

**TEKNIK APLIKASI *Trichoderma* sp. TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN  
KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**

Oleh:

**ACHMAD BAIHAQI**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG**

**2013**

**TEKNIK APLIKASI *Trichoderma* sp. TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN  
KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**

Oleh:

ACHMAD BAIHAQI  
08104800001

MINAT BUDIDAYA PERTANIAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG**

**2013**

## PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2013

Achmad Baihaqi  
NIM. 0810480001

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **TEKNIK APLIKASI *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**

Nama : ACHMAD BAIHAQI

NIM : 0810480001

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,



Ir. Moch. Nawawi, MS.  
NIP. 19490612 197903 1 001

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.  
NIP. 19550821 198002 1 002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian,

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.  
NIP. 19601012 198601 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I



Prof. Dr. Ir. Tatik Wardiati, MS.  
NIP. 19460201 197701 2 001

Penguji II



Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS  
NIP. 19570921 198601 1 001

Penguji III



Ir. Moch. Nawawi, MS  
NIP. 19490612 197903 1 001

Penguji IV



Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc., Ph.D  
NIP. 19620417 198701 1 002

Tanggal Lulus :

## RINGKASAN

**ACHMAD BAIHAQI. 0810480001. Teknik Aplikasi *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.). Di bawah bimbingan Ir. Moch. Nawawi, MS. sebagai Pembimbing Utama, Prof.Dr.Ir. Abdul Latief Abadi, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.**

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia. Daya tarik sayuran ini terletak pada umbi kentang dengan beberapa peranan penting sebagai; bahan makanan yang memiliki nilai gizi tinggi, memiliki prospek pasar ekspor yang baik, dapat disimpan dalam waktu yang cukup (tidak mudah rusak) serta sebagai sumber pendapatan. Prospek dan pengembangan agribisnis kentang di masa datang masih cukup strategis sejalan dengan meningkatnya komoditas ekspor non-migas, bahan baku industri dan program diversifikasi pangan serta potensi nilai ekonomi tinggi nantinya berimplikasi terhadap kesejahteraan (pendapatan) petani. Dalam perkembangannya, pada tahun 2009-2011 produksi dan luas panen kentang nasional cenderung menurun dengan rata-rata penurunan produksi dan luas panen per tahun masing-masing sebesar 9,83 persen, 6 persen, dan 3,5 persen. Namun pada produktivitas mengalami penurunan di tahun 2009 dan 2010 serta pada tahun 2011 mengalami peningkatan produktivitas 0,12 persen. Permasalahan umum terkait dengan penurunan produksi kentang ialah penyakit hawar daun yang merupakan salah satu penyakit utama yang menyerang tanaman kentang di seluruh dunia dan karena penyakit tersebut dapat menyebabkan kehilangan hasil panen hingga 100%. Salah satu teknologi budidaya kentang yang mulai dikembangkan ialah pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai mikroorganisme potensial yang bersifat antagonis. Mekanisme pengendalian yang bersifat spesifik target, mengoloni rhizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan jamur patogen serta diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman. Hal demikian merupakan alternatif dari penggunaan fungisida melalui aplikasi agen hayati *Trichoderma* sp. dalam budidaya kentang. Tujuan dari penelitian ialah Untuk mengetahui antara konsentrasi dan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. menyebabkan interaksi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). Hipotesis yang diajukan ialah 1) Terdapat interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan 2) Aplikasi *Trichoderma* sp. dengan konsentrasi 10 ml.l<sup>-1</sup> dan waktu aplikasi dua hari sekali akan menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.).

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Cangar, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berada di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada ketinggian tempat 1650 mdpl. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2012. Alat yang digunakan meliputi kamera, alat tulis, gelas ukur, meteran, termometer, timbangan analitik, label nama, gunting, kertas, cangkul atau alat pengolah tanah lain serta *knapsack sprayer*. Bahan yang digunakan meliputi bibit kentang varietas Granola K, pupuk kandang (kotoran kambing), larutan *Trichoderma* sp. dan pupuk majemuk NPK

(16:1616). Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) Faktorial yakni dengan menggunakan dua faktor dan di ulang tiga kali. Faktor pertama sebagai petak utama ialah konsentrasi *Trichoderma* sp. cair yang terdiri atas T1= konsentrasi *Trichoderma* sp. cair 5 ml.l<sup>-1</sup>, T2 = konsentrasi *Trichoderma* sp. cair 10 ml.l<sup>-1</sup>. Faktor kedua sebagai anak petak ialah waktu aplikasi *Trichoderma* sp. cair yang terdiri atas W0 = aplikasi *Trichoderma* sp. hanya sekali, W1 = aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 2 hari sekali, W2 = aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 4 hari sekali, W3 = aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 6 hari sekali, W4 = aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 8 hari sekali. Pelaksanaan penelitian ialah pengolahan lahan (tanah), kriteria bibit, pemupukan, penanaman, aplikasi *Trichoderma* sp., pemeliharaan dan panen. Pengamatan yang dilakukan ialah pengamatan non destruktif dilakukan pada umur 14 hari setelah tanam (hst) hingga 49 hst dengan interval 7 hst (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, saat mulai serangan penyakit hawar daun, perhitungan intensitas serangan penyakit) dan pengamatan hasil (panen) dilakukan pada saat umur panen yakni 55 hst (bobot segar umbi panen.tanaman<sup>-1</sup>, jumlah umbi. tanaman<sup>-1</sup>, bobot segar umbi.ha<sup>-1</sup>, dan bobot segar umbi sesuai *grade*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi tidak memberikan pengaruh yang nyata pada peubah hasil tanaman kentang (jumlah umbi dan bobot segar umbi) dan pertumbuhan tanaman kentang (jumlah daun), namun terdapat hubungan interaksi antar perlakuan pada konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada peubah saat muncul serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*). Hasil bobot segar umbi per hektar tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. sebesar 10 ml<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi delapan hari sekali (T2W4) ialah 2,34 ton.ha<sup>-1</sup>. Sedangkan hasil bobot segar umbi terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. sebesar 5 ml<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi empat hari sekali (T1W2), ialah sebesar 1,86 ton.ha<sup>-1</sup>. Namun, secara umum parameter hasil tidak menunjukkan korelasi antara parameter bobot segar umbi per hektar dan persentase intensitas serangan penyakit.

## SUMMARY

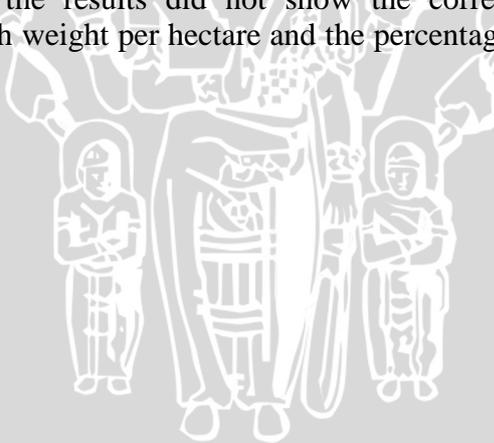
**ACHMAD BAIHAQI 0810480001. Application Techniques of *Trichoderma* sp. In Growth and Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.). Under the guidance by Ir. Moch. Nawawi, MS. as a Major Supervisor and Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. as a Assistant Supervisor**

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the important horticultural commodities in Indonesia. The traction of vegetable relies on the potato tubers with some important roles as food ingredients that have high nutrition, it has a good prospects in export market, can be kept in long lasting (spare from destruction) as well as a source of revenue. The prospect of potato agribusiness and its development in the future is still quite strategic in line with the increasing of non-oil and natural gas export commodities, raw material of industry and food diversification program as well as the potential of high economic value will have implications on welfare (income) of farmers. In its developing, in the year 2009-2011 the production and acreage national of potato tends to decrease with the average decline in production and acreage per year respectively by 9.83 percent, 6 percent, and 3.5 percent. However, in productivity sector got declined in 2009 and 2010 and in 2011 having increased in productivity 0.12 percent. The general problem related with the decreasing in potato production is late blight disease which is one of the major diseases attack worldwide and that disease to be the causal yield loss up to 100%. One of the potato cultivation technologies that begin to be developed is the using of *Trichoderma* sp. as potentially antagonistic microorganisms. The mechanisms control that has specific targets characters, rhizosphere asociated quickly and protects the roots from fungal attack and its expected to increase the yield. Those things are the alternative to apply fungicide through the application of biological agents as *Trichoderma* sp. in the cultivation of potatoes. The purpose of this study was knowing the interaction of concentration and time application of *Trichoderma* sp. on the growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). The hypothesis are 1) There is interaction between concentration and time application of *Trichoderma* sp. on potato (*Solanum tuberosum* L.) and 2) Application of *Trichoderma* sp. with the concentration 10 ml.l<sup>-1</sup> and time application in two days will be indicated the best effect on the growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.).

This research was conducted in Research Station on Cangar, Agriculture Faculty of Brawijaya University, in Sumberbrantas village, Bumiaji District, Batu which is about 1650 m asl. This research was conducted on May and August 2012. The equipment that used are camera, stationery, measuring cup, rope, thermometer, analytical scales, labels, scissors, paper, hoe or other tillage tools and knapsack sprayer. The materials that used are varieties of Granola K seed, manure (goat manure), a solution of *Trichoderma* sp. NPK compound fertilizer (16:16:16). This research is using Split Plot Design (RPT) with consist of two factors and three times repetition. The first factor as the main plot was the concentration of *Trichoderma* sp. Which consist of T1 = concentration of *Trichoderma* sp. solution 5 ml.l<sup>-1</sup>, T2 = concentration of *Trichoderma* sp. solution 10 ml.l<sup>-1</sup>. The second factor as the subplot was the time application of *Trichoderma* sp. solution which consist of W0 = application of *Trichoderma* sp.

only once, W1 = application of *Trichoderma* sp. 2 days at once, W2 = application *Trichoderma* sp. 4 days at once, W3 = application *Trichoderma* sp. 6 days at once, W4 = application *Trichoderma* sp. 8 days at once. The implementation of the research are processing of land (soil), seed criteria, fertilizer, planting, application of *Trichoderma* sp., Maintenance and harvesting. The observations that conducted are non destructive observations in the age of 14 days after planting (dap) and 49 dap, interval of 7 days (plant height, number of leaves, number of branches, time of appearance late blight disease, the calculation of the intensity of the disease) and the observation results (harvest) conducted during the harvesting age 55 HST (fresh weight yield of tuber, the number of tubers per plant, fresh weight of tuber per ha, and the fresh weight of tuber base on grading).

The result showed that the concentration of *Trichoderma* sp. and time of application did not give real effect to the yield variable of potato (number of tubers and tuber fresh weight) and potato plant growth (number of leaves), but there was interaction between the treatments at concentrations of *Trichoderma* sp. and the time application on the time appearance of late blight disease (*Phytophthora infestans*) of potato. The highest result of fresh weight tuber at treatment concentrations of *Trichoderma* sp. With 10 ml.l<sup>-1</sup> eight days at once (T2W4) approximately 2.34 tons.ha<sup>-1</sup>. While the results of the lowest fresh weight of tuber concentrations found in *Trichoderma* sp. rate in 5 ml.l<sup>-1</sup> four days at once of application (T1W2) treatments, approximately 1.86 tons.ha<sup>-1</sup>. However, the general parameters of the results did not show the correlation between the parameters of tuber fresh weight per hectare and the percentage of the intensity of the disease attack.



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Teknik Aplikasi *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ir. Moch. Nawawi, MS., selaku dosen pembimbing utama dan Prof.Dr.Ir. Abdul Latief Abadi, MS., selaku dosen pembimbing pendamping serta Prof.Dr.Ir. Tatik Wardiyati, MS., atas segala nasihat, arahan, bimbingan dan kesabaran kepada penulis dan juga penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Nurul Aini, MS selaku ketua jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Terima kasih penulis sampaikan kepada orang tua dan keluarga atas do'a dan dukungan selama ini, dan juga terima kasih kepada semua pihak dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan dan telah membantu dalam jalannya penelitian ini. Bapak Ferry selaku kepala Kebun Percobaan Cangar Di Desa Sumberbrantas, Kec. Bumiaji, Bapak Tomo selaku laboran Lab. Mikologi HPT FP UB

Dan akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca atau khalayak dan dapat memberikan sumbangsih pemikiran pada keilmuan pengetahuan.

Malang, Januari 2013

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 28 Nopember 1990 di kota Gresik, Jawa Timur. Penulis adalah anak keempat dari lima bersaudara, pasangan bapak Nachrowi Thohir dan Siti Munasichah.

Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis ialah Taman Kanak-kanak Dharma Wanita Menganti, lulus pada tahun 1996. Sekolah Dasar Negeri Menganti 2, lulus pada tahun 2002. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Al-Azhar Menganti, lulus pada tahun 2005. Sekolah Menengah Atas (SMA) Al-Azhar Menganti, lulus pada tahun 2008. Selanjutnya melanjutkan studi di Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur Penjurangan Siwa Berprestasi (PSB) akademik 2008.

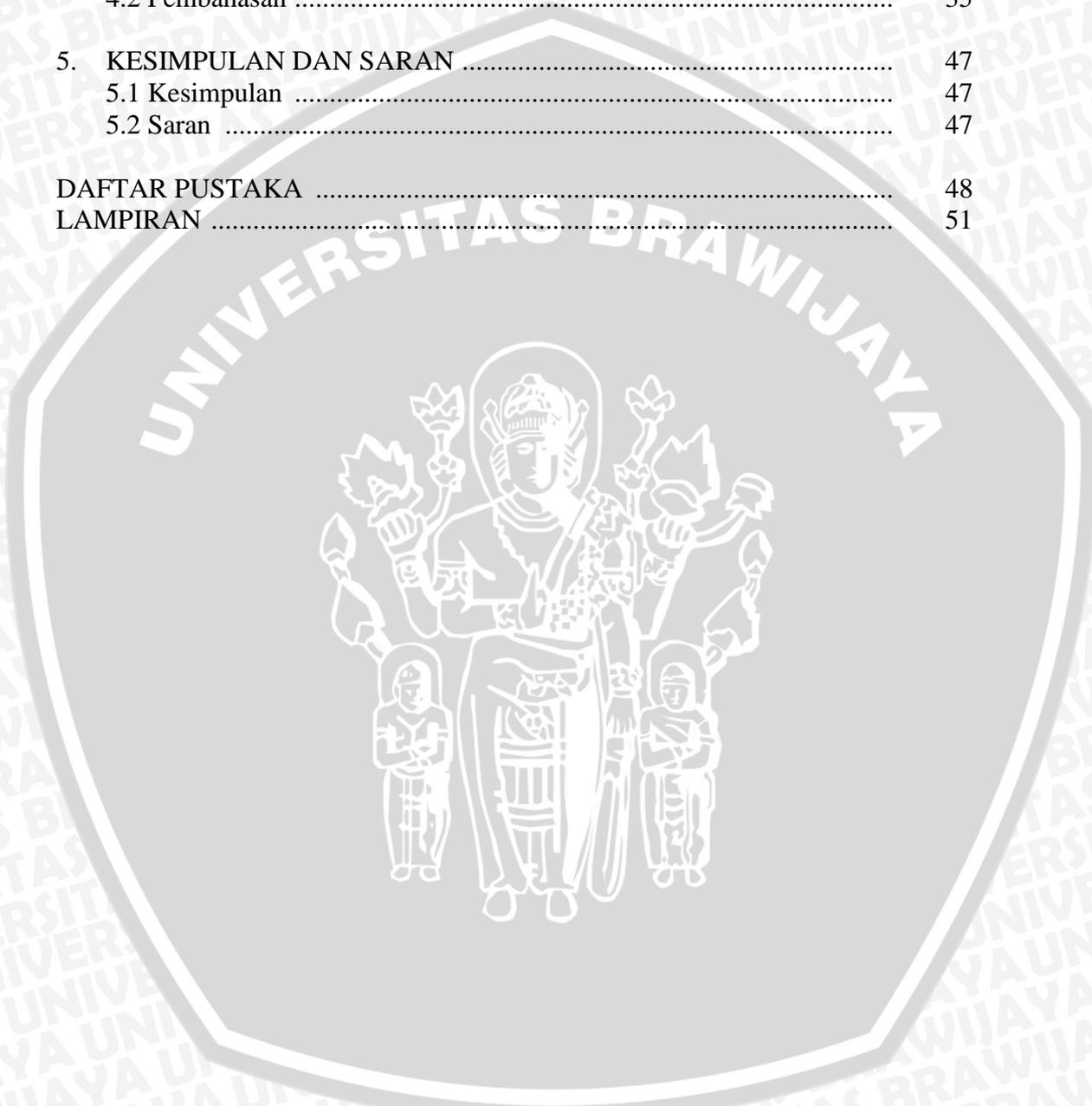
Pada tahun 2008 penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi, Minat Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Selama masa studi S1, penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan, organisasi dan asisten praktikum di Jurusan. Kepanitiaan yang pernah penulis ikuti yaitu Agriculture Expo 2009 dan 2011, Pemilihan Wakil Mahasiswa (PEMILWA) 2010, Organisasi yang pernah diikuti penulis yaitu Sekretaris Umum Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian 2011-2012, Penulis juga aktif sebagai asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Produksi Tanaman semester Ganjil Tahun 2010/2011 dan 2012/2013, serta pernah mengikuti Penulisan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2009.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	3
1.3 Hipotesis .....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tanaman Kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	4
2.1.1 Deskripsi tanaman kentang .....	4
2.1.2 Botani tanaman kentang .....	5
2.1.3 Syarat tumbuh tanaman kentang .....	7
2.1.4 Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang .....	8
2.1.5 Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang .....	10
2.2 Penyakit Hawar Daun ( <i>Phytophthora infestans</i> ) pada Tanaman Kentang .....	11
2.2.1 Klasifikasi Jamur <i>Phytophthora infestans</i> .....	11
2.2.2 Gejala penyakit hawar daun .....	11
2.2.3 Daur hidup .....	12
2.2.4 Faktor yang mempengaruhi jamur <i>Phytophthora infestans</i> .....	13
2.2.5 Pengendalian penyakit hawar daun .....	14
2.3 Jamur <i>Trichoderma</i> sp. ....	14
2.3.1 Klasifikasi jamur <i>Trichoderma</i> sp. ....	14
2.3.2 Deskripsi jamur <i>Trichoderma</i> sp. ....	14
2.3.3 Mekanisme jamur <i>Trichoderma</i> sp. ....	15
3. BAHAN DAN METODE .....	18
3.1 Tempat dan Waktu .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Metode .....	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	21
3.5 Pengamatan .....	23
3.6 Analisa Data .....	26



4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Hasil	
4.1.1 Komponen Pertumbuhan Tanaman .....	27
4.1.2 Pengamatan Panen .....	32
4.2 Pembahasan .....	35
5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	47
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	48
LAMPIRAN .....	51

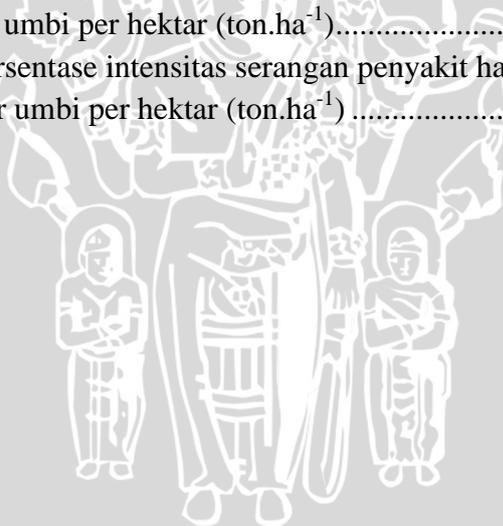


## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Luas panen, produksi dan produktivitas kentang nasional tahun 2009-2012 .....	1
2.	Perlakuan kombinasi .....	19
3.	Nilai skala kerusakan tanaman akibat serangan penyakit hawar daun .....	25
4.	Klasifikasi bobot umbi kentang .....	26
5.	Tinggi tanaman kentang akibat konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi pada berbagai tingkat.....	27
6.	Jumlah daun tanaman kentang akibat konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi pada berbagai tingkat .....	28
7.	Jumlah cabang tanaman kentang akibat konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi pada umur 28 hst dan 35 hst.....	29
8.	Saat muncul serangan penyakit hawar daun tanaman kentang akibat konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi.....	29
9.	Jumlah tanaman serangan penyakit hawar daun tanaman kentang akibat konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi.....	31
10.	Intesitas serangan penyakit Hawar Daun akibat pengaruh konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi .....	32
11.	Jumlah umbi per tanaman dan bobot umbi segar per tanaman (g) akibat konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi.....	33
12.	Bobot segar umbi per petak dan hektar (ton) akibat pengaruh perlakuan konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi .....	33
13.	Bobot segar umbi panen (g) berdasarkan klasifikasi (grade) bobot Umbi kentang akibat pengaruh perlakuan konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi tanaman kentang .....	6
2.	Skema umbi tanaman kentang .....	7
3.	Tahap-tahap pertumbuhan tanaman kentang .....	10
4.	Sporulasi <i>Phytophthora infestans</i> pada daun dan batang kentang .....	12
5.	Daur hidup <i>Phytophthora infestans</i> pada tanaman kentang .....	13
6.	Denah percobaan .....	20
7.	Denah petak percobaan .....	21
8.	Grafik regresi jumlah umbi per tanaman dan bobot segar umbi per tanaman (g) .....	35
9.	Grafik regresi jumlah daun dan bobot segar umbi per tanaman (g) .....	37
10.	Grafik regresi persentase intensitas serangan penyakit hawar daun dan jumlah daun .....	38
11.	Grafik regresi persentase intensitas serangan penyakit hawar daun terhadap bobot segar umbi per hektar (ton.ha <sup>-1</sup> ) .....	40
12.	Diagram rata-rata persentase intensitas serangan penyakit hawar daun Terhadap bobot segar umbi per hektar (ton.ha <sup>-1</sup> ) .....	41



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Perhitungan kebutuhan pupuk kandang (kotoran kambing) per lubang tanam .....	51
2. Perhitungan kebutuhan pupuk NPK (16:16:16) per lubang tanam .....	52
3. Perhitungan luas areal aplikasi semprot <i>trichoderma</i> sp. tiap 1 tangki (alat semprot) .....	53
4. Peta serangan hama landak terhadap umbi tanaman kentang .....	55
5. Peta serangan penyakit hawar daun sesuai waktu muncul .....	56
6. Hasil analisis korelasi antar parameter pengamatan tanaman .....	57
7. Deskripsi tanaman kentang varietas granola kembang .....	58
8. Hasil analisis ragam tinggi tanaman (cm) umur 14, 21, 28, 35 dan 42 hst .....	59
9. Hasil analisis ragam jumlah daun umur 14, 21, 28 dan 35 hst .....	61
10. Hasil analisis ragam jumlah cabang umur 28 dan 35 hst .....	63
11. Hasil analisis ragam waktu muncul serangan penyakit hawar daun ( <i>Phytophthora infestans</i> ) .....	64
12. Hasil analisis ragam jumlah tanaman yang terserang penyakit hawar daun ( <i>Phytophthora infestans</i> ) .....	65
13. Hasil analisis ragam intensitas serangan penyakit hawar haun ( <i>Phytophthora infestans</i> ) umur 21, 28, 35 dan 42 hst .....	67
14. Hasil analisis ragam jumlah umbi dan bobot segar umbi per tanaman ...	68
15. Hasil analisis ragam bobot segar umbi per petak dan hektar (ton.ha <sup>-1</sup> ) ...	69
16. Hasil analisis ragam bobot segar umbi panen berdasarkan <i>grade</i> .....	70
17. Foto pengamatan mikroskopis jamur patogen ( <i>Phytophthora infestans</i> ) ..	71
18. Pertumbuhan tanaman kentang umur 21, 28, 35, 42 dan 49 hst .....	72
19. Foto hasil panen umbi kentang pada umur 55 hst .....	74
20. Rata-rata intensitas serangan penyakit hawar daun terhadap bobot segar umbi per hektar (ton.ha <sup>-1</sup> ) akibat pengaruh perlakuan konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. dan waktu aplikasi .....	75
21. Foto label larutan <i>Trichoderma</i> sp. yang diproduksi agro klinik .....	76

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia. Daya tarik sayuran ini terletak pada umbi kentang dengan beberapa peranan penting sebagai; bahan makanan yang memiliki nilai gizi tinggi, memiliki prospek pasar ekspor yang baik, dapat disimpan dalam waktu yang cukup (tidak mudah rusak) serta sebagai sumber pendapatan. Prospek dan pengembangan agribisnis kentang di masa datang masih cukup strategis sejalan dengan meningkatnya komoditas ekspor non-migas, bahan baku industri dan program diversifikasi pangan serta potensi nilai ekonomi tinggi nantinya berimplikasi terhadap kesejahteraan (pendapatan) petani.

Dalam perkembangannya, pada tahun 2009-2011 produksi dan luas panen kentang nasional cenderung menurun dengan rata-rata penurunan produksi dan luas panen per tahun masing-masing sebesar 9,83 persen, 6 persen, dan 3,5 persen (Tabel 1). Namun pada produktivitas mengalami penurunan di tahun 2009 dan 2010 serta pada tahun 2011 mengalami peningkatan produktivitas 0,12 persen (BPS, 2011). Penurunan produksi kentang ini terjadi ketidakefisienan penggunaan faktor produksi, iklim, degradasi lahan akibat penggunaan pestisida yang berlebihan, rendahnya kualitas benih yang digunakan, kesuburan tanah serta gangguan hama dan penyakit.

Tabel 1. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kentang Nasional Tahun 2009-2011 (BPS, 2011)

Tahun	Luas panen (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/ha)
2009	71,238	1,176,304	16.51
2010	66,531	1,060,805	15.94
2011	59,882	955,488	15.96

Permasalahan umum terkait dengan penurunan produksi kentang ialah penyakit hawar daun. Penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit utama yang menyerang tanaman kentang di seluruh dunia dan merupakan masalah sangat serius pada budidaya tanaman kentang karena penyakit tersebut dapat

menyebabkan kehilangan hasil panen hingga 100% (Garelik, 2002). Oleh karena itu diperlukan paket teknologi aplikasi agen hayati yang dapat meningkatkan produktivitas umbi kentang.

Salah satu teknologi budidaya kentang yang mulai dikembangkan ialah pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai mikroorganisme potensial yang bersifat antagonis. *Trichoderma* sp. ialah jamur asli tanah yang bersifat menguntungkan karena mempunyai sifat antagonis yang tinggi terhadap jamur patogen sebagai upaya pengendalian pertumbuhan patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang. Mekanisme pengendalian yang bersifat spesifik target, mengkoloni rhizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan jamur patogen serta diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman, hal tersebut menjadi keunggulan tersendiri bagi jamur *Trichoderma* sp. sebagai agen pengendali hayati.

Hal demikian juga selaras memberikan informasi terkini terkait penggunaan fungisida yang berdampak negatif terhadap lingkungan atas residu secara akumulatif. Sehingga alternatif yang bisa di aplikasikan dalam budidaya kentang ialah pengendalian hayati dengan agen hayati *Trichoderma* sp. yang memiliki fungsi selain dekomposer yakni pengendalian patogen *Phytophthora infestans* dengan enzim khitinase yang dihasilkan *Trichoderma* sp. Aplikasi konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi dapat memberikan pengaruh bersifat menguntungkan dan merugikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang. Karena *Trichoderma* sp. salah satu jamur antagonis yang telah banyak diuji coba untuk mengendalikan penyakit tanaman (ketahanan) (Lilik *et al.*, 2010 dalam Ismail 2010). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui aplikasi *Trichoderma* sp. cair secara tepat baik jumlah konsentrasi yang diberikan maupun waktu aplikasinya.

## 1.2 Tujuan

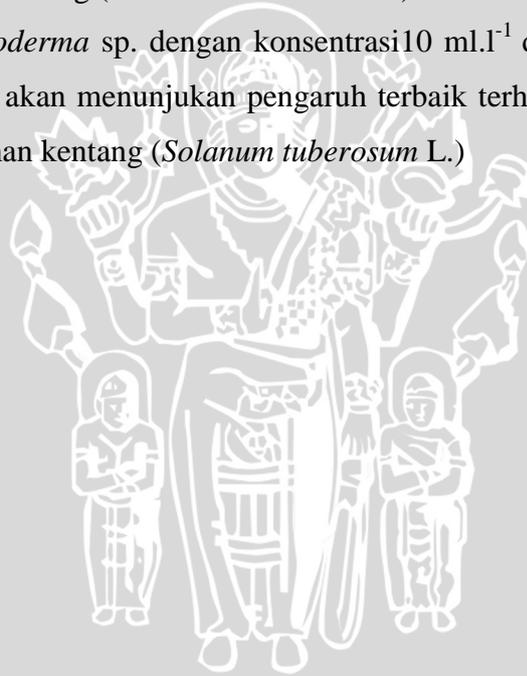
Tujuan dari penelitian ini ialah :

Untuk mengetahui antara konsentrasi dan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. menyebabkan interaksi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.).

## 1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini ialah :

1. Terdapat interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.)
2. Aplikasi *Trichoderma* sp. dengan konsentrasi  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  dan waktu aplikasi dua hari sekali akan menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.)



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

#### 2.1.1 Deskripsi Tanaman Kentang

Tanaman kentang pada umumnya tumbuh pada daerah dataran tinggi, yang secara taksonomi dapat diklasifikasi menurut Idawati (2012) ialah sebagai berikut: Divisi *Spermathopyta*, Subdivisi *Angiospermae*, Kelas *Dicotyledoneae*, Ordo *Tubiflorae*, Famili *Solanaceae*, Genus *Solanum* dan Spesies *Solanum tuberosum* L.

Tanaman kentang merupakan tanaman semusim, bentuk sesungguhnya semak atau bersifat menjalar. Batang tanaman kentang berbentuk segi empat dengan panjang bisa mencapai 50 – 120 cm dan tidak berkayu. Batang dan daun berwarna hijau kemerahan atau keunguan. Akar tanaman menjalar dan berukuran sangat kecil bahkan sangat halus, akar ini berwarna keputihan serta memiliki daya tembus hingga mencapai kedalaman 45 cm. Namun, pada kedalaman 25 cm biasanya akar nampak banyak yang mengumpul.

Pada umumnya tanaman kentang di Indonesia tumbuh dengan baik di daerah dengan ketinggian di atas 1000 meter permukaan laut (mdpl), walaupun saat ini berkembang juga tanaman kentang yang bisa di tanam di dataran medium pada daerah sentra produksi yang ada, seperti Jawa Barat di Pengalengan, Jawa Tengah di Dieng, Sumatera Utara, Purwokerto dan sekitarnya dan Jawa Timur di daerah Bromo serta Sulawesi Selatan. Jenis kentang yang populer di Indonesia ialah varietas Granola hasil *breeding* Jerman yang menyebar, terutama di daerah tropis karena tahan terhadap serangan penyakit kentang khususnya daerah tropis yang panas dan lembab.

Granola merupakan varietas yang tergolong unggul karena produktivitasnya bisa mencapai 30 ton.ha<sup>-1</sup>, dari jumlah ini, 20 ton berkualitas baik, 5 ton berkualitas sedang, 4 ton berkualitas campur dan 1 ton berkualitas rindil. Selain keunggulan itu, Granola juga resisten terhadap penyakit kentang pada umumnya, misalnya bila daya serangnya suatu penyakit terhadap Granola

hanya 10%, namun pada varietas kentang lain bisa mencapai 30% (Idawati, 2012). Budidaya kentang varietas Granola diperkirakan 85-90% dari total lahan kentang di Indonesia (Wibowo, 2006 dalam Ni'mah 2012).

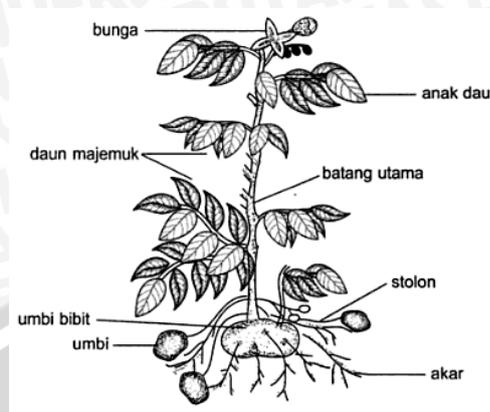
Sesuai SK Mentan No. 81/Kpts/SR.120/3/2005 tentang pelepasan kentang Granola Kembang sebagai varietas unggul dalam rangka meningkatkan produksi kentang (Lampiran 7). Kentang Granola Kembang memiliki keunggulan produktivitas tinggi, bentuk umbi bulat lonjong, warna daging umbi kuning, mata umbi dangkal, baik untuk kentang sayur dan cocok untuk dikembangkan di Jawa Timur dengan hasil panen 38 – 50 ton.ha<sup>-1</sup>. Kentang ini juga merupakan kentang yang direkomendasikan oleh pemerintah Jawa Timur.

Kentang merupakan tanaman yang biasanya diperbanyak dengan umbi atau secara vegetatif. Perbanyakannya secara vegetatif dapat menyebabkan terjadinya degenerasi atau menurunnya kualitas bibit dari satu generasi ke generasi berikutnya. Patogen tanaman dapat mudah masuk ke dalam umbi dan berakumulasi sehingga semakin lama generasi tersebut semakin menurun kualitas umbi atau bibit. Patogen yang menyebabkan terjadinya degenerasi bibit, ialah virus daun menggulung (PLRV), dan virus mosaik (PVX, PVY dan PVSX), bakteri (*Erwinia sp.*), jamur (*Rhizoctonia solani*), nematoda, dan ulat penggrogok umbi (Kusmana, 2007), namun agak peka terhadap layu bakteri *Pseudomonas solanacearum* dan busuk daun *Phytophthora infestans* (Pitojo, 2004).

### 2.1.2 Botani Tanaman Kentang

Pitojo (2004) menyatakan bahwa tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) ialah tanaman berbiji belah (dikotil), termasuk tanaman semusim dan berbentuk semak. Pada umumnya tanaman kentang berasal dari umbi, termasuk tanaman kentang yang dibudidayakan di Indonesia.

Perakaran tanaman kentang berada pada tanah lapisan atas, berpautan dengan partikel tanah untuk memperkokoh berdirinya tanaman. Namun, perakarannya tidak dapat masuk jauh ke dalam tanah sehingga tingkat keseburan tanah lapisan atas (*top soil*) sangat menentukan perkembangan perakaran, termasuk perkembangan tanamannya. Perakaran ini memiliki fungsi utama sebagai penyerapan air dan zat-zat hara di dalam tanah.



Gambar 1. Morfologi tanaman kentang (Pitojo, 2004).

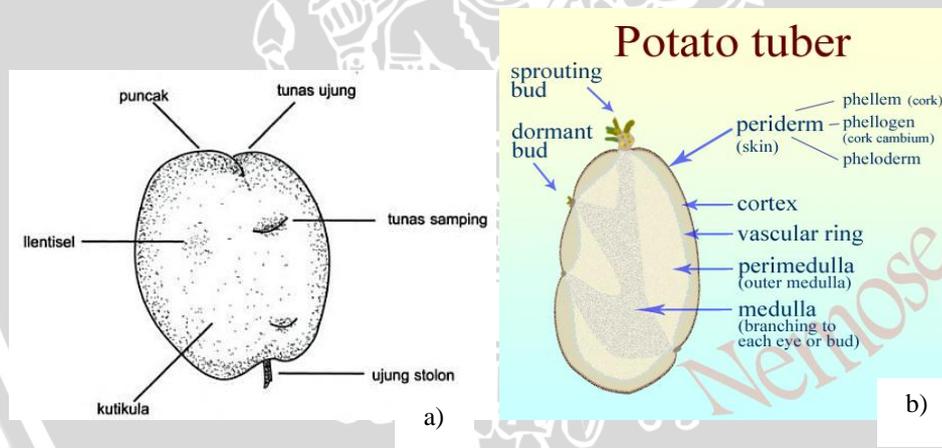
Tanaman kentang yang berasal dari umbi memiliki akar serabut, berukuran kecil dan berwarna keputihan. Stolon akan muncul dari ruas batang paling bawah, berwarna putih dan tumbuh di dalam tanah, mendatar ke arah samping dan pada saatnya nanti di ujung stolon akan membentuk umbi yang berukuran besar. Munculnya stolon yakni dari akar tunggang tersebut terbentuk akar-akar serabut. setelah batang tanaman mencapai ukuran beberapa sentimeter, muncul stolon dari ketiak keping biji.

Batang tanaman kentang berada di atas permukaan tanah dan berwarna hijau, kemerahan atau ungu tua. Warna batang tersebut dipengaruhi oleh umur tanaman, lingkungan, kesuburan tanah dan keadaan air di dalam tanah. Pada umumnya, batang tanaman kentang bersudut dan bersayap, berongga dan tidak berkayu, kecuali pada bagian bawah batang yang sudah tua. Batang agak lemas dan kurang tahan terhadap terpaan angin, tumbuh ke atas, tegak, menyebar atau menjalar. Tanaman yang berasal dari umbi memiliki lebih dari satu batang utama dan memiliki ukuran lebih besar dibandingkan tanaman yang berasal dari biji. Percabangan tanaman dipengaruhi oleh kualitas benih yang ditanam, sebagai dampak dari cara simpan benih dan tingkat generasi benih.

Daun pertama tanaman kentang, baik tanaman yang berasal dari biji maupun umbi merupakan daun tunggal dan daun-daun yang tumbuh selanjutnya berupa daun majemuk dengan anak daun primer dan anak daun sekunder. Dimana anak daun sekunder berada pada tangkai daun utama, di antara anak daun primer dan tangkai daun utama memiliki bentuk bersudut runcing dan tumpul terhadap

batang. Bentuk anak daun primer bervariasi: oval, oblong, bulat dengan tulang daun menyirip.

Umbi kentang merupakan batang yang terbentuk dari pembesaran ujung stolon, berbentuk bulat, lonjong, meruncing, atau mirip ginjal; dengan ukuran kecil hingga besar. Bentuk umbi, mata tunas, warna kulit dan berwarna daging umbi bervariasi menurut varietas kentang. Pada waktu masih muda, umbi kentang dilapisi oleh epidermis ± 1 cm dan menghasilkan periderm, sehingga pada umbi kentang yang sudah tua tersusun enam lapis periderm. Kulit umbi kentang sangat tipis, berwarna putih, kuning, merah atau ungu. Ketebalan kulit kentang dipengaruhi oleh jenis varietas dan keadaan lingkungan tumbuh. Pada umbi yang masih muda, sel-sel kulit membelah dengan cepat, ditandai dengan kulit yang mudah terkelupas, sedangkan pada umbi yang sudah tua, sel-sel kulit sudah tidak aktif untuk melakukan pembelahan dan kulit melekat erat sehingga tidak mudah terkelupas.



Keterangan :

- a) Skema umbi tanaman kentang (Pitojo, 2004)
- b) Anatomi umbi tanaman kentang (Anonymous, 2012)

Gambar 2. Skema umbi tanaman kentang.

### 2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kentang

Tanaman kentang sangat dipengaruhi oleh cuaca (iklim), terutama yang tumbuh di daerah tropis membutuhkan suhu ideal berkisar antara 15 – 18°C pada malam hari dan 24 – 30°C pada siang hari (Setiadi dan Nurulhuda, 1993). Tanaman kentang juga tumbuh baik pada lingkungan dengan suhu rata-rata harian

yang rendah yaitu 18 – 21<sup>0</sup>C, curah hujan rata-rata 1.500 mm/tahun dan kelembaban udara 80 – 90% (Samadi, 2007).

Tanaman kentang dapat tumbuh baik pada tanah yang subur, mempunyai drainase yang baik, tanah liat yang gembur, bertekstur debu atau debu berpasir serta kondisi kelembaban tanah 70%, yakni terkait dengan kesesuaian umbi kentang terhadap kepekaan serangan penyakit busuk batang. Tanaman kentang toleran terhadap pH pada selang yang cukup luas, untuk pertumbuhan yang baik dan ketersediaan unsur hara, pH yang baik adalah 5,0 sampai 6,5 (Pitojo, 2004).

Kenaikan suhu akan meningkatkan aktivasi energi pada reaksi kimia. Suhu udara yang terlalu tinggi akan meningkatkan penggunaan energi fotosintat untuk proses respirasi sehingga fotosintesis yang disimpan sebagai cadangan makanan di berbagai organ tanaman. Ashandi dan Gunadi (1989) menjelaskan bahwa daerah yang memiliki suhu udara maksimum 30<sup>0</sup>C dan suhu udara minimum 15<sup>0</sup>C adalah daerah yang sangat baik untuk pertumbuhan tanaman kentang daripada daerah yang memiliki suhu relatif konstan rata-rata 24<sup>0</sup>C. Peningkatan suhu di lingkungan tumbuh tanaman kentang akan mempengaruhi aktivasi energi pada reaksi kimia seperti penggunaan energi hasil proses fotosintesis untuk proses respirasi. Respirasi tumbuhan akan meningkat dengan peningkatan suhu dan akan menurun saat suhu mencapai 40<sup>0</sup>C dan pada suhu tersebut penyusunan enzim akan mulai rusak.

#### **2.1.4 Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Kentang**

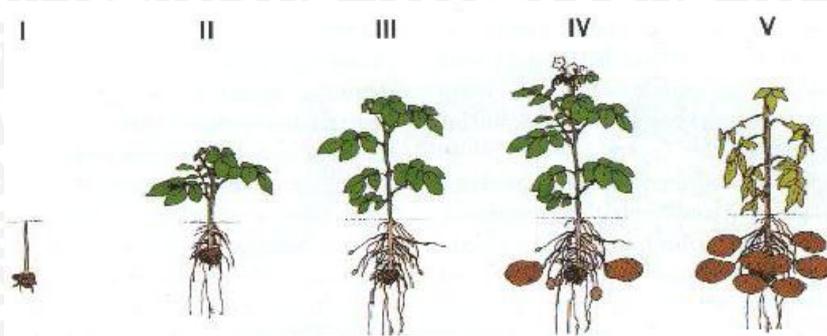
Ashari (2006) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang terdiri atas lima tahap ialah a) pertumbuhan tunas, b) pertumbuhan vegetatif, c) awal pertumbuhan umbi, d) pertumbuhan dan pembesaran umbi dan, e) pemasakan (*maturation*).

Tahap I (pertumbuhan tunas) ialah pertumbuhan mata tunas pada umbi kentang bibit mulai aktif tumbuh untuk menerobos permukaan tanah; pada saat itu akar-akar adventif juga mulai tumbuh pada dasar mata tunas. Dwelle dan Love (2012) menyatakan bahwa setelah umbi mengakhiri masa dormansi, tunas mulai tumbuh dan laju pertumbuhan tunas bergantung pada suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi tunas tumbuh lebih cepat sehingga tanaman tumbuh lebih awal di atas

permukaan tanah. Jika kondisi tanah kering, umbi kehilangan bobot sehingga tunas tumbuh lebih lambat tunas apikal yang telah tumbuh lebih dari 3 cm biasanya dibuang sebelum umbi ditanam untuk menghilangkan dominansi apikal dan memacu pertumbuhan tunas lateral agar pertumbuhan tanaman lebih seragam.

Tahap II (pertumbuhan vegetatif) ialah adanya organ tanaman seperti daun dan cabang tanaman (cabang utama) mulai tumbuh dan berkembang, dimana akar berkembang dan stolon mulai tumbuh demikian juga proses fotosintesis mulai aktif. Sedangkan tahap III (awal pertumbuhan umbi) ialah umbi kentang mulai tumbuh di ujung akar stolon namun belum berkembang secara aktif. Pada fase pertumbuhan umbi (*tuber growth*) ini terjadi persaingan yang kuat antara umbi dengan bagian atas tanaman (*shoot*) yang sama-sama tumbuh dan sama-sama berperan sebagai penerima (*sink*). Kompetisi itu berhenti setelah pertumbuhan brangkasan (pertumbuhan vegetatif) mencapai maksimum dan hanya umbi yang berfungsi sebagai penerima, sedangkan brangkasan berubah menjadi sumber.

Tahap IV (pertumbuhan dan pembesaran umbi) ialah sel pada umbi mulai aktif tumbuh dan berfungsi sebagai penyimpan pati, air dan nutrisi lainnya. Selanjutnya umbi menjadi organ yang dominan sebagai tempat penyimpanan karbohidrat serta nutrisi anorganik yang *mobil*. Tahap V (pemasakan) ialah ditunjukkan dengan ditandai tanaman mulai layu, daun menguning dan mulai rontok, pertumbuhan umbi melambat dan batang tanaman mulai mati. pada saat ini ukuran umbi sudah maksimum dan kulit umbi telah terbentuk tetapi masih belum kuat. Bersamaan dengan pematangan umbi, terjadi penuaan (*senescence*) daun (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).



Keterangan :

- I : Tahap pertumbuhan tunas (*sprout development*)
- II : Tahap pertumbuhan vegetatif (*vegetative development*)
- III : Tahap awal pertumbuhan umbi (*tuber initiation*)
- IV : Tahap pertumbuhan dan pembesaran umbi (*tuber bulking*)
- V : Tahap pemasakan (*maturation*)

Gambar 3. Tahap-tahap pertumbuhan tanaman kentang (Dwelle dan Love, 2012).

### 2.1.5 Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Kentang

Panjang hari sebagai salah satu faktor lingkungan sangat menentukan dalam pembentukan umbi. Hari pendek diperlukan untuk merangsang pembentukan umbi, sedangkan hari panjang diperlukan untuk menghambat pembentukan umbi. Hammes dan Nelson (1975) menyatakan bahwa tanaman hari pendek bisa membentuk umbi pada suhu rendah ( $3 - 5^{\circ}\text{C}$ ) dan pada suhu yang lebih tinggi ( $20 - 22^{\circ}\text{C}$ ), tetapi hari panjang sebaliknya. Ewing (1981) menyatakan bahwa tekanan suhu tinggi dapat menurunkan hasil umbi kentang melalui dua hal; pertama, rendahnya laju fotosintesis dalam penyediaan asimilat untuk seluruh pertumbuhan tanaman dan kedua, mengurangi distribusi karbohidrat ke umbi sehingga hasilnya rendah. Di daerah beriklim subtropis dan dataran tinggi tropika pembentukan umbi terjadi dengan baik pada suhu siang  $25^{\circ}\text{C}$  dan suhu malam  $17^{\circ}\text{C}$  atau lebih rendah dengan inisiasi umbi pada umur 28 hari setelah tanam (hst).

Berbagai faktor mempengaruhi hasil panen umbi adalah panjang periode pertumbuhan sebelum terjadi penuaan (*senescence*) daun. Kultivar yang berumur panjang secara khas memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang berumur pendek karena daun mampu menghasilkan fotosintat dengan kadar

yang lebih tinggi. Tahap pengisian umbi ialah periode pertumbuhan yang paling penting dalam hasil dan kualitas umbi, dimana terdapat dua faktor yang berpengaruh terhadap hasil umbi yaitu: (a) aktivitas fotosintesis dan umur kanopi tanaman, dan (b) panjang fase pertumbuhan linear umbi. Laju dan lama pengisian umbi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan dan teknik budidaya. Beberapa kondisi yang membatasi pertumbuhan daun yang sehat, mengganggu pertumbuhan umbi, mengubah partisi bahan kering dari umbi ke daun dapat menurunkan potensi hasil serta salah satu hal selain suhu yang mempengaruhi fase pengisian umbi adalah pengendalian hama penyakit tanaman.

## **2.2 Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans*) Pada Tanaman Kentang**

### **2.2.1 Klasifikasi Jamur *Phytophthora infestans***

Agrios (1996) menyatakan bahwa klasifikasi jamur *Phytophthora infestans* ialah sebagai berikut; Kingdom *Myceatae*, Divisio *Eumycota*, Sub Divisi *Mastigomycotina* Class *Oomycetes*, Ordo *Peronosporales*, Famili *Pythiaceae*, Genus *Phytophthora*, Spesies *Phytophthora infestans*.

Penyakit hawar daun kentang disebabkan oleh patogen *Phytophthora infestans*, patogen ini berupa cendawan yang memiliki miselium interseluler, tidak bersekat, memiliki banyak haustorium (alat penetrasi). Konidiofor keluar dari mulut kulit, berkumpul 1 – 5 dengan percabangan simpodial (seperti hifa pada umumnya), memiliki bengkakan-bengkakan yang khas. Konidium berbentuk buah per, dengan ukuran 22 – 32 x 16 – 24  $\mu\text{m}$ , berinti banyak, 7 – 32 (benang) baru, atau secara tidak langsung dengan membentuk spora kembara, konidium (kotak spora) dapat pula disebut sebagai sporangium atau zoosporangium (Semangun, 1996). Cendawan dapat membentuk oospora meskipun agak jarang.

### **2.2.2 Gejala Penyakit Hawar Daun**

Gejala awal dari penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) adalah terdapat bercak-bercak nekrotis (busuk yang semakin lebar) pada tepi dan ujungnya, pada keadaan cuaca dimana suhu tidak terlalu rendah dan kelembaban cukup tinggi bercak-bercak tadi akan menyebar dengan cepat ke seluruh bagian

daun, sehingga daun yang terserang akan segera mati. Apabila cuaca seperti ini berlangsung cukup lama maka seluruh bagian tanaman akan segera mati, apabila keadaannya cukup kering bercak pada tanaman tersebut akan segera mengering dan tidak meluas. Pada umumnya gejala penyakit ini akan terlihat pada tanaman ketika tanaman berumur lebih dari satu bulan, meskipun terkadang gejala terlihat ketika umur 21 hari setelah tanam (Abadi, 2003).

Dalam cuaca lembab pada sisi bawah bagian daun yang sakit terdapat lapisan kelabu tipis, yang terdiri dari konidiofor dan konidium jamur. Jamur dapat menyerang umbi kentang, meskipun di Indonesia agak jarang terjadi. Jika keadaan baik bagi pertumbuhannya pada umbi terjadi bercak yang agak mengendap, berwarna coklat atau hitam ungu, yang masuk sampai 3-6 mm ke dalam umbi. Gejala ini tampak pada waktu umbi digali, namun nampak jelas ketika umbi disimpan. Jika membantu pertumbuhan dan perkembangan penyakit, karena pengaruh *Phytophthora infestans* yang dibantu jasad-jasad sekunder (bakteri dan jamur lain), maka umbi akan membusuk basah dan pembusukan akan terjadi sangat cepat, sehingga umbi kentang busuk sebelum digali.

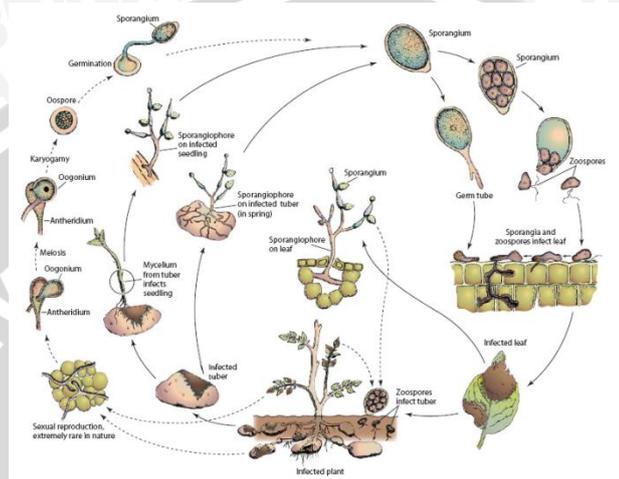


Gambar 4. Sporulasi *Phytophthora infestans* pada daun dan batang kentang (Schumann dan D'Arcy, 2000).

### 2.2.2 Daur Hidup

Penyakit Hawar daun sangat merusak dan sangat sulit dikendalikan karena *Phytophthora infestans* merupakan jamur yang memiliki patogenitas yang sangat beragam. umumnya patogen ini berkembangbiak secara aseksual dengan zoospora, tetapi juga dapat berkembangbiak secara aseksual dengan oospora. Jamur ini bersifat heterofilik, ialah pembentukan oosporanya hanya akan terjadi

bila adanya perkawinan silang antar dua isolat yang berbeda tipe perkawinannya (*mating type*) (Purwanti, 2002). *Phytophthora infestans* menyerang tanaman dengan masuk melalui sel epidermis, membentuk struktur hifa dan menghasilkan koloni pada jaringan interselular dan menyerap nutrisi dari tanaman.



Gambar 5. Daur hidup *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang (Agrios, 2005).

#### 2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Jamur *Phytophthora infestans*

Penyakit Hawar daun disebabkan oleh jamur *Phytophthora infestans*, yang biasa menyerang tanaman pada kondisi cuaca yang basah dengan temperatur siang hari 21 – 27°C dan malam hari 10 – 16°C, kelembaban udara tinggi dan curah hujan tinggi. Pada kondisi seperti itu penyakit dapat menyebar secara tepat dan berpotensi menghilangkan daun tanaman dalam waktu tiga minggu sejak penyakit tersebut muncul. Selain menyerang bagian daun, penyakit ini juga menyerang umbi kentang pada setiap stadia perkembangan umbi sebelum atau sesudah panen. Sumber utama dari penyakit ini adalah tumpukan sisa-sisa umbi yang terinfeksi penyakit (Johnson, 2005).

*Phytophthora infestans* memiliki spora yang besar, jelas dan berbentuk seperti jeruk nipis yang disebut sporangia dan bila berbentuk batang disebut sporangiophor. Sporangia berkecambah pada 44 – 55°F (7 – 13°C) bila terdapat air bebas dipermukaan daun, membentuk 8 – 12 zoospora dan akan melekat pada permukaan daun. Zoospora menginfeksi daun melalui permukaan daun dengan menggunakan tabung kuman, melalui stomata pada daun, temperatur malam 50 –

60<sup>0</sup>F (10 – 16<sup>0</sup>C), hujan gerimis, berkabut atau embun tebal dan diikuti dengan temperatur siang hari 60 – 75<sup>0</sup>F (16 – 24<sup>0</sup>C), dengan kelembaban relatif udara tinggi merupakan kondisi ideal infeksi hawar daun dan perkembangannya.

### 2.2.5 Pengendalian Penyakit Hawar Daun

Pengendalian penyakit hawar daun sangat tergantung pada perlakuan fungisida yang dapat diaplikasikan hingga 18 kali per musim tanam, namun aplikasi tersebut memiliki kekurangan yakni memiliki resiko tinggi terhadap kesehatan dan pencemaran lingkungan (Johnson, 2005 dalam Lengkon 2008). Pengendalian lain yang bisa dijadikan sebagai alternatif yaitu penggunaan varietas tahan terhadap spesifik penyakit serta yang lebih ramah adalah pengendalian hayati dengan pendekatan secara terpadu dengan pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai agen pengendali hayati yang mengendalikan jamur penyebab busuk daun dan umbi tanaman kentang tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

## 2.3 Jamur *Trichoderma* sp.

### 2.3.1 Klasifikasi Jamur *Trichoderma* sp.

Streets (1980) dalam Ismail (2010) menyatakan bahwa klasifikasi jamur *Trichoderma* sp. ialah sebagai berikut: Kingdom *Plantae*, Divisi *Amastigomycota*, Kelas *Deuteromycetes*, Ordo *Moniliales*, Famili *Moniliaceae*, Genus *Trichoderma*, Spesies *Trichoderma* sp. Cendawan antagonis marga *Trichoderma* terdapat lima jenis yang mempunyai kemampuan untuk mengendalikan beberapa patogen yaitu *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma hamatum* dan *Trichoderma polysporum*. Jenis yang banyak dikembangkan di Indonesia antara lain *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma viride*.

### 2.3.2 Deskripsi jamur *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp. memiliki konidiofor bercabang cabang teratur, tidak membentuk berkas, konidium jorong, bersel satu, dalam kelompok-kelompok kecil terminal, kelompok konidium berwarna hijau biru. *Trichoderma* sp. juga

berbentuk oval, dan memiliki sterigma atau phialid tunggal dan berkelompok. Klamidospora berbentuk seperti bola atau elips, hialin dan berdinding halus. Klamidospora terdapat pada daerah interkalar atau kadang-kadang pada ujung cabang sisi yang pendek dari hifa. Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang bersifat saprofit didalam tanah dan merupakan musuh alami dari jamur patogen penyebab penyakit pada tanaman. Mekanisme pengendalian hayati oleh *Trichoderma* sp. bersifat mikoparasit dan kompetitor yang aktif terhadap patogen. Pertumbuhan miselia jamur *Trichoderma* sp. membelit sepanjang hifa jamur inangnya. Penetrasi pada miselia inang tidak bisa selalu terjadi, tetapi hifa yang peka akan terjadi vakuolasi, rusak dan hancur (Cook dan baker, 1983).

Jeffries dan Young (1994) menjelaskan bahwa kemampuan jamur *Trichoderma* sp. dalam menekan penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen dikarenakan kemampuannya dalam melisis (merusak) dinding hifa jamur patogen sehingga dapat menginfeksi hifa patogen serta kemampuannya membentuk dan menghasilkan antibiotik yang merupakan racun bagi jasad lain.

### **2.3.3 Mekanisme Antagonis Jamur *Trichoderma* sp.**

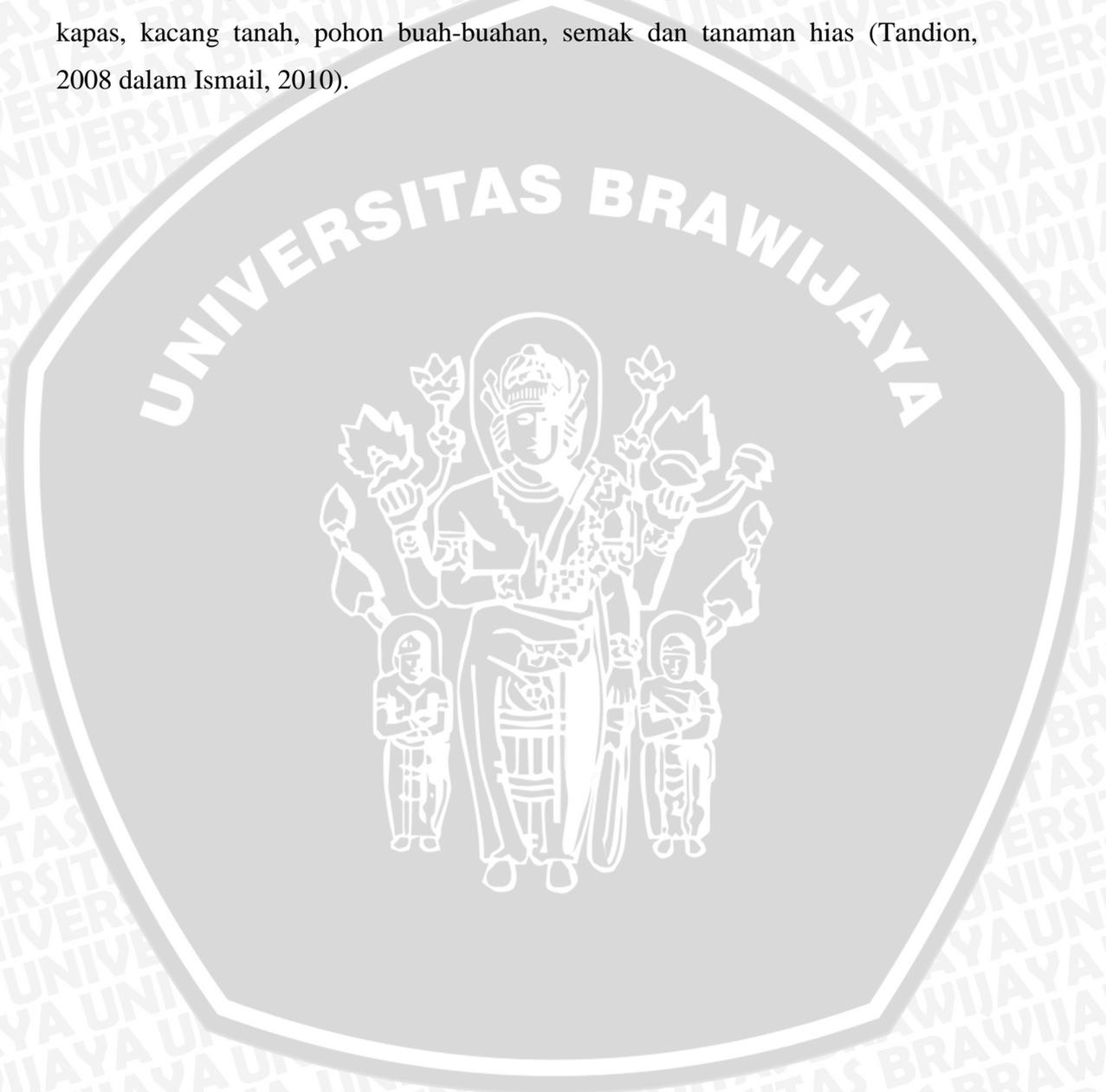
Ismail dan Andi (2010) menyatakan mikroorganisme antagonis adalah mikroorganisme yang mempunyai pengaruh yang merugikan terhadap mikroorganisme lain yang tumbuh dan berasosiasi dengannya. Antagonis meliputi (a) kompetisi nutrisi atau sesuatu yang lain dalam jumlah terbatas tetapi tidak diperlukan oleh OPT, (b) antibiosis sebagai hasil dari pelepasan antibiotika atau senyawa kimia yang lain oleh mikroorganisme dan berbahaya bagi OPT, dan (c) predasi, hiperparasitisme, dan mikroparasitisme atau bentuk yang lain dari eksploitasi langsung terhadap OPT oleh mikroorganisme yang lain. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang memiliki kemampuan dalam mengendalikan penyakit serta mampu berkompetisi dengan patogen tanah terutama dalam mendapatkan Nitrogen dan Karbon.

Mekanisme utama pengendalian patogen tanaman yang bersifat tular tanah dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* sp. dapat terjadi melalui sebagai berikut :

- a. Mikoparasit merupakan suatu mekanisme yang efektif digunakan untuk menurunkan inokulum jamur yang dapat bertahan sebagai sklerotia di dalam tanah (memarasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga cendawan akan mati).
- b. Menghasilkan antibiotik seperti *alametichin*, *paracelsin*, *trichotoxin* yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengerusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim chitinase, laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel.
- c. Mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan. Mekanisme ini terjadi karena terdapat persaingan dua organisme atau lebih untuk mendapatkan makanan, tempat, maupun lainnya, dari hubungan ini, nantinya akan didapatkan suatu organisme kompetitor. Organisme kompetitor yang efektif untuk menekan pertumbuhan patogen ditandai dengan pertumbuhan yang lebih cepat dan kemampuan mendapat makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan patogen.
- d. Mempunyai kemampuan melakukan interfensi hifa. Hifa *Trichoderma* sp., akan mengakibatkan perubahan permeabilitas dinding sel.

Jamur yang menjadi parasit pada jamur lainnya, disebut *mycoparasite*. misalnya, parasitisme *Trichoderma* sp. yang terjadi pada patogen tular tanah. Hifa *Trichoderma* sp. akan tumbuh mengarah pada stimulus kimia yang dikeluarkan patogen, kemudian hifa mengalami penyesuaian secara fisik dan *Trichoderma* sp. akan menghasilkan enzim *khitinase* yang dapat mendegradasi dinding hifa patogen. *Trichoderma* sp. adalah jenis cendawan yang tersebar luas di tanah, dan mempunyai sifat mikoparasitik. Mikoparasitik adalah kemampuan untuk menjadi parasit cendawan lain. Sifat inilah yang dimanfaatkan sebagai biokontrol terhadap jenis-jenis cendawan fitopatogen. Beberapa cendawan fitopatogen penting yang

dapat dikendalikan oleh *Trichoderma* sp. antara lain : *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., *Lentinus lepidus*, *Phytium* sp., *Botrytis cinerea*, *Gloeosporium gloeosporoides*, *Rigidoporus lignosus* dan *Sclerotium roflsii* yang menyerang tanaman jagung, kedelai, kentang, tomat, dan kacang buncis, kubis, mentimun, kapas, kacang tanah, pohon buah-buahan, semak dan tanaman hias (Tandion, 2008 dalam Ismail, 2010).



### 3. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Cangar, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berada di Desa Sumber brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada ketinggian tempat 1650 m di atas permukaan laut. Curah hujan rata-rata 1807 mm/tahun dengan suhu rata-rata harian 18<sup>0</sup>C, kelembaban udara rata-rata harian 90%, dan jenis tanah Andisol. Penelitian ini dilaksanakan pada musim kemarau di bulan Mei sampai bulan Agustus 2012

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi kamera, alat tulis, gelas ukur, meteran, termometer, timbangan analitik, label nama, gunting, kertas, cangkul atau alat pengolah tanah lain serta *knapsack sprayer*. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi bibit varietas Granola Kembang, pupuk kandang (kotoran kambing), pupuk majemuk NPK (16:16:16), larutan *Trichoderma* sp. cair yang diproduksi oleh PPAH Swadaya Kendali, Pujon ,Kabupaten Malang.

#### 3.3 Metode

Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) yang disusun secara faktorial dengan dua perlakuan pada petak utama dan lima perlakuan pada anak petak dan diulang tiga kali.

Petak utama yakni konsentrasi *Trichoderma* sp. terdiri atas :

T1 : *Trichoderma* sp. cair 5 ml.l<sup>-1</sup>

T2 : *Trichoderma* sp. cair 10 ml.l<sup>-1</sup>

Anak petak yakni waktu aplikasi terdiri atas :

W0 : Aplikasi *Trichoderma* sp. hanya sekali (saat 14 hst ).

W1 : Aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 2 hari sekali (saat 14 hst).

W2 : Aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 4 hari sekali (saat 14 hst).

W3 : Aplikasi *Trichoderma* sp. pada waktu 6 hari sekali (saat 14 hst).

W4 : Aplikasi *Trichoderma* sp.pada waktu 8 hari sekali (saat 14 hst).

Tabel 2. Perlakuan kombinasi

Perlakuan	W0	W1	W2	W3	W4
T1	T1W0	T1W1	T1W2	T1W3	T1W4
T2	T2W0	T2W1	T2W2	T2W3	T2W4

T1W0 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi hanya sekali.

T1W1 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 2 hari sekali.

T1W2 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 4 hari sekali.

T1W3 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 6 hari sekali.

T1W4 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 8 hari sekali.

T2W0 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi hanya sekali.

T2W1 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 2 hari sekali.

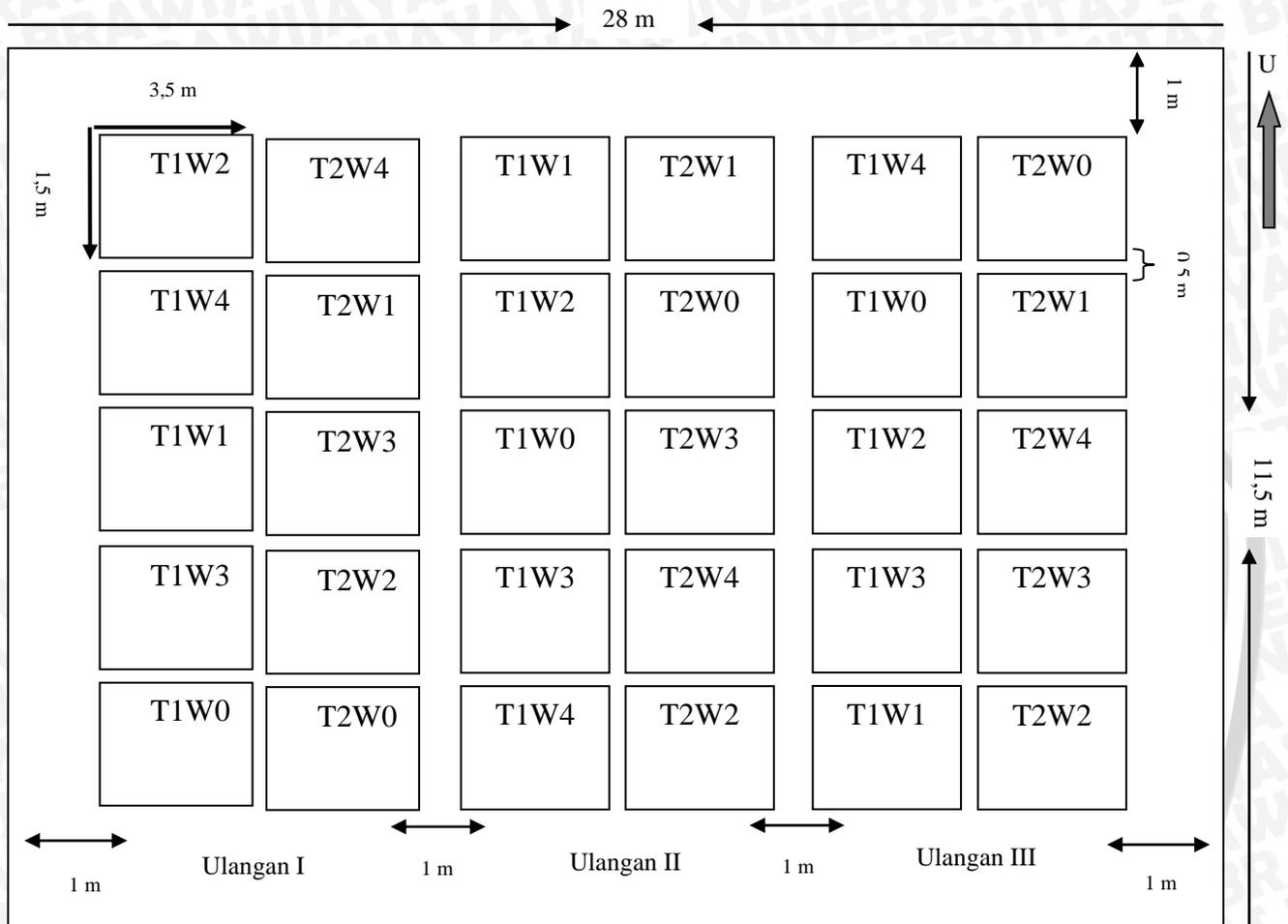
T2W2 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 4 hari sekali.

T2W3 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 6 hari sekali.

T2W4 : Konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 8 hari sekali.

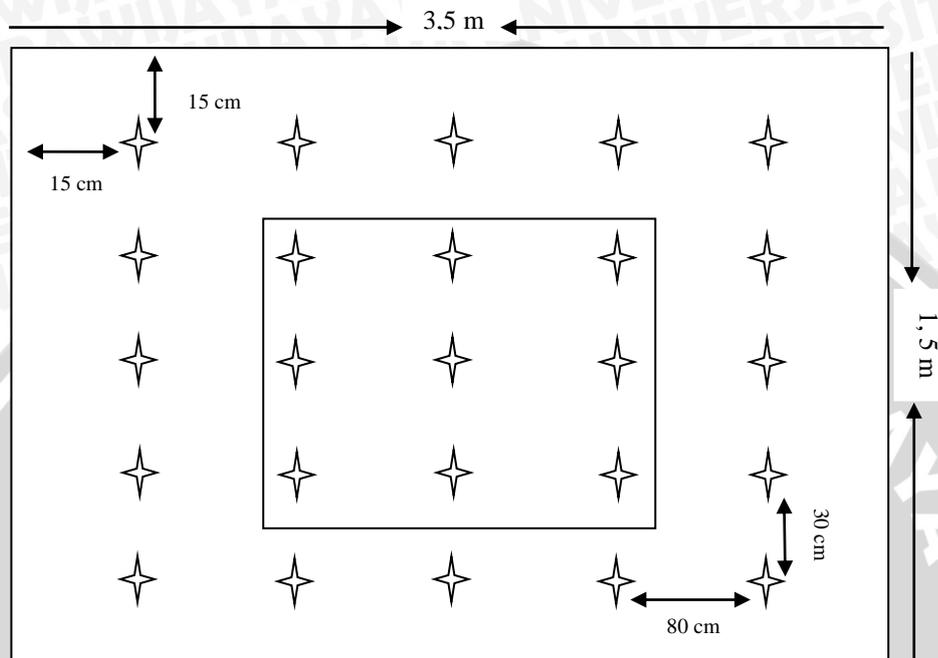
Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 10 perlakuan kombinasi, yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 30 petak percobaan dan penempatannya dilakukan secara acak. Pada setiap petak percobaan terdiri atas 25 tanaman, sehingga jumlah seluruh tanaman yang ditanam sebanyak 750 tanaman.

Sepuluh perlakuan kombinasi tersebut disusun dalam denah petak percobaan seperti yang disajikan pada gambar berikut :



Gambar 6. Denah Percobaan

Setiap plot percobaan terdiri dari 25 tanaman yang memiliki jarak tanam  $80 \times 30$  cm dengan 9 tanaman contoh untuk pengamatan non destruktif dan panen.



Keterangan :

P : Pengamatan non destruktif dan Panen

★ : Tanaman kentang

Gambar 7. Denah petak percobaan

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 1) Persiapan Lahan

Sebelum dilakukan penelitian, lahan terlebih dahulu ditentukan luas lahan yang akan digunakan dan kemudian lahan dibersihkan dari sisa tanaman lain, gulma dan seresah yang tertinggal pada lahan tersebut.

#### 2) Pengolahan lahan

Tanah diolah dengan menggunakan cangkul atau alat olah lainnya sampai kedalaman 30 cm dengan tujuan pengemburan tanah. Olah tanah dilanjutkan dengan pembuatan 30 buah petak percobaan yang memiliki

ukuran panjang sisi 3,5 m, lebar 1,5 m. Dalam setiap petak percobaan terdapat 25 lubang tanam yakni terdapat lima baris tanaman dan pada setiap barisnya terdapat lima tanaman. Jarak tanam yang diperlakukan yaitu 30 cm dalam baris, 80 cm antar baris dan kedalaman 20 cm serta jarak antar petak percobaan yaitu 0,5 m.

### 3) Kriteria bibit

Bibit kentang yang digunakan adalah varietas Granola yang berasal dari generasi 3 (G3). Umbi yang digunakan sebagai bahan tanam memiliki berat berkisar antara 30-40 gram dan siap ditanam apabila telah bertunas sebanyak 3-5 tunas dengan tinggi lebih dari 1 cm. Kebutuhan bibit kentang dalam satu petak adalah 25 umbi.

### 4) Pemupukan

Pupuk dasar adalah pupuk kandang (kotoran kambing) dengan dosis  $10 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Pupuk kandang (kotoran kambing) yang siap aplikasi diaplikasikan dua minggu sebelum tanam dengan cara pemberian ke seluruh bagian pada setiap petak bersamaan dengan aplikasi *Trichoderma* sp. dengan dosis  $10 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ . Pupuk anorganik yang diberikan adalah pupuk NPK (16:16:16) dengan dosis  $1.000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  dan diaplikasikan sebanyak dua kali yakni setengah dosis pada saat tanam sebagai pupuk dasar dan setengah dosis pupuk NPK (susulan I) diberikan saat berumur 30 hari setelah tanaman (hst).

### 5) Penanaman

Penanaman umbi bibit dilakukan dengan cara meletakkan umbi bibit di dalam lubang tanam sedalam 8 cm dengan tunas menghadap ke atas kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah sampai permukaan lubang tanam rata kembali.

### 6) Aplikasi *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp. diperoleh dalam bentuk cair, yang kemudian dilakukan pengenceran untuk bisa menjadi formulasi aplikasi. Pengenceran larutan *Trichoderma* sp. dengan konsentrasi 5 ml dan 10 ml

dilarutkan dalam 1 liter air dan selanjutnya disemprotkan ke permukaan daun pada individu tanaman secara merata. Aplikasi larutan *Trichoderma* sp. dilakukan dua minggu sebelum tanam dengan dosis *Trichoderma* sp.  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  sebagai aplikasi dasar, sedangkan dua minggu setelah tanam pemberiannya sesuai perlakuan yaitu dengan dosis  $5 \text{ ml.l}^{-1}$  dan  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  pada waktu aplikasi 0, 2, 4, 6, 8 hari sekali dengan frekuensi pemberian sekali per aplikasi.

### 7) Pemeliharaan

#### 1) Pembumbunan dan pengguludan

Kegiatan pembumbunan dan pengguludan dilakukan dua kali pada umur 35 hari setelah tanam, dengan cara media (tanah) secukupnya ditimbunkan ke tanaman sebagai guludan serta dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak akar pertanaman kentang.

#### 2) Pengairan/penyiraman

Pengairan atau penyiraman dilakukan secara cukup hingga membuat permukaan tanah (guludan) tampak basah pada pagi hari.

#### 3) Penyiangan gulma

Penyiangan gulma dilakukan sebanyak dua kali secara manual pada saat umur 35 hari setelah tanam.

#### 4) Pengendalian hama dan penyakit tanaman

Pengendalian dilakukan dengan secara mekanik dan tidak menggunakan pestisida kimia

### 8) Panen

Panen dilakukan pada umur 55 hari setelah tanam. Pemanenan umbi tanaman kentang dilakukan dengan membongkar guludan dengan menggunakan cangkul.

## 3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan non destruktif dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28, 35, 42 dan 49 hari setelah tanam (hst). Pengamatan panen dilaksanakan pada saat tanaman berumur 55

hari setelah tanam. Pengamatan non destruktif dilakukan dengan menggunakan 9 contoh tanaman dalam satu petak percobaan dalam setiap ulangan. Pengamatan panen dilakukan pada tanaman yang digunakan pada pengamatan non destruktif.

#### 1) Pengamatan non Destruktif

##### a) Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai dengan titik tumbuh tanaman dengan menggunakan penggaris, pada umur 14 sampai 42 hari setelah tanam (hst).

##### b) Jumlah cabang

Jumlah cabang dihitung pada jumlah percabangan pada tiap tanaman di setiap petak perlakuan, pada umur 14 sampai 42 hari setelah tanam (hst).

##### c) Jumlah daun

Penghitungan jumlah daun dilakukan pada daun yang telah membuka sempurna di tiap tanaman setiap perlakuan, pada umur 14 sampai 42 hari setelah tanam (hst).

##### d) Saat mulai serangan penyakit hawar daun

Kegiatan yang dilakukan adalah mengetahui waktu (hari setelah tanam) saat serangan penyakit muncul pada tanaman.

##### e) Jumlah tanaman terserang

Menghitung tanaman yang nampak (bercak pada daun) terserang penyakit hawar daun (%)

##### f) Intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*)

Variabel pengamatan yang digunakan adalah dengan menghitung persentase tingkat serangan penyakit terutama pada bagian daun. Pengamatan dilakukan setiap tujuh hari sekali.

$$I = \sum_{i=0}^n \frac{(n1 \times v1)}{Z \times N} \times 100 \%$$

Keterangan:

I = intensitas serangan (%)

n1 = jumlah bagian daun yang terserang dengan skala kerusakan v1

v1 = nilai kerusakan contoh ke-i

N = jumlah tanaman contoh yang diamati (9 tanaman)

Z = nilai skala kerusakan tertinggi

Tabel 3. Nilai skala kerusakan tanaman akibat serangan penyakit hawar daun (Abadi, 2003).

Skala	Keterangan	Status Ketahanan
0	Tidak ada infeksi atau gejala	Sangat Tahan
1	Luas gejala pada permukaan daun > 1–≤ 5%	Tahan
3	Luas gejala pada permukaan daun > 5–≤ 15%	Agak Tahan
5	Luas gejala pada permukaan daun > 15–≤ 30%	Agak Peka
7	Luas gejala pada permukaan daun > 30–≤ 50%	Peka
9	Luas gejala pada permukaan daun > 50–≤ 100%	Sangat Peka

## 2) Pengamatan Panen

### a. Bobot segar umbi panen.tanaman<sup>-1</sup> (gram)

Perhitungan bobot segar umbi panen.tanaman<sup>-1</sup> dilakukan dengan menimbang semua bobot segar umbi yang dipanen kemudian dirata-rata. Perhitungan dilakukan ketika tanaman dipanen pada umur 55 hst.

### b. Jumlah umbi.tanaman<sup>-1</sup>

Dihitung semua jumlah umbi yang terbentuk di setiap tanaman.

### c. Bobot segar umbi.ha<sup>-1</sup>

Diperoleh dengan cara mengalikan bobot segar per tanaman dengan jumlah tanaman per petak percobaan (dikonversikan ke satuan kg), dan kemudian dikonversikan ke satuan hektar (ha) dengan perhitungan sebagai berikut :

1) Bobot segar umbi per petak (kg) :

$$\frac{\text{Bobot segar per tanaman (gram)} \times \text{jumlah tanaman per petak percobaan}}{1000}$$

2) Bobot segar per ha (kg) :

$$\frac{\text{Bobot segar per petak}}{\text{Luas petak}} \times \text{Luas lahan efektif}$$

d. Bobot segar umbi berdasarkan klasifikasi atau *grade*

Umbi panen dikelompokkan berdasarkan berat per umbi yang disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Klasifikasi bobot umbi kentang (Idawati, 2012)

Ukuran (gram )	Kelas
> 301	Sangat Besar (A)
101 – 300	Besar (B)
51 – 100	Sedang (C)
< 50	Kecil (D)

### 3.6 Analisis Data

Pengolahan data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F taraf kesalahan 5%). Apabila terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan, maka dilanjutkan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 5% untuk mengetahui adanya perbedaan diantara perlakuan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Komponen Pertumbuhan Tanaman kentang

##### 1. Tinggi tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dengan waktu aplikasi pada umur 14 sampai dengan 42 hari setelah tanam (hst). Perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. tidak memberikan pengaruh yang nyata pada berbagai umur pengamatan. Begitu juga dengan perlakuan waktu aplikasi pada berbagai tingkat yang tidak memberikan pengaruh nyata. Rata-rata tinggi tanaman kentang dapat di lihat pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Tinggi tanaman kentang akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada berbagai tingkat

		Tinggi Tanaman (cm)				
		14 hst	21 hst	28 hst	35 hst	42 hst
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )						
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	7,43	16,90	20,90	21,25	16,97
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	7,41	17,83	20,95	20,88	17,41
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>
Waktu aplikasi						
Hanya sekali	(W0)	7,88	17,13	20,92	21,32	18,11
Setiap 2 hari	(W1)	7,05	16,98	20,28	20,40	16,90
Setiap 4 hari	(W2)	8,45	18,05	21,91	21,64	17,62
Setiap 6 hari	(W3)	6,66	17,15	20,93	21,18	16,84
Setiap 8 hari	(W4)	7,06	17,53	20,58	20,87	16,48
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali

##### 2. Jumlah daun

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 9) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dengan waktu aplikasi pada peubah jumlah daun tanaman kentang. Perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. tidak memberikan pengaruh yang nyata pada berbagai umur pengamatan. Begitu juga dengan perlakuan waktu aplikasi pada

berbagai tingkat yang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penambahan jumlah daun. Hasil rata-rata jumlah daun akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi disajikan pada Tabel 6 .

Tabel 6. Jumlah daun tanaman kentang akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada berbagai tingkat

		Jumlah Daun			
		14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )					
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	6,52	10,68	23,58	11,81
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	6,65	11,70	24,83	12,22
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>
Waktu aplikasi					
Hanya sekali	(W0)	6,66	10,84	24,63	12,65
Setiap 2 hari	(W1)	5,68	9,83	24,61	12,17
Setiap 4 hari	(W2)	7,93	12,59	24,03	11,60
Setiap 6 hari	(W3)	6,89	11,41	24,32	11,70
Setiap 8 hari	(W4)	5,79	11,26	23,43	11,98
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali

### 3. Jumlah cabang

Hasil analisis ragam (Lampiran 10) tidak menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dengan waktu aplikasi pada peubah jumlah cabang tanaman kentang. Perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. tidak memberikan pengaruh yang nyata pada umur 28 dan 35 hst. Begitu juga dengan perlakuan waktu aplikasi pada berbagai tingkat yang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penambahan jumlah cabang. Hasil rata-rata jumlah cabang akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah cabang tanaman kentang akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada pada umur 28 hst dan 35 hst

		Jumlah Cabang	
		28 hst	35 hst
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )			
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	0,75	0,76
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	0,82	0,78
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>
Waktu aplikasi			
Hanya sekali	(W0)	0,79	0,77
Setiap 2 hari	(W1)	0,80	0,80
Setiap 4 hari	(W2)	0,76	0,74
Setiap 6 hari	(W3)	0,83	0,77
Setiap 8 hari	(W4)	0,75	0,76
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali

#### 4. Saat muncul serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*)

Hasil analisis ragam (Lampiran 11) menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dengan waktu aplikasi pada peubah saat muncul terjadinya serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) pada tanaman kentang (Tabel 8). Pada perlakuan waktu aplikasi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap waktu muncul serangan penyakit yang lebih banyak pada berbagai waktu aplikasi.

Tabel 8. Saat muncul serangan penyakit hawar daun tanaman kentang akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi

Perlakuan		Saat mulai serangan (hst)	
		T1 (5 ml.l <sup>-1</sup> )	T2 (10 ml.l <sup>-1</sup> )
Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp. hanya sekali	(W0)	25,44 ab	25,28 ab
Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp. setiap 2 hari	(W1)	24,89 a	27,00 cd
Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp. setiap 4 hari	(W2)	27,67 d	26,44 bcd
Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp. setiap 6 hari	(W3)	26,00 abc	26,67 bcd
Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp. Setiap 8 hari	(W4)	24,72 a	26,50 bcd
<b>BNT (5%)</b>		<b>1,49</b>	

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali

Berdasarkan data saat muncul serangan penyakit hawar daun tanaman kentang akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi (Tabel 8) dapat dijelaskan bahwa munculnya serangan penyakit hawar daun yang diamati pada umur 21, 25, 26 dan 28 hst dilihat dari pengaruh perlakuan berbagai tingkat konsentrasi *Trichoderma* sp. pada berbagai waktu aplikasi. Pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp.  $5 \text{ ml.l}^{-1}$  (T1) dengan perlakuan waktu aplikasi empat hari sekali (W2) menunjukkan waktu serangan penyakit yang muncul lebih lama dan berbeda nyata dari waktu aplikasi dua hari sekali (W1) dan delapan hari sekali (W4), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan waktu aplikasi hanya sekali (W0) dan enam hari sekali (W3). Pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp.  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  (T2) dengan waktu aplikasi dua hari sekali (W1) menunjukkan waktu serangan penyakit yang muncul lebih lama dan berbeda nyata dari perlakuan waktu aplikasi hanya sekali (W0), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan waktu aplikasi empat hari sekali (W2), enam hari sekali (W3) dan delapan hari sekali (W4).

Data pada Tabel 8 menunjukkan bahwa pada pengamatan saat muncul serangan penyakit hawar daun dilihat dari pengaruh berbagai konsentrasi *Trichoderma* sp. pada tingkatan waktu aplikasi. Pada waktu aplikasi empat hari sekali (W2) dengan perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp.  $5 \text{ ml.l}^{-1}$  (T1) menunjukkan saat serangan penyakit yang muncul lebih lama dan berbeda nyata dari perlakuan waktu aplikasi empat hari sekali (W2) dengan konsentrasi *Trichoderma* sp.  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  (T2). Pada perlakuan waktu aplikasi enam hari sekali (W3) dengan berbagai tingkat konsentrasi *Trichoderma* sp. menunjukkan waktu serangan yang tidak berbeda nyata.

## 5. Jumlah tanaman terserang

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada peubah jumlah tanaman kentang akibat serangan hawar daun (*Phytophthora infestans*). Pada perlakuan waktu aplikasi pada berbagai tingkat memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tanaman yang terserang penyakit hawar daun, dengan waktu aplikasi empat hari sekali (W2) yang menunjukkan jumlah tanaman yang terserang lebih banyak dan berbeda nyata dengan perlakuan waktu aplikasi hanya sekali (W0), dua hari sekali (W1) dan delapan hari sekali (W4). Namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan waktu aplikasi enam hari sekali (W3). Hasil rata-rata jumlah tanaman serangan akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah tanaman terserang penyakit hawar daun tanaman kentang akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi

		Jumlah tanaman (%)
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )		
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	63,52
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	66,17
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>
Waktu aplikasi		
Hanya sekali	(W0)	52,78 a
Setiap 2 hari	(W1)	58,94 a
Setiap 4 hari	(W2)	82,41 b
Setiap 6 hari	(W3)	72,37 ab
Setiap 8 hari	(W4)	57,72 a
<b>BNT (5%)</b>		<b>20,12</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali

## 6. Intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*)

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 13) menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dengan waktu aplikasi pada peubah persentase tingkat serangan penyakit hawar daun tanaman kentang. Perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp dan waktu aplikasi pada berbagai tingkat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat

persentase serangan penyakit hawar daun pada umur pengamatan 21, 28, 35 dan 42 hst. Rata-rata intensitas serangan penyakit hawar daun akibat pengaruh konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada Tabel 10.

Tabel 10. Intensitas serangan penyakit hawar daun akibat pengaruh konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi

		Intensitas serangan penyakit hawar daun (%)			
		21 hst	28 hst	35 hst	42 hst
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )					
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	0,72	9,38	40,58	62,20
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	0,72	18,60	39,92	63,20
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>
Waktu aplikasi					
Hanya sekali	(W0)	0,71	13,99	38,48	61,67
Setiap 2 hari	(W1)	0,71	13,17	40,33	63,17
Setiap 4 hari	(W2)	0,71	15,02	43,42	64,50
Setiap 6 hari	(W3)	0,71	15,02	38,68	62,50
Setiap 8 hari	(W4)	0,71	12,76	40,33	61,67
<b>BNT 5%</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali.

#### 4.1.2 Pengamatan Panen

##### 1. Jumlah umbi per tanaman dan bobot segar umbi panen per tanaman

Hasil analisis ragam (Lampiran 14) menunjukkan bahwa peubah jumlah umbi per tanaman dan bobot umbi segar per tanaman (gram) tidak terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dengan waktu aplikasi pada umur 49 hst. Rata-rata jumlah umbi per tanaman dan hasil bobot umbi segar per tanaman kentang akibat pengaruh konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Jumlah umbi per tanaman dan bobot umbi segar per tanaman (g) akibat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi

Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )		Jumlah umbi per tanaman	Bobot segar umbi per tanaman (g)
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	5,77	54,58
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	6,18	57,28
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>
Waktu aplikasi			
Hanya sekali	(W0)	5,48	58,80
Setiap 2 hari	(W1)	6,16	54,96
Setiap 4 hari	(W2)	5,79	53,16
Setiap 6 hari	(W3)	5,82	55,12
Setiap 8 hari	(W4)	6,62	57,62
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali.

## 2. Bobot segar umbi per petak dan hektar

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 15) menunjukkan bahwa peubah bobot segar umbi per hektar tidak terjadi interaksi dan pengaruh yang nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi. Rata-rata bobot segar umbi per hektar akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi disajikan di Tabel 12.

Tabel 12. Bobot segar umbi per ha (kg) akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi

Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )		Bobot segar umbi per petak (g)	Bobot segar umbi per ha (ton)
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	1208,09	2,01
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	1322,72	2,21
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>
Waktu aplikasi			
Hanya sekali	(W0)	1296,83	2,16
Setiap 2 hari	(W1)	1226,35	2,05
Setiap 4 hari	(W2)	1174,02	1,96
Setiap 6 hari	(W3)	1311,11	2,19
Setiap 8 hari	(W4)	1318,72	2,20
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>	<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali.

### 3. Bobot segar umbi panen berdasarkan klasifikasi bobot segar umbi

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran16) menunjukkan bahwa pada peubah bobot segar umbi panen hasil 9 tanaman berdasarkan klasifikasi atau *grade* bobot segar umbi tidak dipengaruhi perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi. Hal demikian ditunjukkan dari hasil jumlah umbi segar secara keseluruhan pada setiap perlakuan masuk dalam klasifikasi bobot segar umbi pada kelas D (> 50 gram), dimana setiap umbi segar panen bobotnya > 50 gram (Tabel 13).

Tabel 13. Bobot segar umbi panen (g) berdasarkan klasifikasi (*grade*) bobot umbi kentang akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi

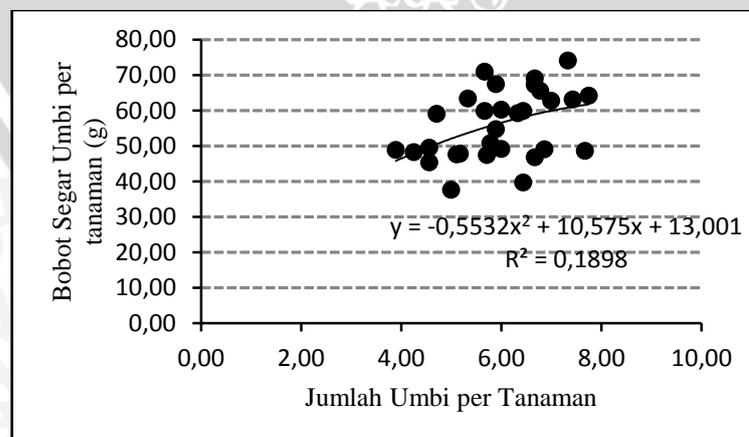
Bobot segar umbi berdasarkan <i>grade</i> (g)		
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. (ml.l <sup>-1</sup> )		
5 ml.l <sup>-1</sup>	(T1)	460,79
10 ml.l <sup>-1</sup>	(T2)	490,64
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>
Waktu aplikasi		
Hanya sekali	(W0)	500,89
Setiap 2 hari	(W1)	477,03
Setiap 4 hari	(W2)	430,58
Setiap 6 hari	(W3)	473,02
Setiap 8 hari	(W4)	497,05
<b>BNT (5%)</b>		<b>tn</b>

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, hst = hari setelah tanam. Frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali.

## 4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data secara statistik diketahui bahwa konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah saat muncul serangan penyakit hawar daun pada tanaman kentang (Tabel 8) dan jumlah tanaman yang terserang (Tabel 9). Sedangkan hasil analisis data yang menunjukkan tidak terjadi pengaruh nyata antara perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada variabel pengamatan tinggi tanaman (Tabel 5), jumlah daun (Tabel 6), jumlah cabang (Tabel 7), intensitas serangan penyakit hawar daun (Tabel 10), bobot dan jumlah umbi segar per tanaman (Tabel 11), bobot segar umbi per petak dan hektar (Tabel 12) serta bobot segar umbi berdasarkan *grade* (Tabel 13).

Perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. pada tingkat tertentu dan pada berbagai waktu aplikasi, pada pengamatan jumlah umbi per tanaman dan bobot segar umbi per tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata (Tabel 11). Walaupun demikian, berdasarkan analisis korelasi pada peubah pengamatan jumlah umbi per tanaman berkorelasi positif dengan bobot segar umbi per tanaman, sedang bobot segar umbi per tanaman juga memiliki korelasi yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman kentang (Lampiran 6). Karena bertambahnya jumlah daun tanaman mempengaruhi bobot segar per tanaman, sebab daun merupakan bagian dari tanaman yang melakukan proses fotosintesis terbesar di antara organ tanaman yang lainnya.

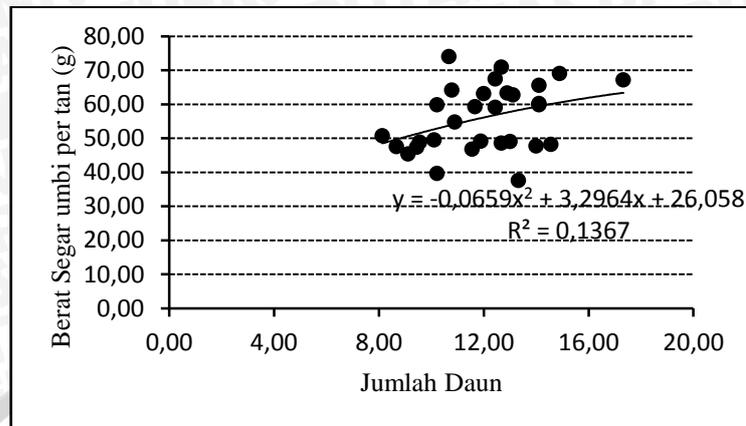


Gambar 8. Grafik regresi jumlah umbi per tanaman dan bobot segar umbi per tanaman (g)

Fitter *et al.* (1991), menyatakan bahwa daun merupakan salah satu organ penting dalam tanaman sayuran dan digunakan untuk proses fotosintesis, hasil dari fotosintesis atau fotosintat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Diketahui tanaman yang mempunyai jumlah daun lebih banyak akan efisien dalam penyerapan sinar matahari yang bermanfaat dalam proses fotosintesis dengan demikian akan mempengaruhi bobot segar tanaman. Terlepas dengan jumlah daun, ketersediaan unsur hara merupakan indikator penting bagi tanaman agar bisa tumbuh dan berkembang dengan baik. Subhan dan Deden (2002) menyatakan bahwa besarnya bobot segar dan bobot konsumsi tanaman biasanya ditunjang oleh ketersediaan unsur hara dan penyerapan unsur hara yang optimal.

Ditambahkan juga Syekhfani (1997) bahwa tingkat kelembaban media (tanah) yang cukup dapat meningkatkan hasil bobot segar per tanaman, dalam hal ini adalah umbi tanaman kentang. Karena saat kritis bagi tanaman kentang adalah saat ketika dibutuhkan lebih banyak air, yaitu pada permulaan pembentukan umbi dan pembentukan stolon. Oleh karena itu, untuk mencapai hasil yang tinggi, pada saat itu kadar air tanah pada kedalaman 15 cm dari permukaan tanah tidak boleh kurang dari 56% kapasitas lapang (Nonnecke, 1989). Hal itu didukung oleh Gandar dan Tanner (1976) yang menyatakan bahwa perpanjangan dan bentangan daun menurun jika potensial air daun menurun, sehingga hasil umbi kentang akan terganggu jika kelembaban terlalu tinggi. Sehingga jumlah umbi per tanaman memiliki hubungan linier terhadap peningkatan bobot segar umbi per tanaman.

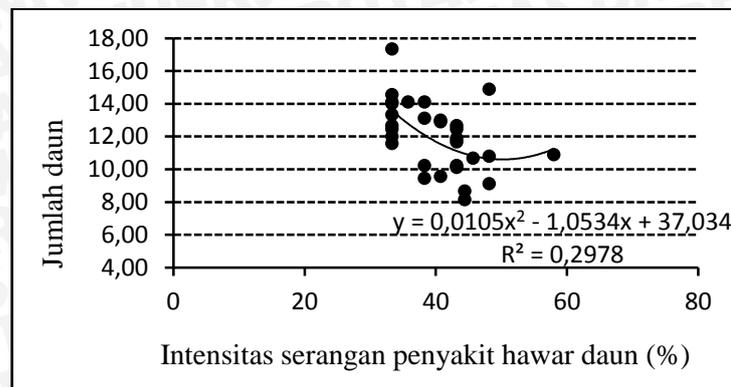
Jumlah daun merupakan parameter pertumbuhan tanaman yang mempengaruhi parameter pertumbuhan lain, termasuk hasil bobot segar umbi kentang. Berdasarkan hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa jumlah daun berkorelasi positif dengan bobot segar umbi per tanaman kentang (Lampiran 6).



Gambar 9. Grafik regresi jumlah daun dan bobot segar umbi per tanaman

Jumlah daun yang tinggi cenderung mempengaruhi tingkat hasil bobot segar umbi per tanaman kentang. Karena pada dasarnya jumlah daun tanaman erat kaitannya dengan luas daun, Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa perkembangan tanaman dan produktivitas erat kaitannya dengan jumlah daun yang dihasilkan oleh tanaman tersebut. Lakitan (2008) menyatakan bahwa fungsi daun sebagai organ utama dalam fotosintesis dimana dengan semakin luas daun maka penangkapan sinar matahari dan fiksasi  $\text{CO}_2$  semakin tinggi sehingga fotosintesis yang besar akan berpengaruh pada asimilat yang besar juga. Dengan demikian jumlah daun mempengaruhi bobot segar umbi segar per tanaman kentang, semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan tanaman kentang menunjukkan bobot segar umbi yang diproduksi. Dari hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat berbanding lurus antara jumlah daun dan bobot segar umbi per tanaman.

Jumlah daun ialah parameter pertumbuhan yang menjadikan sebagai indikator peubah intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) atas presentase tingkat kerusakan organ daun dan memiliki keterkaitan dengan produksi umbi kentang. Berdasarkan hasil analisis korelasi antara intensitas serangan penyakit hawar daun (%) dengan jumlah daun menunjukkan bahwa antar kedua parameter tersebut memiliki hubungan korelasi negatif (Lampiran 6), artinya bahwa semakin banyak jumlah daun maka tingkat intensitas serangan penyakit hawar daun pada tanaman kentang cenderung akan menurun (Gambar 10).



Gambar 10. Grafik regresi persentase intensitas serangan penyakit hawar daun dan jumlah daun.

Kemampuan pertumbuhan daun pada tanaman kentang (semak), memungkinkan banyak daun yang saling menutupi sehingga intensitas cahaya yang diterima daun-daun ternaungi akan lebih rendah (sistem kanopi). Sehingga hal demikian cenderung membuat suhu mikro menjadi rendah dan kelembaban udara mikro di pertanaman kentang yang tumbuh di dataran tinggi, akibatnya mendukung perkembang dari penyakit hawar daun. Adapun faktor yang membantu proses penyebaran penyakit ialah dari penggunaan kultivar yang rentan presipitasi dan kelembaban tinggi (Dennis *et al.*, 1996 dalam Kusmana, 2003).

Besarnya intensitas serangan penyakit hawar daun secara akumulatif ke bagian daun, batang dan tangkai mempengaruhi jumlah tanaman yang terserang secara keseluruhan, terutama pada tanaman sampel. Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi tingkat intensitas serangan penyakit hawar daun maka peubah jumlah tanaman terserang akan meningkat. Intensitas serangan penyakit hawar daun berkorelasi positif dengan jumlah tanaman terserang, namun tidak berkorelasi dengan waktu saat muncul serangan. Dengan demikian peubah jumlah tanaman yang terserang secara langsung tidak dipengaruhi oleh waktu saat muncul penyakit penyakit hawar daun. Gejala serangan awal penyakit busuk daun telah ditemukan pada umur 21 hst disebabkan oleh patogen *Phytophthora infestans* yang menyerang daun serta nantinya terjadi pada umbi pada semua fase pertumbuhan tanaman. Abadi (2003) menyatakan bahwa pada umumnya gejala penyakit hawar daun akan terlihat ketika tanaman berumur lebih dari satu bulan, meskipun terkadang gejala terlihat pada umur 21 hari setelah tanam (hst).

Berdasarkan peubah saat muncul serangan penyakit hawar daun (Tabel 8) menunjukkan bahwa pada pengamatan waktu muncul serangan penyakit hawar daun dilihat dari pengaruh berbagai konsentrasi *Trichoderma* sp. pada tingkatan waktu aplikasi. Pada waktu aplikasi empat hari sekali (W2) dengan perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> (T1) menunjukkan waktu serangan penyakit yang muncul lebih banyak dan berbeda nyata dari perlakuan waktu aplikasi empat hari sekali (W2) dengan konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> (T2). Pada perlakuan waktu aplikasi enam hari sekali (W3) dengan berbagai tingkat konsentrasi *Trichoderma* sp. menunjukkan waktu serangan yang tidak berbeda nyata. Dapat diperjelas bahwa pengamatan pada umur 21, 25, 26 dan 28 hst dilihat dari pengaruh perlakuan berbagai tingkat konsentrasi *Trichoderma* sp. pada berbagai waktu aplikasi. Pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. 5 ml.l<sup>-1</sup> (T1) dengan perlakuan waktu aplikasi empat hari sekali (W2) menunjukkan waktu serangan penyakit yang muncul lebih lama dan berbeda nyata dari waktu aplikasi dua hari sekali (W1) dan delapan hari sekali (W4), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan waktu aplikasi hanya sekali (W0) dan enam hari sekali (W3). Pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. 10 ml.l<sup>-1</sup> (T2) dengan waktu aplikasi dua hari sekali (W1) menunjukkan waktu serangan penyakit yang muncul lebih lama dan berbeda nyata dari perlakuan waktu aplikasi hanya sekali (W0), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan waktu aplikasi empat hari sekali (W2), enam hari sekali (W3) dan delapan hari sekali (W4).

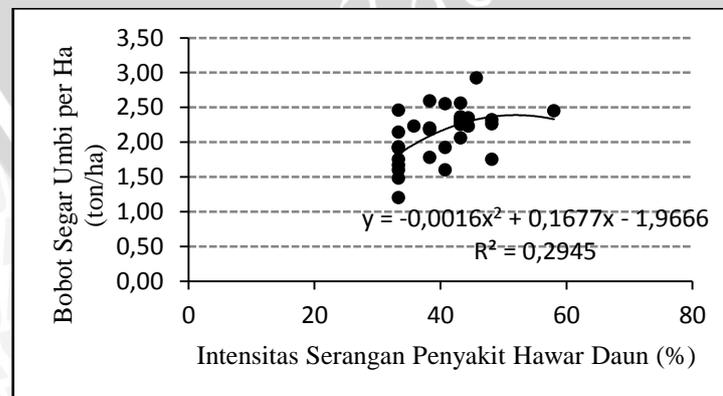
Perkembangan serangan penyakit hawar daun pada tanaman kentang secara akumulatif memberikan penurunan kinerja daun sebagai organ penghasil fotosintat dan juga mempengaruhi pertumbuhan. Besarnya persentase intensitas serangan penyakit memberikan pengaruh terhadap produksi organ daun, hal ini sesuai hasil analisis korelasi yang menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah tanaman yang terserang maka jumlah daun mengalami penurunan pada waktu tertentu hingga titik kematian tanaman (Lampiran 6).

Peranan *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan pada tingkat tertentu belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan maupun bobot segar umbi kentang serta terutama pada persentase intensitas serangan penyakit hawar

daun. Hal demikian disebabkan ruang tumbuh yang kurang cukup untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp., sumber makanan serta pengaruh curah hujan dan kelembaban udara yang relatif fluktuasi serta mendukung bagi perkembangan jamur patogen. Sehingga efisiensi aplikasi *Trichoderma* sp. juga akan berpengaruh terhadap pertanaman kentang terhadap peranannya. Djafaruddin (2000) menyatakan bahwa mekanisme antagonis antara *Trichoderma* sp. dan jamur patogen ialah aktivitas biologis dalam tanah terjadi karena mikroorganisme antagonis berkompetisi dalam hal makanan, menghasilkan antibiotik yang bersifat racun dan melakukan parasitisme terhadap patogen.

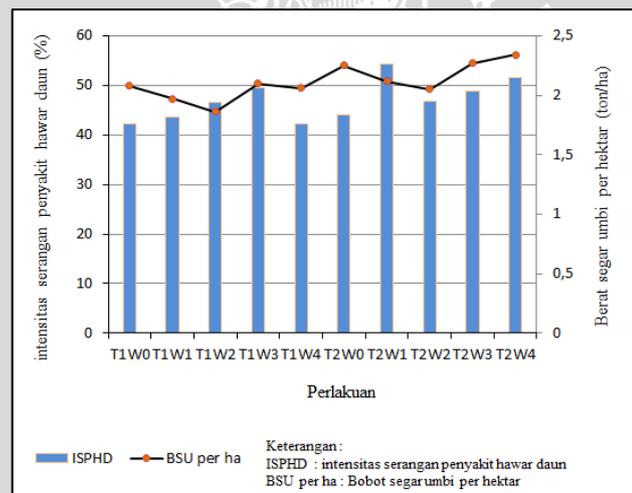
Johnson (2005) menyatakan bahwa kondisi suhu dan kelembaban udara yang tinggi secara tepat berpotensi menghilangkan daun tanaman dalam kurun waktu tiga minggu sejak awal muncul penyakit, karena organ daun tersebut terinfeksi patogen *Phytophthora infestans*. Dapat ditambahkan dan diperkuat oleh Goth (1981) menyatakan bahwa curah hujan yang tinggi (2000 mm/tahun) dan kelembaban tinggi (90%) berkorelasi positif dengan tingkat keparahan tanaman kentang akibat penyakit dan bertahannya patogen berada dalam jaringan daun.

Pengaruh intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) terhadap hasil bobot segar umbi per hektar juga berhubungan erat dengan bobot segar umbi per tanaman. Bobot segar umbi per hektar berkorelasi positif dengan intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*), semakin tinggi persentase intensitas serangan penyakit hawar daun tanaman kentang maka bobot segar umbi per hektar cenderung mengalami peningkatan.



Gambar 11. Grafik regresi persentase intensitas serangan penyakit hawar daun dan bobot segar umbi per hektar

Abadi (2003) menyatakan tinggi rendahnya intensitas serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang terjadi interaksi antara tanaman yang terserang *Phytophthora infestans* dengan jumlah umbi, bobot umbi dan volume yang dihasilkan tiap varietasnya, karena intensitas serangan *Phytophthora infestans* memberikan pengaruh nyata pada variabel pengamatan rata-rata jumlah umbi per tanaman dan bobot umbi per tanaman. Dapat diperkuat juga bahwa tinggi rendahnya hasil yang diperoleh, di samping dipengaruhi oleh jumlah umbi per tanaman dan bobot umbi, juga oleh intensitas serangan penyakit busuk daun. Makin tinggi serangan penyakit busuk daun, makin rendah hasil. Thiele *et al.* (1988 dalam Ortiz *et al.*, 1999) menyatakan bahwa setiap kenaikan serangan penyakit busuk daun sebesar 20% dapat mengurangi hasil panen sebesar 6,0 ton.ha<sup>-1</sup> di Peru dan 6,5 ton.ha<sup>-1</sup> di Bolivia.



Gambar 12. Diagram rata-rata intensitas serangan penyakit hawar daun terhadap bobot segar umbi per hektar (ton.ha<sup>-1</sup>)

Berdasarkan grafik di atas (Gambar 12) menunjukkan bahwa peubah intensitas serangan penyakit hawar daun dan bobot segar umbi per hektar (ton.ha<sup>-1</sup>) tidak memiliki relevansi terhadap perlakuan. Hal demikian dilihat dari pola yang tidak terbentuk secara linier akibat tingkat fluktuasi yang tinggi baik dipengaruhi oleh faktor lingkungan maupun efektivitas *Trichoderma* sp. terhadap tanaman. Keadaan tersebut memperjelas grafik regresi (Gambar 11) bahwa secara umum belum menunjukkan kondisi yang nyata dan tidak terjadi korelasi antar parameter.

Keseluruhan dari hasil pembahasan di atas dapat diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman kentang adalah jumlah daun, intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*), suhu dan kelembaban udara lingkungan tumbuh. Intensitas serangan penyakit hawar daun semakin tinggi maka akan menurunkan jumlah daun tanaman kentang. Dengan demikian jumlah dan bobot segar umbi per tanaman akan mengalami penurunan, dikarenakan produksi daun sebagai organ fotosintesis tidak beraktifitas secara normal dan lancar selama waktu itu. Laju fotosintesis (fotosintat yang tertimbun pada daun) dapat pula dipandang sebagai kemampuan tanaman kentang dalam mentranslokasikan hasil fotosintesis dari sumber (*source*) ke limbung (*sink*) dan ditentukan oleh besarnya partisi fotosintat ke limbung. Partisi fotosintat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, status hara, dan umur tanaman. Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa jumlah persediaan cadangan makanan merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas bahan tanam. Cadangan makanan pada umbi berguna untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman. Bibit kentang sejak ditanam sampai menjadi tanaman muda memiliki peranan utama sebagai sumber makanan bagi tanaman muda sampai organ tanaman aktif berfotosintesis. Banyaknya jumlah daun pada rata-rata per tanaman yang diikuti dengan meningkatnya bobot segar umbi per tanaman dan pada akhirnya akan mempengaruhi serta merepresentasikan nilai dari bobot segar umbi per hektar. Oleh karena itu, semakin tinggi total bobot segar umbi per petak yang diperoleh dari bobot segar umbi per tanaman maka bobot segar umbi per hektar ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) juga tinggi.

Organ tanaman yang dijadikan sebagai indikator langsung terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang ialah jumlah daun, berdasarkan hasil korelasi antar parameter (Lampiran 6) menunjukkan hubungan korelasi yang lebih banyak nyata daripada parameter pertumbuhan yang lain. Semakin banyak jumlah daun, maka menunjukkan bahwa produksi umbi kentang akan tinggi yaitu dengan melihat bobot segar umbi per tanaman serta hal tersebut dapat dijadikan sebagai indikator hasil bobot segar umbi per hektar. Namun, juga dijelaskan bahwa keeratan parameter intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora*

*infestans*) menunjukkan signifikan terhadap jumlah daun, semakin tinggi intensitas serangan penyakit hawar daun maka jumlah daun yang ada akan semakin menurun. Penjelasan tersebut dapat dilihat dari kondisi organ daun pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) mengalami kerusakan pada setiap waktunya atau setiap interval hari pengamatan (Lampiran 18). Berdasarkan hasil presentase *grading* bobot umbi per tanaman > 50 g (kelas D) ialah 100%. Hal ini menunjukkan bahwa produksi umbi kentang tidak optimal karena kecenderungan gangguan penyakit hawar daun pada perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi pada tingkat tertentu tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap *grading*, sehingga ukuran umbi relatif kecil akibat dari organ-organ pertumbuhan (daun) tidak mampu tumbuh dengan baik (Tabel 13).

Faktor lain yang mempengaruhi tanaman kentang ialah unsur-unsur cuaca misalnya kondisi hujan, suhu dan kelembaban udara yang fluktuatif serta kebasahan daun. Hal demikian terjadi karena lingkungan tumbuh tanaman kentang berada di dataran tinggi (1650 mdpl) yang tentunya di ikuti tingkat suhu yang rendah dan kelembaban udara tinggi dan terkadang di ikuti curah hujan, meskipun dengan intensitas ringan. Informasi suhu dari akhir bulan April dan awal bulan Mei secara berurutan ialah 14,3 °C, 10,4 °C (pukul 04.00) dan 31 °C, 22,7 °C (pukul 13.00) dengan kisaran kelembaban udara sekitar 85% (pukul 04.00) dan 63% (pukul 13.00). Nonnecke (1989) menyatakan bahwa suhu tinggi, keadaan berawan, dan kelembaban udara rendah akan menghambat pertumbuhan, pembentukan umbi, dan perkembangan bunga. Fluktuasi kelembaban yang sangat berbeda antara siang dengan malam akan mengurangi hasil umbi tanaman. Lama permukaan daun basah sangat berperan dalam perkecambahannya spora dan proses infeksi pada sebagian besar patogen serta peranan angin juga bisa sebagai agen pembawa spora jamur patogenik yang efektif. Makin lama permukaan daun basah, makin besar peluang terjadinya infeksi (Chakraborty *et al.* 1990; Wilson *et al.* 1990; Winarto *et al.* 1997 dalam Suhardi, 2009). Paling tidak diperlukan 5-6 jam permukaan daun basah agar timbul gejala penyakit.

Selama pertumbuhan tanaman kentang, perlakuan *Trichoderma* sp. diaplikasikan dengan tingkat konsentrasi tertentu dan waktu aplikasi tertentu

mulai 14 hingga 48 hari setelah tanam (hst) belum mampu untuk mengendalikan serangan penyakit hawar daun. Hal demikian diperjelas dari data pengamatan peubah intensitas serangan penyakit yang setiap periode (hari) mengalami peningkatan kerusakan pada organ daun (Tabel 10). Keadaan tersebut dapat dikaitkan dengan mekanisme utama pengendalian patogen tanaman yang bersifat tular tanah melalui cendawan *Trichoderma* sp., menurut Harman (1998) dalam Ismail (2010) menyatakan bahwa adanya kemampuan berkompetisi untuk memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan. Sehingga secara peranan *Trichoderma* sp. tidak mampu memparasit cendawan lain, namun tingkat kerapatan spora cukup tinggi ialah  $1,2 \times 10^8$  CFU/ml. Dijelaskan bahwa tingkat kerapatan spora memiliki hubungan positif dengan daya antagonis terhadap jamur patogen *Phytophthora infestans* yang nampak telah menginfeksi tanaman (Lampiran 17), namun keadaan tersebut tidak relevan dengan aplikasi yang dilakukan. Sehingga terdapat dugaan bahwa kualitas larutan *Trichoderma* sp. telah mengalami penurunan secara akumulatif (periode).

Terkait dengan intensitas serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) ialah indikator yang mempengaruhi dari peubah hasil, juga terkait dengan peranan *Trichoderma* sp. sebagai dekomposer ini belum terjadi secara optimum untuk mendekomposisi bahan organik yang nantinya dapat tersedia dan diserap tanaman kentang. Hal demikian dimungkinkan dari masukan pupuk kandang (kotoran kambing) yang di aplikasikan ke pertanaman kentang dua minggu sebelum tanam masih belum optimal terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga unsur hara yang berasal dari dekomposisi bahan organik pupuk kandang (kotoran kambing) belum mampu tersedia dengan cukup bagi tanaman. Karena diharapkan peran *Trichoderma* sp. sebagai agen hayati mampu memberikan manfaat antagonis terhadap perkembangan patogen. Selain peranan tersebut, *Trichoderma* sp. juga dapat berperan sebagai dekomposer bahan organik, sehingga nantinya secara akumulatif perkembangan populasi *Trichoderma* sp. akan mengalami peningkatan (media perbanyak). Dengan demikian, bahan organik yang terdekomposisi dengan baik akan tersedia di media pertanaman kentang dan kemudian mampu di serap tanaman kentang dengan optimum.

Dalam konsepsi epidemi penyakit tanaman yang ada bahwa dijelaskan akibat adanya interaksi tiga faktor yang membentuk ialah patogen, lingkungan dan inang (segitiga penyakit). Adanya perubahan dari salah satu faktor tersebut akan berpengaruh terhadap faktor lain yang nantinya menimbulkan gangguan terhadap hukum keseimbangan yang salah satunya akibatnya ialah peledakan penyakit. Hal demikian terjadi dikarenakan bahwa tempat atau daerah tumbuh tanaman kentang merupakan daerah endemi dan atau terbentuk karena adanya infeksi pada suatu daerah pertanaman kentang tertentu yang datang dari luar (daerah lain) (Sastrahidayat, 1995).

Perkembangan penyakit hawar daun sangat mempengaruhi pertumbuhan dan selanjutnya terhadap hasil umbi kentang yang relevan dengan kondisi suhu dan kelembaban yang fluktuatif, meskipun intensitas curah hujan tidak sering. Sehingga dengan mengetahui besarnya nilai intensitas serangan penyakit hawar daun terhadap hasil bobot segar umbi per hektar ( $\text{ton.ha}^{-1}$ ) pada setiap perlakuan, maka diperoleh perlakuan yang efektif untuk menekan intensitas serangan penyakit hawar daun (Gambar 12). Pada tingkat intensitas serangan penyakit tertentu tanaman kentang memiliki bobot umbi segar per hektar dengan hasil tertentu, sehingga dengan capaian hasil produksi yang ada diharapkan maka intensitas serangan penyakit hawar daun mampu ditahan dengan presentase yang relevan dengan nilai hasil bobot segar umbi per hektar ( $\text{ton.ha}^{-1}$ ). Dengan demikian apabila terjadi kenaikan intensitas serangan penyakit hawar daun (%), maka akan mengurangi hasil produksi.

Penerapan teknologi budidaya dengan mengaplikasi *Trichoderma* sp. pada konsentrasi tertentu dan berbagai waktu aplikasi dalam pertanaman tanaman kentang varietas Granola Kembang belum memberikan hasil yang berbeda jika dibandingkan dengan standar produktivitas nasional pada tahun 2011 ialah  $15,96 \text{ ton.ha}^{-1}$  (BPS, 2012) atau produktivitas petani lokal daerah Sumberbrantas ialah sekitar  $25 \text{ ton.ha}^{-1}$ . Selisih yang sangat jauh atau dapat diartikan bahwa terjadi penurunan hasil akibat penerapan teknologi budidaya tersebut, namun hal tersebut dapat dijelaskan dengan beberapa data di atas yang telah dibahas secara baik bahwa tinggi rendahnya intensitas serangan penyakit hawar daun mampu

menurunkan hasil produksi umbi kentang dan kualitas dari larutan *Trichoderma* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. dengan konsentrasi  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  pada waktu aplikasi delapan hari sekali (T2W4) terhadap bobot segar umbi kentang per hektar ( $\text{ton.ha}^{-1}$ ) ialah menghasilkan  $2,34 \text{ ton.ha}^{-1}$  lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan antara lain :

1. Aplikasi konsentrasi *Trichoderma* sp. sebesar 10 ml.l<sup>-1</sup> tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kentang.
2. Terdapat interaksi antara perlakuan tingkat konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi yang menunjukkan pengaruh yang nyata hanya pada peubah waktu muncul serangan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*). Namun tidak memberikan pengaruh yang nyata pada parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.)
3. Waktu aplikasi *Trichoderma* sp. dua hari sekali (W1) tidak memberikan pengaruh terhadap parameter pertumbuhan dan hasil umbi tanaman kentang.

### 5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan larutan *Trichoderma* sp. yang berkualitas untuk mengatasi serangan penyakit hawar daun serta di aplikasikan dua minggu sebelum tanam dan seminggu setelah tanam.
2. Perlu memperhatikan beberapa hal seperti: kegiatan pengamatan suhu dan kelembaban udara, mengetahui waktu efektif serangan penyakit dan mengurangi mobilitas di pertanaman kentang serta kebersihan alat ketika melakukan pengamatan pertumbuhan tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, L. A. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan II. Bayumedia. Malang.
- Agrios, N. G. 1996. Ilmu Penyakit tumbuhan. UGM press. Yogyakarta.
- Alexopoulos, C.J. and Mims, C.W. 1979. Introductory Mycology, John Wiley and Son. New York Chichester. Brisbane. Toronto. 632p.
- Anonymous (a). 2012. *Phytophthora infestans* terdapat pada <http://www.metapatoghen.com/Phytophthora>. Diunduh pada tanggal 26 Maret 2012.
- Ashandi, A.A., dan N. Gunadi. 1989. Syarat tumbuh tanaman kentang. *Dalam Kentang*. Edisi kedua. Balai Penelitian Hortikultura Lembang.
- Ashari, S. 2006. Hortikultura Aspek Budidaya. UI Press. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2009. Harverst Area, Production and Yield of Potatoes. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). [25 Maret 2012].
- Cook, J.R and Baker, K.F. 1983 The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. American Phytopathological Society. St Paul, Minnesota 539p.
- Djafaruddin. 2000. Dasar-dasar Perlindungan Penyakit Tanaman. Budi Aksara. Jakarta.
- Dwelle, Robert B. and Stephen L. Love. 2012. Potato Growth and Development. <http://www.ag.uidaho.edu/potato/production>. [25 Maret 2012].
- Ewing, E.E. 1981. Heat Stress and The Tuberization Stimulus. *Am. Potato J.* 58 : 31-50.
- Fitter, A.H., dan R.K.M. Hay. 1991. Fisiologi Tanaman dan Lingkungan, diterjemahkan oleh S. Andini dan E.D Purbayanti. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. p. 35-83.
- Gandar, P.W., and C.B. Tanner. 1976. Leaf growth, tuber growth, and water potentialin potatoes. *Crop Sci.* 16:534-538
- Garelik, G. 2002. Taking the bite out of potato blight. *Science (Washington, DC)* 298:1702–1704.
- Goth, R.W. 1981. An efficient technique for prolonged storage of *Phytophthora infestans*. *Amer. Potato Journal* 58 (5): 257- 260.
- Hammes, P.S., and P.C. Nelson. 1975. Control Mechanism in The Tuberization Process. *Potato Res.* 18 : 262-272.
- Idawati, N. 2012. Pedoman Lengkap Bertanam Kentang. Pustaka Baru. Yogyakarta.
- Ismail N. dan Andi T. 2010. Potensi Agen Hayati *Trichoderma* sp. Sebagai Agens Pengendali hayati. Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian,

- Mendukung Program Pembangunan Pertanian Provinsi Sulawesi Utara: hal 177-189. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Utara.
- Jeffries, P. and Young, T.W.K. (1994). *Interfungal Parasitic Relationships*. CAB International, Wallingford, UK.
- Johnson, S.B. 2005. Hawar daun (*Late blight*) prediction in Maine. Bulletin "2418 The University of Maine Cooperative Extension".
- Kusmana. 2003. Evaluasi Beberapa Klon Kentang Asal stek Batang Untuk Uji Ketahanan Terhadap *Phytophthora infestans*. *Jurnal Hortikultura* 13 (4): 220-227.
- Lakitan, B. 2008. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali press. Jakarta
- Lengkong, Edy F. 2008. Penyakit Hawar Daun (*Late blight*) : Permasalahan, Identifikasi, Dan Seleksi Tanaman Tahan Penyakit. *Jurnal Formas* Vol 2. No 1 Desember 2008: 67 – 73.
- Ni'mah F., Evie R.dan Lukas S. B. 2012. Pengaruh Pemberian Berbagai Kombinasi Konsentrasi Sukrosa dan Kinetin terhadap Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar Granola Kembang secara In-Vitro. *LenteraBio* Vol No. 1 Januari 2012:41-48. Fakultas Biologi dan MIPA, Unesa. Surabaya.
- Nonnecke, L.I. 1989. *Vegetable production*. Van Nostrand Reinhold, Canada
- Ortiz, O., P. Winter, H. Pano, G. Thiele, S. Guaman, R. Torres, V. Barera, J. Unda, and J. Hakiza. 1999. Understanding farmer's responses to late blight: Evident from Peru, Bolivia, Equador, and Uganda. Program Report 1997-1998
- Pereira, Andre B. and Clinton C. Shock. 2007 (*in* I Dw Gd Nopi Ariana: 2009) Upaya peningkatan produksi umbi tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* l.) Kultivar granola Melalui penggunaan mulsa dan umbi bibit Generasi empat (G4). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Pitojo, S. 2004. *Benih Kentang*. Kanisius. Yogyakarta.
- Purwanti, H. 2002. Penyakit Hawar daun (*Phytophthora infestans* (Mont.)de Bary) pada kentang dan tomat; identifikasi permasalahan di indonesia. *Buletin Agrobio* 5(2): 67 – 72.
- Rubatzky, Vincent E. dan Mas Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia 1, Prinsip, Produksi, dan Gizi*. Penerbit ITB: Bandung. pp.313.
- Salisbury and Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid II*. ITB. Bandung
- Samadi. B. 2007. *Kentang dan Analisis Usahatannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sastrahidayat, I. R. 1995. *Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman*. Fakultas pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Schumann, G.L., and C.J. D'Arcy. 2000. *Late Blight of Potato and Tomato*. The plant health instructor. DOI: 10.1094/PHI-1-200-0724-01.

- [www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/oomyces/pages/LateBlight.aspx](http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/oomyces/pages/LateBlight.aspx)
- Semangun, H.1989. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. UGM press. Yogyakarta.
- Setiadi dan Nurulhuda, Surya F. 1993. Kentang; Varietas dan Pembudidayaan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sito, Jakes. 2012. <http://penyuluhthl.wordpress.com/2012/01/09/potensi-pemanfaatan-trichoderma-spp-sebagai-agen-pengendali-hayati-dalam-mengendalikan-penyakit-tanaman/>. Diunduh pada tanggal 26 Maret 2012.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Subhan dan Deden F. 2002. Pengaruh Macam dan Dosis Pupuk Organik terhadap Hasil Kentang Dataran Medium pada Lahan Sawah. Jurnal Hortikultura.12(3):141-147.
- Suhardi. 2009. Ekobiologi patogen: Perspektif dan penerapannya dalam Pengendalian penyakit. Pengembangan Inovasi Pertanian 2(2): 111-130, Balai Penelitian Tanaman Hias. Cianjur-Jawa Barat
- Suharyon, Julistia B., N. Asni, IM Nur., Adri, S. Edi, Firdaus, H. Nugroho dan T. Sudiantoro. 2001. Kajian Beberapa Generasi Varietas Granola dalam Upaya peningkatan Produktivitas dan Agribisnis Kentang. Laporan Kegiatan BPTP Jambi.
- Sunaryono, H. 1996. Kunci bercocok tanam sayur-sayuran penting di Indonesia. Sinar baru Algensindo. Bandung.
- Syehfani. 1997. Hara, Air, Tanah, Tanaman. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

### Lampiran 1. Perhitungan kebutuhan pupuk kandang kambing per lubang tanam

Jumlah tanaman per petak	: 20 tanaman
Jumlah petak	: 40 petak
Jarak tanam	: $0,8 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2$ ( $80 \times 30 \text{ cm}$ )
Luas satuan petak	: $3,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 5,25 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Dosis} &= 10 \text{ ton.ha}^{-1} \\ &= 10.000 \text{ kg. ha}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{Dosis per m}^2 = \frac{10.000 \text{ kg}}{9.000 \text{ m}^2} = 1,1 \text{ kg.m}^{-2}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis per petak} &= \text{Dosis per m}^2 \times \text{Luas petak} \\ &= 1,1 \text{ kg.m}^{-2} \times 5,25 \text{ m}^2 \\ &= 5,775 \text{ kg.petak}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis per lubang tanam} &= \frac{\text{Dosis per petak}}{\text{Jumlah tanaman}} \\ &= \frac{5,775 \text{ kg.petak}^{-1}}{25} \\ &= 0,231 \text{ kg.tanaman}^{-1} \\ &= 231 \text{ g.tanaman}^{-1} \end{aligned}$$

## Lampiran 2. Perhitungan kebutuhan pupuk NPK (16:16:16) per lubang tanam

Jumlah tanaman per petak	: 20 tanaman
Jumlah petak	: 40 petak
Jarak tanam	: $0,8 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2$ (80 × 30 cm)
Luas satuan petak	: $3,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 5,25 \text{ m}^2$

Dosis	$= 1 \text{ ton.ha}^{-1}$ $= 1.000 \text{ kg. ha}^{-1}$
Dosis per $\text{m}^2$	$= \frac{1.000 \text{ kg}}{9.000 \text{ m}^2} = 0,11 \text{ kg.m}^{-2}$ $= 110 \text{ g.m}^{-2}$
Dosis per petak	$= \text{Dosis per m}^2 \times \text{Luas petak}$ $= 110 \text{ g.m}^{-2} \times 5,25 \text{ m}^2$ $= 577,5 \text{ g.petak}^{-1}$
Dosis per lubang tanam	$= \frac{\text{Dosis per petak}}{\text{Jumlah tanaman}}$ $= \frac{577,5 \text{ g.petak}^{-1}}{25}$ $= 23,1 \text{ g.tanaman}^{-1}$

**Lampiran 3. Perhitungan luas areal aplikasi semprot *Trichoderma* sp. tiap 1 tangki (alat semprot)**

Luas petak :  $3,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 5,25 \text{ m}^2$

Luas total petak percobaan :  $28 \text{ m} \times 11,5 \text{ m} = 322 \text{ m}^2$

Konsentrasi Aplikasi :  $5 \text{ ml.l}^{-1}$  dan  $10 \text{ ml.l}^{-1}$  (konsentrasi 5 ml cairan *Trichoderma* sp. dilarutkan atau diencerkan dalam 1 liter air).

Dosis =  $5 \text{ l.ha}^{-1}$   
 =  $5000 \text{ ml. ha}^{-1}$

Konsentrasi Aplikasi =  $5 \text{ ml.l}^{-1}$

Konsentrasi formulasi ( $\text{ml.l}^{-1}$ ) =  $\frac{\text{Dosis (ml)}}{\text{Volume pelarut (air)}}$

Volume pelarut ( $\text{l.ha}^{-1}$ ) =  $\frac{\text{Dosis}}{\text{Konsentrasi formulasi}}$   
 =  $\frac{5000 \text{ ml.ha}^{-1}}{5 \text{ ml.l}^{-1}}$   
 =  $1000 \text{ l air.ha}^{-1}$

Konsentrasi Aplikasi =  $10 \text{ ml.l}^{-1}$

Konsentrasi formulasi ( $\text{ml.l}^{-1}$ ) =  $\frac{\text{Dosis (ml)}}{\text{Volume pelarut (air)}}$

Volume pelarut ( $\text{l.ha}^{-1}$ ) =  $\frac{\text{Dosis}}{\text{Konsentrasi formulasi}}$   
 =  $\frac{5000 \text{ ml.ha}^{-1}}{10 \text{ ml.l}^{-1}}$   
 =  $500 \text{ l air.ha}^{-1}$



$$B = \frac{A}{Q} \times L, \text{ dimana}$$

B = Luas areal penyemprotan untuk 1 tangki (m<sup>2</sup>)

A = Kapasitas alat penyemprotan (liter)

Q = Volume larutan per hektar (liter.ha<sup>-1</sup>)

L = Luas areal yang akan disemprot (m<sup>2</sup>)

Konsentrasi Aplikasi = 5 ml.l<sup>-1</sup>

$$\begin{aligned} B &= \frac{10}{1000} \times 9.000 \\ &= 90 \text{ m}^2 \\ &= 10 \cdot 90 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

(jadi luas areal yang akan disemprot dengan 1 tangki cairan semprot yang berisi 10 L adalah 90 m<sup>2</sup>).

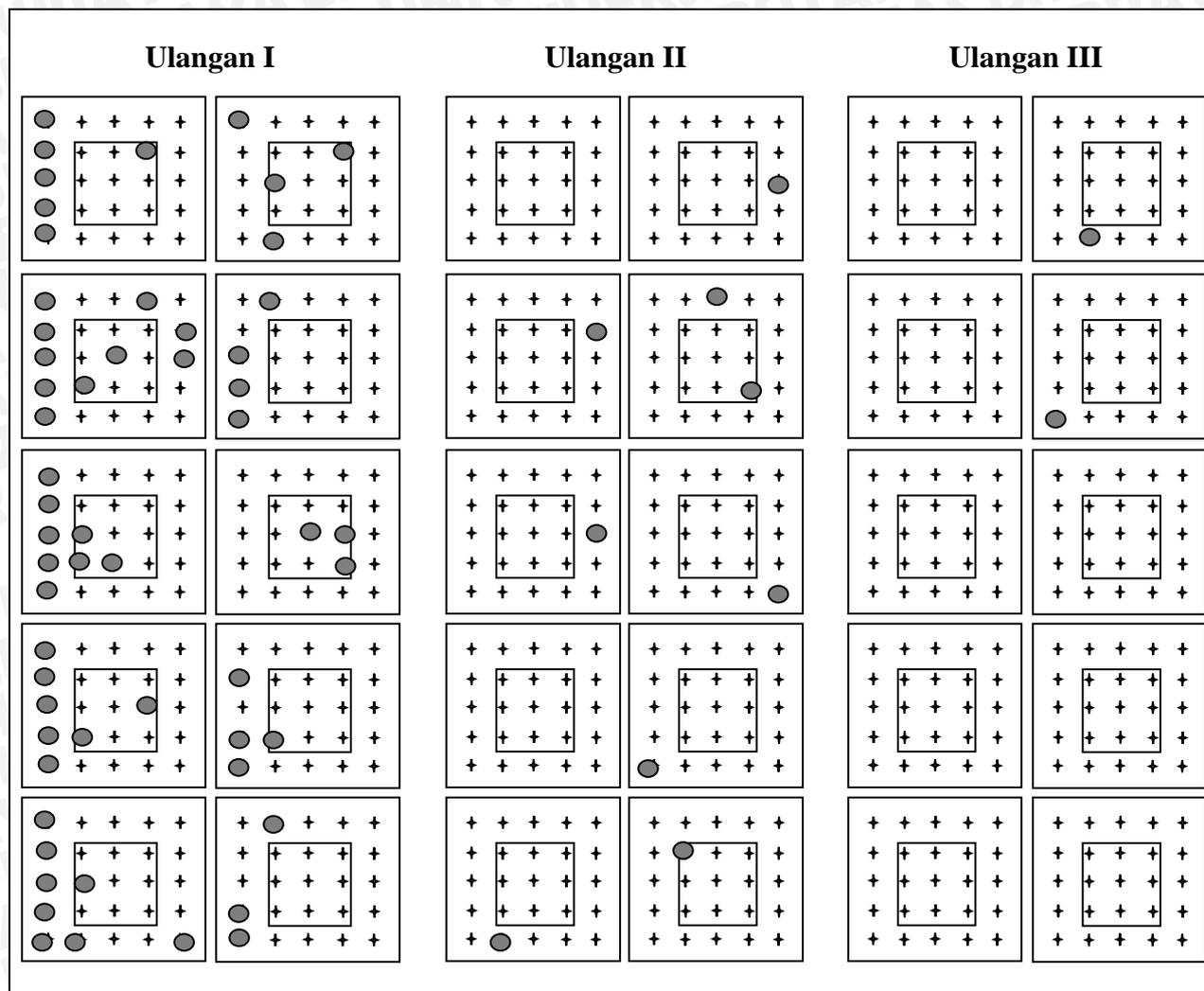
$$\begin{aligned} \text{Volume semprot per m}^2 \text{ (5ml)} &= 10 \cdot 90 \text{ m}^2 \\ &= \frac{10.000 \text{ ml}}{90 \text{ m}^2} \\ &= 111,11 \text{ ml.m}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume semprot per petak} &= \text{Volume semprot per m}^2 \times \text{Luas petak} \\ &= 111,11 \text{ ml/ m}^2 \times 5,25 \text{ m}^2 \\ &= 583,3 \text{ ml/ } 5,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume semprot per m}^2 \text{ (10ml)} &= 10 \cdot 180 \text{ m}^2 \\ &= \frac{10.000 \text{ ml}}{180 \text{ m}^2} \\ &= 55,55 \text{ ml.m}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume semprot per petak} &= \text{Volume semprot per m}^2 \times \text{Luas petak} \\ &= 55,55 \text{ ml/ m}^2 \times 5,25 \text{ m}^2 \\ &= 291,6 \text{ ml/ } 5,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

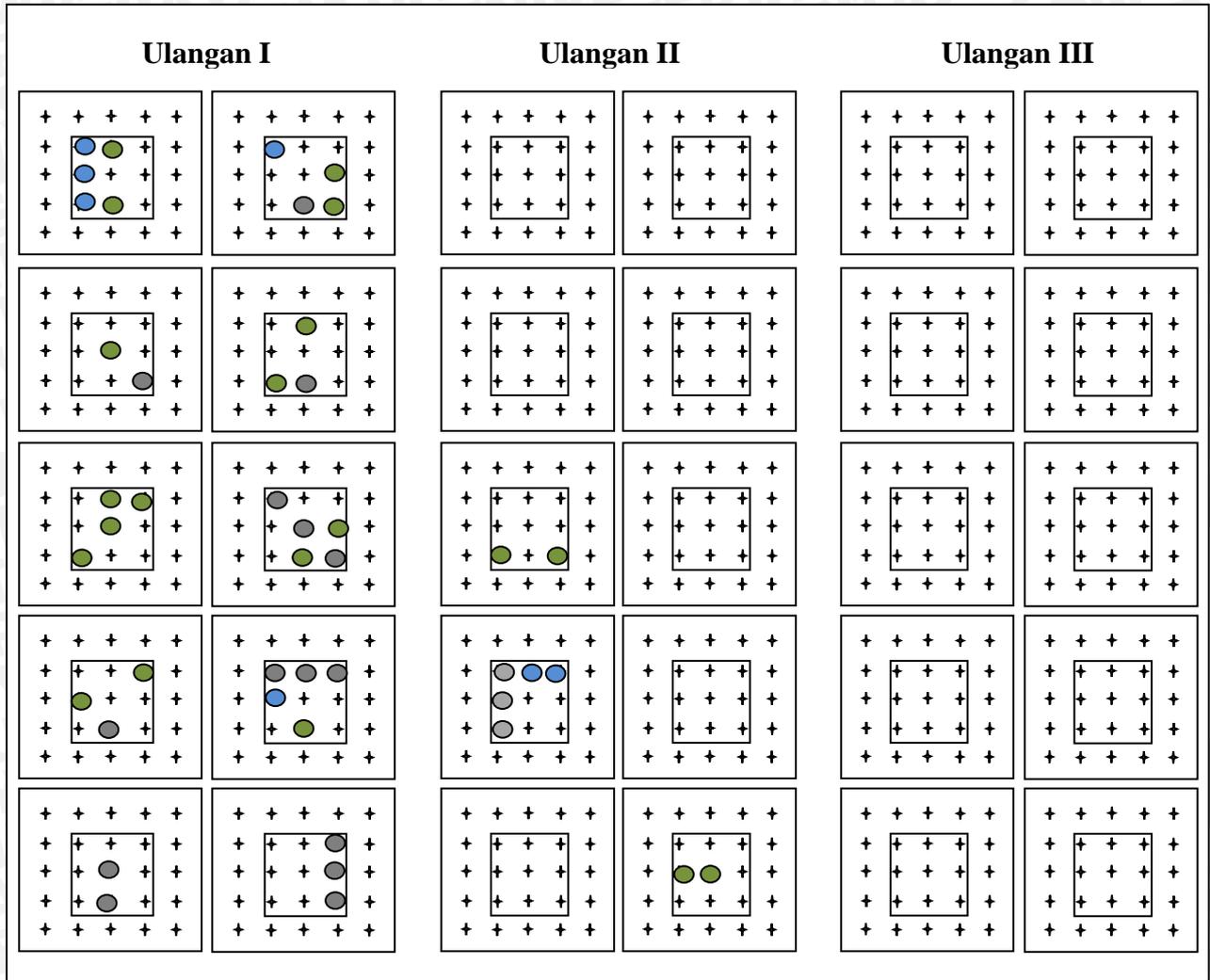
Lampiran 4. Peta serangan hama landak terhadap umbi tanaman kentang



Keterangan :

- Urutan petak perlakuan pada baris 1 (T1W0, T1W1, T1W2, T1W3, T1W4) dan baris 2 (T2W0, T2W1, T2W2, T2W3, T2W4) dari atas ke bawah. Urutan petak perlakuan berlaku sama pada tiap ulangan.
- ● : Tanaman yang terserang hama landak
- ✦ : Tanaman yang tidak terserang hama landak

### Lampiran 5. Peta serangan penyakit hawar daun sesuai waktu muncul



#### Keterangan :

- Urutan petak perlakuan pada baris 1 (T1W0, T1W1, T1W2, T1W3, T1W4) dan baris 2 (T2W0, T2W1, T2W2, T2W3, T2W4) dari atas ke bawah. Urutan petak perlakuan berlaku sama pada tiap ulangan.
- ○ : Tanaman yang terserang umur 21 hst
- ● : Tanaman yang terserang umur 25 hst
- ● : Tanaman yang terserang umur 26 hst
- Untuk tanaman yang tidak diberikan tanda selain tiga warna, maka secara keseluruhan serangan penyakit sudah menyerang tanaman pada umur 28 hst di tanaman sampel.

**Lampiran 6. Hasil analisis korelasi antar parameter pengamatan tanaman kentang**

Peubah	Tinggi	JD	ISPHD	BSU_per_Tan	JU_per_Tan	BSU_per_Ha	JTT
Tinggi	1						
JD	0,25	1					
ISPHD	-0,05	-0,44*	1				
BSU_per_Tan	0,32	0,39*	0,19	1			
JU_per_Tan	0,18	0,22	0,03	0,43*	1		
BSU_per_Ha	0,30	0,01	0,50**	0,65**	0,30	1	
JTT	-0,13	-0,38*	0,53**	-0,23	-0,27	0,16	1
WS	0,31	-0,11	0,25	0,15	0,20	0,22	0,16

\*. Correlation is significant at the 0.05 level

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level

**Keterangan:**

JD : Jumlah Daun

ISPHD : Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun

JTT : Jumlah Tanaman Terserang

WS : Waktu Serangan

BSU\_per\_Tan : Berat Segar Umbi per Tanaman

JU\_per\_Tan : Jumlah Umbi per Tanaman

BSU\_per\_ha : Berat Segar Umbi per Hektar

### Lampiran 7. Deskripsi Tanaman Kentang Varietas Granola Kembang

LAMPIRAN KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN

NOMOR : 81/Kpts/SR.120/3/2005

TANGGAL : 15 Maret 2005

Golongan varietas	: Seleksi tipe simpang dari granola
Umur tanaman	: 130 – 135 hari setelah tanam
Warna batang	: hijau
Bentuk penampang batang	: segi lima
Warna batang	: hijau
Bentuk daun	: oval
Ujung daun	: runcing
Tepi daun	: bergerigi
Permukaan daun	: berkerut
Warna daun	: hijau
Ukuran daun	: panjang $\pm$ 9,2 cm; lebar $\pm$ 5,9 cm
Panjang tangkai daun	: 6,3 – 7,8 cm
Bentuk bunga	: bulat bergelombang
Warna putik	: putih
Warna benang sari	: kuning
Bentuk umbi	: bulat lonjong
Ukuran umbi	: tinggi $\pm$ 6,64 cm; diameter $\pm$ 4,12 cm
Berat per umbi	: $\pm$ 127,28 g
Warna kulit umbi	: kuning keputihan
Warna daging umbi	: kuning
Kandungan karbohidrat	: 15,580 %
Kandungan gula reduksi	: 0,069 <sup>0</sup> brik
Hasil	: 38 – 50 ton/ha
Keterangan	: baik untuk kentang sayur dan cocok untuk dikembangkan di Jawa timur

Pengusul/Peneliti : H. Koesnan, Achmad Firman, Muhammad  
Maksum / Susiyati, Paulina Evy Retnaning, Prahardini, Sri suharti, Suyoto  
Pratomo, Dyah Nuswandari, Anik Setyawati.

**Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman (cm) umur 14, 21, 28, 35 dan 42 hst**

Tabel 1. Hasil analisis ragam tinggi tanaman (cm) umur 14 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	19,976	9,98788	4,589	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,002	0,00208	0,001	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	4,353	2,18				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	12,673	3,16825	1,911	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	4,847	1,21168	0,731	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	26,523	1,65767				
<b>Total</b>	29	68,373					
<b>KK T</b>	19,88						
<b>KK W</b>	17,35						

Tabel 2. Hasil analisis ragam tinggi tanaman (cm) umur 21 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	158,447	79,2234	75,236	*	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	6,505	6,50536	6,178	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	2,106	1,05				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	4,484	1,12091	0,687	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	11,160	2,79002	1,711	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	26,088	1,6305				
<b>Total</b>	29	208,790					
<b>KK T</b>	5,91						
<b>KK W</b>	7,35						

Tabel 3. Hasil analisis ragam tinggi tanaman (cm) umur 28 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	9,738	4,86889	4,498	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,019	0,01875	0,017	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	2,165	1,08				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	9,058	2,26442	0,998	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	12,773	3,19336	1,408	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	36,299	2,26869				
<b>Total</b>	29	70,051					
<b>KK T</b>	4,97						
<b>KK W</b>	7,20						

Tabel 4. Hasil analisis ragam tinggi tanaman (cm) umur 35 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	3,159	1,57948	0,936	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,884	0,884808	0,524	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	3,377	1,69				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	5,270	1,31754	1,264	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	3,959	0,98967	0,949	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	16,678	1,04237				
<b>Total</b>	29	33,326					
<b>KK T</b>	6,16						
<b>KK W</b>	4,84						

Tabel 5. Hasil analisis ragam tinggi tanaman (cm) umur 42 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	17,659	8,82969	5,156	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	1,483	1,48296	0,866	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	3,425	1,71				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	10,370	2,59245	0,863	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	3,960	0,99005	0,329	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	48,082	3,00513				
<b>Total</b>	29	84,980					
<b>KK T</b>	7,61						
<b>KK W</b>	10,09						

### Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun umur 14, 21, 28 dan 35 hst

Tabel 6. Hasil analisis ragam jumlah daun umur 14 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	2,032	1,01581	1,393	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,128	0,12805	0,176	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	1,459	0,73				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	20,057	5,01426	2,220	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	1,300	0,32494	0,144	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	36,132	2,25828				
<b>Total</b>	29	61,108					
<b>KK T</b>	12,96						
<b>KK W</b>	22,81						

Tabel 7. Hasil analisis ragam jumlah daun umur 21 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	41,275	20,6375	2,010	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	7,772	7,77243	0,757	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	20,531	10,27				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	23,915	5,97875	1,432	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	3,675	0,91885	0,220	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	66,820	4,17626				
<b>Total</b>	29	163,989					
<b>KK T</b>	28,64						
<b>KK W</b>	18,27						

Tabel 8. Hasil analisis ragam jumlah daun umur 28 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	43,919	21,9595	6,534	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	11,769	11,7688	3,502	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	6,721	3,36				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	5,934	1,4834	0,143	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	51,357	12,8392	1,236	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	166,168	10,3855				
<b>Total</b>	29	285,868					
<b>KK T</b>	7,57						
<b>KK W</b>	13,32						

Tabel 9. Hasil analisis ragam jumlah daun umur 35 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	33,138	16,5691	16,854	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	1,257	1,25665	1,278	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	1,966	0,98				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	4,184	1,0459	0,252	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	21,503	5,37565	1,297	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	66,328	4,14553				
<b>Total</b>	29	128,376					
<b>KK T</b>	8,25						
<b>KK W</b>	16,94						



### Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam Jumlah Cabang umur 28 dan 35 hst

Tabel 10. Hasil analisis ragam jumlah cabang umur 28 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	0,036	0,01808	1,037	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,038	0,03816	2,188	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,035	0,0174				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,027	0,00671	0,318	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,035	0,00876	0,415	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	0,338	0,02114				
<b>Total</b>	29	0,509					
<b>KK T</b>	16,81						
<b>KK W</b>	18,51						

Tabel 11. Hasil analisis ragam jumlah cabang umur 35 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	0,0007	0,00036	0,132	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,0041	0,00408	1,488	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,0055	0,00274				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,0094	0,00236	0,304	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,0278	0,00696	0,896	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	0,1243	0,00777				
<b>Total</b>	29	0,1718					
<b>KK T</b>	6,82						
<b>KK W</b>	11,47						

**Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam Saat Muncul Serangan Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans*)**

Tabel 12. Hasil analisis ragam saat muncul serangan penyakit hawar daun

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	7,951	3,97552	0,739	TN	19	99
<i>Trichoderma</i> sp.	1	3,002	3,002	0,558	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	10,762	5,38				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	10,614	2,65344	3,314	*	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	11,364	2,84103	3,548	*	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	12,810	0,80064				
<b>Total</b>	29	56,503					
<b>KK T</b>	8,90						
<b>KK W</b>	3,43						



**Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam Jumlah Tanaman Yang Terserang Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans*)**

Tabel 13. Hasil analisis ragam jumlah tanaman yang terserang penyakit hawar daun

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5 %	1 %
<b>Kelompok</b>	2	94130,097	47065	1,491	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	6683,505	6683,5	0,116	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	9206,238	4603,12				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	18808,448	4702,11	3,078	*	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	29678,269	7419,57	1,349	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	185920,744	11620				
<b>Total</b>	29	98,093					
<b>KK T</b>	32,86						
<b>KK W</b>	26,29						

**Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun  
(*Phytophthora infestans*) Umur 21, 28, 35 dan 42 hst**

Tabel 14. Hasil analisis ragam intensitas serangan penyakit hawar daun umur 21 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	0,00002667	1,33333E-05	1,000	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,00000333	3,33333E-06	0,250	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,00002667	0,00001333				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,00024667	6,16667E-05	2,846	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,00024667	6,16667E-05	2,846	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	0,00034667	2,16667E-05				
<b>Total</b>	29	0,00089667					
<b>KK T</b>	1,01						
<b>KK W</b>	0,81						

Tabel 15. Hasil analisis ragam intensitas serangan penyakit hawar daun umur 28 hst

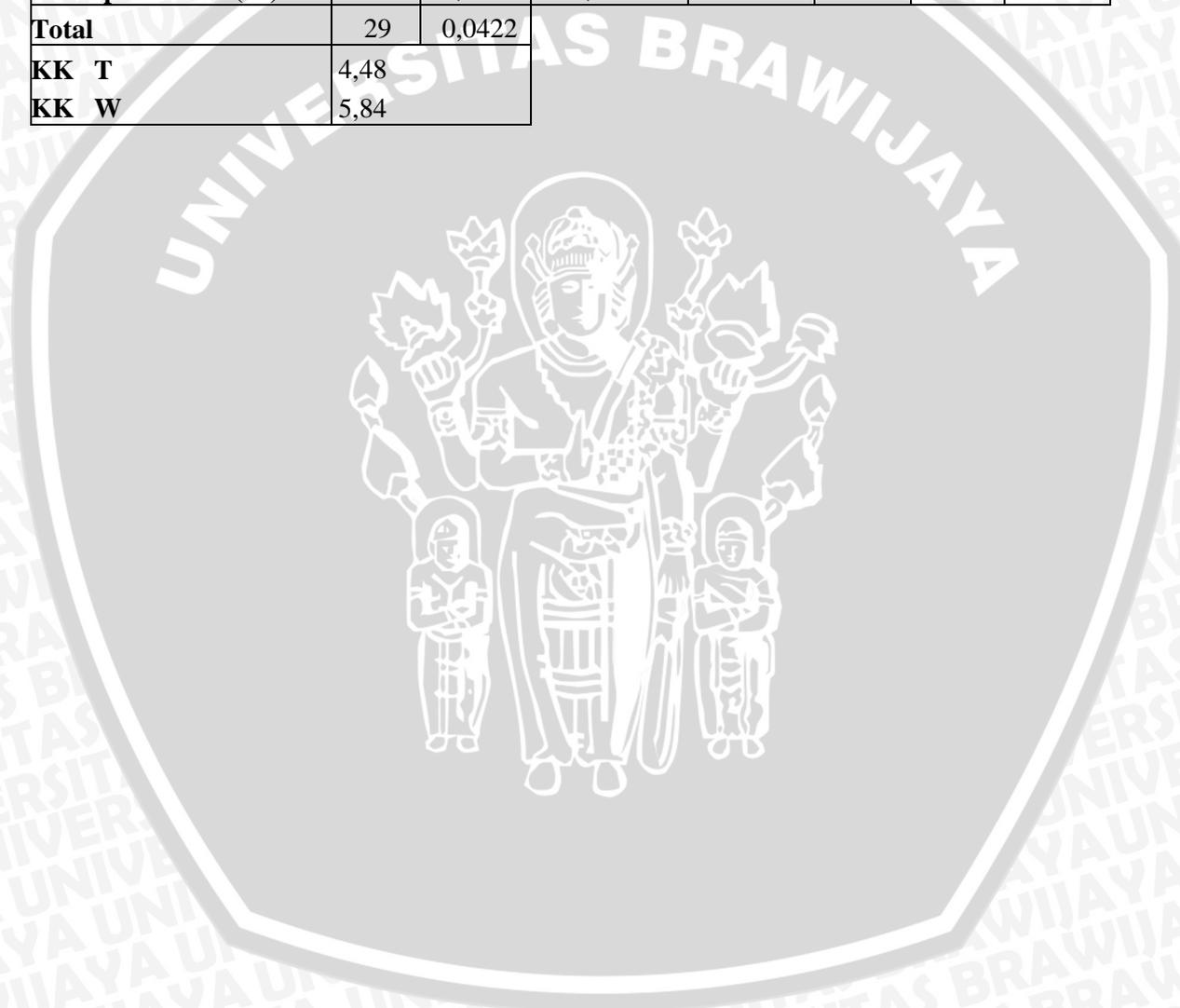
SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	0,324	0,161947	1,958	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,064	0,063730	0,771	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,165	0,083				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,003	0,000648	0,601	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,001	0,000312	0,290	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	0,017	0,001078				
<b>Total</b>	29	0,574					
<b>KK T</b>							
<b>KK W</b>	23,47						

Tabel 16. Hasil analisis ragam intensitas serangan penyakit hawar daun umur 35 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	0,042	0,020912	146,983	**	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,000	0,000325	2,286	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,000	0,000142				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,009	0,002345	0,872	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,014	0,003463	1,287	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	0,043	0,002690				
<b>Total</b>	29	0,109					
<b>KK T</b>	2,96						
<b>KK W</b>	12,89						

Tabel 17. Hasil analisis ragam intensitas serangan penyakit hawar daun umur 42 hst

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	0,0096	0,00481	6,089	TN	19	99
<i>Trichoderma</i> sp.	1	0,0008	0,00075	0,949	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,0016	0,00079				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,0034	0,000845	0,630	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,0054	0,001358	1,012	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	0,0215	0,001342				
<b>Total</b>	29	0,0422					
<b>KK T</b>	4,48						
<b>KK W</b>	5,84						



**Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam Jumlah Umbi per Tanaman dan Bobot Segar Umbi per Tanaman**

Tabel 18. Hasil analisis ragam jumlah umbi per tanaman

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	7,367	3,68374	4,295	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	1,261	1,26075	1,470	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	1,715	0,86				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	4,568	1,14207	1,238	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,796	0,19911	0,216	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	14,758	0,9224				
<b>Total</b>	29	30,467					
<b>KK T</b>	15,50						
<b>KK W</b>	16,08						

Tabel 19. Hasil analisis ragam bobot segar umbi per tanaman

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	239,922	119,961	3,917	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	55,325	55,3249	1,806	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	61,257	30,63				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	122,660	30,665	0,256	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	295,749	73,9372	0,616	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	1919,393	119,962				
<b>Total</b>	29	2694,306					
<b>KK T</b>	9,91						
<b>KK W</b>	19,60						

**Lampiran 15. Hasil Analisis Ragam Bobot Segar Umbi per Petak (g) dan per Hektar (ton.ha<sup>-1</sup>)**

Tabel 20. Hasil analisis ragam bobot segar umbi per petak (g)

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	770416,267	385208,1	4,967	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	98544,545	98544,55	1,271	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	155094,153	77547,08				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	94768,698	23692,17	0,934	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	4811,626	1202,906	0,047	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	405853,986	25365,87				
<b>Total</b>	29	1529489,275					
<b>KK T</b>	22,01						
<b>KK W</b>	12,59						

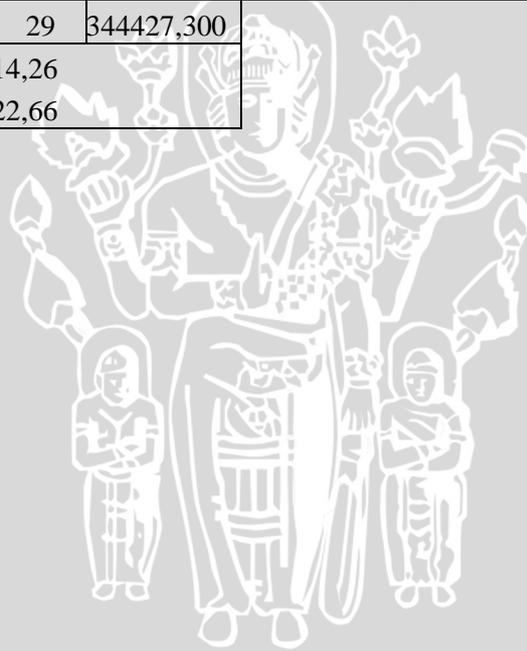
Tabel 21. Hasil analisis ragam bobot segar umbi per hektar (ton.ha<sup>-1</sup>)

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	2,133	1,06659	4,894	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0,280	0,280333	1,286	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	0,436	0,22				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	0,263	0,065692	0,927	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	0,014	0,003575	0,050	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	1,134	0,070883				
<b>Total</b>	29	4,261					
<b>KK T</b>	22,13						
<b>KK W</b>	12,62						

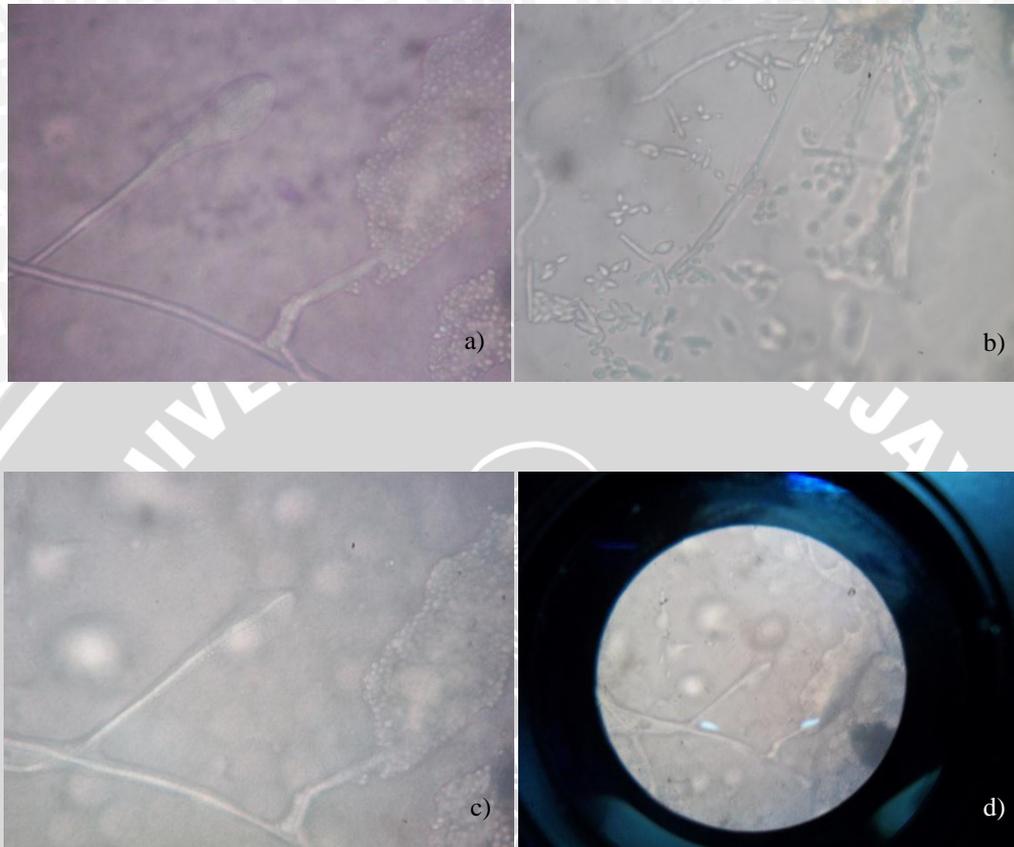
**Lampiran 16. Hasil Analisis Ragam Bobot Segar Umbi Panen berdasarkan  
Klasifikasi (*grade*) bobot segar umbi**

Tabel 22. Hasil analisis ragam bobot segar umbi panen berdasarkan klasifikasi bobot umbi (g)

SK	db	JK	KT	F Hit	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	94130,097	47065	10,225	TN	19	99
<i>Trichoderma sp.</i>	1	6683,505	6683,5	1,452	TN	18,51	98,5
<b>Galat percobaan (T)</b>	2	9206,238	4603,12				
<b>Waktu aplikasi (W)</b>	4	18808,448	4702,11	0,405	TN	3,01	4,77
<b>T x W (TW)</b>	4	29678,269	7419,57	0,639	TN	3,01	4,77
<b>Galat percobaan (W)</b>	16	185920,744	11620				
<b>Total</b>	29	344427,300					
<b>KK T</b>	14,26						
<b>KK W</b>	22,66						



Lampiran 17. Foto Pengamatan Mikroskopis Jamur Patogen *Phytophthora infestans*



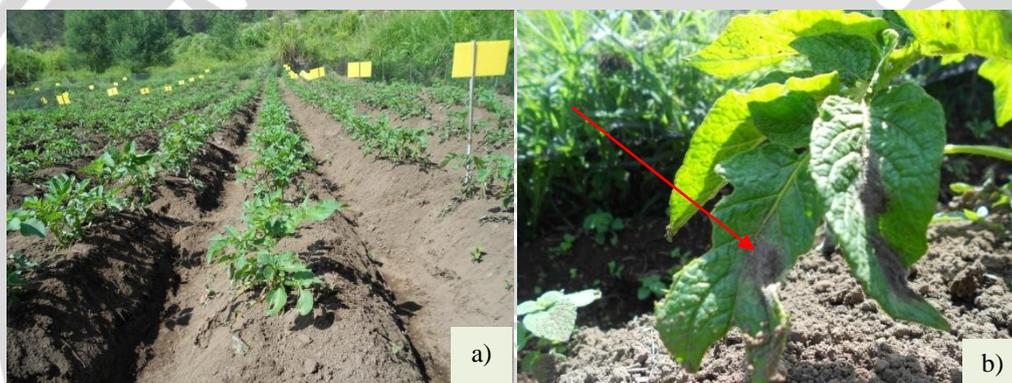
Keterangan :

Gambar a), b), c) dan d) merupakan foto pengamatan jamur patogen *Phytophthora infestans* di mikroskop cahaya dengan perbesaran 100 kali

**Lampiran 18. Pertumbuhan tanaman kentang umur 21, 28, 35, 42 dan 49 hst**



Keterangan: Gambar a) dan b) merupakan foto tanaman kentang umur 21 hst



Keterangan: Gambar a) dan b) merupakan foto tanaman kentang umur 28 hst

- Tanda panah merah menunjukkan gejala yang ditimbulkan jamur patogen *Phytophthora infestans* (penyakit hawar daun)

Pengamatan umur 35 hst



Keterangan: Gambar a) dan b) merupakan foto tanaman kentang umur 35 hst



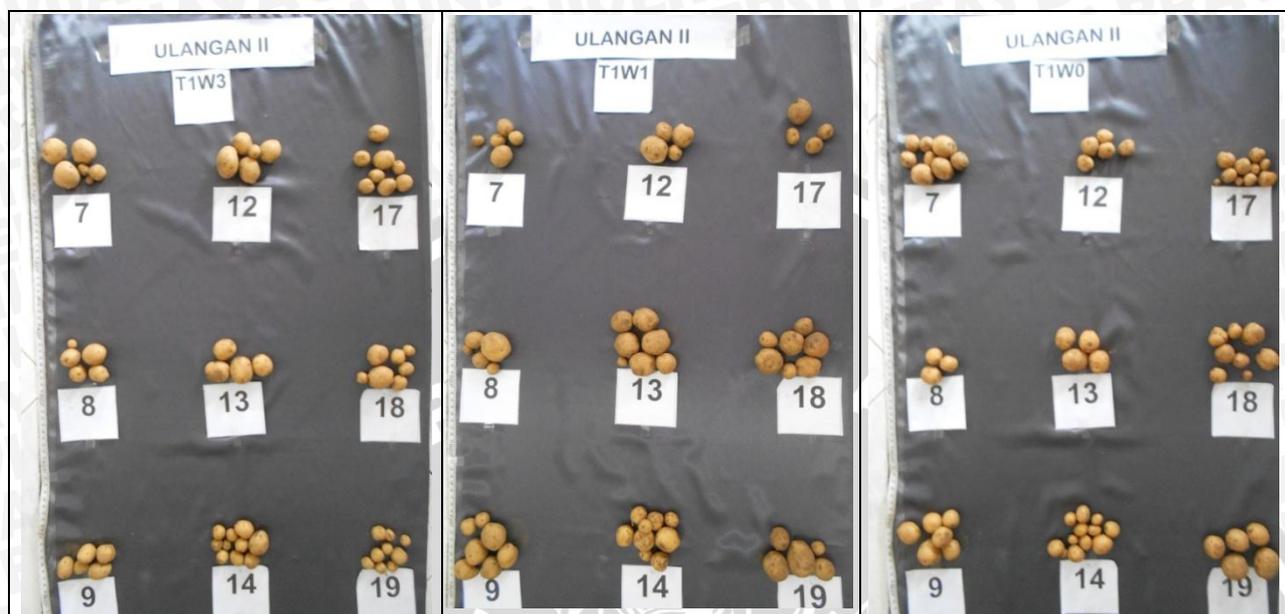
Keterangan: Gambar a) dan b) merupakan foto tanaman kentang umur 42 hst



Keterangan: Gambar a) dan b) merupakan foto tanaman kentang umur 49 hst

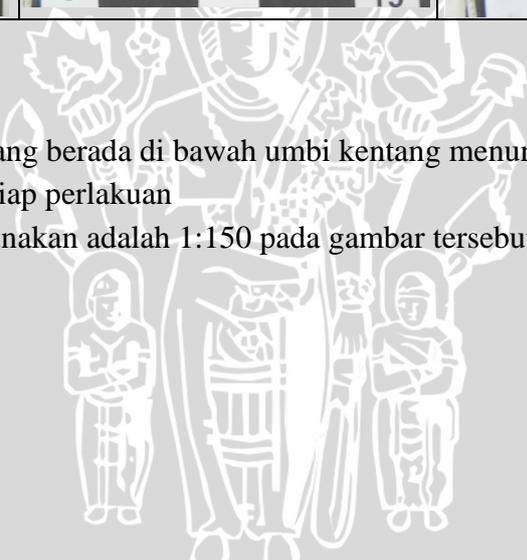


Lampiran 19. Foto panen umbi kentang umur 55 hst pada semua perlakuan



Keterangan :

- Angka-angka yang berada di bawah umbi kentang menunjukkan tanaman sampel pada setiap perlakuan
- Skala yang digunakan adalah 1:150 pada gambar tersebut



**Lampiran 20. Rata-rata intensitas serangan penyakit hawar daun dan bobot segar umbi per hektar ( $\text{ton.ha}^{-1}$ ) akibat pengaruh perlakuan konsentrasi *Trichoderma* sp. dan waktu aplikasi**

Perlakuan	Bobot segar umbi per hektar ( $\text{ton.ha}^{-1}$ )	Intensitas serangan penyakit hawar daun (%)
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 5 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi hanya sekali (T1W0)	2,08	42,30
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 5 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi dua hari sekali (T1W1)	1,97	43,54
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 5 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi empat hari sekali (T1W2)	1,86	46,50
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 5 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi enam hari sekali (T1W3)	2,10	49,47
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 5 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi delapan hari sekali (T1W4)	2,06	42,18
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 10 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi hanya sekali (T2W0)	2,25	44,03
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 10 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi dua hari sekali (T2W1)	2,12	54,42
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 10 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi empat hari sekali (T2W2)	2,05	46,83
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 10 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi enam hari sekali (T2W3)	2,27	48,81
Konsentrasi <i>Trichoderma</i> sp. 10 $\text{ml.l}^{-1}$ dengan waktu aplikasi delapan hari sekali (T2W4)	2,34	51,69

Keterangan : frekuensi aplikasi W0 = sekali; W1= 17 kali; W2= 8 kali; W3= 5 kali dan W4= 4 kali

## Lampiran 21. Label larutan *Trichoderma* sp. yang diproduksi oleh Agro Klinik

### BIOFUNGISIDA

#### *Trichoderma*



Jamur *Trichoderma* sp dapat mengendalikan penyakit layu atau bercak daun yang biasa menyerang tanaman pangan dan hortikultura, *Trichoderma* sp bersifat antagonis terhadap beberapa patogen tular tanah seperti Fusarium moniliforme dan Sclerotium rolfsii. *Trichoderma* sp juga mempunyai kemampuan sebagai dekomposer dalam pembuatan pupuk organik



a)

### BIOFUNGISIDA

1. Larutkan 100-200 ml biofungisida ke dalam 15-20 liter air (satu tangki) aduk hingga rata.
2. Siramkan pada permukaan tanah/dibawah tajuk pohon/ Semprotkan pada seluruh permukaan daun dan batang secara merata.
3. Usahakan penyemprotan dilakukan pada sore hari.

### PERHATIAN

Jangan di campur dengan pestisida kimia.

Simpan ditempat yang sejuk

(kerapatan spora :  $1 \times 10^{14}$  sel/ltr)

### AGRO KLINIK

Bekerja sama dengan PPAH SWADAYA  
Dibawah bimbingan dan pengawasan :  
POPT-PHP Pujon, Lab. PPHPTPH  
Pandaan, Dinas Pertanian.

b)

### Keterangan gambar:

- a) Label produk larutan *Trichoderma* sp. bagian depan kemasan botol
- b) Label produk larutan *Trichoderma* sp. bagian belakang kemasan botol