

Sutarman  
Andriani Eko Prihatiningrum  
Agus Miftakhurrohmat



**TEKNOLOGI TEPAT GUNA  
APLIKASI PUPUK HAYATI PLUS  
PADA TANAMAN HORTIKULTUR**



UMSIDA PRESS

**TEKNOLOGI TEPAT GUNA**  
**APLIKASI PUPUK HAYATI PLUS**  
**PADA TANAMAN HORTIKULTUR**

Oleh  
**Sutarman**  
**Andriani Eko Prihatiningrum**  
**Agus Miftakhurrohmat**



**UMSIDA PRESS**

Diterbitkan oleh  
**UMSIDA PRESS**  
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo

ISBN: 978-623-6833-11-7  
Copyright©2020

All rights reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.  
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian  
atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun,  
secara elektronik, maupun mekanis, termasuk fotokopi,  
merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya,  
tanpa izin tertulis dari penerbit.  
[Berdasarkan UU No. 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta  
Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 27, Ayat (1), (2), dan (6)]

## **TEKNOLOGI TEPAT GUNA**

### **Aplikasi Pupuk Hayati Plus Pada Tanaman Hortikultur**

Penyusun

**Sutarman**

**Agus Miftakhurrohmat**

**Andriani E. Prihatiningrum**

Dosen Program Studi Agroteknologi

Fakultas Sains dan Teknologi,

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Editor

**Dyah Satiti**

Penerbit

**UMSIDA PRESS**

P3I Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Kampus 1 Universitas Muhamamdiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

Telp. +62 31 8945444

Fax +62 31 8949333

<https://p3i.umsida.ac.id>

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas tersusunnya petunjuk dalam pemanfaatan teknologi tepat guna (TTG) “Aplikasi Pupuk Hayati Plus Pada Tanaman Hortikultur” sebagai bagian dari luaran Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) 2020.

**Buku ini disusun untuk memberikan petunjuk praktis bagi masyarakat dan petani yang ingin mengaplikasikan secara mudah pupuk hayati dengan bahan aktif fungi *Trichoderma asperellum* Tc-Jro-01 dan bahan pembawa (*carrier agent*) sekaligus bahan pengisinya adalah kotoran ternak khususnya sapi.**

**Teknologi (TTG) aplikasi pupuk hayati ini sudah diuji-aplikasikan pada beberapa kelompok tani yang mengusahakan tanaman hortikultur pada lahan kering dan lahan basah sebagai pergiliran tanaman dengan tanaman padi.**

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada: Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA), Dekan Fakultas Sains dan Teknologi YMSIDA, dan Kepala Laboratorium Agrokompleks UMSIDA atas dukungan moril dan fasilitas yang disediakan bagi kelancaran penelitian dan penyusunan buku ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Sidoarjo, September 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
1. PENDAHULUAN .....	1
2. TRICHODERMA BAHAN AKTIF PUPUK HAYATI .....	4
3. PEMBUATAN BAHAN PEMBAWA BIOFERTILIZER .....	9
3.1 Perbanyak Mikroba Efektif .....	9
3.2 Cara Membuat Pupuk Organik .....	13
4. PEMBUATAN BIOFERTILIZER .....	17
4.1 Pembuatan Starter <i>Trichoderma</i> .....	17
4.2 Pembuatan Biofertilizer <i>Trichoderma</i> .....	19
5. APLIKASI BIOFERTILIZER .....	22
5.1 Aplikasi Saat Pengolahan Tanah .....	22
5.2 Aplikasi Saat tanam .....	23
5.3 Aplikasi Dalam Pemeliharaan .....	23
5.4 Aplikasi Dalam Pembibitan .....	24
5.5 Aspek Penting dalam Aplikasi .....	25
6. PEVALUASI APLIKASI BIOFERTILIZER PADA TANAMAN HORTIKULTUR .....	26
4.1 Monitoring.....	26
4.2 Evaluasi .....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	32

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Penampilan makroskopis <i>Trichoderma asperellum</i> isolat Tc-Jjo-01 .....	6
2 Penampilan mikroskopis <i>Trichoderma asperellum</i> isolat Tc-Jro-01 .....	7
3 Bahan alir perbanyak <i>effective microorganisms</i> .....	11
4 Bahan alir pembuatan pupuk organik sebagai bahan pembawa dan bahan pengisi <i>biofertilizer</i> .....	14
5 Tahapan pembuatan starter Trichoderma....	18
6 Tahapan pembuatan biofertilizer.....	20
7 Hasil monitoring pertumbuhan awal tanaman tomat dan cabe yang diberi biofertilizer .....	28
8 Produksi tanaman cabe yang diberi perlakuan biofertilizer Trichoderma pada daerah endemik penyakit antraknosa.....	30
9 Produksi tanaman bawang merah yang diberi perlakuan biofertilizer Trichoderma pada lahan kering yang kurang subur .....	31

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Penggunaan bahan kimia sintetis dalam tiap kegiatan usaha tani saat ini begitu massif. Baik di perkotaan dalam rangka budidaya tanaman di pekarangan hingga di lahan pertanian di berbagai ketinggian tempat dan pada berbagai komoditas yang diusahakan selalu tidak lepas dari aplikasi petisida dan pupuk kimia sintetis.

Meskipun disadari bersama oleh hampir semua pihak bahwa aplikasi bahan kimia yang bersifat toksik dapat mengancam kesehatan operator/petani dan masyarakat, namun ketergantungan yang telah tercipta selama kurun waktu yang panjang terhadap bahan kimia sintesis, maka begitu sulit untuk menerapkan bahan alternative yang ramah lingkungan. Fakta bahwa substitusi bahan kimia dengan bahan non kimia sintetis ternyata justru menurunkan hasil/panen yang pada akhirnya menimbulkan kerugian bagi petani.

Bayangan kegagalan meraih keuntungan dari usaha tani mempersulit upaya untuk secara bertahap melepaskan ketergantungan pada pupuk kimia dan pestisida kimia sintetis.

Tidak mudah bagi petani dan operator usaha tani di lapang untuk mengaplikasikan hasil-hasil riset penggunaan agensia hayati baik yang dirancang sebagai pupuk hayati maupun sebagai pengendali hama dan penyakit. Tampaknya konsep kesehatan tanaman belum

bisa dihayati oleh para pelaksana usaha tani dan pembudidaya tanaman.

Kesehatan tanaman sesungguhnya merupakan kunci bagi keberhasilan budidaya. Tanaman mungkin tidak sakit atau tidak dalam kondisi terserang pathogen penyebab penyakit, namun seringkali terjadi tanaman berada dalam kondisi yang rentan terhadap gangguan lingkungan baik yang berbentuk pathogen dan organisme hama maupu oleh dinamika fluktuasi kondisi fisik seperti suhu dan pH tanah. Pada tanaman yang sehat, maka potensi tanaman untuk terinduksi ketahanan akibat adanya tekanan lingkungan akan semakin tinggi. Di lain pihak ketahanan tanaman semata bukan ditentukan oleh potensi genetiknya sebagai varietas tahan, tetapi juga ditentukan oleh ketersediaan nutrisi yang lengkap dan cukup. Tanaman varetas tahan bisa saja rentan terserang pathogen tertentu karena tumbuh pada tempat yang secara biologi tidak subur. Ini sering trjadi pada lahan-lahan yang sudah terdegradasi akibat aktivitas budidaya yang tidak sehat.

Degradasi kualitas di banyak lahan pertanian membuatnya menjadi lahan marjinal dengan beberapa karakteristik seperti: kadar bagan organknya rendah di bawah dua persen [1], adanya cekaman kekeringan saat terutama musim kemarau [2], kemasaman tanah, kapasitas tukar kation dan status P yang rendah, serta rentan gangguan penyakit tanaman [3].



Ketahanan tanaman sesungguhnya bisa diciptakan melalui perbaikan ualitas media tumbuh tanaman. Harus ada upaya yang serius untuk mengubah status *suppressive soil* menjadi *condusive soil* di antaranya dengan pembenahan mikroba tanah.

Pemberian satu jenis mikroba yang menguntungkan bagi tanaman dapat memicu pertumbuhan mikroba menguntungkan lainnya di sekitar rhizosfer. *Trichoderma* merupakan fungi yang diketahui dapat menginduksi pertumbuhan mikroba menguntungkan lainnya di dalam tanah [4].

*Trichoderma* adalah salah satu fungi efektif yang berpotensi tinggi sebagai agensia biofertilizer. Fungi ini dapat diformulasi dengan berbagai bahan organik yang sehari-hari dikenal sebagai pupuk oranik. Pupuk organik adalah pupuk hasil proses bahan yang berasal dari bahan organik bisa berupa sisa tanaman dan/atau produk turunannya (limbah sayur, sisa panen, bahan yang berasal tanaman apapun jenisnya), dan kotoran ternak. Salah satu kotoran hewan ternak yang paling potensial di lingkungan peranian adalah kotoran sapi.

Buku ini berisi petunjuk aplikasi teknologi pemupukan yang menggunakan pupuk hayati fungi *Trichoderma* yang mampu memanfaatkan bahan organik di sekitarnya nutrisi bagi tanaman dan mikroba lain di rhizosfer sehingga dapat memberikan dukungan bagi pertumbuhan tanaman yang baik dan optimal.

## **BAB 2**

### **TRICHODERMA BAHAN AKTIF PUPUK HAYATI**

Biofertilisasi oleh mikroorganisme merupakan representasi hubungan antara *turn over* C-N tanah dan aktivitas enzim ekstraseluler seperti selulase (*exocellulase* dan  $\beta$ -glukosidase) dan protease [5].

Fungi agensia hayati bukan hanya penyumbang nutrisi di dalam tanah, tapi juga berperan dalam siklus dan pembentukan makroagregat tanah. Model konseptualnya dapat dijelaskan bahwa: bahan organik tanah dalam jangka panjang dilindungi oleh mikroagregat tanah dan stabilisasi bahan organik tanah ditanggung-jawabi oleh makroagregat tanah.

Salah satu fungi agensia hayati yang paling dipercaya dapat digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati (biofertilizer) adalah *Trichoderma*. Banyak spesies dari genus ini yang sudah ditemukan dan teruji efektif sebagai agen biofertilizer dan juga agen biokontrol.

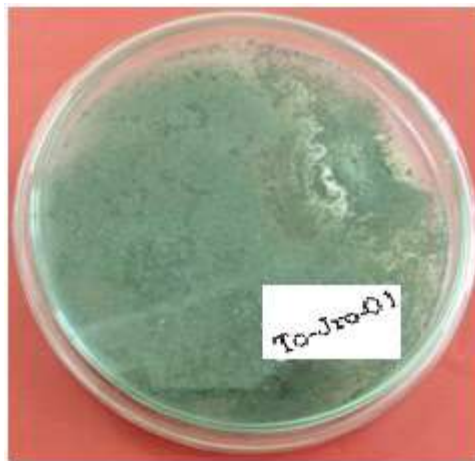
Fungi genus *Trichoderma* ada di mana-mana di seluruh dunia serta mudah diisolasi dari tanah, kayu yang melapuk, dan berbagai bentuk bahan organik lainnya. *Trichoderma* adalah fungi yang bisa digunakan sebagai pengendalia hayati di samping memiliki kemampuan sebagai agensia biofertilisasi bagi tanaman [6-7]. Fungi ini menghasilkan: senyawa antibiotik dan

toksin yang dapat menghambat patogen [8], menghasilkan berbagai enzim yang dapat merusak dinding sel fungi patogen dan menghambat patogen [9], serta menghasilkan enzim selulolitik yang dapat mendegradasi dinding sel dan bahan organik [10-11]. Kemampuannya menghasilkan senyawa ekstraselular yang dapat berperan sebagai senyawa pengatur pertumbuhan tanaman seperti auksin dan turunannya [12], menjadikannya sebagai agen biofertilisasi unggul yang dapat menjamin kebutuhan nutrisi dan pertumbuhan tanaman sekaligus mengurangi penggunaan pestisida sintetik [13].

Salah satu isolat *Trichoderma* potensial yang sudah teruji dan dimanfaatkan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) adalah *T. asperellum* isolat Tc-Jro-01 yang merupakan salah satu dari 30 isolat *Trichoderma* isolat koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Karakteristik isolate ini secara fisik-morfologis ditunjukkan oleh bentuk koloni di cawan petri yang ditumbuhkan pada media *Potato Dextrose Agar-chloramphenicol* (PDA-c) seperti terlihat pada Gambar 1. Warna koloni hijau keputih-putihan. Sesungguhnya warna hifa dan miselium adalah putih. Pada hari ketiga biasanya koloni memunculkan warna putih, namun pada hari keempat sudah mulai muncul warna hijau yang tampak samar. Warna hijau sesungguhnya adalah

warna konidiospora. Propagul ini adalah struktur dari jamur untuk bertahan hidup dan melangsungkan eksistensinya di lingkungannya. Umur sel-sel hifa yang menjalin miselium relative pendek. Oleh karenanya sebelum sel menu, bagian ujung dari percabangan hifa akan mengalami modifikasi bentuk menjaid membulat dan mengeras; proses ini diikuti oleh munculnya citra warna hijau. Warna hijau akan makin kuat ketika kolon berumur di atas satu minggu. Untuk satu cawan petri, seluruhnya akan tertutup anyaman miselium dan didominasi warna hijau ketika usia biakan menjadi sekitar dua minggu.



Gambar 1. Penampilan makroskopis koloni *Trichoderma asperellum* isolat Tc-Jro-01 koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Muhamamdiyah Sidoarjo pada media PDA-c.

Sementara itu secara mikroskopis penampilan hifa dan percabangan serta sporanya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penampilan mikroskopis *Trichoderma asperellum* isolat Tc-Jro-0q; koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Muhamamdiyah Sidoarjo.

Hifa hialin tampak bersepta membentuk siku-siku dengan ukuran diameter hifa rata-rata berkisar antar 2-3 µm. Tangkai konidia atau konidiofor juga tidak berwarna atau hialin, berbentuk seperti pyramid, tegak bercabang, dan ber dinding licin. Sementara itu filid tebal dengan ukuran 5-7 µm. Seluruh bagian ini tidak berwarna atau jika diamati secara mata telanjang akan tampak citra warna putih. Konidia bersel satu dan akan lepas dari konidiofor; bentuknya cenderung membulat atau oval, warna hijau, dan ukuran antara 2.5-3.5 µm.

Spora *Trichoderma* atau disebut sebagai konidiospora yang terbentuk dari ujung-ujung hifa yang terangkum dalam konidiospor itu dalam cawan petri yang sudah lama masa inkubasinya akan terus bertahan tidak melakukan aktivitas metabolisme yang berarti. Sementara itu ketika sudah lebih dari satu bulan, atau tergantung pada kualitas media kultur dan lingkungan, akan mengalami kematian. Ketika konidiospora berada di tempat yang lembab dan tersedia nutrisi, maka akan berkecambah dan memulai pertumbuhan hifa dan perkembangan miselium.

## **BAB 3**

### **PEMBUATAN BAHAN PEMBAWA BIOFERTILIZER**

Sebelum melakukan pembuatan biofertilizer yang bisa dilakukan oleh petani dan masyarakat pengguna adalah membuat pupuk kandang dengan bantuan mikroba efektif. Mikroba efektif (*effective microorganisms* disingkat EM) yang digunakan dapat berupa isolat tunggal atau konsorsium (kumpulan berbagai jenis mikroba efektif). Dalam petunjuk ini digunakan mikroba efektif konsorsium yang mudah didapat di toko pertanian.

#### **3.1 Perbanyak Mikroba Efektif**

Tujuannya perbanyak untuk menghasilkan populasi EM (mikroba efektif) dalam jumlah banyak yang akan digunakan dalam proses pembuatan pupuk kandang yang akan digunakan sebagai bahan pembawa (*carrier*) sekaligus bahan pengisi (*inert agent*) pupuk hayati (biofertilizer) *Trichoderma*.

Secara teknis: dari 100 ml cairan formulasi EM dengan kepadatan rata-rata populasi  $10^6$  per ml menjadi (misalnya) 100 liter (atau 100.000 ml) dengan kepadatan rata-rata populasi sedikitnya  $10^5$  per ml atau dari total awal 100 (ml)  $\times 10^6 = 10^8$  (yang terkandung dalam 100

ml) menjadi  $200.000 \text{ (ml)} \times 10^5 = 2 \times 10^{10}$  (yang terkandung dalam 200 liter).

Bahan yang diperlukan adalah: gula pasir 200 gr, urea kurang lebih 10-20 gr, cucian beras (usahakan cuci dengan air sumur) 10 liter, bekatul (jika ada) kurang lebih  $\frac{1}{2}$  Kg (rendam selama 2 jam; hanya di ambil airnya), dan air sumur (jangan gunakan air PAM/ledeng).

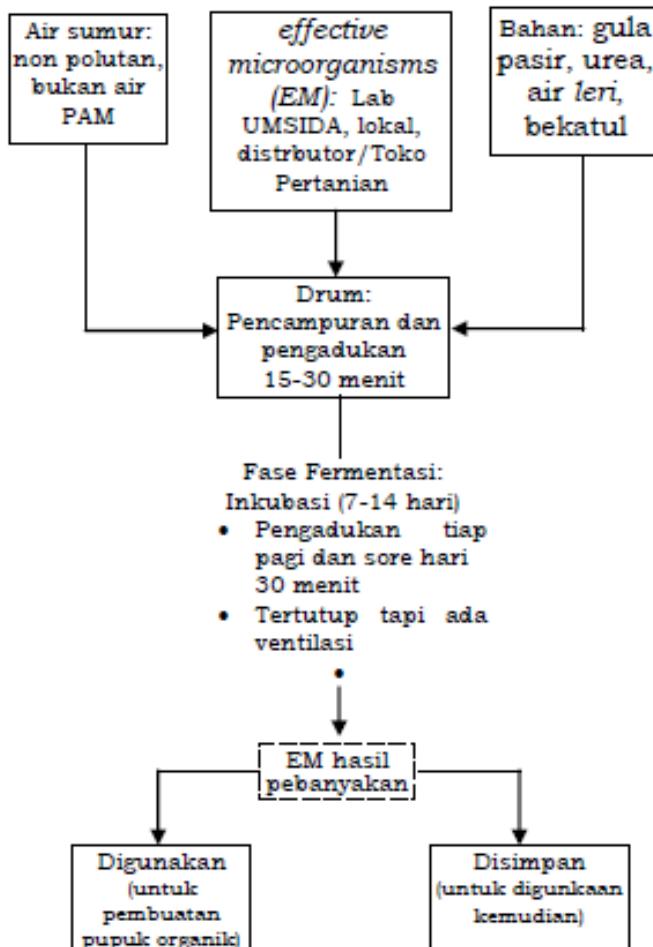
Alat yang digunakan: drum (plastik) kapasitas 200 liter (berpenutup), pengaduk dari kayu.

Tahapan dalam kegiatan perbanyakkan EM adalah sebagai berikut (Gambar 3):

- (i) Mengisi drum dengan air sumur 200 liter; harus dihindari air sumur yang sudah terkontaminasi polutan. Di daerah pesisir biasanya sungai, anak sungai, dan air irigasi rawan tercemari polutan berbahaya seperti bahan aktif pestisida dari sawah dan lahan pertanian lainnya, buangan industri (baik logam berat dan/atau senyawa hidrokarbon toksik), dan limbah rumah tangga yang biasanya banyak mengandung deterjen;
- (ii) Memasukkan semua bahan ke dalam drum;
- (iii) Melakukan pengadukan secara merata dan dengan waktu setidaknya 15-30 menit untuk memasukkan oksigen agar lebih banyak terlarut dalam air. Oksigen sangat dibutuhkan oleh mikroba efektif aerob. Jumlah oksigen yang



minim akan membuat perbanyakkan sel EM menjadi tidak berjalan dengan baik bahkan perbanyakkan terancam gagal.



Gambar 3. Bahan alir perbanyakkan *effective microorganisms* (EM)

- (iv) Menginkubasi campuran dalam drum yang tertutup; proses ini merupakan periode fermentasi yang memerlukan waktu sekitar 1 minggu, 2 minggu lebih ideal;
- (v) Secara rutin tiap pagi dan sore aduk selama 30 menit untuk memberikan oksigen bagi mikroba yang membutuhkan; setelah diaduk, dilakukan penutupan dan beri sedikit lubang udara. Penutupan untuk mencegah penyebaran bau yang kurang sedap ke lingkungan. Ventilasi digunakan untuk membuang gas yang dapat meracuni mikroba aerob, sehingga akan terjadi keseimbangan pertumbuhan mikroba aerob dan anaerob;
- (vi) Setelah fase fermentasi atau inkubasi, maka cairan siap digunakan sebagai cairan EM untuk berbagai keperluan (untuk membuat pupuk kandang, kompos, dan perbanyakkan kembali);
- (vii) Jika tidak langsung dipakai, cairan EM bisa dituang ke dalam botol, jirigen, atau wadah lain yang tertutup dan disimpan pada suhu kamar. Dalam penyimpanan harus dihindari terpapar sinar matahari langsung, jauhi dari sumber panas, dan hindari dari jangkauan anak-anak.

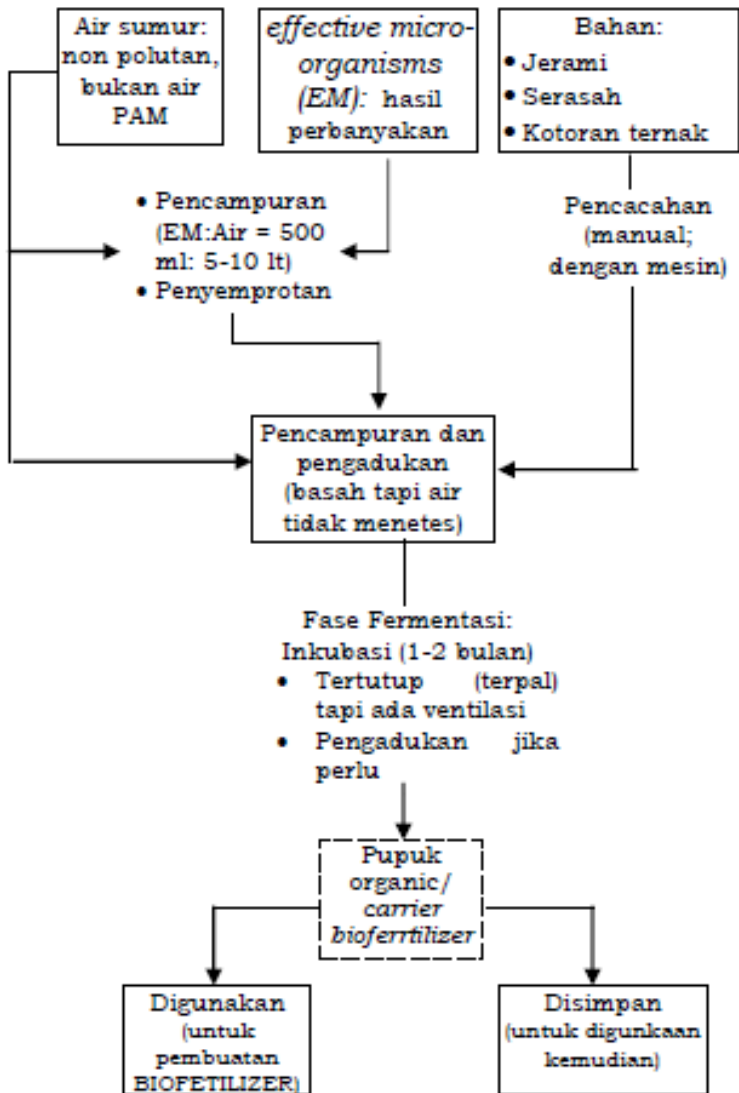
### **3.2 Cara Membuat Pupuk Organik**

Bahan yang diperlukan dalam membuat pupuk organik bagi keperluan sebagai pembawa (*carrier*) biofertilizer.

- (i) Jerami sisa panen padi 1 m<sup>3</sup> atau sekitar 1 kuintal; sebaiknya damen atau sisa tanaman atau limbah organik lainnya sudah tercacah; makin kecil cacahan semakin baik karena proses pembusukan dan pembentukan pupuk akan semakin cepat. Tanpa pencacahan, damen mungkin akan hancur lebih dari 2-3 bulan;
- (ii) Urea kurang lebih 50 gram, fungsinya sebagai bahan stater (awal aktivitas mikroba);
- (iii) Kotoran sapi atau ternak yang lain 20 kg (bersifat fakultatif dan bisa diganti atau ditambahkan dengan limbah rumah tangga atau bahan organik lainnya);
- (iv) Cairan EM (bisa EM4 atau EM hasil perbanyakan lihat cara A) sebanyak 500 ml yang diencerkan dalam 5-10 liter air sumur (atau secukupnya).

Alat yang digunakan: terpal plastik (ukuran secukupnya), pacul/sekop/garu.

Pembuatan pupuk organik dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (Gambar 4):



Gambar 4. Bahan alir pembuatan pupuk organic sebagai bahan pembawa (carrier) dan bahan pengisi (*inert agent*) *biofertilizer*

- (i) Tumpuk semua bahan di atas (beralaskan) terpal dan aduk dengan garu/pacul/sekop supaya tercampur merata;
- (ii) Berikan tambahan air jika kondisi campuran masih terlihat kering; penambahan air dihentikan bila campuran tampak basah (tapi jangan sampai air menjenuhi campuran bahan sehingga akan mengalir (menetes deras) air dari campuran bahan;
- (iii) Menutup terpal dan menginkubasinya (periode fermentasi) selama 1-2 bulan (tergantung kecepatan pembusukan); penutupan terpal harus menyisakan lubang aerasi, prinsipnya harus ada saluran untuk pergantian udara tapi jangan sampai terbuka karena akan banyak unsur yang hilang lewat penguapan/udara;
- (iv) Lakukan pengadukan tiap satu minggu untuk menjaga keseimbangan pertumbuhan dan perkembang-biakan semua mikroba perombak;
- (v) Campuran sudah dapat sebagai pupuk kompos (plus) apabila tidak berbau, tidak panas, dan penampilannya sudah menyerupai tanah;
- (vi) Pupuk simpan di tempat yang kering dan tidak terkena sinar matahari langsung.

Selain sebagai bahan pembawa (*carrier*) dan bahan pengisi (*inert agent*) biofertilizer, pupuk organik (bisa disebut juga sebagai pupuk kandang bila komposisinya

didominasi oleh kotoran ternak) juga dapat langsung digunakan sebagai pemupukan tanaman.

Untuk menjaga performa pupuk organik, maka ketika di penyimpanan harus dihindari dari air hujan atau kelembaban tempat penyimpanan yang tinggi atau setidaknya RH di bawah 70%.

## **BAB 4**

### **PEMBUATAN BIOFERTILIZER**

Tahap pertama dilakukan perbanyakkan isolat dengan cara menempatkan cuplikan biakan berdiameter 5 mm pada media PDA-c, kemudian diinkubasi selama 1 minggu. Biakan yang diperoleh diformulasi dalam kompos steril. Tiap satu cawan biakan dapat dicampur dengan 5 kg kompos. Selanjutnya campuran tersebut diinkubasi selama dua minggu sehingga dapat berstatus sebagai *biofertilizer* yang akan digunakan untuk tahap percobaan selanjutnya. Pada akhir periode inkubasi tersebut dihitung populasi isolat per gramnya.

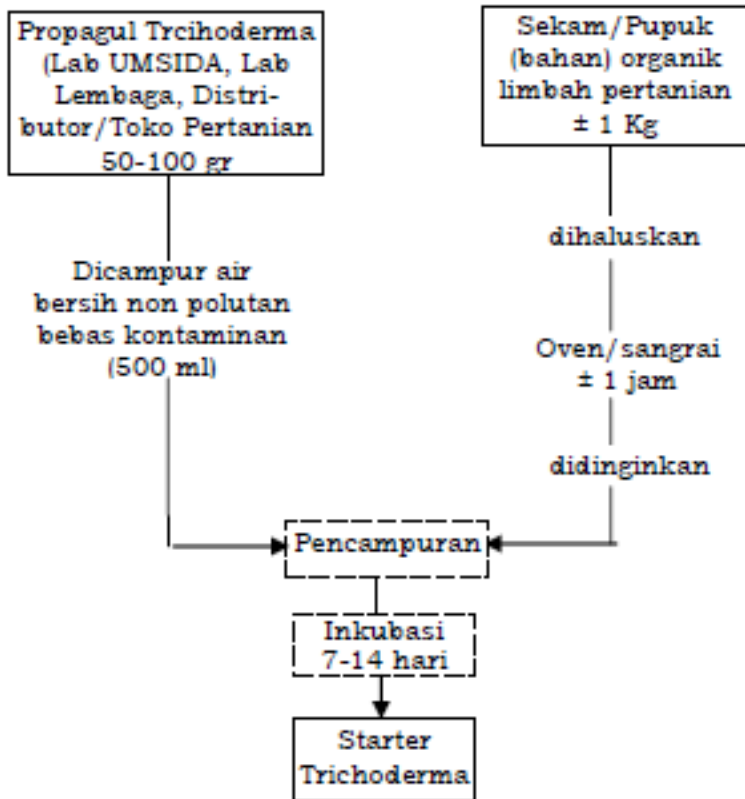
#### **4.1 Pembuatan Starter *Trichoderma***

Bahan yang digunakan adalah:

- (i) Sekam yang sudah dihaluskan (menyerupai tepung) sebanyak 1 kilogram;
- (ii) Propagul isolat *Trichoderma* ± 50-100 gr (yang diberikan oleh Lab Agroteknologi Fakultas Pertanian UMSIDA (Sutarman, 2016);
- (iii) Air steril, mislanya dari galon isi ulang yang sudah disteril dengan UV dan bersegel.

Alat yang digunakan: oven kue (portabel yang biasa digunakan ibu rumah tangga), wadah.

Pembuatan starter biofertilizer Trichoderma dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (Gambar 5):



Gambar 5. Tahapan pembuatan starter Trichoderma

- (i) Tepung sekam dioven atau disangrai selama sekitar 1 jam (atau dijemur di bawah terik matahari sampai kering merata);
- (ii) Setelah tepung sekam ditiriskan, kemudian dicampur dengan propagul isolat Trichoderma



dan dibasahi dengan air steril; pencampuran bisa menggunakan tangan langsung (tangan harus bersih dicuci oleh sabun anti mikroba atau dibasuh dengan alkohol 70%) atau dengan pengaduk steril;

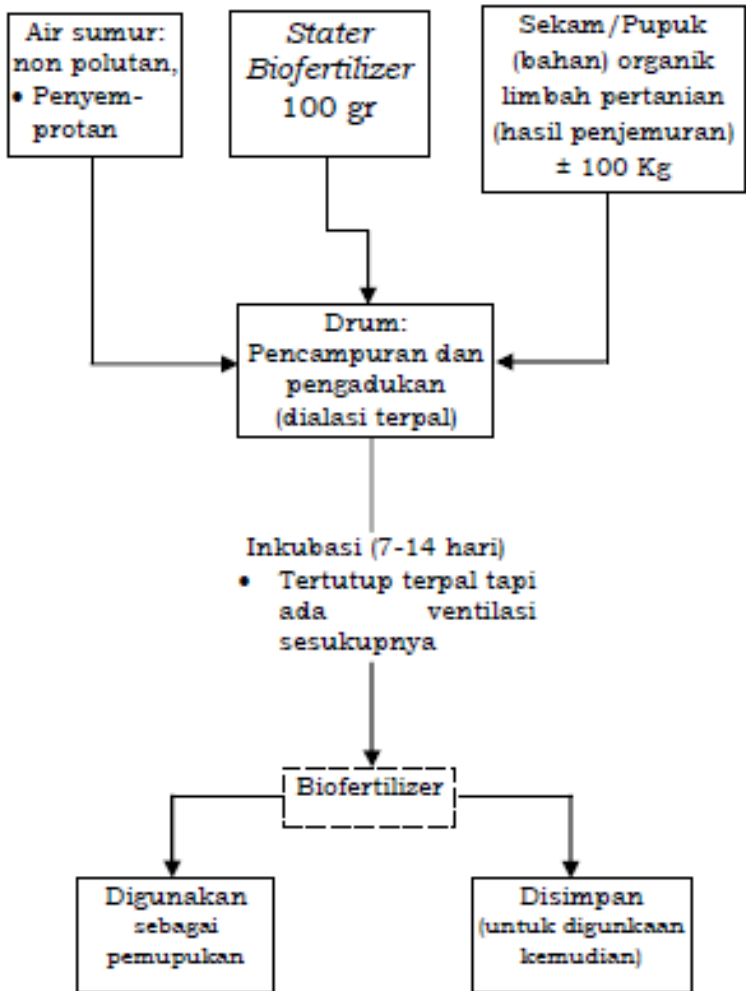
- (iii) Campuran diinkubasi di tempat tertutup yang bersih pada suhu kamar (25-32°C) selama 1 minggu; munculnya miselium warna kehijauan itu pertanda sukses memproduksi starter;
- (iv) Selanjutnya starter *Trichoderma* siap untuk digunakan bagi keperluan perbanyakan atau pembuatan pupuk hayati (*Biofertilizer*).

#### **4.2 Pembuatan Biofertilizer *Trichoderma***

Bahan yang digunakan adalah:

- (i) Sekam yang sudah dihaluskan (menyerupai tepung) sebanyak 1 kuintal;
- (ii) Starter *Trichoderma* sebanyak 100 gram disiapkan;
- (iii) Air steril, misalnya dari galon isi ulang yang sudah disteril dengan UV dan bersegel; bisa juga menggunakan air sumur yang tidak tercemar logam berat dan limbah industri dan limbah rumah tangga;
- (iv) Alat yang digunakan: drum atau wadah (misalnya bekas kolam ikan kecil), pengaduk kayu.

Cara pembuatan biofertilizer (skala 100 kg) adalah sebagai berikut (Gambar 6):



Gambar 6. Tahapan pembuatan biofertilizer

- (i) Sekam sebaiknya dijemur di bawah terik matahari (minimal 6 jam merata) sampai betul-betul kering; mengulangi penjemuran beberapa hari sangat disarankan;
- (ii) Selanjutnya sekam dimasukan ke dalam drum atau wadah bersih dan dibasahi air sumur atau air galon isi ulang sampai basah (“emel-emel”);
- (iii) Mencampur 1 kuintal sekam basah dengan 100 gram starter *Trichoderma* dan diaduk hingga merata;
- (iv) Campuran ditutup terpal atau penutup lainnya dan diinkubasi selama 1 minggu;
- (v) Selanjutnya pupuk hayati *Trichoderma* siap untuk digunakan bagi keperluan pemupukan di lahan.

## **BAB 5**

### **APLIKASI BIOFETILIZER**

Cara aplikasi Pupuk Hayati Plus *Trichoderma* pada tanaman hortikultura/sayuran dapat dilakukan beberapa cara yaitu: pemberian saat pengolahan tanah terakhir, pada saat tanam, sebagai bagian dalam pemeliharaan, dan dalam pengecambahan dan saat ovrspin bibit.

#### **5.1 Aplikasi Saat Pengolahan Tanah**

Cara ini paling sering dilakukan pada berbagai tanaman. Mislanya saja pada petani tanaman kentang, wortel, sawi, kubis da lainnya. Pada saat akhir pegolahan tanah yang biasanye berupa kegiatan menghaluskan atau menggemburkan tanah yang sudah dibalik. Sebanyak 500 kg pupuk hayati plus, dalam hal ini dengan bahan pembawa pupuk kandang sapi ditaburkan secara merata ke permukaan lahan seluas satu hektar. Tanah kemudian digemburkan dengan cara mengaduknya baik dengan cangkul atau traktor sehingga tercampur merata pada lapisan tanah sampai kedalamam sekitar 20 cm.

Selanjutnya tanah yang kondisinya sudah gembur dan menandung pupuk hayati plus tersebut sudha siap ditanami.

## **5.2 Aplikasi Saat tanam**

Cara ini paling sering. Ketika tanah sudah diolah sehingga menjadi gembur dan siap tanam, maka dibuatlah lubang tugal untuk menempatkan biji/benih atau bibit. Sebelum penanaman, maka ke dalam lubang tanah diberikan pupuk hayati plus sebanyak 50-100 gr per lubang. Peletakkan pupuk hayati dapat juga diberikan di kiri dan kanan lubang tanam dengan dosis yang sama.

## **5.3 Aplikasi Dalam Pemeliharaan**

Aplikasi pemupukan dapat dilakukan di tengah-tengah proses pertumbuhan tanaman atau dalam proses pemeliharaan tanaman. Pupuk diberikan pada larikan sekeliling di atas perakaran tanaman atau ditempatkan ke dalam lubang seperti lubang tugal di kiri-kanan atau pada beberapa lubang di sekitar perakaran. Pada tanaman muda bisa diberikan 50 gram per tanaman perdu atau tanaman keras yang muda dan dengan dosis 100 gr pada tanaman dewasa. Untuk tanaman keras seperti kopi, kakao, dan tanaman dewasa yang setara dapat diberikan hingga 200 gr per tanaman.

#### **5.4 Aplikasi Dalam Pembibitan**

Pupuk hayati plus dapat juga diberikan campuran sebagai media persemaian baik di dalam baki atau di atas permukaan tanah. Pupuk hayati diberikan dengan cara mencampurkan dengan tanah dan komponen media tanam lainnya.

Trichoderma sebagai bahan aktif pupuk hayati plus bersifat saprofitiks sehingga aman bagi kecambah yang baru muncul dan perkembangan bibit hingga siap over spin atau ditanam

Pemberian pada saat penyemaian juga bertujuan untuk melindungi kecambah dan bibit dari serangan damping off oleh berbagai fungi pathogen seperti *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia* sp., *Phytium* sp., *Phytophthora* sp., dan yang lainnya. Kondisi perlindungan ini juga akan berlanjut hingga ketika tanaman sudah dipindahkan ke polibag atau ke lahan karena tanah yang melingkupi perakaran bibit sudah mengandung fungi agen biokontrol yang siap untuk menghalau fungi pathogen bahkan melindungi perakaran dan pangkal batang dari serangan bakteri pathogen seperti *Xanthomonas* dan *Pseudomonas* patogenik.

## **5.5 Aspek Penting dalam Aplikasi**

Pupuk hayati lus mengandung fungi *Trichoderma* yang biasa hidup sebagai *soil borne* yang akan menunjukkan kemampuan optimaumnya dalam mendegrnasi bahan organik dan menghasilkan senyawa ekstraselular yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Untuk itu pupuk harus diberikan sedemikian rupa sehingga tercampur dan.atau terbenam di dalam tanah.

Kelembaban tanah menjadi faktor yang menentukan dalam eksistensi dan perkembang-biakan popuasi funi di dalam tanah di samping diperlukan bagi pertumbuhan optnal tanaman. Oleh akrena itu setelah aplikais di lapang, hendak segera dilakuka penyiraman yang merata dan menghindari terjadinya aliran air. Untuk menghindari tercuci oleh air hujan, maka apliaksi pemupukan sebaiknya dilakukan setelah hujan turun atau menghindari hujan deras.

## **BAB 6**

### **EVALUASI APLIKASI BIOFERTILIZER PADA TANAMAN HORTIKULTUR**

#### **6.1 Monitoring**

Dalam proses budidaya pertanian kegiatan awal yang sangat penting dan sangat menentukan keberhasilan adalah **Monitoring**. Kegiatan ini dilakukan sepanjang waktu dan dilakukan secara periodik namun konsisten.

Monitoring dilakukan terhadap selueurh rangkaian kegiatan budidaya tanaman hortikultur, yaitu:

- (i) Pra penanaman, yaitu melakukan pengamatan kondisi lahan untuk memastikan bahwa laha siap ditanami. Pengukuran pH tanah dan kandungan nutrisi seperti N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, bahkan hara mikro juga perlu diketahui. Untk skala besar atau dalam lingkup kelompok tani (area satu dusun atau pedukuhan) bisa memeriksakan kondisi kimia tanah pada laboratorium atau perguruan tinggi terdekat yang memungkinkan. Pemeriksaan juga haruds dialkukan terhadap status dan potensi serangan organisme pengganggu tanaman OPT). Hal ini penting dalam membuat perencanaan penanaman sehingga



dapat diprediksi secara akurat biaya pengendalian dan pengaruhnya terhadap biaya usahatani;

- (ii) Beberapa saat setelah penanaman. Pada fase ini biasanya rawan gangguan *damping off* dan kondisi bibit yang baik sangat menentukan pertumbuhan dan produksi di kemudian hari. Suatu tindakan yang tepat dan efisien atas gangguan di pertanaman sangat ditentukan pada ketepatan dan ketelitian monitoring pada fase ini;
- (iii) Fase vegetative tanaman. Fase ini gangguan OPT akan makin meningkat. Pada fase ini sesungguhnya akan terlihat respons tanaman terhadap pemberian biofertilizer ketika oleh tanah, saat tanam, dan sesudah tanam. Pada komoditas yang diambil daunnya seperti: sawi, bayam, kangkung, pokcai, dan seledri mengharuskan penampilan yang baik dan bebas kerusakan oleh OPT. Oleh karenanya monitoring dengan frekuensi tinggi perlu dilakukan;
- (iv) Fase reproduktif dan pematangan buah dan/atau umbi. Monitoring yang tepat akan dapat mengantisipasi kemungkinan adanya gangguan OPT, sehingga produksi terlindungi. Mendeteksi berakhirnya periode produksi dan mempersiapkan pematangan buah/umbi menjadi penting untuk menjamin kualitas hasil. Pemanenan umbi kentang secara dini seringkali menghasilkan umbi

yang kultunya berwarna kehijauan yang kurang disukai konsumen. Umbi kentang yang tidak tertutup tanah pada fase “pematangan” akan menghasilkan umibi dengan kulit tampak mengalami pecah-pecah.

Gambar 7 memperlihatkan hasil monitoring tanaman hortikultur yang diberi perlakuan biofertilizer dengan bahan aktif agen hayati *T. asperellum*. Tampak pertumbuhan awal sesuai potensi genetiknya.



Formasi polibag dan tanaman muda pada 4 minggu setelah aplikasi pupuk hayati plus; kondisi polibag terbenam di tanah



Kondisi pertanaman pada fase vegetasi awal; polibag terbenam hingga 20-25%



Pertumbuhan tanaman yang lebih cepat begitu juga kemunculan bunga seminggu lebih awal

Gambar 7. Hasil monitoring pertumbuhan awal tanaman tomat dan cabe yang diberi biofertilizer

Dalam kegiatan monitoring, petani/petugas harus melengkapi dirinya dengan alat bantu pengamatan seperti: *thermometer* dan *soil thermometer*, *RH nocturnal* (misalnya ulat hrayak), jarring hama, kamera hp untuk dokumentasi. eter, senter untuk pengamatan hama.

Semua hasil monitoring harus dicatat dengan baik dan dilengkapi dengan foto-foto dokumentasi. Akan lebih baik bila catatan itu merupakan jurnal kerja petani atau kelompok tani.

## **6.2 Evaluasi.**

Evaluasi merupakan kegiatan atau tahapan yang penting untuk memperoleh informasi dan hasil analisis atas data hasil monitoring dan data panen. Hasil evaluasi merupakan suatu kesimpulan dan berisi rekomendasi bagi penanaman di periode berikutnya.

Setiap kegagalan atau kekeliruan dapat dideterminasi secara akurat, demikian juga untuk tindakan-tindakan yang baik dan menguntungkan dalam budidaya yang mungkin sebelumnya belum ketahui atau diprediksi dampaknya. Hasil evaluasi akan memberi penguatan argument untuk tidak akan terulang di periode tanam berikut dan bahkan menjadi pelajaran berharga bagi kelompok tani yang lain.

Evaluasi ditujukan mulai dari fase awal hingga produksi, dengan memperhatikan adanya tidaknya serangan OPT dan performa bibit hingga tanaman berproduksi. Harus diamati apakah pertumbuhan sesuai dengan potensi genetiknya; apakah pembungaan terjadi secara wajar.

Evaluasi juga bersifat membandingkan dan menghubungkan dengan riwayat gangguan di

lingkungan pertanaman dan sekitarnya. Serangan antraknosa pada buah cabe sering terjadi di banyak lokasi penanaman. Penampilan buah cabe yang sehat tanpa gejala antraknosa dari tanaman yang diberi perlakuan biofertilizer (Gambar 8) yang diaplikasikan sebagai pemupukan menunjukkan adanya respons tanaman terhadap pemberian biofertilizer *Trichoderma* berupa ketahanan terhadap serangan pathogen di pertanaman yang sesungguhnya merupakan daerah endemik antraknosa.



Produksi buah dengan jumlah lebih banyak 15-25 % dibandingkan kontrol



Buah tetap sehat bebas penyakit antraknosa meskipun ditumbuhkan pada area endemic antraknosa

Gambar 8. Produksi tanaman cabe yang diberi perlakuan biofertilizer *Trichoderma* pada daerah endemik penyakit antraknosa

Evaluasi juga dilakukan pada kondisi hasil panen yang ber ada di dalam tanah, dalam hal ini umbi kentang dan umbi bawang merah. Gambar 9 memperlihatkan

efek menguntungkan dari aplikasi biofertilizer Trichoderma terhadap produksi tunas dan umbi bawang merah yang ditumbuhkan di lahan kering yang secara teknis tidak subur.



Jumlah tunas/umbi bawang merah yang diproduksi tanaman rata-rata lebih banyak 20% dibandingkan kontrol



Kondisi umbi yang sehat di pertanaman



Perakaran tanaman yang diberi pupuk hayati plus menunjukkan performa yang baik sehat dan bebas dari infeksi patogen

Gambar 9. Produksi tanaman bawang merah yang diberi perlakuan biofertilizer Trichoderma pada lahan kering yang kurang subur.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutarman. 2016. Seleksi *Trichoderma* Spp Dari Bawah Tegakan Pinus Dan Uji Daya Dukung Isolat Terpilih Terhadap Pertumbuhan Tomat Dan Sawi. dalam Prihtanti TM dan Herawati MM (peny.). *Prosiding Konser Karya Ilmiah Nasional*. Hlm. 125-134 Salatiga, 4 Agustus 2016. Salatiga, Indonesia, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- [2] Anonim. 2017. Jokowi: Pemanfaatan 36,8 Juta Hektare Lahan Pertanian Belum Maksimal. <http://katadata.co.id/berita/2016/12/07/jokowi-pemanfaatan-368-juta-hektare-lahan-pertanian-belum-maksimal>. Diakses 22 April 2017.
- [3] Sarjan M & Sab'i. 2014. Karakteristik Polong Kedelai Varitas Unggul yang Terserang Hama Pengisap Polong (*Riptortus linearis*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Jurnal Lahan Suboptimal* **3**(2): 168-180
- [4] Shang J, Liu B & Z Xu. 2020 Efficacy of *Trichoderma asperellum* TC01 against anthracnose and growth promotion of *Camellia sinensis* seedlings. *Biological Control*. **104205**. doi:10.1016/j.biocontrol.2020.104205
- [5] Sutarman, Prihatiningrum A, Sukarno A, & Miftahurrohmat A. 2018. Initial growth response of shallot on *Trichoderma* formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conf. Ser.: Materials Sci. Eng.* **420**: 012064.
- [6] Hewedy OA, Abdel Lateif KS, Seleiman MF, Shami A, Albarakaty FM, & El-Meihy MR. 2020. Phylogenetic diversity of *Trichoderma* strains and their antagonistic potential against soil-borne pathogens under stress conditions. *Biology* **9**(8), 189.
- [7] Sutarman. 2019. Application of *Trichoderma harzianum* as soil treatment and additional

- treatment for control of potato diseases. *J. Agric. Sci.* **2**(2): 139–150.
- [8] Youssef SA, Tartoura KA & Abdelraouf GA. 2016. Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Serratia proteamaculans* effect on disease suppression, stimulation of ROS-scavenging enzymes and improving tomato growth infected by *Rhizoctonia solani*. *Biological Control* **100**, 79–86.
- [9] Anam BG, Reddy MS & Ahn YH. 2019. Characterization of *Trichoderma asperellum* RM-28 for its sodic/saline-alkali tolerance and plant growth promoting activities to alleviate toxicity of red mud. *Sci.Tot. Environ.* **662**: 462-469.doi:10.1016/j.scitotenv.2019.01.279
- [10] Hu X, Roberts DP, Xie L, Maul JE, Yu C, Li Y, Zhang Y, Qin L & Liao X. 2015. Components of a rice-oilseed rape production system augmented with *Trichoderma* sp. Tri-1 control *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape. *Phytopathology.* **105** (10): 1325–1333.
- [11] Shrestha U, Dee ME, Piya S, Ownley BH, & Butler DM. 2019. Soil inoculation with *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum* or *Streptomyces griseoviridis* prior to anaerobic soil disinfestation (ASD) does not increase ASD efficacy against *Sclerotium rolfii* germination. *Appl. Soil Ecol.* 147: 103383.
- [12] Singh A, Shukla N, Kabadwal BC, Tewari AK, & Kumar J. 2018. Review on plant-*Trichoderma*-pathogen interaction. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(02): 2382–2397.
- [13] Hu X, Roberts DP, Xie L, Yu C, Li Y, Qin L, Hu L, Zhang Y & Liao X. 2016. Use of formulated *Trichoderma* sp. Tri-1 in combination with reduced rates of chemical pesticide for control of *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape. *Crop Protection* 79, 124–127.

ISBN 978-623-6833-11-7



9 786236 833117