisi lingkungan. Sebagaimana seperti pupuk, maka pemenuhan pestisida kimia pun terkendala dengan harga yang relative tinggi serta dampak neagtifnya bagi lingkungan maupun manusia. Oleh karena itu pemanfaatan pestisida organik menjadi alternatif yang perlu diaplikasikan.

Agar penggunaan pupuk dan pestisida organik dapat memberikan dampak secara optimal, maka perlu mengenal lebih jauh tentang pupuk dan pestisida organik, cara pembuatan, hingga aplikasinya di lapangan.

1.2. Tujuan

Manual ini bertujuan untuk memberi pemahaman tentang pupuk dan pestisida organik yang meliputi definisi, cara pembuatan, dan aplikasinya di lapangan.

PUPUK ORGANIK

2.1. Definisi Pupuk Organik

Menurut Wikipedia pengertian pupuk organik adalah pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup, misalnya pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik mengandung banyak bahan organik daripada kadar haranya. Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkas, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah).

2.2. Macam Pupuk Organik dan Cara Pembuatannya

Berdasarkan bentuknya maka pupuk organik dibedakan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Berbagai limbah dari makhluk hidup pada dasarnya dapat dibuat pupuk organik, oleh sebab itu dalam membuat pupuk organik kita jangan tergantung pada satu macam jenis limbah yang tersedia saja (misalnya ketergantungan pada limbah jerami).

2.2.1. Pupuk Organik Padat

A. Pupuk kandang

Pupuk kandang merupakan pupuk padat yang berasal dari kotoran hewan, misalnya kotoran kambing, sapi, domba, ayam, dll. Pupuk kandang telah siap digunakan jika menunjukkan ciri-ciri: dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Penggunaan pupuk kandang yang belum masak dapat menghambat pertumbuhan tanaman hingga mematikan tanaman, salah satu penyebabnya masih memiliki rasio C/N tinggi. Pada kondisi rasio C/N tinggi, pasukan mikroba menggunakan nitrogen yang tersedia untuk menguraikan kotoran tersebut sehingga tanaman kekurangan

nitrogen, akibatnya tanaman terhambat pertumbuhannya. Agar pupuk kandang memiliki C/N rendah harus dikomposkan dahulu. Jenis pupuk kandang yang perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan antara lain: kotoran sapi, kerbau, kambing, kuda, dll. Pupuk kandang terdiri dari dua macam, yaitu:

1. Pupuk dingin adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan secara perlahan oleh mikroorganisme sehingga tidak menimbulkan panas, contohnya pupuk yang berasal dari kotoran sapi, kerbau, dan babi.
2. *Pupuk panas* adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan mikroorganisme secara cepat sehingga menimbulkan panas, contohnya pupuk yang berasal dari kotoran kambing, kuda, dan ayam. Pupuk kandang bermanfaat untuk menyediakan unsur hara makro dan mikro dan mempunyai daya ikat ion yang tinggi sehingga akan mengefektifkan bahan-bahan anorganik di dalam tanah, termasuk pupuk anorganik. Selain itu, pupuk kandang bisa memperbaiki struktur tanah, sehingga pertumbuhan tanaman bisa optimal. Pupuk kandang yang telah siap diaplikasikan memiliki ciri dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Jika belum memiliki ciri-ciri tersebut, pupuk kandang belum siap digunakan. Penggunaan pupuk 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 ini akan cepat diserap oleh tanaman.

Pada prinsipnya pupuk kandang telah siap digunakan jika menunjukkan ciri-ciri: dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Penggunaan pupuk kandang yang belum masak dapat menghambat pertumbuhan tanaman hingga mematikan tanaman, salah satu penyebabnya masih memiliki rasio C/N tinggi. Pada kondisi rasio C/N tinggi, pasukan mikroba menggunakan nitrogen yang tersedia untuk menguraikan kotoran tersebut sehingga tanaman kekurangan nitrogen, akibatnya tanaman terhambat pertumbuhannya. Agar pupuk kandang memiliki C/N rendah harus dikomposkan dahulu. Jenis pupuk kandang yang perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan antara lain : kotoran sapi, kerbau, kambing, kuda, dll.

Pupuk kandang dapat berbentuk padat maupun cair (urin). Pupuk kandang bentuk cair mengandung banyak nitrogen, sedangkan pupuk kandang padat mengandung unsur makro (fosfor, nitrogen, dan kalium) maupun unsur mikro

(kalsium, magnesium, belerang, natrium, besi, tembaga, dan molibdenum). Sifat beberapa jenis pupuk kandang disajikan sebagai berikut :

Tabel 2.1. Sifat Pupuk Kandang

No	Jenis Pupuk Kandang	Keterangan
1	Kotoran ayam	Kandungan fosfor tinggi, kadar air rendah, penguraian mudah sehingga pengomposan tidak perlu lama, bisa digunakan untuk pertanian sayuran maupun penghasil buah seperti kentang.
2	Kotoran kambing	Kandungan kalium tinggi, kadar air rendah, berbentuk butiran keras sehingga perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan. Cocok untuk tanaman penghasil buah (jagung, kedelai, kentang, cabe, dll.)
3	Kotoran sapi	Kandungan nitrogen tinggi, tetapi kalium rendah, kadar air tinggi. Perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan. Cocok untuk tanaman sayuran tetapi tidak cocok untuk tanaman pertanian penghasil buah seperti cabe, kentang, padi
4	Kotoran babi	Cukup mengandung fosfor, tetapi Magnesium rendah. Perlu dikomposkan dahulu, kadar air tinggi. Penggunaannya perlu dicampur dengan pupuk kandang ayam atau kambing, penggunaan terpisah menghasilkan pertumbuhan sayuran kurang baik
5	Kotoran kuda	Banyak mengandung magnesium, perlu dikomposkan dahulu.

Cara membuat pupuk kandang :

1. Cara Terbuka

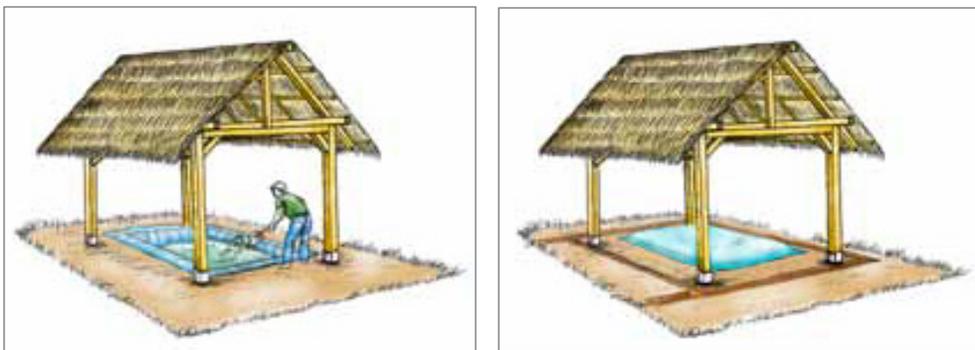
1. Cara ini menghasilkan bau yang tidak sedap
2. Kotoran disebar/ditimbun di atas permukaan tanah dan dijemur 2-3 hari, penjemuran bisa dilakukan di atas pasir.
3. Pindahkan ke tempat beratap dan biarkan selama 2 minggu. Tempat lebih tinggi agar tidak tergenang air dan tidak diberi dinding agar sirkulasi udara baik
4. Jika pupuk kandang sudah tidak berbau, remah, dingin, maka siap digunakan atau dikemas



Gambar 2.1. Pembuatan pupuk kandang cara terbuka

2. Cara Tertutup

1. Cara ini tidak menimbulkan bau
2. Buat lubang, dinding dilapisi plastik untuk menghindari rembesan air, alas lubang dibiarkan dalam bentuk tanah dan jangan disemen agar air kotoran bisa merembes
3. Masukkan kotoran dalam lubang, jangan terlalu penuh
4. Tebarkan kapur tohor halus secara merata
5. Timbun dengan tanah
6. Buat parit kecil di sekeliling timbunan agar tidak terjadi genangan air
7. Biarkan 2-3 bulan hingga pupuk kandang matang



Gambar 2.2. Pembuatan pupuk kandang cara tertutup

B. Kompos

Kompos merupakan pupuk padat sebagai produk akhir dari proses penguraian limbah tanaman atau hewan dengan bantuan pasukan mikroba yang bekerja pada suhu tertentu. Pembuatannya dapat dilakukan baik dengan bantuan

oksigen (aerobik) maupun tanpa oksigen (anaerobik), hasil kedua cara ini sama. Keberhasilan membuat kompos sangat tergantung peran pasukan mikroba pengurai dan lingkungan yang sesuai agar pasukan mikroba bisa bekerja dengan baik. Beberapa kondisi lingkungan yang dibutuhkan antara lain : lingkungan lembab, perbandingan karbon dan nitrogen 30:1, pH netral (6-8,5), suhu 50-65°C, ukuran bahan kecil.

Tabel 2.2. Perbedaan Kandungan dan Sifat Limbah Organik Aerobik dan Anaerobik

No	Deskripsi	Aerobik (Terbuka)	Anaerobik (Tertutup)
1	Jenis limbah organik	Tidak mengandung limbah yang mengandung protein hewan (daging, darah, dll.)	Semua limbah organik dapat digunakan
2	Kadar air	40-50%	Di atas 50%
3	Suhu	45-65°C	55-60°C
4	Ukuran bahan	Potongan kecil (1-7,5 cm)	Lumat seperti bubur
5	Lama proses	40-55 hari	3-6 bulan
6	Aroma	Tidak berbau	Berbau

Bahan untuk membuat kompos diambil dari sampah organik, yaitu: (a) **sampah organik cokelat** (daun kering, rumput kering, serbuk gergaji, serutan kayu, sekam, jerami, kulit jagung, kertas yang tidak mengkilat, tangkai sayuran) dan (b) **sampah organik hijau** (sayuran, buah-buahan, potongan rumput segar, daun segar, sampah dapur, ampas teh/kopi, kulit telur, pupuk kandang).

Kompos memiliki beberapa manfaat, yaitu :

- **Memberikan nutrisi bagi tanaman**

Kompos yang sudah jadi atau siap digunakan untuk memupuk tanaman, mengandung sebagian besar *unsur hara makro primer* (dibutuhkan dalam jumlah banyak seperti nitrogen, fosfor, dan kalium), *unsur hara makro sekunder* (dibutuhkan dalam jumlah sedang seperti belerang, kalsium, dan magnesium), dan unsur hara mikro (dibutuhkan dalam jumlah sedikit seperti besi, tembaga, seng, klor, boron, mangan, dan molibdenum).

- **Memperbaiki struktur tanah**

Kompos menyebabkan tanah remah sehingga aliran udara dan air dapat masuk dengan baik ke dalam tanah. Kehadiran kompos dalam tanah juga menjadi daya tarik pasukan mikroba untuk melakukan aktivitas di dalam tanah sehingga tanah menjadi gembur akibat aktivitas tersebut.

- **Meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK)**

KTK merupakan sifat kimia yang berkaitan erat dengan kesuburan tanah. Tanah yang memiliki KTK tinggi lebih mampu menyediakan unsur hara daripada KTK rendah. Tanah yang mengandung bahan organik tinggi akan memiliki KTK lebih tinggi. Dengan demikian kehadiran kompos dapat meningkatkan KTK.

- **Meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air**

Tanah memiliki pori-pori yang tidak terisi bahan padat, dimana bagaian tersebut akan diisi air dan udara. Tanah yang bercampur dengan kompos mempunyai daya rekat yang lebih baik sehingga mampu mengikat serta menahan ketersediaan air di dalam tanah.

- **Meningkatkan aktivitas biologi tanah**

Kompos berisi pasukan mikroba yang menguntungkan tanaman. Keberadaan kompos menyebabkan kondisi tanah menjadi sejuk dan tidak terlalu lembab sehingga disukai oleh cacing. Cacing akan menghasilkan kotoran berupa *pupuk kascing* yang sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.

- **Meningkatkan pH pada tanah masam**

Unsur hara akan lebih mudah diserap oleh tanaman pada pH netral yaitu 7. Pada pH rendah/tanah masam unsur fosfor akan diikat oleh alumunium (ion Al), sedangkan pada pH tinggi/tanah basa unsur fosfor akan diikat oleh kalsium (ion Ca). Pada tanah masam juga ketersediaan oksigen menjadi rendah sehingga kerja bakteri areob dalam menguraikan bahan organik dalam tanah menjadi terganggu, akibatnya tanah menjadi tidak subur. Peningkatan pH tanah dapat dilakukan dengan cara penambahan kompos atau pengapuran.

- **Tidak berdampak negatif terhadap lingkungan**

Pemberian pupuk kimia diketahui dapat meracuni tanah, air, dan produk yang dihasilkan, adapun kompos tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Kompos dapat dibuat dari bahan-bahan organik seperti sampah organik, yaitu: (a) **sampah organik cokelat** (daun kering, rumput kering, serbuk gergaji, serutan kayu, sekam, jerami, kulit jagung, kertas yang tidak mengkilat, tangkai sayuran) dan (b) **sampah organik hijau** (sayuran, buah-buahan,

potongan rumput segar, daun segar, sampah dapur, ampas teh/kopi, kulit telur, pupuk kandang). Kompos tersebut dapat dibuat melalui dua cara, yaitu secara tertutup (*anaerobik*) dan secara terbuka (*aerobik*).

Perbedaan pengomposan secara *aerob* dan *anaerob* dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 2.3. Perbedaan Pengomposan Secara Aerob Dan Anaerob

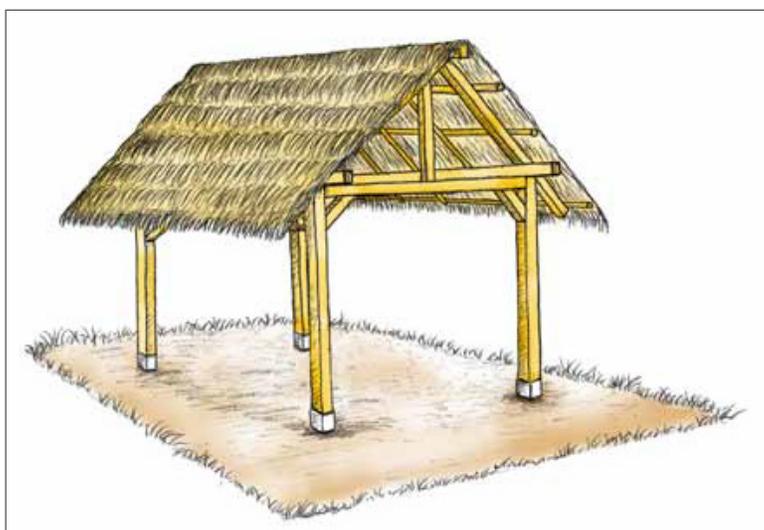
No	Deskripsi	Aerobik (Terbuka)	Anaerobik (Tertutup)
1	Jenis limbah organik	Tidak mengandung limbah yang mengandung protein hewan (daging, darah, dll.)	Semua limbah organik dapat digunakan
2	Rasio C/N bahan	25 : 1 hingga 30 : 1	Semakin tinggi C/N rasio, semakin cepat perombakan bahan organik, buangnya (sludge) akan mempunyai nitrogen tinggi
3	Kadar air	40-50%	Di atas 50%
4	Suhu	45-65°C	55-60°C
5	Ukuran bahan	Potongan kecil (1-7,5 cm)	Lumat seperti bubur
6	Lama proses	40-55 hari	3-6 bulan
7	Aroma	Tidak berbau	Berbau
8	Pengisian bahan baku saat pengomposan	Tidak dapat dilakukan	Dapat dilakukan sewaktu-waktu
9	Penyusutan	50%	70%
10	Hasil akhir	Seperti tanah berwarna hitam kecokelatan dan gembur	Berbentuk lumpur pekat, hitam kecokelatan
11	Pemberian kapur	Tidak perlu karena kontrol pH dapat dilakukan dengan pembalikan tanah dan penyiraman	Perlu pada tahap awal sebagai penyangga
12	Pengadukan	Perlu, untuk mengontrol suhu dengan cara membalikkan bahan	Perlu alat mekanis untuk mengaduk

b.1. Kompos Terbuka/*Areobik*

Pengomposan *areobik* adalah pengomposan dengan kondisi terbuka, dimana udara bebas bersentuhan langsung dengan bahan kompos. Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan pengomposan *aerobik* adalah : (i) *Rasio C/N* (25 : 1 sampai 30 : 1), (ii) *Volume bahan* (tumpukan bahan yang lebih banyak akan mempercepat pengomposan, namun pengontrolan suhu dan kelembaban makin sulit), (iii) *Ukuran bahan* (semakin kecil ukuran bahan, pengomposan semakin cepat), (iv) *Kadar air* (dipertahankan 40-50%, yaitu bahan dapat dikepal tanpa meneteskan air), (v) *Suhu* (45-65°C, jika suhu terlalu rendah maka perlu ditambah air karena kurang lembab, sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka bahan perlu dibalik), (vi) *Derajat keasaman/pH* (pH netral atau 6-8), (vii) *Aerasi* (udara mutlak diperlukan). Secara ringkas alur pembuatan kompos *aerobik* adalah sebagai berikut :

Penentuan Lokasi Pengomposan

Persyaratan tempat pengomposan *aerobik* antara lain: terlindung dari sinar matahari dan hujan secara langsung, sirkulasi udara baik, drainage baik. Tempat pengomposan sebaiknya diberi atap, terletak di tempat yang terbuka, letak rumah pengomposan lebih tinggi agar drainage baik.



Gambar 2.3. Model rumah pengomposan

Persiapan Peralatan

Peralatan yang perlu disiapkan adalah : bak pengomposan, cerobong (pipa hawa), alas (punggung), tutup, tempat pengumpulan sampah, sekop, cangkul garu, ayakan.



Gambar 2.4 Peralatan pengomposan : bak pengomposan (A), cerobong (B), alas bak (C)

Pemilahan dan Seleksi Bahan

Pemilahan dan seleksi bahan perlu dilakukan sebelum proses pengomposan mengingat beberapa bahan organik mengandung resiko penyakit, benih gulma, menarik perhatian tikus, menyebabkan bau busuk, dll. Beberapa bahan yang bisa atau tidak bisa digunakan untuk dikomposkan secara *aerobik* adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang bisa digunakan, antara lain : minuman/air buangan dapur yang tidak mengandung sabun, kardus, kertas karton, ampas kopi, batang dan tingkol jagung, kulit telur, rambut, kotoran (kuda, sapi, kerbau, kambing, ayam, babi), kertas koran, daun, serbuk gergaji kayu alami, buah cemara,
2. Bahan yang hati-hati dalam penggunaannya dan beberapa sebaiknya dikomposkan dahulu, antara lain: abu kayu alami (jumlah besar menyebabkan peningkatan pH sehingga pengomposan terganggu), kotoran burung, tanaman terserang penyakit 4 hari pertama suhu kompos harus tinggi), susu, keju, yoghurt (letakkan ditumpukan paling bawah pada pengomposan/secara *anaerobik*), rumput liar, akar rumput.
3. Bahan yang tidak bisa digunakan, antara lain : kotoran kucing, kotoran anjing, sisa ikan, daging, lemak, minyak, tulang,

Pengaturan Ukuran Bahan

Sebelum dilakukan pengomposan sebaiknya bahan dipotong-potong dengan ukuran 1-7,5 cm.



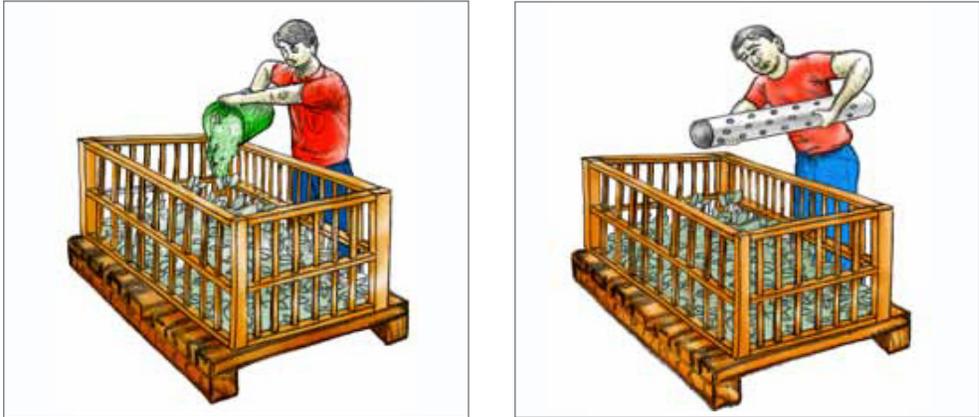
Gambar 2.5. pemotongan/pencacahan bahan sebelum pengomposan

Penumpukan dalam Bak Pengomposan

Penumpukan bahan kompos dapat dilakukan secara langsung tanpa bak pengomposan, penggunaan bak pengomposan bertujuan agar bahan-bahan dapat tertata rapi. Bak dapat dibuat dari balok kayu atau bambu dengan ukuran sesuai kebutuhan, contohnya ukuran tinggi 1 m, lebar 1 m, dan panjang 1,5 m. Cara penumpukannya adalah sebagai berikut:

Letakkan bak pengomposan di atas alas (punggung, dek aerasi)

- Masukkan bahan-bahan kompos hingga tinggi $\frac{1}{2}$ bagian bak
- Setiap ketinggian 30 cm, siramkan air. Penyiraman dapat juga dilakukan dengan mencampur MOL (pasukan mikroba yang telah dicampurkan ke air).
- Letakkan cerobong hawa di atas tumpukan bahan kompos yang telah mencapai ketinggian $\frac{1}{2}$ bak dengan posisi tidur (ukuran 140 cm, diameter 10 cm). Cerobong hawa juga dapat diletakkan dengan posisi berdiri.
- Tambahkan kembali bahan kompos di atas cerobong hawa posisi tidur hingga memenuhi bak pengomposan.
- Lakukan juga penyiraman air setiap ketinggian 30 cm
- Penumpukan bahan kompos jangan terlalu tipis karena akan cepat kering, namun juga jangan terlalu padat karena akan menghambat pergerakan udara.



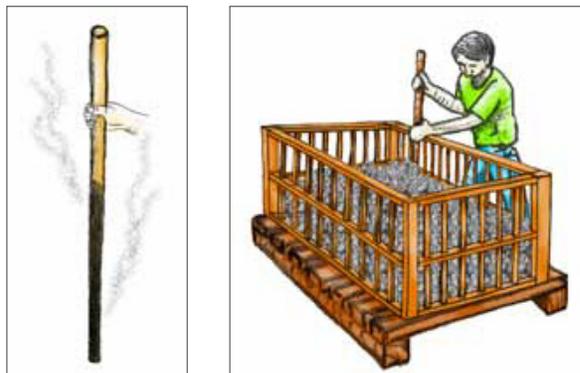
Gambar 2.6. Posisi tumpukan bahan pada saat proses pengomposan

Perlakuan Selama Proses Pengomposan

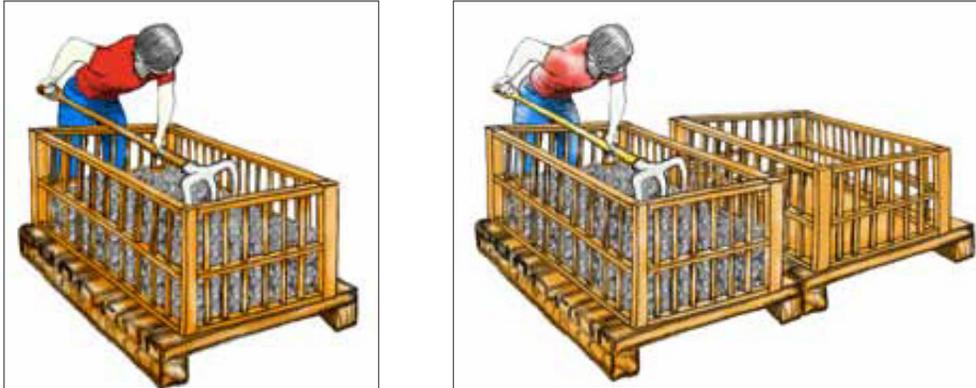
Beberapa perlakuan selama proses pengomposan adalah :

- Pembasmian patogen : hal ini melalui pengaturan suhu kompos. Umumnya suhu kompos akan naik menjadi 65°C setelah 1 hari pengomposan. Kondisi ini tetap dibiarkan hingga 4 hari. Cara ini dapat membunuh mikroba merugikan.
- Pemeliharaan suhu dan kelembaban : selama 30-40 hari suhu dan kelembaban harus selalu dijaga. Suhu yang baik adalah 45-65°C dan kelembaban yang baik 40-50%. Setelah 4 hari dari pengomposan, perlu dilakukan penurunan suhu jika terlalu tinggi dengan cara membolak-balik kompos. Selanjutnya pemeliharaan dilakukan setiap 3 hari.

Bahan akan menjadi kompos setelah 30-40 hari dan akan berubah warna menjadi coklat tua dan kehitaman dengan volume menyusut hingga 50%.



Gambar 2.7. Teknik pengecekan kelembaban kompos : kayu ditusukkan ke dalam tumpukan (A), bagian kayu yang tampak basah dan kering



Gambar 2.8. Teknik menurunkan suhu pada proses pengomposan : pembalikan bahan pada 1 bak (A) atau pemindahan bahan pada dua bak (B)

Pengayakan

Pengayakan bertujuan untuk mendapatkan ukuran butiran kompos yang seragam, lubang ayakan dapat berukuran 1 mm x 1 mm hingga 5 mm x 5 mm. Kompos yang telah diayak selanjutnya dapat diletakkan pada kantong kemasan berbagai ukuran.



Gambar 2.9. Proses pengayakan kompos

Jadi, secara kesimpulannya cara pembuatan kompos *aerobik* adalah sebagai berikut :

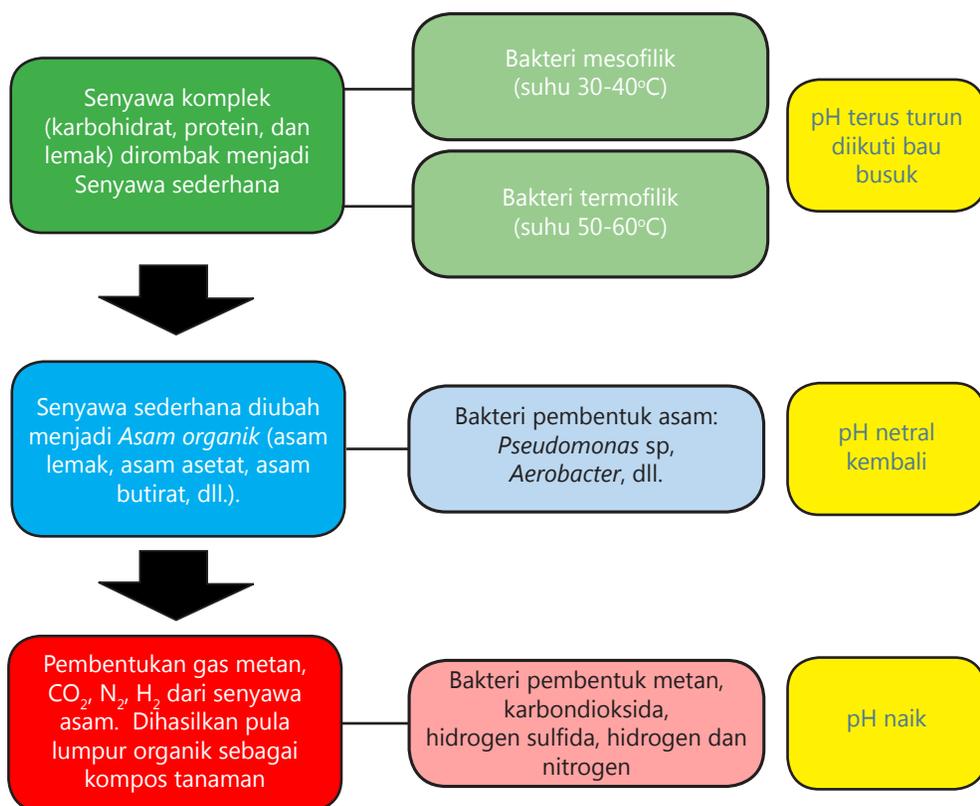
- Cara ini membutuhkan oksigen
- Tempat pengomposan diberi atap agar terlindung dari sinar matahari dan hujan, serta berdrainase baik
- Menyiapkan bak pengomposan, dapat dibuat dari apa saja asal jangan logam. Bak dibuat agar oksigen dapat masuk dan air tidak tergenang. Bak dapat dibuat dari kayu dengan dinding belahan bambu. Bak berukuran panjang 150 cm, lebar 100 cm, dan tinggi 100 cm

- Menyiapkan cerobong pipa untuk memberi kesempatan oksigen dapat tetap masuk ke bagian tengah kompos, dibuat dari paralon 4 inch panjang 150 cm yang telah dilubangi ukuran kecil dan banyak
- Menyiapkan alat panggung tinggi 10 cm untuk alas bak pengomposan
- Menyiapkan tutup kompos terbuat dari anyaman bambu
- Siapkan limbah yang akan dikomposkan, atur agar perbandingan karbon dan nitrogen antara 25 : 1 hingga 30 : 1.
- Bahan dipotong-potong berukuran 1-7,5 cm,
- Letakkan bak kompos di atas alat panggung, kemudian masukkan bahan-bahan hingga memenuhi $\frac{1}{2}$ tinggi bak kompos
- Letakkan cerobong hawa pada posisi tidur ataupun berdiri
- Setiap ketebalan tumpukan 30 cm siram dengan air yang sudah mengandung MOL
- Kelembaban bahan diatur agar sesuai, yaitu bahan dapat dikepal pada saat digenggam
- Cek suhu tumpukan bahan dengan termometer, jika suhu $< 45^{\circ}\text{C}$ maka bahan perlu disiram air lagi, jika suhu $> 65^{\circ}\text{C}$ maka bahan perlu dibolak balik. Biarkan proses pengomposan berlangsung.

b.2. Kompos Tertutup/*Anaerobik*

Pembuatan kompos *anaerobik* dilakukan pada tempat tertutup tanpa bantuan udara/oksigen, sehingga dalam proses pembuatannya memerlukan bangunan khusus yang tertutup rapat. Hal ini disebabkan pasukan mikroba yang bekerja pada pembentukan kompos *anaerobik* tidak memerlukan oksigen. Proses pembuatan kompos jenis ini pada prinsipnya tidak berbeda dengan pembuatan biogas atau *septic tank*.

Tahap pembentukan kompos oleh bakteri *anaerob* disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2.10. Tiga tahap pembentukan kompos oleh bakteri *anaerob*

Pengomposan *anaerobik* dapat dilakukan beberapa cara, yaitu: (i) Tipe *Trench* (model parit), (ii) Bantuan EM-4, (iii) Penggunaan drum bekas.

b.2.1. Tipe *Trench* (Model Parit)

Pengomposan model ini dilakukan dengan cara menggali lubang berbentuk parit, secara ringkas dijelaskan sebagai berikut :

1. Siapkan tiga lubang pengomposan, yaitu L1, L2, dan L3. Jarak antar lubang dapat disesuaikan dengan jenis tanamannya
2. Pengomposan di Lubang 1 (L1) pada Tahun I
 - Buat lubang pengomposan (L1) ukuran 1 m x 1 m x 1 m,
 - Beri alas lubang dengan plastik, terpal, atau lantai semen (tujuannya agar zat asam yang dihasilkan tidak mencemari tanah atau air tanah).

- Masukkan bahan organik ke dalam lubang L1 dengan ketebalan 0,5-1 m
 - Setelah tertumpuk, bagian atas bahan organik dilapisi tanah hasil galian.
 - Biarkan selama 6 bulan
3. Pengomposan di Lubang 2 (L2) pada Tahun II
- Letak pengomposan berpindah ke lokasi L2 dengan proses pengerjaan yang sama seperti pada L1
 - Kompos di Lokasi L1 sudah matang sehingga dapat dipanen setelah 6-12 bulan.
4. Pengomposan di Lubang 3 (L3) pada Tahun III
- Letak pengomposan berpindah ke lokasi L3 dengan proses pengerjaan yang sama seperti pada L2
 - Kompos di Lokasi L2 sudah matang sehingga dapat dipanen setelah 6-12 bulan.
 - Demikian seterusnya dilakukan proses seperti ini secara bergantian setiap tahun.

Secara umum, untuk membantu mempercepat proses pengomposan juga dapat ditambahkan mikroorganisme bermanfaat seperti cendawan *Trichoderma* sp maupun bakteri *Azotobacter* sp, *Aspergillus* sp, dan *Azospirillum* sp.

Contoh pembuatan kompos kulit kakao

Bahan yang diperlukan :

1. Limbah kulit kakao 600 kg
2. Arang sekam 200 kg
3. Kotoran kambing 200 kg (atau kotoran sapi)
4. Kapur dolomit/kapur pertanian 50 kg
5. Dedak 5 kg
6. EM 4 atau bahan komposter lainnya 1 ltr
7. Air secukupnya

Alat-alat yang diperlukan :

1. Mesin pencacah kulit kakao
2. Arco sorong
3. Cangkul
4. Sekop
5. Gembor
6. Terpal
7. Karung atau plastik kemas

Cara Pembuatan :

- Siapkan limbah kulit kakao dan masukkan ke dalam mesin pencacah. Cacah limbah kulit kakao di dalam mesin pencacah sampai hancur. Kemudian setelah kulit kakao dicacah tahap berikutnya adalah masuk ke proses pencampuran ke dalam bahan-bahan lain yang sudah disediakan



- Angkut limbah kulit kakao yang telah dicacah dengan menggunakan gerobak sorong ke tempat pencampuran. Di dalam tahap pencampuran ini, yang dilakukan adalah meratakan limbah kulit kakao yang telah dicacah tersebut pada bagian bawah, dan kemudian meratakan kotoran kambing pada lapisan atasnya, kemudian meratakan arang sekam pada lapisan atas dari kotoran kambing. Pada lapisan paling atas, taburkan kapur dolomit, dedak. Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah mencampurkan semua bahan dengan menggunakan sekop dan cangkul sampai tercampur dengan baik dan merata. Setelah proses pengadukan/pencampuran, siram campuran tersebut dengan air yang sudah dicampur EM-4 dengan menggunakan gembor. Kemudian bahan-bahan yang sudah tercampur semuanya disiram dengan air sampai kondisi campuran kompos tersebut kondisinya lembab.



- Menutup semua campuran bahan kompos dengan menggunakan terpal selama satu bulan. Dalam satu bulan proses pengomposan tersebut, dilakukan pengadukan dari semua campuran bahan kompos tersebut setiap 10 hari sekali.
- Tahapan terakhir dari pembuatan kompos adalah pengemasan. Kompos yang telah jadi, mempunyai karakteristik kering dan sudah tidak berbau kulit kakao lagi, maka siap untuk dikemas. Pengemasan kompos dapat menggunakan karung atau plastik sesuai kebutuhan.



c. Bokashi

Bokashi merupakan pupuk kompos padat melalui proses pengomposan secara *anaerobik* (tertutup) yang dihasilkan dari proses fermentasi dari bahan organik dengan menambahkan EM-4 (*Effective Microorganism 4*). EM-4 pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo higa, dimana cairan EM-4 berbau sedap dengan pH < 3,5, jika pH cairan EM-4 melebihi 4, maka tidak bisa digunakan. Cairan EM-4 mengandung pasukan mikroba dari beberapa jenis jamur dan bakteri, yaitu : bakteri *Azotobacter* sp, *Lactobacillus* sp, ragi, bakteri fotosintetik, *Actinomyces*, dan jamur pengurai. Peran masing-masing jenis mikroba disajikan pada Tabel berikut :

Tabel 2.4. Jenis dan peran pasukan mikroba penyusun EM-4

No	Jenis Mikroba	Perannya dalam EM-4
1	Bakteri fotosintesis	Pembentuk zat-zat bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan (asam amino, asam nukleik, zat bioaktif, dan gula) Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya
2	Bakteri asam laktat	Menghasilkan asam laktat Menekan pertumbuhan mikroba merugikan seperti jamur <i>Fusarium</i> Dapat menghancurkan bahan organik seperti ligin dan selulosa
3	Ragi	Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar Memanfaatkan asam amino dan gula hasil bakteri fotosintesis untuk membentuk zat antibakteri yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman
4	Actinomycetes	Menhasilkan antimikroba Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri
5	Jamur fermentasi	Menguraikan bahan organik secara cepat Menghilangkan bau serta mencegah serangan serangga dan ulat yang merugikan

Bokashi berasal dari Bahasa Jepang yang artinya adalah bahan organik yang telah difermentasikan. Bokashi hampir sama dengan kompos, namun bokashi bukan merupakan hasil akhir dari pengomposan, karena proses tersebut terus berjalan hingga semua bahan organik di dalamnya telah diuraikan oleh pasukan mikroba. Yang membedakan dengan proses pengomposan biasa adalah, dalam proses fermentasinya bokashi ditambahkan dengan cairan EM-4 yang merupakan gabungan beberapa jenis pasukan mikroba.

Dedak merupakan bahan yang sangat baik ditambahkan dalam pembuatan bokashi. Terdapat beberapa bahan organik dapat dijadikan sebagai bahan dalam pembuatan bokashi, antara lain: dedak, jerami, serbuk gergaji kayu, ampas kelapa, sampah dapur, kulit buah, atau sisa makanan lainnya. Dengan demikian pada dasarnya bokashi dapat dibuat secara *anaerobik* maupun *aerobik*, namun karena beragamnya bahan organik, maka pembuatan bokashi sebaiknya dilakukan secara *anaerobik* (tertutup).

Cara Pembuatan Bokashi

- Siapkan starter EM-4, hal ini bertujuan untuk membangunkan mikroba yang masih tertidur dalam larutan EM-4 asli. Caranya adalah dengan mencampur secara merata larutan EM-4 sebanyak 1 cc + 1 liter

air + 1 gram gula. Larutan starter tersebut selanjutnya dengan cara yang sama dapat dibuat sesuai kebutuhan, prinsipnya setiap 1 liter air akan dicampur dengan 1 cc EM-4 dan 1 gram gula.

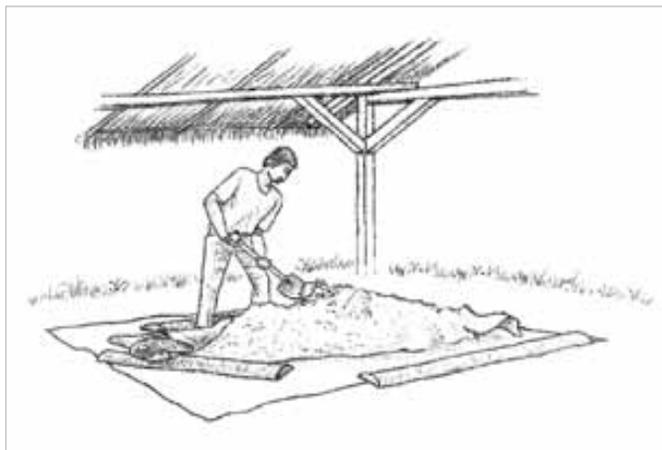
kemudian diamkan selama 2-24 jam. Starter bagus digunakan sebelum 3 bulan dari pembuatan.



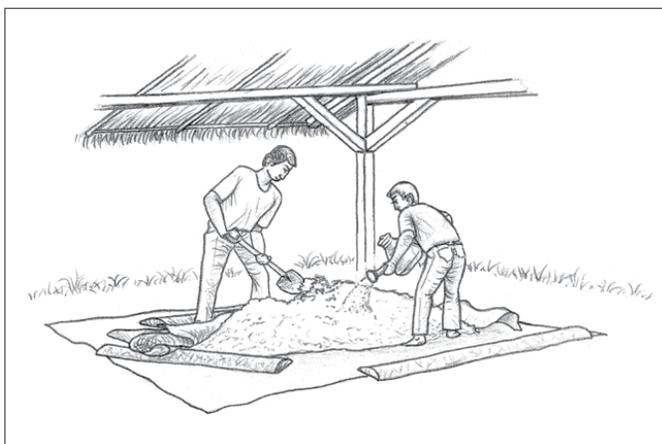
- Siapkan jerami yang telah dipotong-potong ukuran 5-10 cm sebanyak 10 kg.



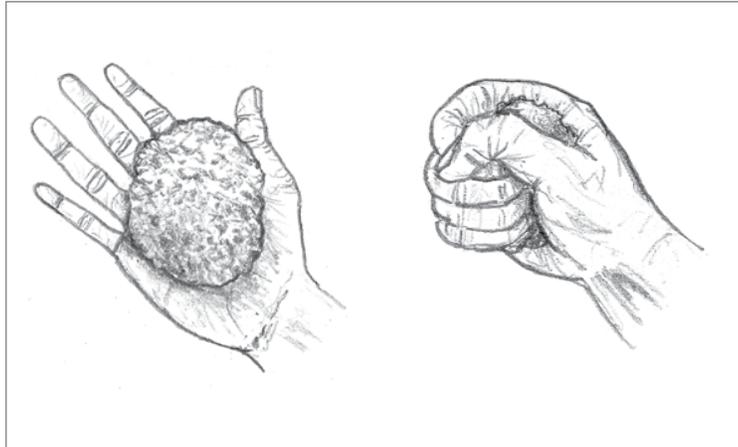
- Siapkan sekam padi 10 kg dan dedak 0,5 kg.
- Buat adonan jerami, dedak, dan sekam dicampur secara merata di atas lantai kering.



- Siram secara merata adonan dengan larutan starter EM-4 dengan kadar air 40%.



- Cek kadar air adonan, ada tiga kemungkinan yaitu : (i) Jika adonan digenggam mudah hancur/remah, maka kadar air masih rendah, (ii) Jika adonan digenggam terasa lembek dan masih meneteskan air serta adonan keluar di sela-sela jari, maka kadar air terlalu tinggi, (iii) Jika adonan digenggam dapat membentuk bola/menggumpal, maka kadar air sudah sesuai untuk proses pembuatan bokashi



- Adonan dibuat gundukan setinggi 15-20 cm, kemudian ditutup karung goni atau terpal selama 3-4 hari.



- Pertahankan suhu antara 35-45°C, jika suhu > 50°C, karung penutup dibuka lalu adonan dibolak-balik agar suhu turun, selanjutnya adonan ditutup kembali



- Setelah 4 hari karung goni dapat dibuka
- Pembuatan bokashi berhasil jika bokashi terfermentasi dengan baik, hal ini ditunjukkan oleh adonan ditumbuhi jamur berwarna putih dan berbau sedap (tidak bau busuk)
- Bokashi bisa langsung digunakan, jika tidak digunakan bokashi diangin-anginkan baru dikemas dalam kantong plastik



Pembuatan beberapa jenis bokashi lainnya dilakukan melalui tahapan yang sama seperti di atas, yang membedakannya adalah jenis bahan yang digunakan sebagaimana disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2.5. Kebutuhan bahan untuk pembuatan beberapa jenis bokashi

No	Jenis Bokashi	Kebutuhan Bahan
1	Bokashi Jerami	Jerami 10 kg, sekam padi 10 kg, dedak 0,5 kg, EM-4 10 ml, gula 10 ml
2	Bokashi Pupuk Kandang	Pupuk kandang 15 kg, sekam padi 10 kg, dedak 0,5 kg, gula 2 sendok makan (10 ml), EM-4 10 ml
3	Bokashi Pupuk Kandang dan Arang	Pupuk kandang 10 kg, arang sekam padi/serbuk gergaji 5 kg, dedak 0,5 kg, gula 2 sendok makan (10 ml), EM-4 10 ml
4	Bokashi Pupuk Kandang-Tanah	Pupuk kandang 5 kg, tanah 10 kg, arang sekam/serbuk gergaji 5 kg, dedak halus 5 kg, gula 10 ml, EM-4 10 ml
5	Bokashi Ekspres	Jerami kering, daun kering, serbuk gergajian 10 kg, pupuk kandang 5 kg, dedak 1 kg, gula 10 ml, EM-4 10 ml.

Pembuatan bokashi dibantu oleh pasukan mikroba yang dikenal dengan nama EM-4. Produk EM-4 banyak dijual di toko-toko pertanian, namun sesungguhnya EM-4 juga sangat mudah untuk kita buat sendiri, cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

Cara Pembuatan EM-4

Cara I : Membuat EM-4 dari isi usus

Bahan-bahan :

- Susu sapi atau susu kambing murni (susu tidak basi)
- Isi usus (ayam/kambing), yang dibutuhkan adalah bakteri di dalam usus.
- Seperempat kilogram terasi (terbuat dari kepala/kulit udang, kepala ikan)
- 1 kg gula pasir (perasan tebu)
- 1 kg bekatul
- 1 buah nanas (untuk menghilangkan bau)
- 10 liter air bersih.

Alat-alat yang diperlukan: panci, kompor, blender/parutan untuk menghaluskan nanas.

Cara pembuatan :

- Trasi, gula pasir, bekatul, nanas (yang dihaluskan dengan blender) dimasak agar bakteri lain yang tidak diperlukan mati.
- Setelah mendidih, hasil adonannya didinginkan.
- Tambahkan susu, isi usus ayam atau kambing. Lalu ditutup rapat. Setelah 12 jam timbul gelembung-gelembung. Bila sudah jadi, akan menjadi kental/lengket.
- Diamkan selama total 4 minggu sampe bahan benar-benar sebagian besar menjadi cair

Cara II : Membuat EM-4 dari bahan tumbuhan

Bahan-bahan

- Sampah sayur, terutama kacang-kacangan
- Kulit buah-buahan (papaya, pisang, rambutan, mangga, dsb.)
- Bekatul, secukupnya
- Gula merah, sedikit saja
- Air beras, secukupnya

Cara membuat:

- Sampah sayur, kulit buah-buahan dan bekatul dicampurkan. Tempatkan misalnya di dalam sebuah ember atau penampung yang lain. Tutup. Sambil kadang-kadang diaduk, biarkan selama satu minggu sampai membusuk sehingga menjadi EM-1. EM singkatan dari *Effective Microorganism*, yaitu jasad renik "ganas" yang akan mempercepat proses pengomposan. Ditengarai dengan angka 1 karena inilah cairan mikroorganisme yang terbentuk setelah mengalami dekomposisi selama satu minggu.
- Cairan EM-1 dicampur dengan sampah sayur dan kulit buah-buahan. Kemudian didiamkan lagi selama satu minggu. Cairan baru yang terbentuk disebut dengan EM-2.
- Cairan EM-2 dicampurkan dengan bekatul, gula merah dan air beras. Dan didiamkan lagi selama satu minggu sehingga menjadi EM-3.
- Diamkan lagi selama satu minggu tanpa menambahkan apa-apa. Cairan itu telah menjadi EM-4.

Penggunaan Bokashi di Lapangan

1. Untuk lahan tegalan dan sawah

Penggunaan bokashi untuk setiap meter persegi adalah sekitar 3-4 genggam bokashi, kecuali pada tanah yang kurang subur dapat dilebihkan. Bokashi disebar merata di atas permukaan tanah. Pemberian dapat juga dilakukan dengan cara mencampur bokashi dan tanah. Hal ini dapat dilakukan pada waktu pengolahan tanah. Sedangkan pada tanah sawah pemberian bokashi dilakukan saat pembajakan dan setelah tanaman berumur 14 hari dan 30 hari.

2. Untuk tanaman buah-buahan

Bokashi disebar secara merata di permukaan tanah atau di sekitar daerah perakaran. Selanjutnya larutan EM-4 disiramkan dengan dosis 2 ml per liter air setiap dua minggu sekali.

3. Untuk pembibitan

Lahan yang akan dijadikan sebagai tempat pembibitan disiram dengan larutan EM-4 dengan dosis 2 ml per liter air. Selanjutnya lahan dibiarkan selama satu minggu sebelum lahan siap untuk digunakan.

c. Kascing

Vermicomposting atau dikenal dengan **kascing** adalah pupuk padat hasil pengomposan secara aerobik (perlu oksigen) dengan memanfaatkan cacing tanah sebagai perombak utama. Pemberian cacing tanah dilakukan pada saat kondisi bahan organik sudah siap menjadi media tumbuh (yaitu berupa kompos setengah matang). Telah dikenal 4 (empat) marga cacing tanah yang sudah dibudidayakan, yaitu *Eisenia*, *Lumbricus*, *Perethima* dan *Peryonix*. Jenis cacing *Lumbricus rubelus* telah populer dan banyak dibudidayakan dalam pembuatan kompos kascing.

Cara Membuat Pupuk Kascing

Menyiapkan sarana dan prasarana

1. Siapkan sarana dan prasarana, meliputi :

- Bangunan kandang dapat tertutup atau tanpa dinding, ukuran bangunan disesuaikan dengan target produksi kascing. Atap dibuat dari rumbia dan dinding dari geribik.
- Kotak produksi kascing terbuat dari papan kayu ukuran panjang 200 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 18 cm.

2. Siapkan media tumbuh cacing, meliputi: kotoran sapi dan sampah organik (misalnya : jerami, serbuk gergaji, serasah, sisa sayuran, sisa buah-buahan, ampas tahu, limbah *baglog* jamur). Bila media masih segar, sebaiknya diendapkan dulu 10-14 hari. Pencampuran bahan-bahan tersebut bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi kotoran sapi.

Memperbanyak cacing

1. Siapkan cacing: cacing yang digunakan dari jenis *Lumbricus rubellus* yang dapat diperoleh dari peternak cacing. Agar proses pembuatan kascing berjalan cepat, tentu memerlukan jumlah pasukan cacing yang banyak.



Gambar 2.11. Contoh cacing *Lumbricus rubellus*

2. Siapkan kotak pemeliharaan cacing ukuran panjang 2,5 m, lebar 1,5 m, dan tinggi 0,3 m (dapat menampung 10.000 cacing)

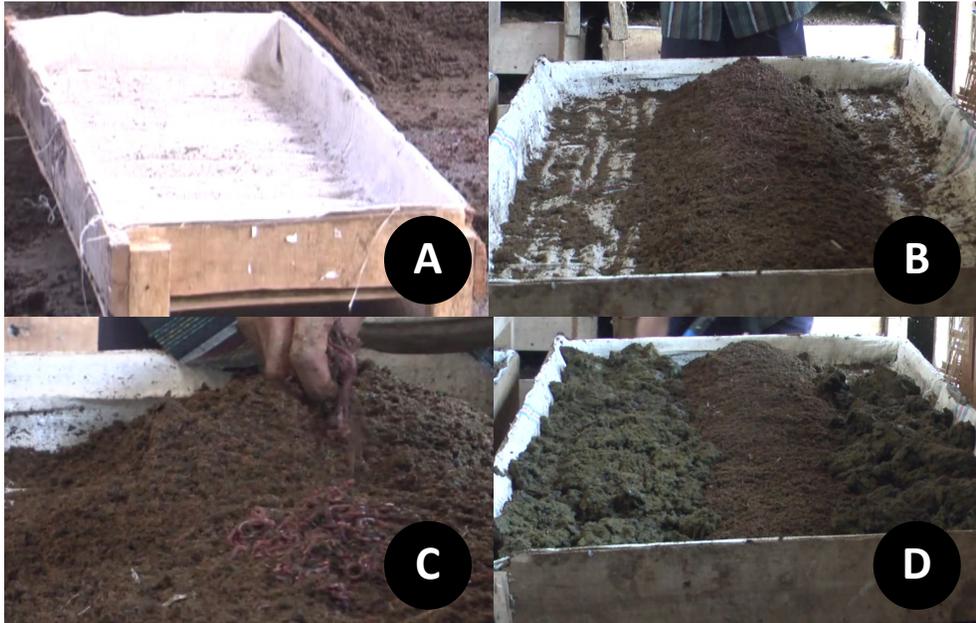


Gambar 2.12. Kotak pemeliharaan cacing

1. Tebarkan pakan cacing (media tumbuh cacing) secara merata dalam kotak
2. Masukkan indukan cacing (berumur 2-3 bulan dan telah memiliki gelang pada tubuh bagian depan)
3. Cacing akan bertelur, telur yang sudah matang (bulat kekuningan) perlu dipisahkan dari cacing induk. Biarkan telur di kotak lama, sedang cacing dipindah ke kotak baru untuk proses perbanyakkan lagi. Setiap telur berisi 4 ekor anak cacing.

Membuat Kascing

1. Siapkan wadah kotak kayu ukuran p = 200 cm, l = 80 cm, dan t = 18 cm (**Gambar A**)
2. Lapisi dasar wadah dengan karung bekas yang tidak tembus cahaya (**Gambar A**)
3. Masukkan media kotoran sapi yang telah terfermentasi (2 minggu) di bagian tengah (**Gambar B**)
4. Masukkan 5 kg cacing di bagian tengah secara merata (**Gambar C**)
5. Masukkan kotoran sapi segar (masih berwarna hijau) di sekeliling kotoran sapi yang telah terfermentasi tersebut sebanyak 70 kg (**Gambar D**)
6. Media harus tetap dijaga kelembabannya dengan cara disemprot air
7. Cacing akan memakan kotoran sapi dan merubah dari wana hijau menjadi butiran hitam
8. Setiap hari cacing memakan media seberat tubuhnya, jadi 5 kg cacing setiap hari akan menghasilkan 5 kg kascing, sehingga dalam 14 hari akan menghasilkan 70 kg kascing.
9. Dalam 2 minggu, seluruh kascing akan dihasilkan dan siap digunakan



Gambar 2.13. Tahapan pembuatan pupuk "Kascing"

a. Humus

Humus adalah kompos alami padat yang umumnya terdapat di tanah bagian atas. Bahan organik yang tersimpan bertumpuk-tumpuk di permukaan tanah selama bertahun-tahun mengalami proses pengomposan yang dilakukan oleh pasukan mikroba yang ada di alam hingga berubah warna menjadi hitam atau kecokelatan.

b. Pupuk Hijau

Pupuk hijau adalah pupuk organik padat yang berasal dari tanaman atau berupa sisa panen. Bahan tanaman ini dapat ditanam pada waktu masih hijau atau setelah dikomposkan. Sumber pupuk hijau dapat berupa: (a) sisa-sisa tanaman/sisa panen atau (b) tanaman yang ditanam secara khusus sebagai penghasil pupuk hijau (misalnya sisa-sisa tanaman, kacang-kacangan, dan tanaman paku air (*Azolla*)). Pupuk hijau sebaiknya dibuat dari tanaman jenis legum, karena mengandung nitrogen yang tinggi dan mudah terurai.

2.2.2 Pupuk Organik Cair

Pupuk cair adalah pupuk yang berbentuk cairan, dibuat dengan cara melarutkan kotoran ternak, daun jenis kacang-kacang dan rumput jenis tertentu ke dalam air. Pupuk cair mengandung unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan tanaman.

Unsur-unsur hara itu terdiri dari: Nitrogen (untuk pertumbuhan tunas, batang dan daun), Fosfor (untuk merangsang pertumbuhan akar buah, dan biji), Kalium (untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit). Dibandingkan dengan pupuk organik lainnya (pupuk kandang, pupuk hijau, kompos), pupuk cair memiliki keistimewaan karena lebih cepat diserap tanaman.

Pupuk organik cair mempunyai beberapa manfaat, antara lain : (a) Mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman *leguminosae* sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara, (b) Meningkatkan vigor tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh, kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, cekaman cuaca dan serangan patogen penyebab penyakit, (c) Merangsang pertumbuhan cabang produksi, (d) Meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, serta (e) Mengurangi gugurnya daun, bunga dan bakal buah. Bahan pembuatan pupuk organik cair, kandungan jenis unsur hara, dan penggunaannya disajikan pada Tabel 9 berikut :

Tabel 2.6. Berbagai bahan, kandungan hara, dan penggunaan pupuk cair

No	Bahan	Kandungan Unsur Dominan	Penggunaannya
1	Daun gamal, lamtoro, jenis kacang-kacangan, dan kotoran (sapi, ayam, babi)	Nitrogen	Memupuk tanaman selama pembibitan dan sayuran penghasil produksi daun
2	Daun kacang panjang, rumput gajah, benggala, dan kotoran kelelawar	Fosfor dan Kalium	Memupuk sayuran, bunga, buah, dan umbi (kembang kol, tomat, cabe, kentang)

Cara Pembuatan Pupuk Cair:

Cara I: Limbah tumbuhan

- Siapkan MOL atau EM-4, campur secara merata 1 tutup botol EM-4 + 1 sendok makan gula pasir + 1 liter air sumur (bukan air PAM). Kemudian masukkan campuran tersebut ke dalam alat semprot (*handsprayer*)
- Siapkan wadah untuk pembuatan pupuk cair, misalnya drum plastik 200 liter. Wadah tersebut kemudian dilengkapi dengan kran dan tapisan yang berfungsi untuk menyaring sampah organik.
- Siapkan bahan baku berupa sampah rumah tangga yang masih segar atau eceng gondok. Bahan organik ini selanjutnya dipotong-potong 1-2 cm.

- Semprotkan pasukan mikroba ke dalam bahan organik secara merata, kemudian masukkan ke dalam wadah, kemudian tutup secara rapat
- Lakukan penyemprotan pasukan mikroba setiap memasukkan sampah baru, kemudian wadah tutup rapat kembali
- Diamkan selama 7-14 hari
- Air lindi sampah/gulma dapat diambil dengan membuka kran dan dimasukkan ke dalam botol atau jerigen dengan kembali menambahkan pasukan mikroba, cairan ini digunakan sebagai pupuk organik cair
- Setelah air lindi habis, maka ampas yang berbentuk padat dikeluarkan dari wadah untuk dijadikan kompos. Kemudian ampas tersebut ditambahkan bahan *additive* berupa sekam bakar, sekam, serbuk gergaji dll, dan selanjutnya dijemur sampai kering dan siap untuk digunakan sebagai pupuk organik padat.



Gambar 2.14. Cara membuat pupuk cair

Cara II : Limbah tumbuhan

- Pilih lokasi yang dekat sumber air, tidak terkena panas matahari, serta hujan
- Siapkan peralatan dan bahan-bahan, yaitu : drum bekas, karung, penutup drum/plastik hitam (sinar matahari dan air hujan tidak masuk), tali pengikat, batu pemberat.
- (Penggunaan drum dalam pembuatan pupuk cair akan menghasilkan pupuk cair sekitar 100 liter (pupuk cair dari bahan daun-daunan untuk memupuk tanaman pada lahan seluas 100 m², sedang dari kotoran hewan untuk memupuk tanaman seluas 200 m²).

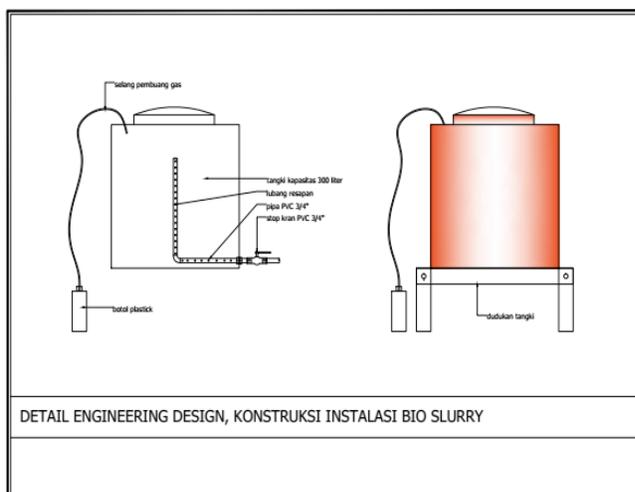
- Isi karung dengan dedaunan yang telah dicincang halus atau kotoran ternak yang masih segar sebanyak $\frac{3}{4}$ karung, lalu ikat karungnya.

Cara III : Limbah kotoran sapi

- Masukkan 1 liter pasukan mikroba, misalnya EM-4 atau MOL buatan lainnya, 4 kg gula/molases, 50 kg kotoran sapi, 10 kg dedak padi dan 170 liter air ke dalam tong ukuran 250 liter dan aduk rata hingga larut.
- Tutup tong rapat hingga udara tdk bisa masuk, buat pipa pengeluaran gas yg ujungnya dimasukkan ke dalam botol yang berisi air. Biarkan tong selama 15 hari
- Buka tutup tong, saring pupuk cair hingga didapat larutan yang bersih bebas padatan
- Setelah disaring, pupuk cair dikemas dalam botol untuk dipasarkan atau digunakan langsung penyemprotan tanaman dengan *sprayer*.
- Bagian yg padat dikeringkan (kering angin) sebagai pupuk organik padat

Cara IV : Limbah kulit kakao

- Siapkan satu karung kulit kakao, $\frac{1}{2}$ dedak, 2 kg gula merah, hijauan 50 kg, tangki plastik kedap udara berkapasitas 300 liter, $\frac{1}{2}$ liter EM-4, 1 meter selang *aerator* dengan diameter 0,5 cm, Pipa ukuran $\frac{3}{4}$ " , keran $\frac{3}{4}$ " , botol air mineral, air bersih.
- Lakukan pelubangan pada pipa yang berpungsi sebagai saringan, sambungkan kran dengan tong platik yang nantinya dipergunakan untuk mempermudah memanen pupuk cair yang telah matang. Demikian pula dengan botol, disambungkan selang *aerator* dengan diameter 0,5 cm dengan tangki plastik bagian atas.





- Cacah hijauan dan kulit kakao untuk memudahkan proses fermentasi
- Campurkan hasil cacahan bahan organik dengan dedak secara merata
- Tuangkan bahan organik ke dalam tong plastik kapasitas 300 liter
- Secara terpisah larutkan 2 kg gula merah ke dalam 5 liter air, tambahkan EM-4 sebanyak $\frac{1}{2}$ liter, aduk hingga merata selanjutnya masukkan campuran kedalam tangki
- Tambahkan air bersih hingga ruang tersisa minimal 1 jengkal
- Tutup rapat tangki hingga kedap udara
- Buatlah lubang air pada bagian atas tangki, lalu masukkan ujung selang kedalam lubang tersebut, ujung selang satunya dimasukkan ke botol plastik bekas yang diisi air setengah bagian botol untuk membuang gas dalam tangki
- Setelah 7 hari, buka tutup tangki sambil menggunakan masker
- Aduk larutan pupuk, jika terlalu kental tambahkan air secukupnya, lalu aduk
- Tutup tangki dengan rapat
- Buka setelah 1 bulan sejak dibuat, yaitu saat bahan-bahan sudah melapuk dan larut
- Buka kran untuk memanen pupuk cair dan jika langsung dimasukkan kedalam botol, gunakan saringan agar bebas dari endapan
- Ciri-ciri pupuk organik cair yang siap digunakan adalah air berbau seperti air tape

- Untuk sisa endapan yang masih padat, dapat dikeringkan dan digunakan sebagai pupuk organik padat
- Pupuk cair yang sudah matang segera dikemas
- Setelah disaring maka pupuk dapat diaplikasikan ke tanaman dengan cara : (i) Siramkan pada pangkal batang tanaman dan sekitar perakaran atau (ii) Disemprotkan ke seluruh bagian tanaman



Cara V: Limbah Urine Sapi

Urine sapi sebagai pupuk organik memiliki beberapa kelebihan, antara lain: (i) Mengandung nitrogen, fosfor, kalium yang lebih tinggi daripada kotoran sapi padat; (ii) Mengandung zat perangsang tumbuh (ZPT), (iii) Mempunyai bau khas yang dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pupuk cair urine sapi memiliki 3 fungsi utama yaitu sebagai pupuk cair, zat pengatur tumbuh tanaman, dan pestisida organik. Namun demikian urin sapi mengandung amoniak yang tinggi sehingga bersifat racun bagi tanaman, oleh sebab itu urin sapi tidak bisa langsung digunakan namun harus difermentasikan dulu untuk mengurangi kadar amoniak sebelum diberikan ke tanaman. Untuk itu perlu dibuat pupuk cair urin sapi dengan cara sebagai berikut:

- Siapkan urin sapi yang sudah bersih sebanyak 100 liter
- Siapkan *bioaktivator*, misalny EM-4 sebanyak 0,5 liter (1/2 botol)
- Siapkan tetes gula tebu 1 liter atau gula padat lainnya 1 kg
- Siapkan air kelapa 20 liter
- Siapkan terasi 100 gram

- Siapkan air cucian beras 10 liter
- Siapkan drum untuk proses fermentasi
- Larutkan gula ke dalam air kelapa lalu masukkan ke dalam drum, masukkan kemudian EM-4 dan air cucian beras. Aduk semuanya hingga merata
- Secara perlahan masukkan urin sapi dengan terus dilakukan pengadukan agar tercampur merata
- Tutup drum secara rapat, atau pada bagian ujung drum dibuatkan selang yang dialirkan ke botol aqua 1 liter yang berisi air (instalasinya seperti pembuatan MOL)
- Lakukan proses fermentasi selama 2 minggu, pupuk cair berhasil jika tercium seperti bau tape
- Ambil 2 gelas pupuk cair dan campurkan air hingga penuh di dalam handsprayer 14 liter

2.3. Arang Sekam

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi padi selain jerami dan dedak adalah kulit padi atau sekam. Jerami dan dedak umumnya digunakan untuk pakan ternak, sementara sekam padi sebagian besar belum banyak dimanfaatkan untuk budidaya tanaman. Di lain pihak jumlah sekam padi yang dihasilkan oleh petani tidak sedikit. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh: Sekam (20-30%), dedak (8- 12%), dan beras giling (50-63,5%) dari bobot awal gabah. Dengan demikian dari sekitar 100 kg gabah kering akan dihasilkan minimal 20 kg sekam, jika 1 Ha sawah menghasilkan rata-rata 4 ton gabah kering panen berarti sekam yang dihasilkan sekitar 800 kg. Hal ini tentu menjadi sekam padi sebagai potensi limbah organik yang luar biasa besar jumlahnya jika digunakan secara benar untuk memperbaiki kualitas media tumbuh tanaman. Kebanyakan para petani hanya menjadikan limbah sekam menumpuk di tempat-tempat penggilingan padi, bahkan tidak jarang dari mereka yang membakar langsung sekam padi hingga menjadi abu gosok.



Gambar 2.15 Potensi limbah sekam padi

Untuk itu perlu memanfaatkan sekam padi menjadi bahan organik yang berguna bagi pertumbuhan tanaman, salah satunya melalui pembuatan arang sekam padi. Proses pembakaran tidak sempurna (tidak dibakar langsung dengan api) bertujuan untuk meningkatkan kandungan karbon dan unsur hara dalam sekam padi. Agar kandungan hara dalam sekam tetap terjaga dan tidak hilang, maka diperlukan teknik pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan arang sekam, bukan abu sekam. Untuk bisa membuat arang sekam maka perlu didisain sebuah alat pembuat arang sekam.



Gambar 2.16. Model alat pembuat arang sekam (kiri dan tengah); dan hasil arang sekam (kanan)

Arang sekam memberikan manfaat yang begitu banyak bagi pertumbuhan tanaman, antara lain:

1. Meningkatkan pH media tumbuh
2. Meningkatnya pH tanah khususnya pada tanah-tanah yang pada awalnya ber-pH rendah (tanah masam) akan menyebabkan meningkatkan ketersediaan fosfor (P). Unsur fosfor yang tersedia dapat diserap oleh tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pada pH rendah unsur fosfor diikat oleh ion-ion logam, sehingga menjadi tidak tersedia untuk tanaman.
3. Meningkatkan cadangan air tanah.
4. Meningkatkan kadar pertukaran kalium (K) serta magnesium (Mg).
5. Memiliki kandungan unsur silikat (Si) tinggi. Silikat memiliki manfaat penting karena meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama atau patogen yang terdapat di tanah. Selain itu kandungan silika yang tinggi dapat memperkuat daun (daun lebih tegak).
6. Toleran terhadap kekeringan karena meningkatkan daya serap dan ikat tanah terhadap air.
7. Toleran terhadap logam berat yang mengkontaminasi tanah.
8. Mengurangi dampak pencucian pupuk akibat penyiraman, sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tidak hilang tetapi masih disimpan pada arang sekam sehingga tetap tersedia untuk tanaman
9. Meningkatkan sistem aerasi (pertukaran udara) di zona akar tanaman, sehingga oksigen cukup tersedia bagi tanaman.
10. Mengikat unsur unsur hara dalam tanah, sehingga selalu tersedia untuk tanaman.
11. Sebagai tempat hidup yang baik bagi jasad renik/mikroba bermanfaat.
12. Menjaga kondisi tanah tetap gembur, karena memiliki porositas tinggi dan ringan.
13. Mempertahankan kelembaban tanah.
14. Sebagai penyerap (absorban) untuk menekan jumlah mikroba patogen.

Media tumbuh tanaman yang merupakan campuran tanah murni: arang sekam: pupuk kandang kotoran sapi = 3 : 1 : 1 secara nyata telah meningkatkan pertumbuhan bibit jabon putih dibandingkan jika bibit jabon tersebut hanya ditumbuhkan pada media tanah murni, sebagaimana disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2.17. Pertumbuhan jabon pada media berkualitas (kiri) dan tanah murni (kanan)

PESTISIDA ORGANIK

3.1. Pengertian

Pestisida organik merupakan ramuan obat yang dibuat dari bahan-bahan organik (tumbuhan, hewan, atau mikroba) dan digunakan untuk mengendalikan hama atau penyakit tanaman. Bahan yang digunakan umumnya mengandung metabolit sekunder yang berguna untuk *menghalau, menghambat makanan, menghambat pertumbuhan, hingga mematikan* hama atau penyakit tumbuhan.

3.2. Keuntungan dan kelemahan

(1). Ramah lingkungan karena mudah terurai. (2). Tanaman aman dikonsumsi karena residu pestisida organik tidak bertahan lama, (3). Meningkatkan nilai harga produk, (4). Dapat dibuat sendiri sehingga menghemat pengeluaran biaya produksi, (5). Tidak menyebabkan resistensi hama/penyakit. Adapun kelemahan pestisida organik antara lain: (1). Tidak bisa disimpan lama sehingga perlu disiapkan setiap akan menggunakan, (2). Terkadang efeknya tidak selalu cepat, perlu waktu dan frekuensi penggunaan.

3.3. Bahan Pestisida Organik

Jenis Tanaman	Bagian yang digunakan	Hama/Penyakit yang dikendalikan
Alang-alang	Rimpang	<i>Antraknosa</i> pada buncis
Babandotan	Seluruh tanaman	<i>Nematode</i> pada kentang
Brotowali	batang	Lalat buah Kutu <i>aphids</i> pada cabe
Cengkeh	bunga	<i>Phytophthora</i> pada lada
Jahe	Rimpang	Ulat <i>Plutella xylostella</i> pada kubis

Jenis Tanaman	Bagian yang digunakan	Hama/Penyakit yang dikendalikan
Jambu mete	Kulit	Ulat jambu mete
Jambu biji	Daun	<i>Antraknosa</i>
Jarak	Buah dan daun	<i>Namatoda</i> pada nilam dan jahe, Lalat penggerek daun pada tanaman terung-terungan
Jengkol	Buah	Walangsangit pada cabe
Jeruk nipis	Daun	Busuk hitam pada anggrek
Kayu manis	Daun	Pestisida organik
Kencur	Rimpang	<i>Phytophthora</i> pada lada
Kunyit	Rimpang	<i>Phytophthora</i> pada lada
Lada	Biji, daun	Hama gudang, <i>Antraknosa</i> pada cabe
Lengkuas	Rimpang	<i>Antraknosa</i> Semut pada lada
Mimba	Daun, Biji	<i>Antraknosa</i> pada buncis dan cabe, <i>Phytophthora</i> pada tembakau, Belatung, Pengisap polong pada kedelai, Hama pengetam pada kelapa
Mindi	Daun	Ulat penggerek
Mahoni	Biji	Kutu daun pada krisan Ulat tanah, Walangsangit, wereng coklat
Pandan	Daun	Walangsangit
Saga	Biji	Hama gudang <i>sitophilus</i> sp
Sereh	Batang, daun	Herbisida organik
Sirih	Daun, Abu	<i>Antraknosa</i> pada cabe TMV pada tembakau, Hama gudang
Srikaya	Biji	<i>Thrips</i> pada sedap malam, Kutu daun pada kedelai, kacang panjang, jagung, kapas, tembakau
Sirsak	Biji, daun	Wereng coklat pada padi
Tembakau	Daun, batang	Ulat grayak pada famili terung-terungan (tomat, cabe, paprika, terung), Walangsangit

3.4. Cara Pembuatan

Berikut adalah beberapa contoh cara pembuatan pestisida organik :

Nikorak (mahoni, tembakau, jarak)

a. Bahan-bahan

- Biji mahoni: 300 gram
- Tembakau : 100 gram
- Daun jarak : 1000 gram
- Air : 6 ltr

a. Cara pembuatan

Biji mahoni digiling/ditumbuk halus. Daun jarak dan tembakau direbus dengan air sampai mendidih, angkat dan dinginkan. Campurkan mahoni yang sudah ditumbuk halus dan aduk hingga rata, diamkan selama 24 jam, kemudian disaring. Jika larutan ingin disimpan lama, maka pencampuran serbuk biji mahoni dilakukan pada saat akan digunakan.

b. Dosis

30 ml larutan Nikorak ini bisa digunakan untuk satu tangki *sprayer* (\pm 15 liter). Semprotkan ke lahan yang terkena hama pada waktu pagi atau sore hari. Ulangi tiap 4 hari sekali. Untuk efek yang cepat, bias menggunakan larutan Nikorak 10 ml ditambah air $\frac{1}{2}$ liter.

c. Sasaran OPT

Ulat grayak: pada tanaman bawang merah, bawang putih, kedelai, jagung, kacang tanah, kacang panjang, kubis dan sawi. Ulat penggulung daun dan perusak daun pada tanaman padi.

d. Hasil pencapaian

Pestisida Nikorak bersifat racun kontak, dan hama yang terkena secara langsung, tingkat kematiannya tinggi. Populasi hama turun drastis dan timbulnya lama. Keluhan sampeyan tidak ditemui, pada waktu setelah penyemprotan.

Gacasi (Gadung, cabe, sirih)

a. Bahan-bahan

- Gadung : 4 kg
- Cabai merah : 2 ons
- Daun sirih : 2 kg
- Air : 15 ltr

b. Cara membuatnya

Gadung, cabai dan daun sirih digiling halus dan campurkan dengan rata. Tambahkan air, aduk sampai rata dan disaring, air ramuan merupakan induk pestisida.

c. Penggunaan

250 ml larutan Gacasi (1 gelas) dicampur dengan 14 liter air. Semprotkan ke lahan pada waktu pagi/sore hari, ulangi 4-5 hari sekali.

d. Sasaran OPT

Penggerek batang, wereng, walang sangit, thrip, aphid, serangga kecil lainnya.

e. Hasil pencapaian

Sama dengan Nikorak

Teh Rumput Laut

Kumpulkan sedikit rumput laut segar, bilas dengan air untuk menghilangkan garamnya, kemudian masukkan ke dalam seember air. Biarkan selama 2 minggu, kemudian semprotkan pada tanaman yang terserang jamur.

Daun Ubi Jalar

Potong dan rendam 3 genggam besar daun ubi jalar dalam 1 ember air. Biarkan selama 1 hari, kemudian gunakan sebagai semprotan jamur khususnya penyakit jamur pada padi.

Bawang Putih

Keringkan bawang putih dan tumbuk menjadi tepung. Campurkan satu sendok besar tepung bawang putih dengan 1 liter air dan gunakan sebagai semprotan pada jamur-jamur di tanaman tomat dan buncis.

Daun Pepaya

Ambil daun pepaya sebanyak kurang lebih 1 (satu) kilogram, lalu dilumatkan (bisa diblender) dan dicampurkan dalam 1 liter air, kemudian dibiarkan selama kurang lebih 1 (satu) jam. Langkah berikutnya disaring, lalu ke dalam cairan daun pepaya hasil saringan ditambahkan lagi 4 (empat) liter air dan 1 (satu) sendok besar sabun.

Cairan air pepaya dan sabun sudah dapat digunakan sebagai pestisida alami. Semprotkan cairan ini pada hama-hama yang mengganggu tanaman kita. Semprotan pestisida air pepaya dan sabun ini dapat membasmi *aphid* (kutu daun), rayap, hama-hama ukuran kecil lainnya, termasuk ulat bulu. Semprotan daun pepaya juga dapat digunakan sebagai fungisida ringan untuk jamur karat pada kopi, jamur tepung dan noda coklat pada daun padi.

Sereh Wangi

Sereh wangi dapat mengendalikan hama karena mampu menimbulkan ketidaksukaan hama pada tanaman dan pada dosis tertentu dapat membunuh hama melalui efek iritasi.

Pestisida sere wangi dibuat dengan cara meghaluskan bagian daun, batang dan akarnya. Setelah seluruh bagian halus, lalu rendam dalam air bersih dengan perbandingan 200 gram sereh halus yang dicampur air 10 liter, Biarkan campuran tersebut selama 24 jam, kemudian endapkan dan saring. Jika ingin proses lebih cepat, campuran direbus hingga mendidih selama 15 menit, dapat pula di tambahkan daun sirih, buah mahoni, dan tembako.

Cara pengaplikasian disemprotkan pada tanaman yang terserang hama dan penyakit dengan interval satu minggu sekali.

Pestisida nabati lainnya

Bahan-bahan : tembakau, bawang putih, daun sirih, sereh, air biasa, akar tuba/jenuh.

Proses pembuatan :

Proses pembuatan pestisida nabati lebih mudah dibanding dengan pembuatan mol, karena proses fermentasinya hanya dalam waktu 24 jam. Pertama-tama semua bahan dicincang sampai halus, lalu di campur hingga rata dengan bahan yang lain sebanyak 25-30 % dalam wadah. Setelah itu masukkan air biasa dan tutup rapat dan biarkan selama 24 jam. Kecuali untuk bahan akar jenuh/tuba jangan dicampur, tapi dipisah. Untuk penggunaan hasil dari fermentasi tersebut dapat diaplikasikan kedalam 16 liter air dengan dosis 4-5 gelas hasil pestisida nabati. Setelah itu masukkan hasil larutan akar tuba/jenuh ke dalam air yang sudah tercampur sebanyak \pm 1 gelas. Lakukan

penyemprotan pada tanaman yang terserang hama pada pagi hari atau sampai tingkat serangan hama berkurang. Karena untuk larutan pestisida nabati ini tidak berbahaya bagi tanaman.



Bahan pestisida nabati



Bawang putih



Daun sirsak



Tembakau



Akar tuba



Gula merah



Air cucian beras



Rebung



Akar alang-alang



Bonggol pisang



Air kelapa



Mol pestisida nabati



Daun jarak



Daun sereh



Bahan mol



Hasil rebusan nikorak

3.5. Cuka Asam

Cuka kayu (*wood vinegar*) adalah hasil sampingan dari pembuatan arang. Pada pembuatan arang akan ada asap yang keluar dari proses pengarangan tsb. Selanjutnya arang yang keluar tersebut di jadikan cairan dengan proses destilasi atau penyulingan sehingga disebut juga asap cair. Sebagai hasil pembakaran kayu, cuka kayu diketahui mengandung berbagai macam unsur hara mikro yang bermanfaat untuk tanaman.

Pada saat ini hasil peralatan Alat Pendingin Asap dan proses untuk memproduksi cuka kayu dari pembuatan arang telah berhasil untuk mendapatkan Hak Paten dari Pemerintah Indonesia yang diterbitkan oleh Direktorat Paten Ditjen Hak Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum dan HAM dengan sertifikat Paten No ID.POO28528 tanggal 13 Juni 2011 dan pada tanggal 26 Nopember 2012 telah diselenggarakan promosi paten kepada pengguna di Gedung Manggala Wanabakti Jakarta. Selanjutnya sesuai dengan surat Kepala Pustekolah Nomor KT.9/VIII/P3KKPHH-6/2011 bahwa cuka kayu dapat dimanfaatkan sebagai *biopestisida* dan *bio fertilizer* pada tanaman. Sebagian masyarakat misalnya di Benakat, Sumatera Selatan telah memproduksi cuka kayu untuk dijual sebagai pestisida organik. Cuka kayu dapat digunakan untuk mencegah serangan pada tanaman kopi.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa cuka kayu memiliki tingkat keasaman (pH) 3,89-3,92, kandungan asam asetat 1,36-1,44%, berat jenis 1,0152, phenol 0,0554-0,0611%. hara Mn = 1,03-1,05 ; Na = 1,37-8,04; Mg = 7,94-13,37; Ca = 9,08-9,85; Fe = 337,40-344,75; K = 540,05-548,90.

3.5.1. Proses Pembuatan Cuka Kayu

Proses pembuatan cuka kayu akan terkait juga dengan pembuatan arang kayu. Dengan cara mengatur proses pembakaran secara terpadu dihasilkan selain arang kayu berkualitas baik juga cuka kayu yang telah diketahui memiliki banyak kegunaan.

Bahan baku kayu yang dapat digunakan untuk membuat arang kayu dapat berasal dari: Limbah pembukaan ladang, kayu sisa potongan cabang yang sudah tidak bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, tempurung kelapa, sekam padi, ranting daun, dan lain-lain.



Gambar 3.1. Limbah kayu untuk pembuatan arang

Proses Pembakaran

Pada bagian dasar tungku drum diberi ganjal dengan bata setinggi \pm 5-10 cm, pada 3 lokasi titik. Selanjutnya, di bawah tungku diberi potongan kayu bakar atau serutan kayu kering yang telah diberi sedikit minyak tanah. Setelah api dinyalakan, tunggu sampai nyala bara api merembet ke dalam tungku melalui lubang udara sehingga bahan baku kayu yang terdapat di dalam tungku dapat terbakar dengan sempurna.



Gambar 3.2. Model drum pembuat arang dan cuka kayu

Pendinginan arang

Proses pengarangan memerlukan waktu selama \pm 7 sampai 9 jam, jika kayu relatif basah. Apabila asap yang keluar sudah terlihat menipis putih atau bening kebiru-biruan, lubang udara di bagian bawah tungku ditutup rapat mungkin dengan diberi pasir atau tanah. Untuk memulai proses pendinginan, di bagian atas penutup tungku diberi tanah atau pasir serta cerobong asap ditutup dengan kain basah atau rumput yang rapat dan kemudian dilapisi tanah, sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar.



Gambar 3.3. Hasil Arang Kayu

Pemanfaatan asap pembakaran untuk cuka

Asap hasil pembakaran pada proses pembuatan arang kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan cuka kayu (*wood vinegar*). Kegiatan ini bisa dilakukan pada saat pembuatan arang dengan menggunakan metode tungku lubang tanah serta drum. Cara pembuatannya sebagai berikut:

- Bahan-bahan dari kayu atau bambu di potong-potong ± 20 cm (Kayu atau bambu dalam keadaan basah). Masukkan bahan-bahan tersebut kedalam drum hingga penuh
- Pemetikan api dilakukan dari lubang yang sudah tersedia.
- Api merambat ke atas maka terjadi pembakaran kayu di dalam drum.
- Lalu tutup bagian atas drum
- Hubungkan dengan alat destilasi /pendingin. Gunakan batang bambu yang sudah dipotong dan dilubangi dipasangkan pada bagian atas cerobong asap, serta diusahakan agar sebagian besar asap masuk melewati batang bambu. Semakin panjang batang bambu yang digunakan, proses pendinginan akan menjadi lebih baik. Hal ini karena luas permukaan pada bambu bagian dalam untuk proses pendinginan semakin besar.
- Amati dan biarkan selama 9 jam (selama proses pembakaran cuka kayu keluar melalui alat destilasi.
- Pengambilan cairan asap dilakukan dengan lima tahapan, yaitu: cairan asap ditampung mulai dari awal sampai suhu asap mencapai 80°C , 100°C , 125°C , 150°C , dan 180°C .

- Asap cair pada umumnya tercampur dengan tar ringan yang mengapung di bagian atas cairan dan tar berat yang mengandung bagian bawah cairan. Asap yang baik terbebas dari kedua jenis tar ini dan dapat dipisahkan dengan cara membiarkan 1-3 bulan atau dengan cara mendestilasi. Kualitas asap cair (*wood vinegar*) yang baik berwarna kuning, bau agak lemah, transparan atau tidak ada gumpalan atau suspensi kadar asap organik berkisar 1-18%, berat jenis lebih 1,001 gr/cm dan derajat keasaman (pH) 1,56-3,7.
- Setelah selesai pembakaran lalu tutup lubang api, biarkan 12 jam untuk proses pendinginan arang .
- Setelah arang dingin lalu dibuka, kemudian diklasifikasikan yaitu arang yang utuh dan arang yang bubuk kemudian dimasukkan ke dalam karung, arang yang bubuk bisa dijadikan briket arang.
- Cuka kayu disaring dengan kain atau busa supaya hasilnya lebih bening kemudian dikemas dalam botol yang berukuran 1000 ml, 500 ml, dan 250 ml.

Manfaat Cuka Kayu

Beberapa manfaat cuka kayu antara lain: (1) Mempercepat tumbuh tanaman, (2) Mengatasi pertumbuhan tanaman liar, (3) Menghilangkan bau tidak sedap, (4) Menghambat pertumbuhan mikro organisme, (5) Mencegah tumbuh jamur-jamur, (6) Menolak kehadiran binatang kecil termasuk serangga, (7) Sebagai farmasi (obat-obatan), (8) Meguatkan akar dan daun, (9) Menyuburkan tanah, (10) Menambah rasa asli kepada hasil pertanian dan juga produk-produk berkaitan, (11) Menghalangi pembiakan virus dan penyakit dalam tanah, (12) Menghalangi virus dan serangga perusak untuk memperbaiki keadaan tanah, (13) Menambah populasi mikroba bermanfaat, (14) Menghalau serangga perusak, (15) Menambah baik kualitas buah dan menambah kandungan gula dalam buah, (16) Menjadikan daging hewan dan susu lebih berkualitas, (17) Mengurangi bau busuk, (18) Obat jerawat, kudis, dan deodoran, (19) Pengusir rayap/binatang kecil, dll, (20) Aplikasi untuk tanaman padi. Cuka Kayu yang diaplikasikan pada tanam padi dengan dosis 1 liter Cuka Kayu dicampur 50 liter air, disemprotkan 4-5 kali pada umur 30 hari setelah tanam, (21) Cuka kayu juga berfungsi sebagai pupuk dan pestisida dapat diterapkan pada tanaman sayuran seperti buncis, kacang panjang, kubis, ketimun, (22) Berfungsi untuk tanaman sayuran disemprot dengan konsentrasi 2% dilakukan pada satu bulan setelah tanam dengan selang tujuh hari sampai masa panen, sehingga tanaman sayur tidak perlu disemprot dengan pestisida, (23) Menghilangkan bau badan, (24) Mengobati jerawat, (25) Menyembuhkan penyakit kulit, (26) Mengatasi kutil, (27) Sebagai bahan pengawet, (28) Penggumpal getah karet,

3.6. Bubur Rorak dan Bordo

Penyakit utama lada yang menjadi musuh paling mengerikan petani lada yaitu penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) yang disebabkan oleh cendawan *Phytophthora capsici*. Penyakit ini mampu membunuh tanaman lada berhektar hektar dalam waktu yang sangat singkat. Untuk mengendalikan penyakit tersebut, maka melalui hasil riset Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO) telah mengaplikasikan berbagai teknik penanggulangan, antara lain:

Pembuatan Rorak

Rorak adalah lubang lubang buntu dengan ukuran tertentu yang dibuat pada bidang olah dan sejajar pada garis kontur yang berfungsi untuk menjebak dan meresapkan air ke dalam tanah serta menampung sendimen dari bidang olah. Pembuatan lubang buntu dengan dimensi kedalaman 50 cm, panjang 100 cm-150 cm, dengan lebar 30 cm. Lubang dibuat tepat di bawah proyeksi tajuk/daun terluar. Pada saat pembuatan lubang tanah galian dari lubang dikumpulkan/diletakkan di pangkal batang tanaman secara merata dalam gludukan, setelah lubang tersedia segera dimasukan seresah daun, hijauan, ranting, rerumputan, batang pisang, dll. kemudian disiramkan EM-4, dicampur dengan pupuk organik Bokashi yang telah dipermentasi dan telah dicampur dengan *Trichoderma* sp. Rorak tersebut berfungsi sebagai tempat untuk melakukan pemupukan.

Pembuatan Bubur Bordo

Bubur bordo (*Bordeaux*) adalah pencampuran TERUSI dengan kapur tohor menjadi pestisida buatan sendiri yang sangat manjur untuk mengendalikan jamur busuk pangkal batang pada tanaman lada.

Terusi adalah zat kimia dengan nama lain CuSO_4 (tembaga sulfat) yang memiliki bentuk kristal kebiruan. Peran terusi selain bahan kimia kolam renang juga dapat digunakan untuk mengendalikan jamur dan pupuk pada dosis tertentu. Adapun kapur tohor atau dikenal pula dengan nama kimia kalsium oksida adalah hasil pembakaran kapur mentah pada suhu kurang lebih 90°C jika disiram air akan menghasilkan panas dan berubah menjadi kapur padam.

Cara membuat bubur bordo :

- Masukan terusi yang sudah ditumbuk atau dihaluskan seberat 100 gram ke dalam ember yang sudah berisi air bersih sebanyak 5 liter, lalu aduk hingga larut.

- Larutkan kapur tohor seberat 100 gram kedalam wadah berbeda yang sudah terisi air bersih sebanyak 5 liter.
- Setelah masing-masing bahan larut segera campurkan kedua bahan terusi dan kapur kedalam satu wadah dengan cara menuangkan campuran terusi ke dalam campuran kapur tohor secara perlahan dan terus mengaduknya.
- Setelah bahan tercampur rata segera aplikasikan pada tanaman yang memiliki ciri-ciri atau tanda-tanda terserang jamur busuk pangkal batang dengan menyiramkan larutan pada pangkal batang lada dengan dosis satu liter/ pohon.
- Selain itu sangat perlu menyiram bubuk bordo ini pada tanaman yang memiliki ciri terserang di sekitar tanaman yang sudah terserang
- Bubur bodo dapat pula diaplikasikan dengan cara menyemprot dengan dosis penyemprotan 50-70 ml pertangki (14 liter) atau satu gelas aqua untuk tiga tangki penyemprotan, semprotkan secara merata ke tanaman yang terserang dengan interval penyemprotan seminggu sekali.

PUPUK DAN PESTISIDA HAYATI

4.1. Definisi

Selain pupuk dan pestisida organik dimana bahan-bahannya langsung diperoleh dari bahan organik seperti jerami, kulit buah, daun-daunan, dan lain-lain, maka kebutuhan pupuk dan pestisida untuk tanaman juga bisa diperoleh dari peran mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Pupuk dan pestisida yang dihasilkan dari peran mikroorganisme tersebut selanjutnya dikenal dengan istilah "Pupuk Hayati (*Biofertilizer*)" dan "Pestisida Hayati (*Biopesticide*)".

Pupuk hayati dikenal juga dengan istilah *Pupuk Mikrobiologis*, yaitu pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diterapkan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah, akan mendiami *rizosfer* atau bagian dalam dari tanaman dan mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) tidak sama dengan pupuk organik. Pupuk hayati dikenal sebagai *agen pembenah tanah* dari kelompok organik dimana aktivitasnya dapat memperbaiki kesuburan tanah (Permentan No 2, Tahun 2006). Sedangkan pembenah tanah itu sendiri bisa juga berasal dari kelompok non-organik. Dalam implementasinya pupuk organik bisa mengandung agen hayati ataupun sebaliknya.

4.2. Fungsi

Peran utama pupuk hayati dalam budidaya tanaman adalah: (1) Pembangkit kehidupan tanah (*soil regenerator*) dan (2) Penyedia nutrisi tanaman. Mikroorganisme yang terdapat dalam pupuk bekerja dengan cara:

- Penambat zat hara yang berguna bagi tanaman. Beberapa mikroorganisme berfungsi sebagai penambat N (penyerap nitrogen dari udara), sebagai pelarut fosfat, dan penambat kalium.

- Aktivitas mikroorganisme membantu memperbaiki kondisi tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi.
- Menguraikan sisa-sisa zat organik untuk dijadikan nutrisi tanaman.
- Mengeluarkan zat pengatur tumbuh yang diperlukan tanaman.
- Menekan pertumbuhan organisme parasit tanaman, ini merupakan fungsi mikroorganisme sebagai pestisida hayati.

4.3. Jenis Pupuk dan Pestisida Hayati

4.3.1. *Trichoderma* sp

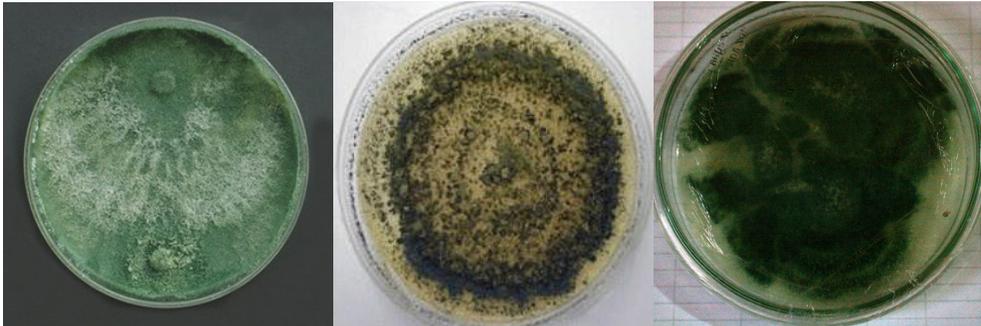
Trichoderma sp merupakan sejenis cendawan yang termasuk dalam kelas ascomycetes. *Trichoderma* sp ini memiliki aktifitas antifungal dan menjadi agen biokontrol, yakni memiliki sifat antagonis kepada semua jenis cendawan patogen. *Trichoderma* sp mudah ditemukan di tanah-tanah hutan maupun tanah pertanian. Aktifitas antagonis dari *Trichoderma* sp meliputi parasitisme, persaingan, predasi atau pembentukan toksin seperti antibiotik. *Trichoderma* sp bisa diandalkan untuk mengatasi tanaman yang rusak yang diakibatkan oleh cendawan patogen.

Potensi jamur *Trichoderma* sp sebagai **jamur antagonis yang bersifat preventif (pencegahan) terhadap serangan penyakit tanaman** telah menjadikan jamur tersebut semakin luas digunakan oleh petani dalam usaha pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Disamping karakternya sebagai antagonis diketahui pula bahwa *Trichoderma* sp berfungsi sebagai **dekomposer dalam pembuatan pupuk organik**. Cara penggunaan *Trichoderma* sp adalah sebagai berikut:

1. *Menabur pada bedengan* (25 gram/tanaman atau 500 kg/ha); *Trichoderma* ditabur bersamaan pupuk kandang sebelum penanaman agar dapat berkembang dan menanggulangi pathogen yang terdapat di tanah sebelum bibit ditanam.
2. *Manabur pada lubang tanam*
3. *Pengocoran* dengan dosis 1 sendok teh dalam 250 ml air untuk setiap tanaman. Dapat dilakukan 7 HST (hari setelah tanam), 14, 21, dan 28 HST.

Trichoderma sp memiliki kemampuan yang bervariasi di setiap jenisnya dalam fungsinya sebagai pengambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan patogen. Perbedaan kemampuan ini disebabkan oleh perbedaan dalam memproduksi bahan metabolit. Cendawan *Trichoderma* sp yang memiliki fungsi sebagai agen hayati antara lain: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma Viridae*, dan *Trichoderma koningii*. Jenis cendawan *Trichoderma* sp tersebut mampu menghambat perkembangan beberapa jenis cendawan patogen

yang menyebabkan penyakit pada tanaman, antara lain: *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, dan *Phytlum sp.*



Gambar 4.1. *Trichoderma viridae* (kiri), *Trichoderma harzianum* (tengah), *Trichoderma koningii* (kanan)

Di antara berbagai jenis *Trichoderma*, jenis *Trichoderma harzianum* merupakan spesies yang memiliki aktifitas antifungal paling tinggi. Jenis ini memiliki kemampuan berkompetisi melawan cendawan patogen, menghambat cendawan patogen, membantu pertumbuhan, memproduksi antibiotik sebagai antifungal.



Beberapa mekanisme antifungal yang dihasilkan oleh *Trichoderma* adalah sebagai berikut:

- Melindungi bibit dari penyakit lodoh (rebah kecambah)
- Melarutkan dinding sel cendawan *pathogen*
- Menyerang dan menghancurkan *propagule* cendawan *pathogen*
- Mampu bersaing dengan cendawan *pathogen* untuk memperoleh nutrisi dan tempat

Dalam prakteknya, untuk mengatasi penyakit bisa dengan cara pemberian pupuk organik yang telah dilengkapi dengan *Trichoderma* sp, atau bisa juga dengan menggunakan produk fungisida nabati yang didalamnya sudah mengandung *Trichoderma* sp. Beberapa pupuk yang didalamnya sudah mengandung cendawan *Trichoderma* sp, antara lain: EvaGrow, Saco-P, Pupuk Prima, Pupuk Tabur Mas, M-Dec, Tsunami MGP, Top Fungsi, Super Trico, Marfu-P, dll. Selain itu hal yang perlu diingat adalah dalam menggunakan *Trichoderma* sp jangan dicampur dengan pupuk kimia karena dikhawatirkan justru akan mematikan cendawan tersebut, namun sebaiknya dicampur ke pupuk organik seperti kompos.

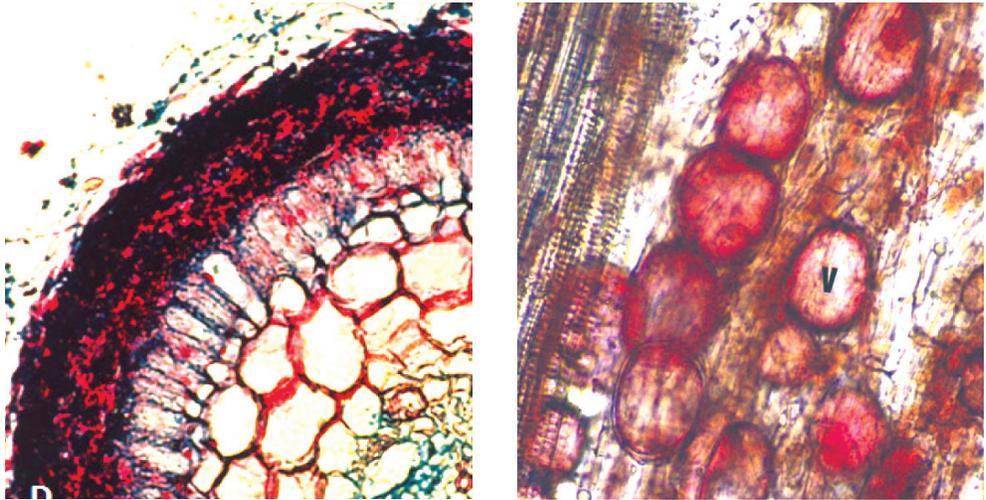


Gambar 4.2. Contoh produk pupuk/pestisida hayati

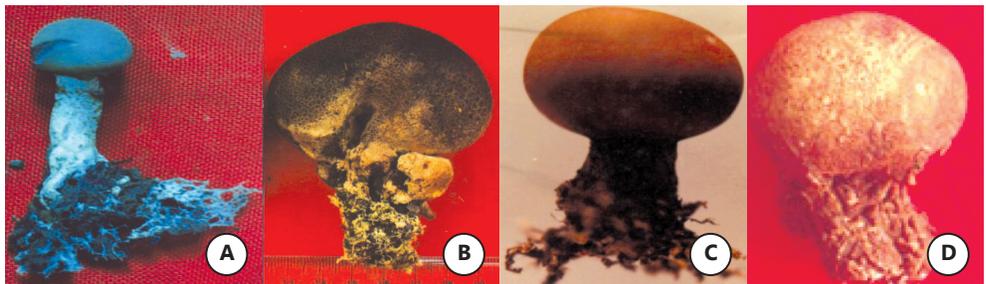
4.3.2. Mikorhiza

Mikorhiza menggambarkan hubungan saling menguntungkan antara akar tumbuhan dan cendawan. Cendawan mikorhiza hidup pada perakaran tanaman dan memperbanyak diri dengan memanfaatkan makanan yang diperoleh melalui perakaran tanaman. Terdapat dua kelompok penting mikorhiza, yaitu **(a) Ektomikorhiza**, hidup menyelimuti akar tanaman dan mampu membentuk tubuh buah dan **(b) Endomikorhiza**, hidup di dalam akar tanaman dan tidak membentuk tubuh buah. Cendawan mikorhiza memiliki benang-benang hifa yang panjangnya bisa melebihi panjang akar tanaman. Melalui hifa yang panjang inilah menjadi jembatan penghubung untuk menyalurkan unsur hara yang jauh dari perakaran tanaman. Jamur ektomikorhiza tidak ditemui pada semua jenis pohon. Jenis pohon yang biasa dijumpai bersimbiosis dengan cendawan *ektomikorhiza* antara lain: meranti, melinjo, ekaliptus, pinus, merbau. Adapun cendawan *endomikorhiza* dijumpai hampir pada semua jenis tanaman, baik tanaman pertanian, perkebunan, maupun kehutanan.

Cendawan mikorhiza memiliki manfaat antara lain: (a) membantu menyediakan fosfor, (b) membantu menyerap unsur hara, (c) mencegah penyakit akar, (d) membantu menyerap air sehingga tanaman tahan kekeringan.



Keterangan: Akar tanaman diselubungi ektomikorhiza (kiri), Akar tanaman diinfeksi endomikrohiza (kanan)



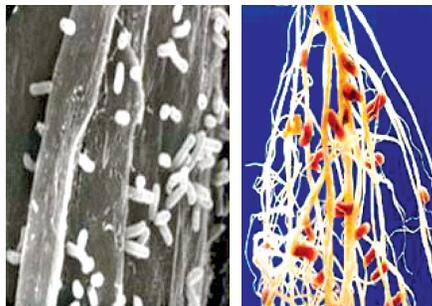
Keterangan: Tubuh buah beberapa jenis ektomikorhiza yang ditemukan di bawah tanaman meranti (A), melinjo (B), pinus (C), dan ekaliptus (D)

4.3.3. *Rhizobium* sp

Bakteri rhizobium merupakan bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman legum, membentuk bintil akar, dan menambat nitrogen dari udara sehingga mampu mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman sekurang-kurangnya sebesar 75 %. Nitrogen yang diambil dari udara tersebut selanjutnya disusun menjadi senyawa nitrogen seperti asam amino.

Bakteri nitrogen yang hidup bersimbiosis dengan jenis tanaman legume atau polong-polongan yaitu: *Rhizobium leguminosarum*. Bakteri ini hidup dalam akar membentuk nodul atau bintil-bintil akar. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan. Kelompok bakteri yang mampu mengikat nitrogen dari udara terbagi dalam dua kelompok, yaitu: (1) Hidup bebas tidak bersimbiosis dengan akar tanaman, misalnya *Azotobacter* sp, *Clostridium*, dan *Rhodospirillum* dan (2) Bersimbiosis dengan akar tanaman, misalnya *Rhizobium* sp.

Bakteri *rhizobium* selain menyediakan nitrogen bagi tumbuhan inangnya, dia juga melalui bintil-bintil akar melepaskan senyawa organik ke dalam tanah sehingga menambah kesuburan tanah.



Gambar 4.3. Bintil akar tanaman polong-polongan banyak mengandung *Rhizobium*

Cara penggunaan *Rhizobium* untuk tanaman adalah sebagai berikut:

- Menggunakan inokulan tanah, yaitu inokulan berupa tanah dimana dari lahan yang pernah ditanami polong-polongan (kacang-kacangan) dan menunjukkan adanya bintil-bintil akar.
- Menggunakan inokulan bintil akar, yaitu menggunakan bintil akar yang diambil dari tanaman polong-polongan seperti kedelai. Bintil akar digerus kemudian digunakan untuk merendam benih tanaman. Penanaman tanaman kedelai secara berturut-turut juga akan meningkatkan populasi *Rhizobium* pembentuk bintil akar.

- Menggunakan inokulan biakan murni dari pabrik, misalnya: Rhizobin, Rhizogen, Legin, Nitragn, dengan dosis 5-10 gram/kg benih kacang-kacangan.

4.4. Cara Perbanyak dan Pemanfaatan Mikroorganisme

4.4.1. Pembuatan MOL

Perbanyak bakteri dapat dilakukan melalui proses fermentasi. Perbanyak mikroba secara fermentasi ini dapat dilakukan pada mikroba-mikroba yang dalam perkembangbiakannya memerlukan ruang tertutup/tanpa oksigen. Terdapat tiga bahan utama untuk melakukan perbanyak mikroba dengan cara ini, yaitu :

- (a) **Karbohidrat**, dibutuhkan sebagai sumber energi misalnya : air cucian beras, nasi bekas, singkong, kentang, gandum, dedak, dll.,
- (b) **Glukosa**, dibutuhkan sebagai sumber energi, misalnya : gula merah, air nira, gula pasir, air kelapa, dll.,
- (c) **Sumber mikroba**, dalam hal ini jenis bakteri dapat diperoleh dari buah busuk, tomat, sayuran busuk, keong mas, rebung bambu, bonggol pisang, urine hewan (sapi atau kelinci), nasi basi, tape singkong, buah maja, dll.

Bakteri bermanfaat seperti *Azotobacter* sp, *Aspergillus* sp, dan *Azospirillum* sp dapat diperbanyak populasinya melalui fermentasi limbah organik yang biasa disebut dengan proses pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL). Salah satu limbah organik yang dapat digunakan untuk membuat MOL adalah bonggol pisang. Cara pembuatan dan pemanfaatan MOL bonggol pisang disajikan sebagai berikut:

Cara Pembuatan

- Siapkan 1 kg bonggol pisang, 2 ons gula merah, dan 2 liter air beras
- Bonggol pisang dipotong-potong kemudian ditumbuk-tumbuk
- Gula merah diiris-iris lalu dimasukkan ke dalam air beras dan aduk hingga rata
- Bonggol pisang yang telah ditumbuk masukkan ke larutan gula merah dan air beras, aduk hingga rata
- Masukkan seluruh adonan ke dalam wadah atau jerigen yang tertutup rapat

- Pasang selang pada jerigen dan masukkan ke dalam botol berisi air, hal ini dimaksudkan untuk membuang gas hasil fermentasi bahan
- Biarkan adonan selama 14 hari
- Buka tutup jerigen, lalu adonan disaring dan masukkan ke dalam botol aqua. Hasil saringan merupakan MOL bonggol pisang yang siap digunakan.



Pemanfaatan Bonggol Pisang sebagai Sumber Mikroba Bermanfaat (Mikroorganisme Lokal)

Cara Perbanyakkan

- MOL yang telah jadi tersebut selanjutnya dapat langsung digunakan atau diperbanyak lagi. Untuk memperbanyak lagi maka perlu disiapkan botol aqua lain, di mana MOL yang telah jadi dibagi ke dalam dua botol.
- Isikan air beras ke dalam botol-botol tersebut hingga hampir penuh
- Masukkan gula merah sebanyak 2 ons yang dibagikan ke dalam dua botol tersebut
- Biarkan botol tertutup rapat selama 14 hari, maka akan terbentuklah dua botol MOL baru
- Jika akan diperbanyak lagi, maka lakukanlah dengan cara yang sama



Gambar 4.4. Hasil MOL bonggol pisang

Cara Penggunaan

- **Untuk pengomposan:** gunakan MOL bonggol pisang lalu ditambah air tawar dengan perbandingan 1 liter MOL : 5 liter air tawar lalu ditambah gula merah 1 ons
- **Untuk pemupukan:** masukkan 1 liter MOL bonggol pisang ke dalam 15 liter air lalu campur secara rata dan semprotkan ke tanaman pagi dan sore.

Kandungan jenis mikroorganisme pada beberapa bahan organik untuk pembuatan MOL disajikan pada table berikut:

Tabel 4.1. Kandungan jenis mikroba pada beberapa limbah organik

No	Bahan	Jenis mikroba yang terkandung
1	Rebung bambu	<i>Azotobacter</i> sp, <i>Azospirillum</i> sp
2	Bonggol pisang	<i>Azotobacter</i> sp, <i>Azospirillum</i> sp, dan <i>Aspergillus</i> sp
3	Sampah sayuran	<i>Pseudomonas</i> sp, <i>Aspergillus</i> sp, <i>Lactobacillus</i> sp
4	Nasi basi	<i>Azotobacter</i> sp
5	Keong mas	<i>Azotobacter</i> sp, <i>Azospirillum</i> sp, <i>Aspergillus</i> sp, <i>Pseudomonas</i> sp
6	Urine (sapi, kelinci)	<i>Azotobacter</i> sp, <i>Azospirillum</i> sp, <i>Aspergillus</i> sp, <i>Rhizobium</i> , <i>Pseudomonas</i> sp
7	Bintil akar tanaman kacang-kacangan	<i>Rhizobium</i> sp
8	Di sekitar perakaran pohon meranti, melinjo, ekaliptus, pinus, merbau	Mikorhiza kelompok ektomikorhiza
9	Di sekitar perakaran tanaman legum, tanaman penutup tanah, tanaman pertanian, dll	Mikorhiza kelompok endomikorhiza atau dikenal <i>Vascular Arbuscular Micorrhizae</i> (VAM)

Keterangan : Untuk jamur mikorhiza kelompok endomikorhiza dan jamur **Trichoderma sp**, pada tahap awal sebaiknya populasi mikorba diperoleh dari laboratorium mikrobiologi, misalnya SEAMEO-Biotrop-Bogor, Litbang Kehutanan, LIPI Bogor, dll.

Manfaat masing-masing mikroorganisme disajikan sebagai berikut:

Tabel 4.2. Manfaat Mikroorganisme Berdasarkan Jenisnya

No	Jenis Mikroba	Manfaat
A	Kelompok Bakteri	
1	<i>Rhizobium</i> sp, <i>Azospirillum</i> sp, dan <i>Azotobacter</i> sp	Mengambil nitrogen dari udara dan menyediakannya untuk tanaman
2	<i>Pseudomonas</i> sp	Meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman
3	<i>Aspergillus</i> sp dan <i>Penicillium</i> sp	Meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman Membantu proses pengomposan
4	<i>Lactobacillus</i> sp	Mengendalikan penyakit Membantu pengomposan pada ruang terbuka (memerlukan oksigen)

B	Kelompok Jamur	
1	Mikorhiza (kelompok ektomikorhiza dan endomikorhiza)	Membantu menyerap unsur hara untuk tanaman, Meningkatkan tersedianya unsur fosfor, Mencegah serangan penyakit akar, Merangsang pertumbuhan akar, Membantu penyerapan air sehingga tanaman tahan terhadap kekeringan
2	<i>Trichoderma viride</i> dan <i>Trichoderma harzianum</i>	Membantu proses pengomposan, Menghambat pertumbuhan jamur penyebab penyakit akar

Tabel 4.3. Daftar berbagai bahan organik dan cara pembuatan MOL-nya

No	Bahan Sumber Bakteri	Kebutuhan Bahan	Waktu Pembuatan	Cara Penggunaan
1	Rebung bambu	1 kg rebung bambu, 3 liter air beras, 2 ons gula merah	15 hari	Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
2	Bonggol pisang	1 kg bonggol pisang, 2 liter air beras, 2 ons gula merah	7-14 hari	Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.

No	Bahan Sumber Bakteri	Kebutuhan Bahan	Waktu Pembuatan	Cara Penggunaan
3	Batang pisang	3 kg batang pisang, 5 liter air beras, ½ kg gula merah	14-21 hari	<p>Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah</p> <p>Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.</p>
4	Sampah sayuran	<ul style="list-style-type: none"> • 5 kg limbah sayuran hijau, • ¼ kg garam (sebanyak 5% dari berat limbah sayuran, ditaburkan pada setiap ketebalan 5 cm lapisan potongan sayuran), • 10 liter air cucian beras, • 2 ons gula merah (ditambahkan setelah 3 minggu proses fermentasi) 	minggu	<p>Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 2 ons gula merah</p> <p>Untuk pemupukan : 4 ml MOL + 2 liter air, semprot pagi dan sore. Untuk padi pada umur 10, 20, 30, dan 40 hari setelah tanam</p>

No	Bahan Sumber Bakteri	Kebutuhan Bahan	Waktu Pembuatan	Cara Penggunaan
5	Nasi basi	<ul style="list-style-type: none"> 10 sendok nasi basi, 4 genggam daun bambu lapuk, kertas koran, 4 liter air Cara : Letakkan daun bambu di atas koran, masukkan nasi, semprot air agar lembab, bungkus dengan koran, biarkan 4-5 hari akan terbentuk jamur, masukkan semua bahan ke dalam jerigen keadaan terbuka, biarkan 4-5 hari, saring dan MOL nasi siap digunakan 	<p>4-5 hari pertama terbentuk jamur,</p> <p>4-5 hari kedua terbentuk MOL</p>	1 liter MOL nasi + 5 liter air, aduk dan semprotkan pada tanaman
6	Keong mas	1 kg keong mas segar, 2 liter air kelapa, 2 ons gula merah	14 hari	<p>Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah</p> <p>Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.</p>
7	Urine (sapi, kelinci)	1 liter urine kelinci/ sapi, 2 kg gula merah	14-21 hari	Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
8	Daun Gamal	1 kg daun gamal, 2 liter air beras, 2 ons gula merah	21 hari	Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 10 liter air, semprot pagi dan sore.

No	Bahan Sumber Bakteri	Kebutuhan Bahan	Waktu Pembuatan	Cara Penggunaan
9	Limbah buah-buahan	2 kg limbah buah-buahan, 1 liter air kelapa, 3 ons gula merah	10-15 hari	Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.

4.4.2. Pembuatan mikorhiza

Untuk membuat pupuk hayati dari cendawan mikorhiza, maka pada tahap awal perlu mengetahui kelompok cendawan mikorhiza yang akan digunakan. Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa cendawan mikorhiza terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu : **Ektomikorhiza** dan **Endomikorhiza**. Cara pembuatan pupuk hayati masing-masing kelompok mikorhiza dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Jenis Ektomikorhiza

Kelompok cendawan ektomikorhiza dapat menghasilkan tubuh buah yang biasanya tumbuh di sekitar pohon inangnya. Jenis pohon yang bersimbiosis dengan kelompok ektomikorhiza antara lain: meranti, pinus, melinjo, ekaliptus, dan merbau. Cara pembuatan pupuk hayati ektomikorhiza adalah sebagai berikut :

- Panen tubuh buah di bawah tegakan pohon
- Belah tubuh buah dan ambil bagian daging buahnya yang mengandung jutaan spora
- Timbang 20 gram daging buah lalu masukkan dalam 1 liter air
- Blender hingga rata, maka MOL mikorhiza siap digunakan
- Masukkan 1 liter larutan mikorhiza tersebut ke dalam 5 liter air lalu aduk merata
- MOL Ektomikorhiza siap digunakan
- Cara menggunakan: suntikan 5 ml MOL ektomikorhiza di dekat perakaran bibit tanaman, ingat tidak semua tanaman dapat ditulari jamur ektomikorhiza. Tanaman yang dapat ditulari adalah : semua jenis meranti, pinus, ekaliptus, melinjo, merbau.

b. Jenis Endomikorhiza

Kelompok cendawan endomikrohiza tidak menghasilkan tubuh buah. Jenis cendawan endomikorhiza bersimbiosis dengan hampir sebagian besar jenis tanam-tanaman, baik tanaman pertanian, perkebunan, maupun kehutanan. Sporan cendawan endomikorhiza dapat diperbanyak dengan cara sebagai berikut:

- Pada tahap awal inokulum cendawan endomikorhiza dapat dibeli dari lembaga-lembaga penelitian mikrobiologi, antara lain: SEAMEO-Biotrop, LIPI, PAU IPB, Litbang Kehutanan, dll. Beberapa jenis endomikorhiza yang banyak dikembangkan antara lain : *Glomus fasciculatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus aggregatum*, *Gigaspora margarita*, dll
- Siapkan media tanaman yang telah steril sebanyak 20 kg (misalnya dikukus dalam drum selama 8 jam)
- Letakkan media tanam dalam bak-bak kecambah plastik atau papan kayu
- Taburkan benih tanaman inang, misalnya : *Centrosema* sp, cabe, bawang, tomat, shorgum pada media tanaman yang telah steril tersebut, biarkan benih berkecambah dan semai tumbuh
- Taburkan endomikorhiza yang telah dibeli tersebut di sekitar perakaran semai (1 kg endomikorhiza ditaburkan dalam 20 kg media tanaman)
- Selanjutnya dari 20 kg tanah yang populasi spora endomikorzianya sudah diperbanyak, maka dapat diperbanyak kembali pada media tumbuh berikutnya dengan cara yang sama yaitu megambil 1 kg tanah bermikorzia yang ditaburkan pada 20kg tanah steril yang sudah ditumbuhi tanaman inang.
- Biarkan selama 2-3 bulan, maka spora endomikrohiza akan memperbanyak diri
- Cara menggunakan : Letakkan 1 sendok makan MOL Endomikorhiza di sekitar perakaran tanaman

4.4.3. Pembuatan *Trichoderma* sp

Perbanyak jamur *Trichoderma* sp dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Perbanyak dari spora alam

- Siapkan limbah nasi dan dibersihkan dari sisa makanan yang lain, kemudian dicuci bersih
- Limbah nasi yang telah bersih, kemudian dijemur sampai kering (nasi aking)
- Nasi aking dicuci, kemudian ditiriskan

- Nasi aking dikukus selama 15 menit kemudian didinginkan
- Masukkan nasi kedalam plastik sebanyak 200 gr, padatkan, lipat bagian atas plastik kemudian dikukus selama 30 menit.
- Dinginkan, masukkan 1 sendok stater *Trichoderma* sp tutup plastik menggunakan steples.
- Simpan ditempat yang sejuk dan lembab dengan suhu 30° C
- Setelah 3 hari akan tubuh cendawan *Trichoderma* sp dan siap digunakan jika warnanya berubah menjadi hijau tua.
- Cara menggunakan : dengan ditabur di sekitar tanaman, sebagai campuran pupuk, disiram pada tanaman (dosis 5 sendok MOL *Trichoderma* dalam 1 ember air).

Perbanyakkan dari isolat murni

- Siapkan isolat murni berbagai jenis *Trichoderma* sp, dimana pengadaannya dapat diperoleh dari lembaga-lembaga penelitian mikrobiologi, seperti: SEAMEO-BIOTROP, IPB, Litbang Kehutanan Bogor, dll.
- Siapkan media PDA (*Potato Dektros Agar*) yang sudah disterilkan menggunakan *autoclave*. Tuang media PDA yang sudah disterilkan ke cawan petri.
- Masukkan isolat murni *Trichoderma* sp ke dalam media PDA dalam cawan petri. Proses ini dilakukan dalam ruang steril menggunakan alat *Laminar Air Flow*. Dalam 1-2 minggu seluruh media dalam cawan petri akan dipenuhi oleh jamur *Trichoderma* sp. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F0 *Trichoderma* sp.
- Siapkan media jagung atau shorgum dalam plastik PP (*polipropilena*), kemudian disterilkan. Media ini disebut F1. Setelah dingin, maka bibit F0 cendawan *Trichoderma* sp bisa dimasukkan ke dalam baglog F1 tersebut. Bibit jamur F0 yang ditumbuhkan pada media F1 tersebut akan memenuhi seluruh media baglog setelah 2 mingguan. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F1 *Trichoderma* sp.
- Siapkan media campuran dedak (15%), jagung (5%), kapur (1%), dan serbuk gergaji (79%), lalu masukkan ke dalam baglog plastik PP, kemudian disterilkan. Media ini disebut F2. Setelah dingin, maka bibit F1 cendawan *Trichoderma* sp bisa dimasukkan ke dalam baglog F2 tersebut. Bibit jamur F1 yang ditumbuhkan pada media F2 tersebut akan memenuhi seluruh media baglog setelah 2-3 mingguan. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F2 *Trichoderma* sp.
- Siapkan media campuran dedak (15%), jagung (2%), kapur (2%), gips (2%), dan serbuk gergaji (79%), lalu masukkan ke dalam baglog plastik PP,

kemudian disterilkan. Media ini disebut F3. Setelah dingin, maka bibit F2 cendawan *Trichoderma* sp bisa dimasukkan kedalam baglog F3 tersebut. Bibit jamur F2 yang ditumbuhkan pada media F3 tersebut akan memenuhi seluruh media baglog setelah 3 mingguan. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F3 *Trichoderma* sp.

- Bibit F3 siap digunakan untuk tanaman sebagai pestisida hayati atau sebagai starter dalam proses pengomposan.



Pertumbuhan bibit F0 *Trichoderma* sp dalam media PDA di cawan petri



Pertumbuhan bibit F1 *Trichoderma* sp

DAFTAR PUSTAKA

Habibi, Lafran S.T. 2009. Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Rumah Tangga. Titian Ilmu. Bandung

<http://isroi.wordpress.com/2008/02/26/pupuk-organik-pupuk-hayati-dan-pupuk-kimia/>

http://id.wikipedia.org/wiki/Pupuk_organik

<https://id.wikipedia.org/wiki/Trichoderma>

Supriyanto. 1996. Penggunaan Inokulum Kelereng Alginat dalam Uji Efektifitas pada Semai Beberapa Jenis Dipterocarpaceae. Laporan DIP 1995/1996. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.

Supriyanto. 1997. Pengenalan Silvikultur Tanaman Hutan dan Teknik Pembibitan Tanaman Hutan. Makalah Pelatihan Manajemen Perbenihan dan Persemaian Tahun 1997 Tingkat Asper/KBKPH dan Sederajat. Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Cianjur.

Supriyanto and Ujang S. Irawan. 1997. Inoculation Techniques of Ectomycorrhizae. Seminar of Mycorrhizae, Ministry of Forestry-Overseas Development Administration/United Kingdom, 28-29 February 1997, Balikpapan, East Kalimantan.

Yuwono, Dipo. 2006. Kompos. Penebar Swadaya, Depok.



Manual Pembuatan Pupuk & Pestisida Organik
Yayasan Operasi Wallacea Terpadu (OWT) - Bogor, November 2017