

PENGARUH FORMULA *TRICHODERMA HARZIANUM*-MIKORIZA DAN PUPUK INORGANIK TERHADAP SERANGAN *FUSARIUM OXYSPORUM* PADA TANAMAN JAHE MUDA

The Effect of Trichoderma harzianum-Mycorrhiza Formulation and Inorganic Fertilizer Against Fusarium oxysporum on Young Ginger

Oleh

Darini, S.U.¹⁾, E. Rokhminarsi¹⁾ dan M. Januwati²⁾

¹⁾ Fakultas Pertanian, Unsoed, Jl. Dr. Suparno Karangwangkal, Purwokerto.

²⁾ Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika, Jl. Tentara Pelajar No. 3, Bogor

Alamat korespondensi: Darini, S.U. (darinisriut@yahoo.co.id)

ABSTRAK

Tujuan penelitian mengetahui pengaruh formula *T. harzianum*-mikoriza dan pupuk inorganik terhadap serangan *Fusarium oxysporum* pada tanaman jahe muda. Penelitian rumah kaca, media tanah Ultisols, dan jenis jahe gajah. Rancangan percobaan *Second Order Central Composite Design* (SOCCD), analisa menggunakan metode *Respons Surface Methodology* (RSM). Perlakuan aplikasi: 1) formula *T. harzianum*-mikoriza (0, 10, 20, 30 dan 40 g/ tanaman); 2) pupuk N, P dan K (0, 25%, 50%, 75%, 100% dari dosis anjuran), dan 3) dosis pupuk daun (0; 0,75; 1,5; 2,25 dan 3,0 g/liter air). Kombinasi sebanyak 20 pot (fraksinasi), dilakukan kombinasi unit dengan fungisida dan tanpa fungisida. Semua unit diinfestasi suspensi konidia *F. oxysporum* ($13,41 \times 10^6$ konidia/ml). Variabel pengamatan: masa inkubasi, intensitas penyakit, kerapatan populasi *T. harzianum*, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan. Hasil penelitian: formula *T. harzianum*-mikoriza 23,97g/tan dapat menekan penyakit layu Fusarium dan berpengaruh baik terhadap pertumbuhan jahe, disamping menekan pemakaian pupuk N, P dan K hingga 51,12% dan pupuk daun 36,91% dari dosis anjuran. Kombinasi tersebut memberikan masa inkubasi, intensitas penyakit, kerapatan spora per gram tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan per rumpun berturut-turut sebesar 65,30 hari setelah investasi *Fusarium*, 6,31%, $1,4 \times 10^8$ spora per gram tanah, 43,8 cm, 14,76 helai dan 17,24 anakan pada tanaman umur 9 minggu, percobaan tanpa fungisida. Formula *Trichoderma harzianum*-mikoriza hasil penelitian ini bisa digunakan sebagai alternatif fungisida dan pupuk sintetis, yang mudah diaplikasikan oleh petani, setelah dilakukan pengujian lapang.

Kata kunci: jahe, *Trichoderma harzianum*, mikoriza, pupuk sintetis

ABSTRACT

The study objective was to know the effect of Trichoderma harzianum-Mycorrhizal-fungi formula and synthetic fertilizer, used on Fusarium oxysporum growth. Pot experiment was conducted in screen house with Ultisols as media, to grow Elephant ginger. The SOCCD (Second Order Central Composite Design), and Response Surface Method (RSM) were employed. Application of formula T. harzianum-mycorrhizal (0%, 25%, 50%, 75%, 100%), reduction of fertilizer N, P and K (0%, 25%, 50%, 75%, 100) and doses of fertilizer through leaf (0%, 25%, 50%, 75%, 100) were tested. There was fractionation way which produced 20 combinations, where then combined with and without fungicide application. All units then invested with pathogen F. oxysporum ($13,41 \times 10^6$ konidia/ml). The variables measured: period of initial symptom, disease intensity, final population density of T. harzianum, plant height, leaf number, and number of tillers. The results showed: dosage formula T. harzianum-mycorrhizae 23.97 g per plant was able to suppress Fusarium wilt disease and it improved growth of ginger and reduce fertilizer dose. The formula without fungicide gave: incubation period, disease intensity, spores density/g of soil, plant height, leaf number, and tillers number/hill, that was, respectively in the order, 30 days after Fusarium investment, 6.31%, 1.4×10^8 spores/g of soil, 43.8 cm, 14.76 pieces, and 17.24 strands of saplings in 9 weeks old plants. Formula of T. harzianum-mycorrhizal was concluded to be used as fungicides and synthetic fertilizers, which easily be applied by the farmer, and can be used after field testing.

Key words: ginger, Trichoderma harzianum, mycorrhizae, synthetic fertilizer

PENDAHULUAN

Jahe termasuk produk pertanian rempah dan obat yang potensial dan merupakan komoditas ekspor ke beberapa negara. Total produksi jahe pada tahun 2010 sebesar 109,02 ton (109.024.465 kg) dengan produktivitas 1,71 ton/ha, menurun dibandingkan tahun sebelumnya yaitu sebesar 177,14 ton dan produktivitas 1,77 ton/ha. Ekspor jahe Indonesia rata-rata meningkat 32,75 % per tahun. Pangsa pasar jahe Indonesia terhadap pasar dunia baru mencapai 0,8 %, berarti kontribusi jahe Indonesia masih dapat ditingkatkan.

Hasil penelitian Soesanto *et al.* (2005) mengungkapkan bahwa kendala utama pada budidaya jahe di Jawa Tengah (Karangayar, Boyolali, Temanggung, Salatiga, Magelang, Purworejo, Banyumas dan Purbalingga) adalah serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *zingiberi*. Gejala serangan jamur tersebut menyebabkan daun-daun menjadi kuning, mengering disertai menguningnya batang semu sehingga tanaman menjadi layu dan mati. Jamur *F. oxysporum* dapat membentuk struktur istirahat seperti kladospora yang merupakan bentuk pertahanan hidupnya didalam tanah atau terbawa benih.

Pemanfaatan jamur antagonis *T. harzianum* dan jamur mikoriza dalam formula *T. harzianum*-mikoriza merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit

layu *Fusarium* yang bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hasil penelitian Soesanto *et al.* (2005) menunjukkan bahwa *T. harzianum* asal rizosfer tanaman pisang dapat mengendalikan penyakit busuk rimpang sehingga dapat meningkatkan hasil rimpang jahe. Rokhminarsi dan Utami (2008) melaporkan bahwa perlakuan mikoriza sebanyak 250 g /kg bibit, memberikan hasil terbaik dibandingkan tanpa mikoriza dan dosis 500 kg pupuk hayati mikoriza/kg bibit jahe.

Jamur mikoriza dapat meningkatkan serapan unsur hara dalam bentuk terikat dan tidak tersedia bagi tanaman (Setiadi, 1998). Selain fosfor, unsur hara makro lain yang dapat diserap oleh adanya mikoriza adalah N, K dan Ca (Rokhminarsi, 1997). Pemupukan melalui tanah seringkali kurang efektif, karena adanya pencucian (*leaching*), penguapan, maupun terikat oleh liat tanah. Pemberian pupuk melalui daun nampaknya lebih efektif dan efisien karena langsung mengenai organ tempat berlangsungnya proses metabolisme tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formula *T. harzianum*-mikoriza dan pupuk inorganik terhadap Serangan *Fusarium oxysporum* pada tanaman jahe muda.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan tanaman, Laboratorium Hortikultura dan rumah plastik Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian ini dilaksanakan selama 9 minggu mulai bulan 3 Maret sampai 17 Mei 2010.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial tidak lengkap, menggunakan fraksinasi dengan tata cara menganut sistem perancangan model (*Second Order Central Composite Design/SOCCD*). Bentuk rancangan ini dipilih agar memperoleh efisiensi perlakuan dan optimasi hasil yang baik, menghasilkan kombinasi dosis *T. harzianum*-mikoriza, pupuk N,P,K dan pupuk daun yang paling tepat.

Penelitian ini menggunakan 3 faktor perlakuan dan masing-masing faktor dicoba dalam 5 taraf yaitu :

1. Aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza (*Glomus* sp dan *Gigaspora* sp) terdiri dari:

T0 = 0g/tanaman

T1 = 10g/tanaman

T2 = 20g/tanaman

T3 = 30g/tanaman

T4 = 40g/tanaman

Dosis anjuran berdasarkan penelitian sebelumnya (Soesanto *et al*, 2005) adalah 20 g formula *T. harzianum*-mikoriza/tanaman. Formula pelet *T.*

harzianum- mikoriza ditanamkan di sekitar perakaran jahe, satu minggu setelah tanam.

2. Pengurangan dosis pupuk (urea, SP 36 dan KCl) dari dosis anjuran:

P0 = tanpa pupuk anorganik (control)

P1 = 2,09g urea, 1,74g SP 36 dan 1,25g KCl = 5,08g/tanaman

P2 = 4,19g urea, 3,48g SP36 dan 2,51gKCl= 10,16g/tanaman

P3 = 6,26g urea, 5,22g SP36 dan 3,76g KCl= 15,24g/tanaman

P4 = 8,35g urea, 6,96g SP36 dan 5,01g KCl= 20,32g/tanaman

Dosis anjuran pupuk anorganik adalah 600kg urea, 400 kg SP 36 dan 400 kg KCl/ha (setara dengan perlakuan P4). Pupuk di benamkan pada kedalaman \pm 5 cm di dalam tanah

3. Pupuk daun yang terdiri atas 5 taraf, yaitu:

D0 = tanpa pupuk daun (kontrol)

D1 = 0,75g pupuk daun/liter

D2 = 1,5g pupuk daun/liter

D3 = 2,25g pupuk daun/liter

D4 = 3g pupuk daun/liter

Aplikasi pupuk daun dengan cara penyemprotan pada seluruh permukaan daun dan batang. Aplikasi dilakukan 14 hari sebelum perlakuan infestasi, 14 hari dan 28 hari setelah infestasi jamur *F. oxysporum*.

Melalui pendekatan perancangan perlakuan dengan *Second Order Central Composite Design (SOCCD)*. Menurut

Meyer dari 125 (3 faktor perlakuan yang dicoba) dipilih 20 kombinasi perlakuan dipilih berdasarkan pedoman koordinat titik sudut dari segi 8 (octagon). Rancangan SOCCD dipilih dengan tujuan untuk efisiensi bahan atau materi yang digunakan. Untuk menguji aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza dalam mengendalikan penyakit maka masing-masing perlakuan dibuat dua unit percobaan yang masing-masing terdiri dari 20 pot. Satu unit percobaan tanpa fungisida (percobaan A) dan dengan fungisida mankozeb (percobaan B). Infestasi *F. oxysporum* dilakukan dengan cara disiramkan pada permukaan tanah di sekitar tanaman (20 ml/tanaman dengan konsentrasi $13,41 \times 10^6$ konidia/ml), 20 hari setelah tanam. Berdasarkan perlakuan tersebut di atas, diperoleh kombinasi perlakuan yang dicoba yang secara lengkap tersaji pada Tabel 1.

Variabel yang diamati adalah perkembangan penyakit, intensitas penyakit, kepadatan akhir populasi *T. harzianum*, tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan. Analisis data menggunakan metode analisis permukaan respons (*RSM = respons surface methodology*) dengan persamaan order II yaitu: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{13} X_1 X_3 + \epsilon_{ij}$

Keterangan:

B_0 = koefisien regresi

X_1 = formula *T. harzianum*-mikoriza /tanaman

X_2 = dosis pupuk N, P dan K /tanaman

X_3 = konsentrasi pupuk daun /tanaman

ϵ_{ij} = faktor ketidak pastian (kesalahan yang bersifat kebetulan)

Pengamatan intensitas penyakit layu Fusarium menggunakan rumus Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (2000), dilakukan sebanyak 5 kali dengan interval 7 hari. Pengamatan pertama dilakukan tiga hari setelah infestasi patogen *F. oxysporum*.

$$IP = \frac{\sum n.v}{NZ} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = intensitas penyakit (%)

n = jumlah daun terinfeksi pada setiap kategori serangan

v = nilai numerik kategori serangan

N = jumlah daun yang diamati

Z = nilai numerik kategori tertinggi

Tanaman di panen diinfestasi *F. oxysporum*. Setelah tanaman dipanen, tanah di sekitar rizosfer diambil sebanyak 20 g untuk dihitung populasi akhir spora *T.harzianum*. Metoda pengenceran bertingkat dilakukan untuk pengamatan populasi konidia dengan bantuan *haemositometer* dan mikroskop.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan yang dicoba

No Pot	Kombinasi perlakuan	Taraf formula <i>T. harzianum</i> -mikoriza (T) (g)/tanaman	Pemberian dosis pupuk N,P,K (P) (g/tanaman)	Pemberian pupuk daun/ mikro (D) (konsentrasi/L)
1	T0P0D0	0	0	0
2	T2P0D1	20	0	0,75
3	T2P0D2	20	0	1,5
4	T0P1D2	0	5,08	1,5
5	T2P2D0	20	10,16	0
6	T4P2D2	40	10,16	1,5
7	T0P2D1	0	10,16	0,75
8	T2P2D4	20	10,16	3
9	T1P2D0	10	10,16	0
10	T2P2D2	20	10,16	1,5
11	T2P2D2	20	10,16	1,5
12	T2P2D2	20	10,16	1,5
13	T2P2D2	20	10,16	1,5
14	T2P2D2	20	10,16	1,5
15	T4P3D2	40	15,24	1,5
16	T3P2D4	30	10,16	3
17	T0P2D2	0	10,16	1,5
18	T4P3D2	40	15,24	1,5
19	T2P4D3	20	20,32	2,25
20	T2P4D2	20	20,32	1,5

Tabel 6. Kategori serangan patogen layu Fusarium didasarkan pada luas serangan busuk rim pang menurut (Cahyaningrum, 2008)

Kategori serangan	Persentase daun menguning (%)
0	0
1	> 0 - 10
2	> 11 - 30
3	> 31 - 50
4	> 51 - 70
5	> 71 - 100

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza memberikan pengaruh nyata terhadap semua variabel yaitu masa inkubasi, intensitas penyakit, kepadatan konidium *T. harzianum*, tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan pada percobaan tanpa fungisida (A), tidak nyata pada variabel

yang sama pada percobaan dengan pemberian fungisida (B), pada variabel masa inkubasi dan tinggi tanaman (B) nyata.

Hasil pengamatan pengaruh aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza, variasi pengurangan dosis N, P, K dan pupuk daun pada tanaman jahe disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Analisis lanjutan untuk

menduga kombinasi optimal aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza, dosis pupuk N, P, K dan konsentrasi pupuk daun disajikan pada Tabel 5.

A. Periode Inkubasi Penyakit layu *Fusarium*

Berdasarkan Tabel 3 dan 5 untuk periode inkubasi, dosis optimum *T.harzianum*-mikoriza sebesar 17,98 g (89,94%), N,P,K sebesar 10,28 g (50,61%) dan pupuk daun sebesar 1,76 g/L (58,92%), yang berarti menghemat penggunaan pupuk N,P,K sebesar 49,39 %, pupuk daun sebesar 41,06% dari dosis anjuran, mampu memberikan periode inkubasi 65,3 hari setelah investasi patogen, yang berarti penampakan gejala awal dan perkembangan penyakit lebih lama 2,34 kali dibanding tanpa perlakuan formula *T.harzianum*-mikoriza. Variabel X1, X2, dan X3 mempunyai kekuatan pendugaan R sebesar 83,3%, berarti masa inkubasi ditentukan oleh formula *T harzianum*-mikoriza, N,P,K dan pupuk daun.

Menurut Prabowo *et al.* (2006) penundaan masa inkubasi terjadi karena persaingan antara patogen dengan antagonis, sehingga menyebabkan patogen membutuhkan waktu lebih lama untuk menginfeksi tanaman, karena sistem perakaran didominasi antagonis. Didukung penggunaan dosis pupuk yang tepat membuat tanaman tahan terhadap

gangguan karena kebutuhan nutrisi tercukupi (Rusmarkam dan Nasih, 2000).

B. Intensitas Penyakit

Intensitas penyakit pada percobaan tanpa fungisida dipengaruhi oleh kombinasi dosis optimum formula *T harzianum*-mikoriza sebesar 33,83g (169,17%), pupuk N,P,K 10,82 g (53,28%), dan pupuk daun 2,25 g/L (74,88%) (Tabel 3 dan 5). Peningkatan dosis formula *T harzianum*-mikoriza sebesar 69,17% dapat mengurangi penggunaan pupuk N,P,K sebesar 46,72% dan pupuk daun sebesar 25,12%, memberikan intensitas penyakit sebesar 5,14%. Intensitas penyakit yang rendah akan memberikan pertumbuhan tanaman dan hasil optimum. Menurut Soedradjad dan Alvivi (2005) penggunaan pupuk yang tepat dengan aplikasi mikroba dapat meningkatkan laju fotosintesis, sehingga produktivitas tanaman juga meningkat. Lebih lanjut Mardinus (2006) melaporkan dengan produktivitas tanaman yang baik, maka ketahanan terhadap patogen juga meningkat. Ketahanan dapat terimbas oleh mikroba seperti *Trichoderma* dan jamur mikoriza. Jamur mikoriza membuat tanaman menjadi tahan terhadap patogen tular tanah seperti *Fusarium* dan terhadap cekaman lingkungan melalui mekanisme penyediaan unsur hara bagi tanaman serta melindungi perakaran tanaman dengan hifa jamur mikoriza (Muas, 2003).

Tabel 3. Hasil pengamatan dan uji RSM pengaruh aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza, pengurangan dosis pupuk N, P K dan konsentrasi pupuk daun terhadap variabel penyakit dan *T. harzianum*

Perlakuan	Periode inkubasi (hsi)		Intensitas penyakit (%)		Kepadatan akhir konidium <i>T. harzianum</i> (10 ⁶)	
	A	B	A	B	A	B
T0P0D0	3.5	6.5	4.59	1.92	0.195	0.6
T2P0D1	7.5	7	1.34	2.34	2.67	1.257
T2P0D2	7.5	3	0.96	2.76	6.709	0.727
T0P1D2	21.5	19	2.59	2.14	0.35	0.442
T2P2D0	31	12	1.15	2.41	0.474	0.713
T4P2D2	6	2	2.89	2.92	0.952	1.758
T0P2D1	8	14.5	3.36	3.01	0.191	0.246
T2P2D4	18	13.5	2.40	3.70	2.183	0.35
T1P2D0	21	6.5	5.70	4.02	0.666	1.067
T2P2D2	8	4	2.90	4.83	1.244	0.731
T2P2D2	14	4.5	6.13	2.96	0.721	0.540
T2P2D2	10	6	4.40	3.92	4.818	0.514
T2P2D2	12.5	8.5	5.32	3.64	2.79	1.716
T2P2D2	7	10	4.43	9.63	1.086	0.910
T4P3D2	4.5	7.5	7.38	3.06	1.814	0.704
T3P2D4	5.5	11	3.09	3.39	2.047	0.947
T0P2D2	6	8.5	3.71	3.22	0.200	0.241
T4P3D2	6.5	6	3.56	3.38	1.015	0.456
T2P4D3	6	7.5	3.52	3.64	2.095	0.523
T2P4D2	1.5	2.5	3.51	2.11	0.883	0.600
Hsl Uji RSM	N	TN	N	N	N	TN

Keterangan: Pemberian formula *T. harzianum*-mikoriza berturut-turut T0 0% (0g), T1 50% (10g), T2 100% (20g), T3 150% (30g), T4 200% (40g); Pengurangan dosis Pupuk N, P, dan K berturut-turut P0 100%, P1 75%, P2 50%, P3 25%, P4 0% dari dosis anjuran; Pengurangan dosis pupuk daun berturut-turut D0 100% (0g/L), D1 75% (0,75g/L), D2 50% (1,5g/L), D3 25% (2,25g/L), D4 0% (3g/L). TN : Tidak Nyata, N : Nyata, RSM : *Respons Surface Methodology*. A percobaan tanpa fungisida, B dengan pemberian fungisida mancozeb.

C. Kepadatan Akhir Konidium *T. harzianum*

Kombinasi dosis optimum formula *T. harzianum*-mikoriza sebesar 21,12g (105,63%), pupuk N,P,K 10,90 g (53,65%), dan pupuk daun 1,43 g/L (74,88%) memberikan kekuatan pendugaan R sebesar 41,30% pada percobaan tanpa fungisida, yang berarti kombinasi tersebut berpengaruh nyata

terhadap kepadatan spora, tidak berpengaruh nyata pada percobaan dengan fungisida. Peningkatan dosis formula *T. harzianum*-mikoriza sebesar 5,63% tersebut dapat mengurangi penggunaan pupuk N,P,K sebesar 46,35% dan pupuk daun sebesar 52,30%, memberikan kepadatan konidium sebesar $1,426 \times 10^8$ konidium/g tanah. Pada kombinasi dosis ini *T. harzianum* dapat tumbuh baik.

Berdasarkan rerata kepadatan konidium *T. harzianum* pada saat perlakuan sebesar $0,814 \times 10^8$ konidium/g formula, berarti terjadi peningkatan sebesar 1,76 kali kepadatan konidium semula. Kepadatan konidium *T. harzianum* pada rizosfer jahe meningkat, hal ini disebabkan kandungan nutrisi berupa tepung ampas tahu pada formula. Sesuai laporan Utami et al. (2010) bahwa kandungan nitrogen pada ampas tahu

memberikan kerapatan spora *Uromygladium notabile* in vitro paling tinggi. Sumber protein ini dibutuhkan *T. harzianum* untuk pertumbuhan dan pensporaan.

Selain itu, keberadaan *T. harzianum* tidak mempengaruhi pertumbuhan jamur mikoriza yang mampu bersinergi dengan menyediakan unsur hara bagi tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan melakukan fotosintesis dengan baik

Tabel 4. Hasil pengamatan dan uji RSM pengaruh aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza, pengurangan dosis pupuk N, P K dan konsentrasi pupuk daun terhadap variabel pertumbuhan tanaman jahe

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah daun/rumpun		Jumlah anakan/rumpun	
	A	B	A	B	A	B
T0P0D0	29.3	44.2	15	16	15	14
T2P0D1	35.5	38.5	13	15	18	17
T2P0D2	41.8	34.7	15	13	14	16
T0P1D2	45.1	46.4	14	15	19	18
T2P2D0	36.7	37.5	11	13	28	27
T4P2D2	43.9	39.5	14	14	19	27
T0P2D1	41.4	45.1	13	16	17	23
T2P2D4	45.4	45.3	14	15	17	18
T1P2D0	43.8	36.3	13	12	24	18
T2P2D2	46.7	37.7	14	13	18	22
T2P2D2	43.5	42.4	13	14	18	15
T2P2D2	37.7	42.6	12	14	24	20
T2P2D2	45.6	45.2	14	14	21	16
T2P2D2	46.8	42.2	15	15	19	21
T4P3D2	39.3	48.9	13	16	16	15
T3P2D4	40.8	39.4	13	13	26	25
T0P2D2	29.8	41.9	10	13	19	21
T4P3D2	41.9	44.1	15	14	19	19
T2P4D3	43.6	38.8	14	13	24	23
T2P4D2	41.9	39.9	13	14	25	29
Hsl uji RSM	TN	TN	N	TN	N	TN

Keterangan: Pemberian formula *T. harzianum*-mikoriza berturut-turut T0 0% (0g), T1 50% (10g), T2 100% (20g), T3 150% (30g), T4 200% (40g); Pengurangan dosis Pupuk N, P, dan K berturut-turut P0 100%, P1 75%, P2 50%, P3 25%, P4 0% dari dosis anjuran; Pengurangan dosis pupuk daun berturut-turut D0 100% (0g/L), D1 75% (0,75g/L), D2 50% (1,5g/L), D3 25% (2,25g/L), D4 0% (3g/L). TN : Tidak Nyata, N : Nyata, RSM : *Respons Surface Methodology*. A percobaan tanpa fungisida, B dengan pemberian fungisida.

Tabel 5. Hasil analisis fungsi regresi hubungan aplikasi formula *T. harzianum*-mikoriza (X_1), pengurangan dosis anjuran pupuk kimia sintetis Urea, SP 36 dan KCl (X_2) dan pengurangan konsentrasi pupuk daun (X_3) pada tanaman jahe

Variabel	Persamaan Regresi	R ²	Dosis formula <i>T. harzianum</i> -mikoriza (g/tan)	Dosis pupuk Urea, SP 36 dan KCl (g/tan)	Konsentrasi Pupuk daun (g/liter)	Y ₀ (Rerata masing-masing variable)
Masa inkubasi A	$Y_{mi} = 9,394 - 0,110X_1 - 1,142X_2 - 3,688 X_3 - 1,573X_1^2 - 2,104 X_2^2 + 4,967X_3^2 - 4,313 X_{12} - 0,474X_{13} - 0.688 X_{23}$	83,3	17,988	10,283	1,767	65,3 hsi
Masa inkubasi B	$Y_{mi} = 6,658 + 0,444X_1 - 1,892X_2 + 0,548 X_3 + 0,064X_1^2 - 0,818 X_2^2 + 2,717X_3^2 - 1,75 X_{12} - 0,125X_{13} + 0.875 X_{23}$	59,0	14,321	10,682	1,531	6,31 hsi
Intensitas penyakit A	$Y_{ip} = 5,066 - 0,074X_1 - 1,072X_2 + 0,004 X_3 - 0,457X_1^2 - 0,480 X_2^2 - 0,996X_3^2 - 0,334 X_{12} + 0,716X_{13} - 0.011 X_{23}$	69,8	33,835	10,828	2,246	5,15 %
Kepadatan akhir pop <i>T. Harz</i> A	$Y_{kat} = 144,693 - 12,933X_1 - 6,99X_2 + 11,153 X_3 - 29,337X_1^2 - 26,641 X_2^2 - 11,085X_3^2 + 47,75 X_{12} - 30,25X_{13} - 21.875 X_{23}$	41,3	21,125	10,902	1,431	1,4.10 ⁸
Tinggi tanaman A	$Y_{tt} = 43,196 + 2,467X_1 + 0,347X_2 + 0,076 X_3 - 1,985X_1^2 + 0,159 X_2^2 - 0,424X_3^2 - 1,43 X_{12} + 0,093X_{13} + 0.53 X_{23}$	46,2	23,92	11,982	1,967	43,8 cm
Tinggi tanaman B	$Y_{tt} = 43,097 + 0,889X_1 + 0,207X_2 + 1,777 X_3 - 0,446X_1^2 - 1,641 X_2^2 - 0,202X_3^2 - 1,36 X_{12} - 0,365X_{13} + 1.93 X_{23}$	52,4	31,13	9,192	1,926	43,45 cm
Jumlah daun/rumput A	$Y_{jd} = 14,422 + 0,528X_1 - 0,142X_2 + 0,771 X_3 - 0,271X_1^2 - 0,131 X_2^2 - 0,032X_3^2 - 0,08 X_{12} - 0,025X_{13} + 0.383X_{23}$	66,9	27,11	5,150	1,273	14,76 helai
Jumlah anakan/rumput A	$Y_{ja} = 19,338 - 0,878X_1 + 1,501X_2 - 3,112 X_3 - 0,148X_1^2 + 0,028 X_2^2 + 1,089X_3^2 + 0,5 X_{12} + 0,25X_{13} - 0.5X_{23}$	68.6	19,88	10,812	2,618	17,24

(Rompas, 1997). Jamur mikoriza juga dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin yang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman (Setiadi, 1998). Tanaman yang tumbuh baik, akan mengeluarkan eksudat tanaman yang lebih kompleks, yang dibutuhkan oleh mikroba antagonis, selain nutrisi dari tepung ampas tahu. Kombinasi perlakuan tersebut menciptakan PH tanah, berkisar antara 5-6, sehingga *T. harzianum* masih tumbuh dengan baik. Sesuai dengan pendapat Soepena (1993), apabila *T. harzianum* diaplikasikan pada pH lebih dari 6, maka untuk mendorong pertumbuhannya harus ditambahkan belerang.

D. Tinggi Tanaman

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 dapat dilihat bahwa tinggi tanaman pada percobaan tanpa dan dengan fungisida mankozeb ditentukan oleh kombinasi formula *T. harzianum*-mikoriza, pupuk N,P,K dan pupuk daun, memberikan tinggi tanaman yang tidak berbeda, itu berarti fungisida mancozeb tidak diperlukan lagi. Kombinasi dosis optimum formula *T. harzianum*, pupuk N,P,K dan pupuk daun berturut-turut sebesar 23,92g (119,60%), 11,96 g (58,96%), dan 1,97 g/L (58,96%). Berarti peningkatan dosis formula *T. harzianum*-mikoriza sebesar 19,60% dapat mengurangi penggunaan pupuk N,P,K sebesar 41,04% dan pupuk daun sebesar 34,44%. Pada dosis ini tinggi tanaman

adalah 43,86 cm. Serapan hara akan lebih efektif dengan penambahan pupuk hayati mikoriza, sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman lebih baik dan penggunaan pupuk lebih efisien (Simanungkalit, 2009). Aplikasi pupuk sintetis yang berlebih pada suatu areal pertanaman akan mengakibatkan dampak buruk pada tanaman dan menurunkan produktivitas tanah (Pirngadi dan Abdulrachman, 2005). Selain itu, tanaman bermikoriza dapat menyerap unsur hara makro dalam jumlah beberapa kali lebih besar dibanding tanpa mikoriza, khususnya pada tanah yang miskin unsur hara seperti tanah ultisol pada percobaan ini, terutama P (Hodiah, 2008). Selain unsur makro, mikoriza juga dapat meningkatkan serapan unsur mikro seperti, Mn, Cu, Zn, B dan Mo.

E. Jumlah Daun per Rumpun

Dosis optimum formula *T. harzianum*-mikoriza, N,P,K dan pupuk daun berturut-turut sebesar 27,11 g (135,55%), 5,15 g (25,34%) dan 1,27 g/L (42,33%) mempunyai kekuatan pendugaan R sebesar 66,9% (Tabel 4 dan 5). Peningkatan dosis formula *T. harzianum*-mikoriza sebesar 35,55% dapat menurunkan penggunaan pupuk N,P,K sebesar 74,66% dan pupuk daun sebesar 57,67%, memberikan rerata jumlah daun sebanyak 14,2 helai. Disebabkan pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, selain dari unsur hara

yang telah berada di dalam tanah, unsur hara yang diberikan ke tanah tersebut sebagai pupuk N,P,K dan pupuk daun dan mikroba dalam tanah (*T. harzianum*-mikoriza) berpengaruh juga dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Menurut Maryeni dan Heryani (2008) bahwa perkembangan dan kepadatan spora secara positif berkorelasi dengan pengkolonian akar, sehingga penyerapan unsur hara akan lebih baik dan akan mendukung pertumbuhan tanaman dengan lebih baik. Selain itu, penggunaan pupuk daun diduga dapat meningkatkan kemampuan daun melakukan fotosintesis, sehingga fotosintat meningkat, yang mengakibatkan perkembangan pada jaringan meristem daun (Lakitan, 1996).

F. Jumlah Anakan

Dosis optimum formula *T. harzianum*-mikoriza sebesar 19,88 g (99,4%), N,P,K sebesar 10,81 g (53,51%) dan pupuk daun 2,62 g/L (87,33%) mempunyai kekuatan pendugaan R sebesar 68,6% (Tabel 4 dan 5). Berarti penggunaan *T. harzianum* sebesar 99,4% dapat menghemat penggunaan pupuk N,P,K sebesar 46,49% dan pupuk daun sebesar 12,67%, memberikan jumlah anakan sebanyak 17,24. Keberadaan pupuk hayati *T. harzianum*-mikoriza tersebut membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara N,P,K dan pupuk daun. Menurut Siregar dan Wikan (2002)

unsur nitrogen berfungsi mempercepat pertumbuhan tanaman, terutama merangsang pertunasan, unsur P bermanfaat banyak terutama pada bagian tunas muda (Santoso *et al.*, 2003).

Pada semua variabel, percobaan tanpa fungisida mancozeb lebih baik dibanding percobaan dengan fungisida mancozeb, disebabkan senyawa aktif dari fungisida menghambat aktivitas *T. harzianum*, sehingga peranannya sebagai biofungisida dalam menekan penyakit busuk rimpang jahe berkurang. Demikian juga peran *T. harzianum* sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR) juga berkurang. Hal tersebut berarti pemberian biofungisida berupa formula *T. harzianum*-mikoriza dapat menggantikan fungisida sintesis dengan bahan aktif mancozeb., sekaligus mengurangi penggunaan pupuk sintesis N,P,K dan pupuk daun.

Dosis formula *T. harzianum*-mikoriza yang dapat menekan penyakit layu Fusarium dan berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman jahe adalah 23,97g per tanaman dapat mengurangi pemakaian pupuk N, P dan K hingga 51,12% dan pupuk daun 36,91% dari dosis anjuran.

KESIMPULAN

1. Dosis formula *T. harzianum*-mikoriza yang dapat menekan penyakit layu Fusarium dan berpengaruh baik

terhadap pertumbuhan tanaman jahe adalah 23,97g per tanaman dapat mengurangi pemakaian pupuk N, P dan K hingga 51,12% dan pupuk daun 36,91% dari dosis anjuran.

2. Komposisi dosis formula *T.harzianum*-mikoriza 23,97 g, pupuk N,P,K 9,31 g, dan pupuk daun 1,95 g/L per pertanaman memberikan masa inkubasi, intensitas penyakit, kerapatan spora per gram tanah, tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan per rumpun berturut-turut sebesar 65,30 hari setelah inokulasi, 6,31%, $1,4 \times 10^8$ spora per gram tanah, 43,8 cm, 14,76 helai dan 17,24 anakan pada tanaman umur 9 minggu, percobaan tanpa fungisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyaningrum, H. 2008. Virulensi isolat *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *zingiberi* Asal kabupaten Magelang, Purworejo, dan Salatiga pada Jahe Gajah Setelah isolat Disimpan Empat Tahun. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto. (Tidak Dipublikasikan).
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2000. *Pedoman Pengamatan dan Pelaporan Perlindungan Tanaman Pangan*. Deptan, Jakarta.
- Hodiah, 2008. Hasil jagung yang diinokulasi cendawan mikoriza arbuskula dan diberi fraksi humat jeram padi pada tanah ultisol. *Jurnal Agrivigor* 7(2): 141-148.
- Lakitan. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Mardinus. 2006. *Jamur Patogenik Tumbuhan*. Universitas Andalas Press. Padang.
- Maryeni, R dan D. Hervani. 2008. Pengaruh mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan tanaman selasih (*Ocinum sanctum*. L). *Jurnal Akta Agrosia* 11(1): 7-12.
- Muas. 2003. Peranan cendawan mikoriza arbuskula terhadap peningkatan hara oleh bibit pepaya. *Jurnal Hortikultura* 13(2): 105-113.
- Prabowo, a. K. E., N. Prihatiningsih, dan L. Soesanto. 2006. Potensi *Trichoderma harzianum* dalam mengendalikan sembilan isolat *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *zingiberi* Trujillo pada kencur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 8(2):76-84.
- Pirngadi dan Abdurachman. 2005. Pengaruh pupuk majemuk NPK (15-15-15) terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah. *Jurnal Agrivigor* 4(3): 188-197.
- Rokhminarsi, E. 1997. Pemanfaatan MVA Pada Tanaman Bawang Merah Dalam Upaya Mengurangi Pupuk Dan Cemaran Residu Pestisida Di Tanah PMK. *Laporan Hasil Penelitian*. Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto. (Tidak Dipublikasikan)
- _____ dan D.S.Utami 2008 Sinergisme Mikoriza Dan *Trichoderma* sp. Melalui Cara Aplikasi Pada Tanaman Jahe Untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan. *Laporan Penelitian* Fakultas Pertanian Unsoed.
- Rompas, J. 1997. Potensi mikoriza (MVA) Dalam Pengendalian Hayati Patogen Tumbuhan. *Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah*

- PFI. Palembang, 27-29 Oktober 1997. p. 217-221.
- Rusmarkam dan Nasih. 2000. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Santoso, B., Prima., B.Hariyono, dan M. Cholid. 2003. Pengaruh pupuk P, pupuk kandang, dan sumber N terhadap pertumbuhan dan hasil rami klon pujon 10 di malang. *Jurnal Nusantara Kimia*. 79-84.
- Setiadi. 1998. Fungsi Mikoriza Arbuscula dan Prospeknya sebagai Pupuk biologis. *Makalah Workshop Aplikasi CMA pada Tanaman Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan*. PAU Bioteknologi IPB Bogor.
- Simanungkalit, R.D.M. 2009. *Cendawan Mikoriza Arbuskular*. (On-line). http://pustaka.unpad.ac.id/wpcontent/uploads/2009/10/pemanfaatan_cendawan_mikoriza_arbuskular_dan_zat_perangsang.pdf diakses tanggal 15 Maret 2010.
- Siregar dan N. Wikan. 2002. Efektivitas pupuk organik dan pupuk N terhadap pertumbuhan bibit eboni (*Diospyros celebica Bakh.*). *Berita Biologi* 6(2): 283-287.
- Soedradjad dan S. Alvivi. 2005. Efek aplikasi *Synechococcus* sp. pada daun dan NPK terhadap parameter agronomis kedelai. *Buletin Agronomi* 33(3): 17-23.
- Soepena, H. 1993. Pemberantasan jamur akar putih dengan *Trichoderma*. *Jurnal Warta Perkebunan* 12(1): 17-22.
- Soesanto, L. Soedarmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani, dan J. Pramono. 2005. Penyakit busuk rimpang jahe di sentra produksi jahe Jawa Tengah: 2. Intensitas dan pola sebaran penyakit. *Jurnal Agrosains* 7(1): 27-33.
- Utami, DS., Kustantinah dan E. Mugiastuti. 2010. Kajian Daya Hambat Biofungisida Terhadap Penyakit Karat Puru Albasia. *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian (Tidak Dipublikasikan).