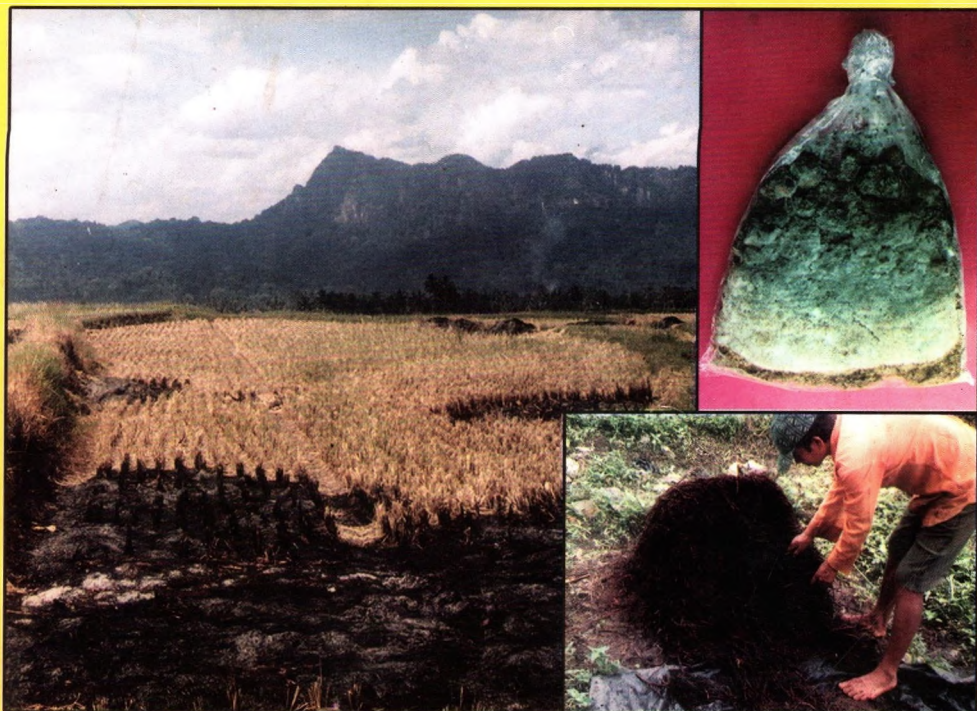


# Teknologi Pengomposan Cepat Menggunakan *Trichoderma harzianum*



Departemen Pertanian  
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat  
2001

***Monograf No. 6***

**Teknologi Pengomposan Cepat  
menggunakan *Trichoderma harzianum***

Oleh :  
***Yanti Mala***  
***Imran***  
***Yulinar Zubaidah***  
***Muir Jamalin***

**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian  
BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
SUMATERA BARAT  
2001**

## ***Monograf No. 6***

### **Penanggung Jawab:**

***Dr. Zainal Lamid MSc.***  
Kepala BPTP Sumatera Barat

### **Dewan Redaksi:**

***Buharman B.***  
***Yanti Mala***  
***Imran***

### **Redaksi Pelaksana:**

***Tri Susianti***  
***Tris Yanuarita***

### **Diterbitkan oleh:**

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat  
Sukarami-Solok, P.O Box 34 Padang 25001, Indonesia  
Telp. (0755) 21054, 31122, Fax (0755) 31138  
E-mail: [bptp-sukarami@padang.wasantara.net.id](mailto:bptp-sukarami@padang.wasantara.net.id)

***Dicetak oleh: CV. Hin's & Son Printing Solok***

## **KATA PENGANTAR**

Dari aspek sosial ekonomi, salah satu penyebab rendahnya hasil padi sawah pada beberapa lokasi adalah rendahnya takaran pupuk yang digunakan petani. Hal ini terjadi akibat daya beli yang terbatas, terutama dikaitkan dengan harga pupuk an organik yang cenderung semakin mahal, sehingga biaya produksi persatuan output menjadi lebih tinggi. Penggunaan jerami padi dengan cara pengomposan merupakan alternatif penting dalam mengatasi ketergantungan petani terhadap pupuk an organik. Teknis pengomposan relatif sederhana, bahan baku tersedia di lokasi, sehingga lebih praktis pembuatannya.

Monograf No. 6 ini menyajikan teknis pengomposan jerami padi sawah menggunakan *Trichoderma harzianum* yang dapat dipakai oleh petani padi sawah. Dengan cara ini diharapkan keterbatasan petani dalam pengadaan pupuk an organik dapat dikompensasi oleh pemakaian pupuk organik yang mereka hasilkan sendiri.

Kepada semua pihak yang telah membantu terbitnya monograf ini diucapkan terima kasih. Semoga ada manfaatnya.

Kepala Balai,

**Dr. Zainal Lamid MSc.**

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
I. PENDAHULUAN .....	1
II. KOMPOS .....	4
A. Mengenal Kompos .....	4
B. Kompos dan Kesuburan Tanah .....	6
C. Kompos dan Lingkungan Hidup .....	7
D. Pertanian Hijau .....	8
E. Prinsip Pengomposan .....	9
F. Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan ..	12
III. <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> RIVAI Aggr SEBAGAI DEKOMPOSER JERAMI PADI YANG EFEKTIF .....	15
A. <i>Trichoderma</i> Sebagai Dekomposer Yang Efektif .....	15
B. Prospek <i>Trichoderma harzianum</i> Sebagai Biologi Kontrol .....	17
IV. PROSES PENGOMPOSAN JERAMI PADI DENGAN <i>Trichoderma harzianum</i> .....	20
A. Cara Pembuatan Kompos Jerami .....	21
B. Kriteria Kompos yang Baik dan Matang .....	23
V. HASIL-HASIL PENELITIAN .....	24
VI PENUTUP .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Produksi padi sawah (t/ha) dengan pemberian kompos jerami padi pada beberapa lokasi di Sumatera Barat MT 1999/2000 .....	24
2. Hasil analisis kompos jerami padi di daerah Kuranji Kota Padang, MT 1999/2000 .....	25
3. Analisis jaringan tanaman padi umur 2 bulan setelah tanam di daerah Kurani, Kota Padang MT 1999/2000.....	26

## DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
1. Jamur <i>T. harzianum</i> dalam biakan murni .....	27
2. Aktivator formulasi BPTP terdiri dari <i>T. harzianum</i> , pupuk kandang, Urea, SP36, kapur .....	27
3. Proses pembuatan kompos dilapang. Penebaran aktivator diatas lapisan I.....	28
4. Proses pembuatan kompos di lapang. Penebaran aktivator untuk lapisan IV .....	28
5. Proses pembuatan kompos di lapang. Penutupan tumpukan dengan plastik .....	29
6. Kondisi kompos dilapang umur 3 minggu .....	29

## I. PENDAHULUAN

Sisa-sisa tumbuhan, hewan, dan mikroba tanah yang telah mati dan berada pada berbagai tingkat dekomposisi yang terdapat didalam atau di permukaan tanah disebut bahan organik. Kehadiran bahan ini didalam tanah dapat memberikan pengaruh baik terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pengaruh tersebut muncul setelah bahan tersebut mengalami perombakan. Oleh karena itu, bahan organik dapat meningkatkan status kesuburan tanah menjadi lebih baik dalam hubungan tanah-tanaman. Salah satu sumber bahan organik melimpah yang tersedia *insitu* (ditempat) adalah jerami padi.

Kebiasaan petani memperlakukan jerami disawah setelah panen yang sering terlihat adalah menebarkannya pada permukaan lahan hingga kering lalu ditumpuk pada beberapa tumpukan selanjutnya dibakar. Cara ini sulit untuk dihindari karena petani mempunyai waktu bera yang singkat. Dalam pertanian intensif, waktu bera berkisar 1 – 2 bulan. Oleh sebab itu petani lebih suka membakar jerami disawah. Disamping pendeknya masa bera, faktor lain yang menjadi alasan petani memilih untuk membakar jeraminya adalah karena lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengkomposkan limbah tersebut secara alami, yaitu sekitar 4 – 5 bulan dan bila jerami dibenam kedalam sawah akan mengganggu kerja mesin (traktor) dalam pengolahan sawah.

Semenjak dicabutnya subsidi pupuk oleh pemerintah, tataniaganya menjadi kacau yang menyebabkan pupuk menjadi mahal dan sulit didapat serta beredarnya beberapa jenis pupuk palsu. Akibat semua ini banyak petani yang

memupuk tanamannya dengan seadanya dan bahkan tidak memberikan pupuk sama sekali, sehingga menyebabkan hasil yang diperoleh tidak memuaskan. Mengatasi hal ini maka teknologi pengomposan jerami padi menggunakan *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu alternatif yang baik untuk diterapkan. Teknologi ini disamping dapat mempercepat proses pengomposan, juga menjadikan kompos yang dihasilkan kaya dengan hara makro dan mikro dibandingkan kompos yang dibuat secara tradisional atau alami.

Pengomposan jerami secara alami memerlukan waktu 4 – 5 bulan. Hal ini disebabkan karena sangat sedikitnya mikroba yang secara alami efektif untuk merombak limbah berselulosa tinggi seperti jerami padi. Tidak banyak jenis mikroba yang mampu menghidrolisis selulosa alami secara efektif. Beberapa mikroba terutama dari kelompok fungi memiliki kemampuan tinggi untuk menghidrolisis selulosa melalui aktivitas enzim selulase yang dimilikinya.

Enzim selulase terdiri dari tiga komponen enzim, yaitu: *selobiohidrolase*, *endoglukinase*, dan  $\beta$  *glukosidase* yang bekerja secara sinerjis memecah selulosa dalam. Mikroba yang mampu menghasilkan ketiga komponen selulase adalah *Trichoderma*, sehingga jamur ini sering disebut sebagai jamur selulolitik sejati. Disamping itu *Trichoderma* juga dikenal sebagai pengendali hayati dan mampu pula menghasilkan hormon tumbuh. Dari beberapa jenis *Trichoderma*, diketahui bahwa *Trichoderma harzianum* merupakan spesies yang paling efektif dalam mendegradasi bahan organik berselulosa tinggi seperti jerami padi. Potensi *Trichoderma harzianum* ini telah diuji pada beberapa penelitian dan pengkajian percepatan dan pengkayaan kompos dari jerami padi.

Dengan teknologi ini diharapkan kebiasaan petani membakar jerami disawah dapat dikurangi dan berangsur-angsur ditiadakan. Teknologi pengomposan ini tidak saja bisa memperpendek waktu pematangan kompos, tetapi dengan komposisi bahan yang digunakan dalam formulasinya akan menghasilkan kompos berkualitas tinggi yang mengandung hara makro dan mikro yang baik untuk pertumbuhan dan peningkatan hasil tanaman, khususnya padi sawah.

## II. KOMPOS

### A. Mengenal Kompos

Salah satu jenis pupuk organik adalah kompos. Karena hadirnya pupuk organik sangat diharapkan berarti kehadiran kompospun demikian. Kompos merupakan hasil fermentasi atau dekomposisi dari bahan-bahan organik seperti tanaman, hewan atau limbah organik lainnya (Murbandono, 1994). Secara ringkas berikut ini beberapa bahan-bahan organik sebagai bahan baku kompos.

Asal	Bahan
1. Pertanian	
• Limbah dan residu tanaman	Jerami dan sekam padi, gulma, batang dan tongkol jagung, semua bagian vegetatif tanaman, batang pisang, sabut kelapa
• Limbah dan residu ternak	Kotoran padat limbah ternak cair, limbah pakan ternak, cairan biogas
• Pupuk hijau	Glirisida, terrano, mukuna, turi, lamtoro, sentrosema, albisia
• Tanaman air	Azola, ganggang biru, enceng gondok, gulma air
• Penambat Nitrogen	Miktoorganisme, mikoriza, rhizobium, biogas
2. Industri	
• Limbah padat	Serbuk gergaji kayu, blotong kertas, ampastebu, limbah kelapa sawit, pengalengan makanan dan pematangan hewan.
• Limbah cair	Alkohol, limbah pengolahan kertas, ajinomoto, limbah pengolahan minyak kelapa sawit.

\*)Sumber: Rachman Sutanta *dalam* Media Komunikasi Tani Lestari, Desember.

Menurut Soedijanto dan Hadmadi (1977) Penggunaan kompos sebagai pupuk sangat baik karena dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut.

- Menyediakan unsur hara mikro bagi tanaman.
- Menggemburkan tanah
- Memperbaiki struktur dan tekstur tanah
- Meningkatkan porositas, aerasi, dan komposisi mikro-organisme tanah
- Meningkatkan daya ikat tanah terhadap air
- Memudahkan pertumbuhan akar tanaman
- Menyimpan air tanah lebih lama
- Mencegah lapisan kering pada tanah
- Mencegah beberapa penyakit akar
- Menghemat pemakaian pupuk kimia dan atau pupuk buatan
- Menyediakan makanan bagi plankton yang menjadi makanan udang atau ikan
- Meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk kimia
- Menjadi salah Satu alternatif pengganti (substitusi) pupuk kimia karena harganya lebih murah, berkualitas dan akrab lingkungan.
- Bisa menjadi pupuk masa depan karena pemakaiannya yang lebih hemat, sebagai contoh untuk tanaman pangan hanya memerlukan 0,5 kg tiap M<sup>2</sup> untuk tiap musim
- Bersifat multiguna karena bisa dimanfaatkan untuk bahan dasar pupuk organik yang diperkaya dengan mineral, inokulum bakteri pengikat N, dan inokulum bakteri pemfiksasi P; media tanam dalam bentuk pelet; biofilter pada sistem pengomposan tertutup dan untuk briket bahan bakar.
- Bersifat multi lahan karena bisa digunakan dilahan pertanian, perkebunan, reklamasi lahan kritis, padang golf, dll.

## **B. Kompos dan Kesuburan Tanah**

Salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah adalah bahan organik (salah satunya kompos). Oleh karenanya, penambahan bahan organik ke dalam tanah amat penting. Bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan kotoran hewan, sisa jutaan makhluk-makhluk kecil dan sebagainya mengalami proses perubahan dahulu agar dapat digunakan oleh tanaman. Tanpa perubahan, unsur hara dalam bahan-bahan tersebut tetap dalam keadaan terikat sehingga peruraian bahan organik, unsur hara mengalami pembebasan dan menjadi bentuk larut yang bisa diserap tanaman. Proses perubahan ini disebut pengomposan.

Bahan organik yang telah mengalami pengomposan mempunyai peran penting bagi perbaikan mutu dan sifat tanah. Berikut ini sejumlah peran penting tersebut:

1. Memperbesar daya ikat tanah yang berpasir (memperbaiki struktur tanah berpasir) sehingga tanah tidak terlalu bederai (mawur – bahasa Jawa ).
2. Memperbaiki struktur tanah liat atau berlempung sehingga tanah yang semula berat akan menjadi ringan.
3. Memperbesar kemampuan tanah menampung air sehingga tanah dapat menyediakan air lebih banyak bagi tanaman.
4. Memperbaiki drainase dan atau tata udara tanah (terutama tanah yang berat) sehingga kandungan air mencukupi dan suhu tanah lebih stabil

5. Meningkatkan pengaruh positif dari pupuk buatan (bahan organik menjadi penyeimbang bila pupuk buatan membawa efek yang negatif).
6. Mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara sehingga tanah menjadi lebih "perkasa", tidak mudah larut oleh air pengairan atau curah hujan

Mengingat pentingnya fungsi bahan organik dan makin intensifnya penggunaan pupuk buatan di zaman modern ini maka perlu diperhatikan kebutuhan tanah akan bahan-bahan organik tersebut. Salah satu kebutuhan itu bisa dipenuhi oleh kompos, selain pupuk organik lainnya.

### **C. Kompos dan Lingkungan Hidup**

Kita ketahui bahwa sebenarnya bahan baku kompos adalah sampah. Sampah merupakan limbah padat yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dibuang atau dikelola agar tidak mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan. Oleh karenanya sampah harus ditanggulangi sebaik-baiknya. Pengolahan sampah organik menjadi kompos itu bisa mengatasi masalah lingkungan, sebab bisa mengubah lingkungan yang semula kotor, berbau dan dikerumuni lalat menjadi lingkungan yang bersih. Segala timbunan sampah yang semula tak berguna dapat dimanfaatkan lagi (didaur ulang).

Sebelum didaur ulang, sebaiknya sampah tersebut dipilah dahulu menjadi tiga kelompok yaitu :

- Sampah yang dapat langsung dipasarkan, seperti karton, kertas, besi, kaleng, dan botol.

- Sampah organik seperti rumput, sisa sayur, sisa makanan, dedaunan dan ranting.
- Sampah berbahaya dan beracun seperti bekas suntikan, bahan kimia, pecahan botol dan baterai.

Jika ketelitian dan kedisiplinan itu betul-betul dijalankan, banyak manfaat yang diperoleh dari daur ulang, diantaranya :

- Meringankan beban pengelolaan sampah
- Mengurangi pencemaran lingkungan dan
- Mendapatkan nilai tambah dalam penghasilan sehari-hari.

#### **D. Pertanian Hijau**

Kompos sebagai bagian pupuk organik mempunyai masa depan yang cerah. Penggunaan berbagai pupuk organik dilahan pertanian terbukti telah dapat meningkatkan produksi, sehingga pada gilirannya akan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani. Kompos juga terbukti memperbaiki struktur dan kesuburan tanah sebab berhasil mengikat unsur organik dalam tanah yang umumnya tinggal sekitar 1%. Dengan penggunaan pupuk organik, perbaikan akan terus berlangsung. Untuk sementara ini, jika bisa menjadi 2% saja, sudah berarti kemajuan yang luar biasa.

Dengan kompos, maka kultur pertanian akan kembali ke bahan-bahan organik. Bahan organik yang mengandung lignin tinggi (seperti serbuk gergaji, ampas tebu, dan sampah daun) akan memperbaiki struktur jaringan tanaman. Dari hasil uji coba pemupukan kompos padi tidak perlu disemprot dengan pestisida karena hama tidak tertarik untuk memangsanya.

Selain sampah, dalam pembuatan kompos, dapat menggunakan limbah lainnya, baik dari peternakan atau pertanian lainnya. Dengan pemanfaatan limbah tersebut maka ada gejala peradaban sehat kembali ke alam. Dalam konteks agraria, ini disebut kultur pertanian hijau. Semua pihak tidak hanya memproduksi untuk bisnis saja, tetapi juga membuat petani mandiri dan tidak bergantung pada pemakaiin bahan impor dan bahan kimia yang bisa mengganggu lingkungan. Jika budaya pertanian hijau berjalan mulus, akan lebih meluas pula kepedulian orang pada alam lingkungan.

## **E. Prinsip Pengomposan**

Bahan organik tidak dapat langsung digunakan atau dimanfaatkan oleh tanaman karena perbandingan C/N dalam bahan tersebut relatif tinggi atau tidak sama dengan C/N tanah. Nilai C/N merupakan hasil perbandingan antara karbohidrat dan nitrogen. Nilai C/N tanah sekitar 10 – 12. Apabila bahan organik mempunyai kandungan C/N mendekati atau sama dengan C/N tanah maka bahan tersebut dapat digunakan atau diserap tanaman. Namun umumnya bahan organik yang segar mempunyai C/N yang tinggi, seperti jerami padi 50–70; daun-daunan >50 (tergantung jenisnya); cabang tanaman 15 – 60 (tergantung jenisnya); kayu yang telah tua dapat mencapai 400 (Indriani, 1999) selanjutnya dikatakan prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N ratio bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Dengan semakin tingginya C/N bahan, maka proses pengomposan akan semakin lama kerana C/N harus diturunkan. Waktu yang diperlukan untuk menurunkan C/N tersebut bermacam-macam dari 3 bulan hingga tahunan. Hal ini terlihat dari proses pembuatan humus dialam, dari bahan organik untuk menjadi

humus diperlukan waktu bertahun-tahun (humus merupakan hasil proses lebih lanjut dari pengomposan).

Dalam proses pengomposan terjadi perubahan seperti; (1) Karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak dan lilin menjadi  $\text{CO}_2$  dan air; (2) Zat putih telur menjadi amonia,  $\text{CO}_2$  dan air; (3) Peruraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman. Dengan perubahan tersebut, kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (amonia) meningkat dengan demikian C/N semakin rendah dan relatif stabil mendekati C/N tanah.

Pengomposan atau dekomposisi merupakan peruraian dan pematangan bahan-bahan organik secara biologi dalam temperatur termofilik (temperatur yang tinggi) dengan hasil akhir bahan yang cukup bagus untuk digunakan ke tanah tanpa merugikan lingkungan. Temperatur termofilik terjadi karena kelembaban dan suasana aerasi yang tertentu. Setelah temperatur tercapai, mikroorganisme dapat aktif menguraikan bahan organik.

Pengomposan dapat terjadi dalam kondisi aerobik dan anaerobik. Pengomposan aerobik yang terjadi dalam keadaan ada  $\text{O}_2$ , sedangkan pengomposan anaerobik akan dihasilkan  $\text{CO}_2$ , air dan panas sedangkan dalam pengomposan anaerobik dihasilkan metana (alkohol),  $\text{CO}_2$  dan senyawa antara lain seperti asam organik. Dalam proses pengomposan anaerobik sering menimbulkan bau yang tajam, sehingga teknologi pengomposan banyak ditempuh dengan cara anaerobik.

Dengan mengetahui proses dekomposisi dan faktor yang mempengaruhinya maka proses dekomposisi dapat dilakukan

dengan baik. Proses dekomposisi dapat berjalan lancar bila kondisi lingkungan terkontrol, kondisi yang perlu dijaga adalah: (1) kadar air, (2) aerasi dan (3) temperatur.

### 1. Kadar air

Kadar air harus dibuat dan dipertahankan sekitar 60%. Kadar air yang berkurang dari 60% menyebabkan bakteri tidak berfungsi sedangkan bila lebih dari 60% akan menyebabkan kondisi anaerob, padahal proses penguraian dengan Stardec akan berlangsung dalam kondisi aerob. Kadar air dapat diukur dengan cara yang mudah, yaitu dengan meremas bahan. Kadar air 60% dicirikan dengan bahan yang terasa basah bila diremas, tetapi air tidak menetes.

### 2. Aerasi

Pada dekomposisi aerob, oksigen harus tersedia cukup didalam tumpukan. Apabila kekurangan oksigen, proses dekomposisi tidak dapat berjalan. Agar tidak kekurangan oksigen, tumpukan kompos harus dibalik minimal seminggu sekali. Selain itu dapat juga dilakukan dengan cara force aeration (menghembuskan udara dengan kompresor) atau dengan cerobong (memasukkan udara melalui cerobong), Namun pemberian aersi yang terbaik adalah dengan pembalikan bahan. Perlakuan ini sekaligus untuk homogenisasi bahan

### 3. Temperatur

Selama proses dekomposisi, temperatur dijaga sekitar 60°C selama 3 minggu. Pada temperatur tersebut, selain bakteri

bekerja secara optimal, akan terjadi penurunan C/N ratio dan pemberantasan bakteri patogen maupun biji gulma.

## **F. Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan**

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan yaitu: nilai C/N bahan, kelembaban dan aerasi, temperatur dan keasaman (pH). Hal-hal yang perlu diperhatikan agar proses pengomposan dapat berlangsung lebih cepat antara lain sebagai berikut :

### **1. Nilai C/N bahan**

Semakin rendah nilai C/N bahan, waktu yang diperlukan untuk pengomposan semakin singkat.

### **2. Ukuran bahan**

Bahan yang berukuran lebih kecil akan lebih cepat proses pengomposannya karena semakin luas bahan yang tersentuh dengan bakteri. Untuk itu bahan organik perlu dicacah hingga berukuran 0,5 – 1 cm, sedangkan bahan yang tidak keras dicacah dengan ukuran yang agak besar sekitar 5 cm. Pencacahan bahan yang tidak keras sebaiknya tidak terlalu kecil karena bahan yang terlalu hancur (banyak air) kurang baik (kelembabannya menjadi tinggi).

### **3. Komposisi bahan**

Pengomposan dari beberapa macam bahan akan lebih baik dan lebih cepat. Pengomposan bahan organik dari tanaman akan lebih cepat bila ditambah dengan kotoran

hewan. Ada juga yang menambah bahan makanan dan zat pertumbuhan yang dibutuhkan mikroorganisme, sehingga selain dari bahan organik, mikroorganisme juga mendapatkan bahan tersebut dari luar.

#### **4. Jumlah Mikroorganisme**

Biasanya dalam proses ini bekerja bakteri, fungi, actinomycetes, dan protozoa. Sering ditambahkan pula mikroorganisme ke dalam bahan yang akan dikomposkan. Dengan bertambahnya jumlah mikroorganisme, diharapkan proses pengomposan akan lebih cepat.

#### **5. Kelembaban dan aerasi**

Umumnya mikroorganisme tersebut dapat bekerja dengan kelembaban sekitar 40 – 60%. Kondisi tersebut perlu dijaga agar mikroorganisme dapat bekerja secara optimal. Kelembaban yang lebih rendah atau lebih tinggi dapat menyebabkan mikroorganisme tidak berkembang atau mati. Adapun kebutuhan aerasi tergantung dari proses berlangsungnya pengomposan tersebut aerobik atau anaerobik.

#### **6. Temperatur**

Temperatur optimal sekitar 30–50°C (hangat). Bila temperatur terlalu tinggi mikroorganisme akan mati. Bila temperatur relatif rendah mikroorganisme belum dapat bekerja atau dalam keadaan dorman. Aktivitas mikroorganisme dalam proses pengomposan tersebut juga menghasilkan panas, sehingga untuk menjaga temperatur tetap optimal sering dilakukan pembalikan. Namun, ada

mikroba yang bekerja pada temperatur yang relatif tinggi yaitu 80°C, seperti *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga sp.* kedua jenis mikroba ini digunakan sebagai aktivator dalam proses pengomposan skala besar atau skala industri, seperti pengomposan tandan kosong kelapa sawit.

## 7. Keasaman (pH)

Keasaman atau pH dalam tumpukan kompos juga mempengaruhi aktivitas mikroorganismenya. Kisaran pH yang baik yaitu sekitar 6,5 – 7,5 (netral). Oleh karena itu, dalam proses pengomposan sering diberi tambahan kapur atau abu dapur untuk menaikkan pH. Proses pengomposan dapat dipercepat dengan bantuan aktivator antara lain *Trichoderma harzianum*.

### **III. *TRICHODERMA HARZIANUM* RIVAI Aggr SEBAGAI DEKOMPOSER JERAMI PADI YANG EFEKTIF**

Penurunan kandungan bahan organik pada tanah-tanah sawah antara lain disebabkan oleh kurang atau tidak adanya pengembalian jerami padi kesawah setelah panen. Hal ini disebabkan karena jerami padi banyak mengandung selulosa dan lignin, sehingga memerlukan waktu yang relatif lama. Sementara itu petani selalu di buru dengan musim tanam yang padat setelah panen.

Pengembalian jerami segar ketanah, selain dapat menurunkan hasil tanaman, juga mengganggu pengolahan tanah serta akhir-akhir ini dikuatirkan sebagai penyumbang gas meltan terbesar, karena terjadinya perombakan jerami secara anaerobik. Oleh sebab itu salah satu alternatif pemanfaatan limbah jerami padi sebagai bahan organik yaitu dengan jalan mengomposkannya.

#### ***Trichoderma* Sebagai Dekomposer Yang Efektif**

Salah satu faktor penentu kecepatan perombakan bahan organik adalah tersedianya organisme perombak yang sesuai dengan kandungan senyawa dari bahan yang akan dirombak tersebut. Dari berbagai pustaka (Alexander, 1977; Gaur, 1982; Rasales dan Mew, 1986) diketahui bahwa *Trichoderma harzianum* adalah salah satu jenis fungi yang potensial untuk merombak jerami padi. Hal ini disebabkan karena *Trichoderma* mempunyai enzim-enzim perombak selulosa yang lebih komplif jika dibandingkan dengan fungi-fungi lainnya.

Menurut Wiseman (1981). *Trichoderma* mempunyai 3 jenis enzim yaitu: (1) Enzim C1 (*Selulose hidrolase*) yang aktif merombak selulosa alami seperti: kapas, dan jerami padi; (2) Enzim Cx (*Endoglukanase*) yang aktif menghidrolisis selulosa terlarut seperti CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*); dan (3) Enzim Selubiasa (*B-glukosidase*) yang aktif menghidrolisis unit-unit selubiosa menjadi molekul-molekul glukosa. Ini artinya enzim C1 akan menghidrolisis selulosa alami menjadi bentuk yang teracak atau terganggu. Setelah itu enzim Cx akan mengurai atau menghidrolisis bentuk yang sudah tidak menentu ini menjadi unit-unit selubiosa. Dengan adanya enzim selubiasa maka unit-unit selubiosa ini di hidrolisis lagi menjadi molekul-molekul gula (glukosa). Pada kondisi ini sudah selesai proses penguraian selulosa.

Lebih lanjut diterangkan oleh Reese *et al* (1950) enzim C1 dan Cx pada *Trichoderma* ini bekerja secara sinergis, sehingga proses penguraian bisa berlangsung cepat dan intensif. Berdasarkan peluang perombakan atau dekomposisi bahan organik selulosa ini bisa berjalan intensif.

Spesies *Trichoderma* yang memiliki enzim lengkap ialah *Trichoderma harzianum* Rivai Aggr dengan kemampuan: (1) *Trichoderma harzianum* mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi. Hal ini sangat diperlukan sekali dalam proses perombakan bahan organik, karena kemampuan hifanya membalut atau menyelimuti atau menjalari tumpukan bahan yang akan dihancurkan sangat tergantung dengan kecepatan tumbuh tersebut. Semakin cepat bahan diselimuti oleh hifa, makin cepat pula bahan itu dirombak, karena enzim akan dihasilkan oleh benang-benang fungi tersebut; (2) *Trichoderma harzianum* ini mempunyai laju respirasi yang tinggi yaitu rata-rata 2,81-3,1 mg C-CO<sub>2</sub>/kg/hari artinya 1 kg bahan

organik mampu dilepaskannya 2,81-3,10 mg C dalam bentuk C-CO<sub>2</sub> perhari atau 0,28-0,31% C-CO<sub>2</sub> dirombak perhari oleh *Trichoderma*.

Pengujian *Trichoderma harzianum* secara laboratorium terhadap kecepatan laju pengomposan jerami padi telah dilakukan oleh Mala dan Iskandar (1995). Hasil pengujian diketahui bahwa kemampuan merombak jerami padi oleh strain-strain *Trichoderma harzianum* ini berkisar 19-30 hari. Sementara bila tidak diberi *Trichoderma* perombakan berlangsung sampai 59 hari. *Trichoderma harzianum* ini telah mampu meningkatkan kecepatan perombakan menjadi 29-40 hari. Petani tidak perlu lagi membakar jerami karena terdesak oleh musim tanam berikutnya. Waktu 1 bulan setelah panen yang biasanya digunakan petani untuk perbenihan dan mengolah tanah sangat pas untuk menunggu jerami padi menjadi kompos.

### **Prospek *Trichoderma harzianum* sebagai biologi kontrol**

*Trichoderma harzianum* telah lebih dahulu dikenal sebagai biologi kontrol atau jamur antagonis terhadap berbagai patogen tukar tanah (Soil borne). Mekanisme antagonisnya adalah melalui: (1) Antibiotis yaitu mengeluarkan anti biotik yang bisa membunuh lawannya; (2) Parasitisme, (3) kompetisi ruang dan makan; dan (4) Lisis.

Dalam menyerang patogen tanah biasanya *Trichoderma harzianum* melilit hifa inang dengan lilitan agak jarang. Bila lilitan menempel pada hifa inang akan dibentuk semacam pengait (Elad, Chet, Byle, dan Henis, 1983). Disamping melilit hifa inang jamur ini juga akan mengeluarkan enzim B-1.3 glukonase dan kitinase (Lewis dan Papavizas, 1984) yang akan

menembus inang dan akhirnya akan terjadi lisis. Sementara karena sifat hifa *T. harzianum* yang tumbuh cepat dia mampu berkompetisi dalam mengambil ruang sehingga lawannya menjadi mati atau tertekan karena kurang gerak dan makanan.

*T. harzianum* telah digunakan 60-80% untuk pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman tomat, melon, kapas, dan *T. culmoum* pada gandum secara alami dilapangan yaitu dengan menginokulasi benih dengan *T. harzianum*, yang dicampurkan bersama kompos saat akan memindahkan kelapangan (Campbel, 1989).

Pengujian *Trichoderma harzianum* hasil inokulasi BPTP Sumbar pun telah banyak dilakukan untuk pengendalian penyakit. Hasil penelitian Adri (1987), dengan menggunakan berbagai dosis kompos *T. harzianum* mampu menekan penyakit layu *Fusarium* pada tomat. Begitu juga pengujian yang dilakukan oleh Hanim (1987) pada tingkat kematangan kompos *T. harzianum* mampu menekan penyakit lebas kecambah pada bibit cabe. Aplikasi kompos *Trichoderma* 20, 40, 60, t/ha mampu menekan serangan layu fusarium pada tomat 6,01 – 0,08 pada umur 6 minggu sementara paket rekomendasi dan paket petani telah terserang masing-masingnya 30,24% dan 33,43%. Pada umur 11 minggu kompos *T. harzianum* masih mampu menekan serangan hingga 22,8%, sementara paket rekomendasi sudah 52,56% dan cara petani 70,0%. Dengan mempunyai *T. harzianum* menekan tingkat serangan penyakit ini memberikan pertumbuhan dan produksi yang baik bagi tanaman, sehingga kualitas tanaman menjadi meningkat.

Fungsi ganda dari *T. harzianum* ini, baik sebagai dekomposer maupun sebagai antagonis sangat menguntungkan petani kedepan. Harapan petani untuk dapat menggunakan pupuk organik dalam jumlah tinggi dengan tidak tergantung lagi dengan pupuk buatan dan sekaligus *T. harzianum* dapat berfungsi sebagai antagonis juga mengurangi ketergantungan pada pestisida yang sangat merusak lingkungan dan kesehatan dapat diwujudkan.

#### **IV. PROSES PENGOMPOSAN JERAMI PADI DENGAN *Trichoderma harzianum***

Pengomposan jerami padi dengan memakai dekomposer jamur *Trichoderma harzianum* pada prinsipnya adalah merupakan proses pelapukan jerami padi dengan hasil akhir berupa unsur hara tanaman dan humus. Humus merupakan sumber hara tanaman (C, N, P, S) dengan KTK yang tinggi dan dapat mengikat unsur-unsur mikro seperti Al, Fe dan Mn, dimana dalam jumlah yang banyak akan meracuni bagi tanaman. Disamping itu humus dapat mengadsorpsi kation-kation seperti Ca, Mg dan K, sehingga terhindar dari proses pelandaian (Sutedjo, 1992 dan Forth, 1988).

Pemakaian jerami padi sebagai bahan utama dalam pembuatan kompos adalah untuk memanfaatkan limbah hasil panen padi yang selama ini selalu dibakar oleh petani. Pembakaran jerami padi berarti hilangnya Karbon (C) dan Nitrogen (N) keudara. Disamping menaikkan pemanasan global dengan memasok gas CO<sub>2</sub> keudara, pembakaran jerami padi akan menyebabkan berkurangnya Karbon (C) yang tertinggal didalam tanah. Semuanya ini akan menurunkan kadar bahan organik tanah (Utomo, 2000)

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengomposan jerami padi adalah: jerami padi, pupuk Urea, pupuk TSP/SP36, kapur, pupuk kandang dan biang *Trichoderma harzianum*. Untuk pengomposan 1 m<sup>2</sup> jerami segar ( $\pm$ 100 kg jerami segar) dibutuhkan 2 kg pupuk Urea, 2 kg pupuk TSP/SP36, 1 kg kapur pertanian, 20 kg pupuk kandang, dan 0,5 kg biang *Trichoderma harzianum*. Untuk luas sawah 1 ha dengan hasil padi 5 ton gabah/ha akan menghasilkan jerami sebanyak 5 ton jerami segar (1:1) maka dibutuhkan bahan-bahan

pengomposan sebanyak 100 kg Urea, 100 kg TSP/SP36, 50kg kapur, 1000 kg pupuk kandang (1 ton) dan 25 kg biang *Trichoderma harzianum*.

## **Cara Pembuatan Kompos Jerami**

Jerami padi yang akan dijadikan kompos harus melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Jerami padi segar sesudah panen, direndam terlebih dahulu minimal 1 malam. Perendaman ini bertujuan agar jerami tetap lembab. Air sangat diperlukan dalam proses pengomposan, kekurangan air akan menyebabkan timbulnya banyak cendawan dan ini sangat merugikan, dan proses pengomposan tidak sempurna. Awal pengomposan dibutuhkan air cukup banyak untuk mengimbangi penguapan dan untuk mengaktifkan jasad renik.
2. Seluruh bahan aktifator seperti pupuk Urea, pupuk TSP/SP36, kapur, pupuk kandang dan biang *Trichoderma harzianum* dicampur dan diaduk merata.
3. Satu tumpukan jerami dengan ukuran yang ideal adalah  $1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ m}^3$  tumpukan setinggi  $1 \text{ m}^3$  tersebut dalam pembuatan kompos dibagi 4, masing-masing setinggi 25 cm.
4. Bahan aktifator untuk tumpukan setinggi  $1 \text{ m}^3$  ( $\pm 100 \text{ kg}$ ) juga dibagi 4 bagian.
5. Setiap tumpukan setinggi 25 cm ditaburi bahan aktifator secara merata sebanyak  $\frac{1}{4}$  bagian

6. Tumpukan dijadikan setinggi 1 m dan setiap ketinggian tumpukan 25 cm ditaburi secara merata dengan  $\frac{1}{4}$  bagian aktifator sampai ketinggian tumpukan 1 m.
7. Tumpukan yang sudah jadi dengan volume  $1 \text{ m}^3 (1 \times 1 \times 1)$  ditutup dengan plastik anti air, agar terlindung dari air hujan maupun terik matahari.
8. Lakukan pembalikan jerami setiap 1 minggu dengan cara memindahkan tumpukan paling atas menjadi tumpukan paling bawah dan seterusnya, sehingga tumpukan paling bawah menjadi tumpukan paling atas, lakukan penyiraman pada masing-masing tumpukan.
9. Pertahankan kelembaban kompos antara 60% sampai 80% selama proses pengomposan.

Mutu atau kualitas kompos yang dihasilkan sangat tergantung kepada teknik pembuatan kompos dilapangan. Untuk itu syarat-syarat yang harus dipenuhi akan pembuatan kompos jerami padi tersebut adalah :

1. Starter (biang) *Trichoderma harzianum* yang digunakan harus diketahui kualitas dan kemampuan tumbuhnya serta kemurniannya. Bila kemampuan tumbuh dan kemurnian tidak terjamin, maka proses pengomposan tidak akan sempurna dan kecepatan pengomposan akan terganggu.
2. Aerasi atau penghawaan sangat perlu dan di perhatikan *Trichoderma harzianum* membutuhkan  $\text{O}_2$  untuk hidup dan berkembang dengan baik, suasana aerob sangat mendukung aktifitas *Trichoderma harzianum* dalam pengomposan jerami padi. Kekurangan  $\text{O}_2$  atau anaerob sangat mengganggu memperlambat proses dekomposisi.

Pembalikan jerami padi 1 x seminggu, sudah cukup efektif untuk penyediaan O<sub>2</sub> bagi *Trichoderma harzianum*.

3. Air sangat dibutuhkan untuk menjaga kelembaban kompos selama proses pengomposan. Pada awal pengomposan penguapan cukup tinggi, karena temperatur yang tinggi 50°C - 60°C (Sutedjo, 1992) untuk itu diperlukan air yang cukup. Kelembaban yang optimal dalam proses pengomposan adalah 60% sampai 80%.
4. Kecepatan dekomposisi (Pengomposan) sangat tergantung kepada sifat/keadaan bahan yang dikomposkan. Jerami padi dengan kadar selulosa yang tinggi dan C/N < 30 membutuhkan Nitrogen (N), fosfor (P) yang tersedia untuk mempercepat proses pengomposannya (Sutedjo, dkk, 1991). Untuk itu pada pengomposan jerami padi diambilkan Urea sebagai sumber Nitrogen dan TSP/SP36 sebagai sumber Posphor.

### **Kriteria Kompos yang Baik dan Matang**

Kompos yang baik diberikan pada tanaman adalah kompos yang sudah matang. Pada kompos yang sudah matang, hampir tidak terjadi lagi proses penguraian. Penguraian dan unsur hara yang terkandung dalamnya sudah dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut Sutedjo, 1992 dan Waksman Cit Sutedjo 1991 kriteria kompos yang baik itu adalah :

1. Bewarna coklat gelap sampai hitam
2. Bersuhu dingin
3. Struktur lunak
4. Konsistensi gembur
5. Tidak berbau atau berbau daun lapuk

## V. HASIL – HASIL PENELITIAN

Pemakaian kompos jerami padi dibidang pertanian telah dicobakan pada beberapa komoditas pertanian di beberapa daerah di Sumatera Barat. Musim Tanam 1999/2000 pemakaian kompos jerami padi pada padi sawah telah dicobakan di lima lokasi di Sumatera Barat seperti pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Produksi padi sawah (t/ha) dengan pemberian kompos jerami padi pada beberapa lokasi di Sumatera Barat MT 1999/2000)**

Lokasi	Pupuk Rekomendasi	Kompos jerami/padi	Peningkatan hasil (Kg)
Sungai Tarab (Kab. Tanah Datar)	5,76	6,72	960
Payakumbuh	5,64	6,67	10,30
Kuranji (Ko. Padang)	5,31	5,47	600
Lambung Bukit (Ko. Padang)	4,53	4,55	200

Sumber: BPTP Sukarami 2000.

Keterangan: pupuk rekomendasi 150 kg Urea; 100 kg ZA; 100 SP36; 50 kg KCl/ha

Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa pemberian kompos menaikkan hasil, dibanding dengan pemberian pupuk an organik (pupuk rekomendasi) bila dilihat kenaikan hasil berkisar dari 200 kg/ha sampai 1030 kg/ha, kompos yang dipakai dalam penelitian ini termasuk kompos dengan kualitas yang baik. Dari Tabel 2 terlihat bahwa pengomposan jerami padi dengan memakai jamur *Trichoderma harzianum* dan ditambah Urea, SP36, kapur dan pupuk kandang memberikan hasil diatas kriteria kompos yang baik (Gaur, 1982). Rendahnya

C/N (<20) menunjukkan bahwa proses perombakan kompos jerami lebih sempurna, dan ini akan menyebabkan unsur-unsur hara yang terkandung dalam jerami padi baik makro maupun mikro lebih tinggi ketersediaannya bagi tanaman, hal tersebut disebabkan karena jamur *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu jamur potensial untuk merombak sellulosa (Alexander, 1978 dan Gaur, 1982) dari Tabel 2 terlihat bahwa untuk 1 ton kompos terdapat 15 kg N, yang setara dengan 35 kg Urea; 75,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> setara dengan 96,39 kg SP36 dan 29 kg K<sub>2</sub>O setara dengan 43,83 kg KCl. Selain pengembalian hara ke tanah, setiap ton kompos juga dapat mengembalikan 254,7 kg C Organik, yang sifatnya berfungsi memperbaiki sifat fisik tanah seperti struktur tanah, aerasi tanah dan juga meningkatkan aktifitas jasad renik tanah (Forth, 1988).

**Tabel 2. Hasil Analisis Kompos Jerami Padi didaerah Kuranji Kota Padang, MT 1999/2000.**

Jenis Analisis	Kadar	Kriteria Kompos Yang Baik
C Organik (%)	25,47	-
N – Total (%)	1,58	1,0 – 0,5
P – Total (%)	0,76	0,44
K	1,09	1,25
C/N	16,12	2,00
CTK	83,22	-

Sumber: Gaur, 1982

Hasil analisis jaringan tanaman padi pada umur dua (2) bulan setelah tanam di lokasi Kuranji Kota Padang (Tabel 3) terlihat bahwa penambahan kompos jerami padi berpengaruh baik terhadap serapan hara oleh tanaman padi. Penambahan kompos penuh, serapan unsur lebih tinggi, dibandingkan dari penambahan pupuk N, P dan K saja (150 kg Urea/ha + 100 kg ZA/ha + 100 kg SP36/ha + 50 kg KCl/ha).

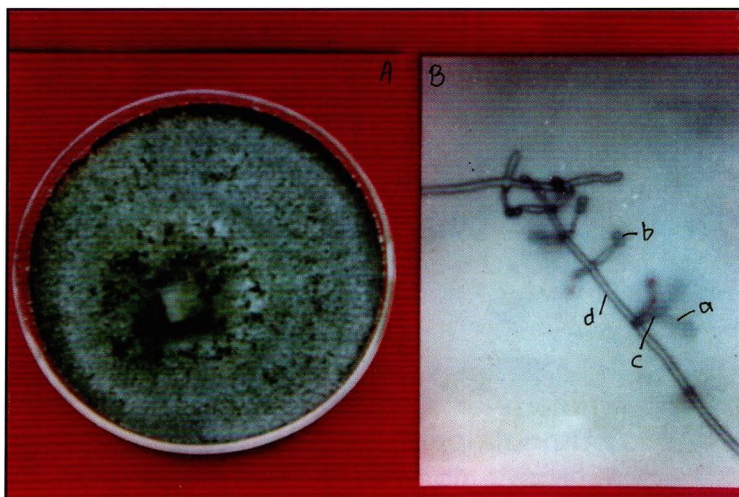
Dengan kata lain kompos dapat menggantikan pupuk Urea, SP36, ZA dan KCl dan malah terlihat bahwa serapan unsur Ca dan Mg lebih tinggi pada pemberian kompos penuh. Semuanya ini disebabkan karena selain kompos sebagai sumber hara, kompos juga mempunyai KTK yang tinggi yaitu 83,22 ml/100 g. Penggabungan (substitusi) KTK kompos dengan KTK tanah menghasilkan KTK Komplek tanah kompos yang lebih tinggi dari KTK tanah awal. Tingginya KTK tanah kompleks humus tersebut mengakibatkan kation-kation yang dapat dipertukarkan menjadi lebih tinggi, sehingga serapan hara juga menjadi lebih tinggi (Hardjowigeno, 1987; Forth, 1988).

Disamping hal-hal yang telah dibicarakan diatas, penambahan kompos ke dalam tanah akan mengaktifkan jasad-jasad relik tanah yang selama ini tertidur karena kekurangan bahan organik seperti jasad Nitrogen (N), jasad pelarut Fosfor (P) sehingga efisiensi pemupukan dapat ditingkatkan. Disamping itu penambahan kompos dapat meningkatkan kesuburan/kimia tanah, karena kompos merupakan sumber hara, meningkatkan KTK tanah dan dapat menekan aktifitas unsur-unsur logam dengan konsentrasi yang tinggi seperti Al, Fe dan Mn.

**Tabel 3. Analisis Jaringan Tanaman Padi Umur 2 bulan setelah tanam di daerah Kuranji, Kota Padang MT 1999/2000.**

Jenis Analisis	Pupuk rekomendasi (150 kg Urea + 100 kg Za + 100 Kg SP36 + 50 kg KCl/ha)	½ Kompos + ½ pupuk rekomendasi	Kompos Penuh	Kriteria kecukupan unsur untuk tanaman padi*)
N- total (%)	1,68	2,21	1,59	2,5
K- total (%)	3,04	3,84	2,79	1,0
Ca- total (%)	0,64	0,78	0,49	0,15
Mg- total (%)	0,22	0,23	0,2	1,10

Sumber: Sanchez, 1992.



Gambar 1. Jamur *T. harzianum* dalam biakan murni  
(doc. Yanti Mala 2000).



Gambar 2. Aktivator Formulasi BPTP terdiri dari *T. harzianum*,  
pupuk kandang, Urea, SP36, kapur (doc. Yanti Mala 2000).



Gambar 3. Proses pembuatan kompos di lapang. Penebaran aktivator diatas lapisan I (doc. Yanti Mala 2000).



Gambar 4. Proses pembuatan kompos di lapang. Penebaran aktivator untuk lapisan IV (doc. Yanti Mala 2000).



Gambar 5. Proses pembuatan kompos di lapang. Penutupan tumpukan dengan plastik (doc. Yanti Mala 2000).



Gambar 6. Kondisi kompos dilapang umur 3 minggu (doc. Yanti Mala 2000).

## VI. PENUTUP

Pembuatan kompos jerami menggunakan *Trichoderma harzianum* termasuk salah satu paket teknologi yang telah direkomendasikan oleh BPTP Sumatera Barat. Sosialisasinya telah dilakukan pada beberapa kesempatan baik melalui pelatihan petugas pertanian, maupun pelatihan lapang kepada petani dilapangan. Mengacu kepada hasil Litkaji pada MT 1999/2000 pada empat lokasi di Sumatera Barat, dibanding pemberian paket pupuk rekomendasi (Urea 150 kg; SP36 100 kg; ZA 100 kg; KCl 150 kg/ha), pemakaian pupuk kompos ternyata mampu meningkatkan hasil 200 – 1.030 kg gabah/ha. Dipihak lain mengingat harga pupuk an organik yang cukup mahal, biaya produksi pemakaian pupuk kompos jelas lebih rendah.

Kedua indikasi tersebut mendukung pernyataan bahwa pada kondisi harga pupuk yang meningkat sehingga petani tidak mampu menggunakan pupuk an organik dalam jumlah yang cukup, maka pemakaian pupuk kompos menjadi keharusan.

Atas dasar itu perlu upaya agar teknologi pengomposan cepat menggunakan *Trichoderma harzianum* bisa dilaksanakan oleh petani secara luas. Pemanfaatannya tidak terbatas untuk padi sawah dan menggunakan bahan baku jerami semata-mata, lebih jauh dapat digunakan untuk hampir semua tanaman budidaya. Patut dicatat bahwa penggunaan pupuk organik sebagai bagian dari pertanian organik menjadi salah satu pertimbangan mendasar terhadap produk pertanian pada era pasar bebas yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adri. 1997.** Pengaruh *Trichoderma harzianum* Rifai dalam berbagai takaran kompos jerami padi terhadap penyakit layu fusarium pada tomat. Tesis Sarjana Fakultas Pertanian Unand Padang.
- Alexander, M. 1978.** Introduction to soil mikro biology secon Ed. Wiley Easton Lin, NewDelhi, 467 pp
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarami 2000.** Pengomposan Jerami Padi dengan *Trichoderma harzianum*. Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif Sumatera Barat. Tidak diperdagangkan.
- Campbell, R. 1999.** Biological control of microbial plant pathogens. Cambridge University Press. Cambridge. 200p.
- Eland, Y., I. Chet, Boyle and Y. Henis. 1983.** Parasitism of *Trichoderma harzianum* on *Rhizoctoniasolani* and *sclerotium roffsii*. Scanning electron microscopy and flouescence microscopy. *Phytopathology* 73: 407-411.
- Forth, HD. 1988.** Dasar-dasar Ilmu Tanah. Edisi Ke tujuh. Diterjemahkan oleh Ir. Endang Dwi Purbayanti, MS; Ir Dwi Retno Lukiawati, MS; Ir. Rahayuning Trimulatsih. Editor Ir. Andani B. Hudoyo, MS. Fakultas Peternakan Universitas Diponogoro. Gajah Mada University Press.
- Gaur, 1982.** A Manual of Rural Composty improving soil fertility through organic recyling (FAO/UNDP regional project RAS/75/04) Project Field Document No. 15 FAO the united nation. 102 p

**Hanim, S.S. 1967.** Pengaruh berbagai lama pengomposan jerami padi oleh *Trichoderma harzianum* Rifai terhadap *Sclerotium raifsii* socc penyebab rebah kecambah bibit cabe. Tesis Sarjana, Fakultas Pertanian Unand Padang.

**Indriani, Yovita Hety.** Membuat Kompos secara kilat ( Jakarta: Penebar Swadaya, 1999.

**Lewis, J. A. and Papavizas. 1984.** A new approach to stimulate population proliferation *T. harzianum* and other potential biocontrol fungi introduced into natural soil. *Phytopathology* 76: 50-51.

**Mala, Y., dan I. Anas. 1995.** Pengomposan jerami padi dengan menggunakan *Trichoderma harzianum* Rifai aggr. *Jurnal tanah tropika.* ISSN 0852-257 x Th. I. No. 1.

**Mala, Y. 2000.** Pembuatan kompos jerami sebagai pupuk alternatif menggunakan *Trichoderma harzianum*. Rekomendasi Teknologi pertanian spesifik lokasi SK. Ka. Kanwil Dep. Pertanian Prop. Sumbar No. KP.160/96/Kpts/2000 k. No. 01/BPTP – SDP/Wil/99/00.

**Reese, E.T. G.H. Sil and H.S. Lavinson. 1950.** The biological degradation of soluble cellulase and derivate and its relation ship to the mechanism of cellulose hydrolisis. *J. Bacterial* 59: 485-497.

**Rivai, M.A. 1969.** A. revision of the genus *Trichoderma*. *Micological Paper* no. 116. 56p.

- Rosales, A.M. and T.W. New 1985.** Decomposition of rice straw by four species of *Trichoderma* in natural soil. IRRI, Manila, Philipines
- S.L Murbandono H.** Membuat Kompos Cet x 1 (Jakarta: Penerbit Swadaya, 1994).
- Soedijanto dan Hadmadi.** Pupuk: Kandang, Hijau, Kompos (Jakarta: PT Bumi Restu, 1997).
- Sutedjo, M.M; AG Nartasaputro, R.D.S Sastroatmodjo. 1991.** Micro Biologi Tanah. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutedjo, M.M. 1992.** Pupuk dan Cara Pemupukan Rineka Cipta. Jakarta.
- Utomo, M. 2000.** Olah Tanah Konservasi untuk mendukung Pertanian berkelanjutan berwawasan Agribisnis. Disampaikan pada Seminar Nasional Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi VII, Banjarmasin 23 – 24 Agustus 2000
- Wiseman, A. 1981.** Topics in Enzyme and fermentation biotechnology. Vol. 4. Ellis Harwood Limited. John Willey Sons. New York.

