

**EFEKTIVITAS AGENS HAYATI TERHADAP PENYAKIT
BERCAK DAUN (*Alternaria solani*) DAN LAYU (*Fusarium
oxysporum* f.sp.*lycopersici*) PADA TANAMAN TOMAT
(*Solanum lycopersicum* L.)**

Oleh :
PRIYANTO HERMAWAN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2017**

**EFEKTIVITAS AGENS HAYATI TERHADAP PENYAKIT
BERCAK DAUN (*Alternaria solani*) DAN LAYU (*Fusarium
oxysporum* f. sp. *lycopersici*) PADA TANAMAN TOMAT
(*Solanum lycopersicum* L.)**

OLEH:

Priyanto Hermawan

125040201111232

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Efektivitas Agens Hayati Terhadap Penyakit Bercak Daun (*Alternaria solani*) dan Layu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

Nama Mahasiswa : Priyanto Hermawan

NIM : 125040201111232

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Pembimbing Utama, Disetujui Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.
NIP. 195508211980021002

Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc.
NIK. 2014098805042001

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.
NIP. 19551212 198003 2 003

Penguji II

Restu Rizkyta Kusuma, SP.M.Sc.
NIK. 20140988 0504 2 001

Penguji III

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

Penguji IV

Hagus Tarno, SP.,MP., Ph.D
NIP. 19770810 200212 1003

Tanggal Lulus :

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya ataupun pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2017

Priyanto Hermawan



RINGKASAN

Priyanto Hermawan (12504020111232): Efektivitas Agens Hayati Terhadap Penyakit Bercak Daun (*Alternaria solani*) dan Layu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L). Dibimbing Oleh Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. dan Restu Rizkyta Kusuma, SP. M.Sc.

Jamur patogen memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai perubahan lingkungan serta jangkauan inang yang luas sehinggamasih menjadi ancaman bagi keberlangsungan produksitanaman tomat. Upaya yang telah dilakukan untuk mengendalikan penyakit akibat jamur patogen sampai saat ini masih berfokus pada pengendalian kimiawi yang memiliki banyak dampak negatif. Pengendalian dengan memanfaatkan agens hayati mendapat perhatian lebih baru-baru ini, beberapa diantaranya seperti bakteri *P. fluorescens*, *B. subtilis*, jamur *Trichoderma* sp. dan mikoriza telah terbukti secara efektif mampu mengendalikan berbagai penyakit tanamantampa berdampak buruk bagi agroekosistem, akan tetapi penelitian selama ini masih berfokus pada skala labratorium (*in vitro*), sehingga penelitian tingkat efektivitas agens hayati dilapang sangat dibutuhkan.

Penelitian dilakukan selama 5 bulan dari Bulan Oktober 2015–Februari 2016 di lahan pertanian Dusun Dadapan, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji Kota Batu dengan ketinggian tempat ± 800 m dpl dan labolatorium penyakit HPT-UB. Rancangan penelitian yang digunakan adalah RAK (rancangan acak kelompok) dengan 6 perlakuanyakni *Trichoderma* sp, *B. subtilis*, *P. fluorescens*, konsorsium dengan konsentrasi 12,5ml/L dan dosis 30 ml/ serta mikoriza dengan 12.5 gr/lubang tanam dengan 4 kali ulangan. Variabel pengamatan meliputi intensitas penyakit bercak daun alternaria, kejadian penyakit layu fusarium, dan pertumbuhan tanaman. Kegiatan penelitian di laboratorium meliputi isolasi dan identifikasi patogen. Selanjutnya data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan hasil paling signifikan terhadap pertumbuhan tanaman yaitu konsorsium mikroba (*P. fluorescens*, *B. subtilis*, dan *Trichoderma* sp.) yang memiliki rata-rata tinggi tanaman sebesar 41,18 cm dan rata-rata jumlah daun sebanyak 71,99 helai daun. Sementara terhadap serangan penyakit bercak daun alternaria, perlakuan *P. fluorescens* menunjukkan hasil paling signifikan dengan rata-rata serangan penyakit bercak daun sebesar 11,59%, sedangkan pada kejadian penyakit layu fusarium tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada tiap perlakuan agens hayati.

SUMMARY

Priyanto Hermawan (125040201111232): The Effectiveness of Biological Agents Against Alternaria Leaf Spot (*Alternaria solani*) and Fusarium Wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) Diseases on Tomato Plant (*Solanum lycopersicum* L.). Supervised by Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS and Restu Rizkyta Kusuma, SP. M.Sc.

Pathogenic fungi has a high ability to adapt in various environments, which changes also a wide host range. Consequently, it has become a threat for the sustainability of the tomato production. The effort that has been done to control the disease caused by pathogenic fungi still focuses on the chemical control which has many negative effects. The control using biological control has gained more attention lately, some of them such as bacteria *P. fluorescens*, *B. subtilis*, fungal *Trichoderma* sp. and mycorrhizae have already effectively been proven in controlling various plant diseases without any negative effects for the agroecosystem, yet the research so far still focuses on laboratory scale (*in vitro*), therefore more research regarding the effectiveness of the biological control in the field is needed.

The research was conducted from October 2015 to February 2016 on field & in laboratory. The field research was in Dadapan, Pandanrejo Village, Batu city, which located at 800 m above sea level. The lab research was conducted in the department of plant disease laboratory of UB. The research used randomized block design (RBD) with 6 treatments which are *Trichoderma* sp, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, consortium with 12.5 ml/L concentration and 30 ml/crop dosage while mycorrhizae 12.5gr/crop with 4 times repetitions. Observable variables were used such as intensity attack of alternaria leaf spot disease, incidental disease of fusarium wilt, and plant growth. The data that was taken from the observation was analyzed by analysis of variance and continued with LSD test 5%.

The results show that the treatment with the most significant affect on plant growth is consortium (*P. fluorescens*, *B. subtilis*, and *Trichoderma* sp) of the biological control with an average plant height of 41,8 cm and an average leaf number of 71,99. For the disease severity of leaf spot alternaria, *P. fluorescens* was the most significant result with 11,59%, on the other hand incident of fusarium wilt didn't show any significant difference result for each of the treatments.

KATA PENGANTAR

Ucapan syukur dan sukacita yang melimpah bagi Tuhan Yesus Kristus ataskasih karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pertanian dengan judul “Efektivitas Agens Hayati Terhadap Penyakit Bercak Daun (*Alternaria solani*) dan Layu (*Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)”. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu penulis pada kesempatan kali ini mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. selaku pembimbing utama dan Restu Rizkyta Kusuma, SP. M.Sc. selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
3. Kepada orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan doa serta dukungannya kepada penulis.
4. Kepada rekan-rekan di komunitas Heroes yakni Agnes Viani Parlan SAB., Nay Itnay, Jio, Yolanda Lauterbach STh. , Eystwo REXZAKHA ST., Wisnu Tanzil SE., Felicia S.Sn, Stelly R. Lauterbach Amd., Stevan Hariyanto S.kom, dan LukeSamoff
5. Teman-teman WAYAN Kos.
6. M. Bayu Mario, Siti Armach SP. , Dwiani Puji Lestari SP., Ani Minarni SP., Joko Ariswanto SP., Francilya Delolina SP., Ito Fernando, Achmad Firdaus Ardiansyah SP., Shanaz Tanzilia SP.
7. Teman-teman Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan angkatan 2012

Akhirnya penulis berharap bahwalaporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua yang tertarik dalam bidang pertanian.

Malang, Januari 2017

Penulis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 16 Februari 1995 di kota Cirebon Jawa Barat, saat memasuki usia 5 tahun menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Gelatik Kota Cirebon, kemudian pada tahun 2006 mengikuti tes masuk SMP sekota Cirebon dan memperoleh peringkat 7 dari seluruh peserta dan akhirnya diterima di SMPN 6, saat menempuh pendidikan SMP penulis telah aktif dalam kegiatan siswa seperti OSIS dan kepanitiaan kegiatan sekolah. Selanjutnya diterima di SMAN 3 Kota Cirebon pada tahun 2009, semasa menempuh pendidikan SMA penulis sangat aktif pada berbagai kegiatan organisasi seperti menjadi ketua pelaksana pentas seni tradisional pada tahun 2010, menjadi sekretaris OSIS pada tahun 2010 kemudian pada tahun 2011 menjadi wakil ketua MPK (Majelis Permusyawaratan Kelas), menjadi ketua pelaksana dalam kegiatan peringatan Hari Pahlawan serta menjadi ketua pelaksana dalam kegiatan SMANTA SCHOOL ZONE.

Penulis lulus dari SMA pada tahun 2012 dan diterima di Universitas Brawijaya dalam seleksi SNMPTN Undangan pada program studi Agroekoteknologi, selama menempuh kuliah penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan seperti menjadi Co Transkoper dalam kegiatan Rantai III, Divisi Danus dalam kegiatan Inaugurasi, Divisi Danus kegiatan Natal, Tim Doa Perayaan Paskah. Penulis juga aktif dalam beberapa kepengurusan UKM seperti menjadi staff Biro Kewirausahaan, Pengurus Bidang 1 *Christian Community*, menjadi staff Exchange program departemen di IAAS LC-UB (*International Association of students in agricultural and related sciences*).

Penulis tidak hanya aktif dalam berbagai kegiatan kemahasiswaan, tetapi juga mencetak beberapa prestasi diantaranya adalah menjadi juara 1 pada ajang PKM-MABA Rektor Cup, penerima beasiswa PPA, Lolos pendanaan Program mahasiswa wirausaha, Lolos pendanaan DIKTI PKM-P dan PKM-K, terpilih menjadi delegasi ICE (*International Culture Exchange*) di Johor, Malaysia, lolos dalam program *Exchange program International* di Hennef, Jerman.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN.....	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
LAMPIRAN	vi
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	3
II. TIJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Botani Tanaman Tomat	4
2.2 Agens Hayati	4
2.3 Mekanisme Induksi Ketahanan	6
2.4 Mikoriza	7
2.5 Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	7
2.6 Bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	8
2.7 Jamur <i>Trichoderma</i> sp	9
2.8 Bioekologi Jamur <i>Alternaria solani</i>	9
2.8.1 Gejala Serangan	10
2.9 Bioekologi <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>lycopersici</i>	11
2.9.1 Gejala Serangan	13
2.10 Pengaruh Lingkungan Terhadap Efektivitas Agens Hayati.....	14
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan	15

3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Perbanyak Agens Hayati	17
3.4.2 Persiapan Lahan dan Penanaman	17
3.4.3 Aplikasi Agens Hayati	18
3.4.4 Pemeliharaan Tanaman	18
3.5 Variabel Pengamatan	18
3.5.1 Penghitungan Intensitas Penyakit	18
3.5.2 Pertumbuhan Tanaman	19
3.5.4 Isolasi dan Identifikasi Patogen	19
3.6 Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Deskripsi Kondisi Wilayah Lahan Penelitian	21
4.2 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Bercak Daun <i>Alternaria</i>	21
4.3 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Layu <i>Fusarium</i>	24
4.4 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Tinggi dan Jumlah Daun	27
4.5 Identifikasi Penyakit Bercak Daun <i>Alternaria solani</i>	29
4.6 Identifikasi Penyakit Layu <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>lycopersici</i>	31
V. PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Konidia <i>Alternaria solani</i> perbesaran 400X	10
2.	Gejala Serangan <i>Alternaria solani</i> pada daun tomat	11
3.	Kenampakan Mikroskopis Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> 400X	12
4.	Gejala Layu Fusarium	14
5.	Denah Penelitian	17
6.	Gejala Penyakit Bercak Daun Tanaman Tomat Umur 28 HST	29
7.	Kenampakan Makroskopis Koloni Jamur <i>Alternaria solani</i> pada Media Umur 7HSI.....	30
8.	Mikroskopis <i>Alternaria solani</i> Perbesaran 400X	31
9.	Gejala Layu Fusarium pada Tanaman Tomat	32
10.	Kenampakan Makroskopis Koloni Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> pada Media PDA Umur 14 HSI.....	32
11.	Kenampakan Mikroskopis Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> Perbesaran 400X	33

GAMBAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah petak percobaan	43



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Aplikasi Agens Hayati	16
2.	Nilai Skala Intensitas Serangan Penyakit Bercak Daun	19
3.	Rerata Intensitas Serangan Bercak Daun Alternaria pada Aplikasi Agens Hayati yang Berbeda	22
4.	Rerata Kejadian Penyakit Layu Fusarium pada Aplikasi Agens Hayati yang Berbeda	24
5.	Rerata Tinggi Tanaman Tomat pada Aplikasi Agens Hayati Berbeda	27
6.	Rerata Jumlah Daun Tanaman Tomat pada Aplikasi Agens Hayati Berbeda	27

TABEL LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam Rerata Tinggi Tanaman.....	41
2.	Analisis Ragam Rerata Jumlah Daun.....	41
3.	Analisis Ragam Rerata Intensitas Serangan Bercak Daun	41
4.	Analisis Ragam Rerata Kejadian Penyakit Layu Fusarium.....	42
5.	Data Cuaca	44
6.	Deskripsi Tanaman Tomat Varietas Betavila	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah tomat merupakan salah satu produk hortikultura yang sangat digemari di Indonesia. Kandungan gizi yang terkandung didalamnya menjadi salah satu alasan banyaknya masyarakat yang mengonsumsi buah ini baik dikonsumsi secara langsung maupun dalam bentuk olahan. Taufik (2015) menunjukkan bahwa produktivitas tomat di Indonesia baru sekitar 16,61 ton/ha, sedangkan permintaan pasar masih tergolong tinggi (Purwati dan Khairunisa, 2007). Salah satu penyebabrendahnya produktivitas tomat tersebut adalah serangan penyakit.

Penyakit padatanaman terjadi akibat aktivitas suatu agens penyebab penyakit yang disebut patogen. Dari beberapa jenis patogen, jamur merupakan patogen yang paling sering ditemukan menyerang tanaman, hal tersebut karena sifat jamur yang sangat adaptif dalam kondisi lingkungan yang ekstrim yakni -5°C – 45°C bahkan mampu bertahan selama bertahun-tahun tanpa adanya inang (Agrios, 2005). Beberapa penyakit penting pada tanaman tomat termasuk dalam jenis patogen jamur yakni bercak daun *Alternaria solani* dan layu *Fusarium oxysporum*. Kehilangan hasil karena serangan penyakit bercak daun alternaria mencapai 78% Kemmitt (2002), sementara pada serangan penyakit layu fusarium dapat mengakibatkan kematian tanaman secara total (Sastrahidayat, 2010). Pengendalian penyakit bercak daun alternaria maupun layu fusarium saat ini masih berfokus pada pengendalian kimiawi yang berdampak buruk bagi agroekosistem karena dapat menurunkan keanekaragaman hayati, meningkatkan residu pestisida, serta meningkatkan resistensi hama dan penyakit (Gliessman, 2007). Pengendalian dengan fungisida sintetik ke dalam tanah hanya dapat menekan penyakit layu fusarium untuk beberapa bulan saja (Alabouvette *et al.*, 1996).

Pengendalian Hama Penyakit Terpadu (PHT) telah diakui sebagai kebijakan dasar bagi setiap program perlindungan tanaman (Untung, 2007). PHT menerapkan cara pendekatan yang berdasar atas pertimbangan ekologi dan

efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan Agroekosistem yang berwawasan lingkungan serta berkelanjutan (Untung, 2007). Salah satu komponen PHT dalam mengendalikan penyakit tanaman yakni dengan melestarikan musuh alami yang didalamnya mencakup pengendalian OPT dengan memanfaatkan agens hayati.

Agens hayati merupakan mikroorganismen yang menguntungkan bagi tanaman, baik dalam pengendalian hama dan penyakit maupun dalam memacu pertumbuhan tanaman. Beberapa contoh peran agens hayati terhadap perlindungan tanaman diantaranya yakni kolonisasi akar tomat oleh Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) yang terbukti mampu menginduksi ketahanan sistemik terhadap patogen akar (Pozoet *al.*, 2002). Peran agens hayati lain seperti *Bacillus subtilis* yang dikenal sebagai mikroba penghasil antibiotik yang sangat baik (Stein, 2005). Beberapa mikroorganismen yang telah diketahui bermanfaat adalah *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, Mikoriza, *Pseudomonas fluorescens*, dan konsorsium. Namun, tingkat keefektifan agens-agens hayati tersebut dalam mengendalikan penyakit bercak daun *alternaria* dan layu *fusarium* dalam skala lapang pada tanaman tomat masih belum banyak diteliti.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah:

1. Apakah aplikasi agens hayati dapat menurunkan intensitas serangan penyakit bercak daun *alternaria* dan layu *fusarium*.
2. Jenis agens hayati apakah yang paling efektif menurunkan intensitas serangan penyakit bercak daun *alternaria* dan layu *fusarium*.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui tingkat efektivitas agens hayati dalam menurunkan intensitas serangan penyakit bercak daun *alternaria* dan layu *fusarium* pada tanaman tomat.
2. Mengetahui jenis agens hayati yang paling efektif dalam menurunkan intensitas serangan penyakit bercak daun *alternaria* dan layu *fusarium*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. Aplikasiagens hayati dapatmenurunkan intensitasserangan penyakit bercak daun alternaria dan layu fusarium.
2. Setiap jenis agens hayati memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menurunkan intensitas penyakit bercak daun alternaria dan layu Fusarium.

1.5 Manfaat

Penelitian ini bermanfaat bagi upaya pengendalian penyakit bercak daunalternaria dan layu fusarium yang berkelanjutan serta memberi informasi alternatif pengendalian secara PHT bagi setiap pihak yang berkecimpung dalam bidangpertanian



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Tomat

Tanaman tomat termasuk dalam Kerajaan: Plantae (Tumbuhan), Divisi: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga), Kelas: Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil), Ordo: Solanales, Keluarga: Solanaceae (suku terung-terungan), Genus: Solanum, Spesies: *Solanum lycopersicum* L. (Plantamor, 2012). Tomat mempunyai akar tunggang tumbuh menembus ke dalam tanah dan akar serabut menyebar ke arah samping tetapi dangkal. Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat, menebal pada buku-bukunya, berbatang lunak sedikit berkayu tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus warnanya hijau keputihan dan diantara bulu-bulu tersebut terdapat rambut kelenjar, batang tanaman tomat dapat bercabang. Bentuk daun tanaman tomat adalah oval dan letaknya berseling. Bagian ujung daun berbentuk runcing, namun pangkalnya membulat. Bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah-celah yang menyirip serta agak melengkung ke dalam. Daun berwarna hijau merupakan daun majemuk ganjil, yaitu antara 5-7 helai. Di sela-sela daun terdapat 1-2 pasang daun kecil. Tomat mempunyai bunga majemuk yang tumbuh dari batang (cabang) yang masih muda, berkumpul dalam rangkaian berupa tandan dan membentuk jurai yang terdiri atas dua baris bunga. Tiap-tiap jurai terdiri atas 5 hingga 12 bunga. Mahkota bunganya berbentuk bintang, berjumlah enam, dan berwarna kuning muda. Bakal buahnya ada yang membulat panjang, ada yang berbentuk bola, dan ada yang berbentuk jorong melintang. Bunganya merupakan hermafrodit berjenis kelamin dua yang melakukan penyerbukan sendiri dengan garis tengah 2 cm. Benang sari tanaman tomat berjumlah enam dan berwarna kuning cerah. Benang sari mengelilingi putik bunga. Kelopak bunga berjumlah enam dan letaknya menggantung (Pracaya, 1998).

2.2 Agens Hayati

Pengendalian hayati adalah pengurangan jumlah inokulum dalam keadaan aktif maupun dorman atau aktivitas patogen sebagai parasit oleh satu atau lebih

organisme yang berlangsung secara alami atau melalui manipulasi lingkungan, inang atau agens antagonis (Cook dan Baker, 1983). Dalam mengendalikan patogen, setiap agen hayati memiliki cara interaksi yang berbeda bergantung pada sifat dan karakter yang dimiliki.

Hiperparasitisme merupakan jenis interaksi antagonisme langsung yaitu patogen diserang secara langsung oleh suatu agens hayati spesifik sehingga dapat mematikan patogen tersebut. Secara umum hiperparasitisme terdiri atas: obligat patogen bakteri, *hypovirus*, parasit fakultatif, dan predator.

Antibiotik merupakan senyawa yang dihasilkan suatu mikroba yang bersifat racun bagi mikroorganisme lain, pada beberapa jenis agens hayati antibiotik dihasilkan oleh suatu agens hayati sehingga mampu menekan patogen tanaman (Thomashow *et al.*, 2002), kemampuan agens hayati dalam menekan perkembangan patogen sangat bervariasi, hal ini bergantung pada kemampuan memproduksi antibiotik tertentu, sebab, tidak semua patogen mampu dikendalikan dengan jenis antibiotik tertentu sebagai contoh *Pseudomonas putida* WCS358r strains menghasilkan antibiotik phenazine dan DAPG (diacetylphloroglucinol) yang mampu menekan perkembangan penyakit pada tanaman gandum (Glandorf *et al.*, 2001)

hayati lain menekan perkembangan patogen dengan menghasilkan **enzim litik atau metabolit sekunder**. Banyak mikroorganisme menghasilkan serta melepaskan enzim litik yang dapat menghidrolisis senyawa polimerik, termasuk kitin, protein, selulosa, hemiselulosa dan DNA (Ordentlich *et al.*, 1998). Metabolit agens hayati seperti hidrogen sianida (HCN) sangat efektif dalam menghambat jalur oksidase sitokrom dan bersifat racun pada semua mikroorganisme aerobik dalam konsentrasi tertentu. HCN yang diproduksi oleh *Pseudomonas fluorescent* tertentu diyakini menekan perkembangan patogen akar (Voisard *et al.*, 1989).

Kompetisi merupakan salah satu cara agens hayati dalam mengendalikan patogen tanaman. dari perspektif mikroba, tanah dan nutrisi pada permukaan tumbuhan adalah lingkungan yang terbatas yang juga berarti mikroba harus berkompetisi untuk mendapatkan nutrisi. Mikroba mendapatkan nutrisi dari

permukaan tumbuhan maupun metabolit sekunder dari organisme lain. Beberapa Mikroba non patogenik yang berasosiasi dengan tanaman melalui kolonisasi yang cepat sehingga tidak ada ruang serta nutrisi tersedia bagi patogen untuk tumbuh, sebagai contoh bakteri *Enterobacter cloacae* mampu menekan perkembangan *Pythium ultimum* melalui aktivitas katabolismenya (van Dijk dan Nelson, 2000) dan pada saat yang sama, bakteri ini memproduksi suatu metabolit yang dapat menekan perkembangan patogen, selanjutnya bakteri ini juga mengkolonisasi tempat dimana air, nutrisi dan karbon tersedia, seperti celah alami akar sekunder atau sel epidermal yang terluka.

2.3 Mekanisme Induksi Ketahanan Tanaman

Tanaman secara aktif merespon dari berbagai rangsangan lingkungan, termasuk gravitasi, cahaya suhu, tekanan fisik, air dan ketersediaan nutrisi. Tanaman juga merespon rangsangan kimia yang dihasilkan oleh tanah. Rangsangan tersebut dapat menginduksi ketahanan tanaman melalui perubahan biokimia yang meningkatkan ketahanan dari berbagai patogen. Induksi ketahanan tanaman inang oleh agens hayati terdiri atas *Systemic acquired resistance* (SAR) dan *Induced systemic resistance* (ISR).

Perbedaan mendasar antara SAR dan ISR adalah pada *Systemic acquired resistance* (SAR) diperantarai oleh asam salisilat (SA), suatu senyawa yang sering dihasilkan setelah terinfeksi patogen dan biasanya mengarah pada ekspresi *pathogenesis-related* (PR) protein. PR protein meliputi berbagai enzim yang beberapa diantaranya secara langsung mampu melisis sel, memperkuat dinding sel untuk melawan infeksi patogen atau menginduksi kematian sel. Sedangkan ISR adalah ketahanan yang diperantarai oleh senyawa asam jasmonat (JA) dan/atau etilen, yang dihasilkan melalui aplikasi beberapa rizobakter non patogen (Pal dan Gardener, 2006).

2.4 Mikoriza

Mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualistik antara jamur dan akar tanaman (Brundrett, 1996). Hampir pada semua jenis tanaman terdapat bentuk simbiosis ini. Umumnya mikoriza dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu: endomikoriza atau FMA (Fungi Mikoriza Arbuskula) pada jenis tanaman pertanian), *ektomikoriza* (pada jenis tanaman kehutanan), dan *ektendomikoriza* (Harley dan Smith, 1983). Bolan (1991) melaporkan bahwa kecepatan masuknya hara P kedalam hifamikoriza dapat mencapai enam kali lebihcepat pada akar tanaman yang terinfeksi mikoriza dibandingkan dengan yang tidakterinfeksi mikoriza.

Simbiosis mikoriza sangat berperan penting pada interaksi tanaman dengan patogen maupun serangga. Secara umum asosiasi mikoriza menurunkan kerusakan yang diakibatkan oleh patogen tular tanah, namun berpengaruh juga pada patogen daun dan serangga bergantung pada bioekologi dari OPT tersebut (Pozo *et al.*, 2007). Peran FMA dalam perlindungan tanaman telah banyak dilaporkan, diantaranya yakni kolonisasi akar tomat oleh Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) *Glomus mossea* menginduksi respon ketahanan sel dan ketahanan sistemik terhadap *Phytophthora parasitica* (Pozo *et al.*, 2002). FMA juga telah terbukti melindungi tanaman cabai terhadap *Phytophthora capsici* (Alejoiturvide *et al.*, 2008) dan tanaman tomat terhadap *Alternaria solani* (Fritz *et al.*, 2006). Meski demikian, FMA juga dilaporkan tidak berpengaruh dalam menurunkan infeksi patogen daun embun tepung.

2.5 Bakteri *Bacillus subtilis*

Bakteri *B. subtilis* merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang dan banyak dikembangkan sebagai agens hayati untuk mengendalikan patogen tanaman. dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob. Bakteri tersebut dapat membentuk endospora dan dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhannya (Perez, 2000) Bakteri ini telah dikenal bersifat aerobik yaitu memerlukan oksigen untuk

tumbuh dan tidak dapat melakukan fermentasi. Namun, penelitian terbaru menunjukkan bahwa bakteri ini dapat tumbuh dalam kondisi anaerobik sehinggadisebut aerobik fakultatif(Nakano, 1998).

Bakteri *Bacillus subtilis* dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Bakteri ini berperan dalam menyediakan nutrisi tanah dengan melalui siklus karbon dan siklus nitrogen, juga dikenal sebagai mikroba penghasil antibiotik yang sangat efisien (Stein, 2005). Diantara susunan molekul biologi aktif yang disintesis oleh *Bacillus*, beberapa diantaranya dilaporkan sebagai *inhibitor* dari patogen tanaman dan aktifitas antagonis atau antibiosisnya merupakan yang terbaik yang masih diketahui dan mekanisme yang paling penting digunakan untuk membatasi patogen menginvasi jaringan tanaman (Cawoy *et al.*, 2011).

2.6 Bakteri *Pseudomonas fluorescense*

Bakteri *P. fluorescens* merupakan bakteri gram negatif yang banyak ditemukan di tanah dan air. Suhu perkembangan dari *P. fluorescens* antara 25-30°C tetapi juga dapat bertahan dalam suhu rendah 0°C. Bakteri *P. fluorescens* merupakan bakteri obligat aerob dan oksidase positif. Dalam kondisi anaerobik bakteri ini tidak berkembang. Metabolit sekunder yang dihasilkan *P. fluorescens* memainkan peranan penting dalam menekan perkembangan penyakit tanaman seperti antibiotik pyrrolnitrin, pyoluteorin, dan 2,4-diacetylphloroglucinol yang menghambat pertumbuhan patogen tanaman. Bakteri *P. fluorescens* menghasilkan hidrogen sianida, *pyocheline siderophores* dan pyoverdine. Selain itu bakteri ini juga menghasilkan exopolysaccharides yang digunakan untuk perlindungan terhadap bakteriofag atau dehidrasi serta untuk pertahanan terhadap sistem kekebalan tubuh inang. Secara khusus, isolat *P. fluorescens* tertentu menghasilkan metabolit sekunder 2,4-diacetylphloroglucinol (2,4-DAPG) dan biokontrol properti antiphytopathogenic dalam strainnya. Semua isolat *P. fluorescens* yang diuji bersifat gram negatif, membentuk enzim katalase dan oksidase positif. Memerlukan oksigen untuk tumbuh (aerob), mampu menghidrolisa pati dan arginin, membentuk enzim gelatinase, melakukan

denitrifikasi dan tidak mengakumulasi poly-hydroxybutirate (Arwiyantoet *al.*, 2007).

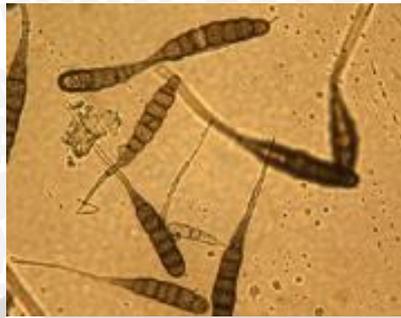
2.7 Jamur *Trichoderma sp.*

Pada awal 1930an *Trichoderma* diperkenalkan sebagai cendawan yang memiliki kemampuan pengendalian hayati (Weindling, 1934). Termasuk dalam golongan cendawan anaerobik, fakultatif dan kosmopolitan yang dapat ditemukan dalam jumlah yang besar dalam tanah pertanian dan dalam bahan-bahan lainnya seperti kayu yang melapuk (Samuels, 1996; Irina dan Christian, 2004). Cendawan ini juga termasuk kedalam subdivisi *Deuteromycetes*, anggota yang tidak memiliki atau belum diketahui perkebangbiakan seksualnya (Harman,2004).

Peran jamur *Trichoderma spp.* tidak hanya dalam menghambat pertumbuhan mikorba patogen didalam tanah, tetapi terdapat manfaat lain dari pengaplikasian *Trichoderma* seperti menstimulasi kolonisasi rizosfir, menstimulasi pertumbuhan tanamn, pertumbuhan akar, dan meningkatkan respon ketahanan tanaman (Vinale *et al.*, 2008; Harman, 2004). Baru-baru ini peneliti menemukan bahwa *Trichoderma reesei* berperan sebagai produsen dari enzim-enzim penting seperti cellulase yang digunakan untuk *malting* dan pembuatan alkohol (Galante *et al.*, 1998). Contoh pemanfaatan *Trichoderma spp.* lainnya adalah pada pengaplikasian *T. Hamatum* secara aktif menginduksi perubahan fisiologis tanaman dan ketahanan terhadap penyakit tanaman tomat (Alfano *et al.*, 2007).

2.8 Bioekologi jamur *Alternaria solani*

Patogen *A. solani* mempunyai miselium berseptata dan bercabang-cabang, warna berubah menjadi gelap dengan bertambahnya umur. Konidiofor muncul dari jaringan tanaman yang sakit, berwarna gelap dan relatif pendek (Walker, 1952; Agrios, 2005). Patogen ini mempunyai konidia besar, gelap, panjang, berbentuk seperti buah per (Peariform) (Gambar 1) dan multiseluler dengan sekat melintang dan membujur (Agrios, 2005).



Gambar 1. Konidia *Alternaria solani* perbesaran 400X(Kemit, 2002)

Berdasarkan taksonomi, *A. solani* termasuk dalam Divisi Eumycota, sub divisi Deuteromycotina, Form-klas Deuteromycets, Form-sub klas Hyphomycetidae, Form-Famili Dematiaceae, Form-Genus *Alternaria*, Spesies *Alternaria solani* Soreur (Alexopoulos dan Mims, 1979).

Konidium dapat berkecambah pada suhu 6-34°C, tetapi suhu optimumnya adalah 28-30°C. Bercak daun alternaria menginfeksi daun atau batang dengan langsung menembus kutikula. Pembentukan konidium terjadi pada bercak yang mempunyai garis tengah kurang lebih 3 mm. Untuk pembentukan konidium diperlukan banyak embun atau hujan yang sering (Semangun, 1991).

Biji dari buah yang sakit dapat terkontaminasi oleh cendawan *A. solani*. Kelak cendawan ini akan dapat menginfeksi keping biji dan meluas ke pangkal batang. Disamping itu pangkal batang dapat terinfeksi dari sisa-sisa tanaman sakit dalam tanah. Pada daun atau batang konidium terbentuk pada bercak yang mempunyai garis tengah 3 mm, kemudian menyebar ke tanaman lain melalui angin karena konidium mudah lepas dan ringan (Semangun, 1991).

2.8.1 Gejala Serangan

Mula-mula pada daun timbul bercak-bercak kecil, bulat atau bersudut, berwarna coklat tua sampai hitam sebesar kepala jarum sampai kurang lebih 4 mm. Jaringan nekrotik sering tampak seperti kulit, mempunyai lingkaran-lingkaran sepusat sehingga tampak seperti papan sasaran (*target board*) (Gambar2). Disekitar bercak nekrotik biasanya terdapat jalur klorotik (halo) sempit (Semangun, 1991).

Bercak dapat berkembang pada batang dan menyebabkan terjadinya bercak gelap yang mempunyai lingkaran-lingkaran sepusat. Selain itu infeksi dapat terjadi di semua bagian batang (Walker, 1957; Semangun, 1991)

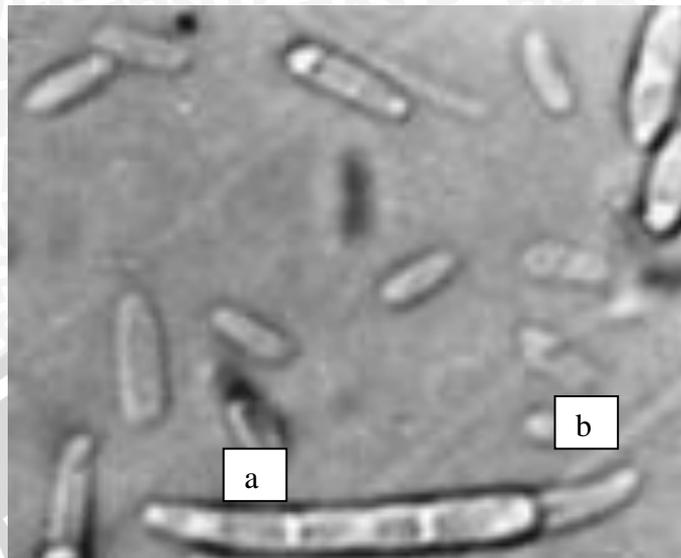


Gambar 2. Gejala serangan *Alternaria solanum* pada daun tomat (Stevenson, 2016)

2.9 Bioekologi *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Penyakit layu fusarium pertama-tama dikenal pada tahun 1895, menyerang tanaman tomat dalam rumah kaca di Eropa Barat laut. Penyakit ini merusak tanaman tomat baik yang ditanam di lapang maupun di rumah kaca. Di Florida selatan menyebabkan kehilangan produksi yang sangat besar selama dua kali penanaman ada satu areal. Penyakit tersebut telah menyebar ke seluruh negara bagian di Amerika Serikat sehingga merupakan penyakit yang sangat merugikan. Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki ciri mikroskopis khusus yang membedakan dengan jamur lainnya adalah makrokonidia berbentuk sabit dan mikrospora berbentuk oval (Gambar 3).

Menurut Schlecht, Emend, Snyder dan Hansen pengkelasan *Fusarium oxysporum* adalah Kerajaan: Jamur, Divisi: Ascomycota, Kelas: Sordariomycetes, Ordo: Hypocreales, Keluarga: Nectriaceae, Genus: *Fusarium*, Spesies: *Fusarium oxysporum*.



Gambar 3. Kenampakan Mikroskopis Jamur *Fusarium oxysporum* Perbesaran 400X. (a. Makrokonidia, b. Mikrokonidia) (Watanabe, 2002)

Di dalam tanah yang telah terinfeksi, jamur bertahan dalam bentuk miselium atau dalam semua bentuk konidiumnya. Penyebaran jarak pendek melalui air atau alat-alat pertanian yang terkontaminasi, sedangkan penyebaran jarak jauh melalui pemindahan tanah yang telah terinfeksi ke tempat lain.

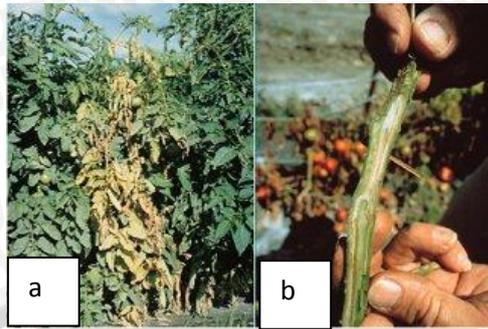
Bila tanaman tomat yang sehat ditanam di tanah yang telah terinfeksi, maka tabung kecambah (*germtube*) dari spora atau miselium mengadakan penetrasi langsung ke akar yang sehat atau melalui luka-luka pada akar. Infeksi yang terjadi pada akar yang sehat prosesnya lebih lambat dibandingkan dengan infeksi melalui luka pada akar. Luka dapat terjadi karena kerusakan pada waktu pemindahan bibit dari persemaian, pada waktu pembunahan atau karena serangan organisme lain misalnya nematoda. Setelah tabung kecambah masuk, miselium bergerak ke atas hingga mencapai pembuluh xilem. Penyebaran spora didalam tanaman tomat yang peka dan yang tahan adalah sama, hanya pada tanaman tahan perkecambahan spora dan pertumbuhan miselium dihambat. Di dalam pembuluh xilem miselium menghasilkan mikrokonidia dalam jumlah yang banyak, di sini miselium bercabang-cabang dan masuk ruang-ruang intraseluler. Di dalam pembuluh xilem miselium menghasilkan tiga macam toksin yaitu: asamfusaric, asam dehydrofusaric dan lycomarasin. Toksin-toksin tersebut akan mengubah

permeabilitas membran plasma dari sel tanaman inang sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air dari pada tanaman yang sehat. Disamping itu di dalam pembuluh xilem tersebut juga membebaskan *polyphenol*. *Polyphenol* ini dioksidasi oleh enzim *polyphenoloxydase* menjadi quinn yang segera mengadakan polimerasi menjadi melanin yang berwarna sawo matang. Inilah yang menyebabkan perubahan warna di dalam pembuluh-pembuluh xilem dari tanaman yang terinfeksi. Kegiatan aktivitas *polyphenoloxydase* tergantung pada jumlah miselium di dalam pembuluh xilem dari batang yang terinfeksi. Bila tanaman tomat mati, maka akan mengadakan sporulasi secara luas pada jaringan yang mati tersebut dan ini akan menjadi sumber inokulum kedua (Sastrahidayat, 2012).

2.9.1 Gejala serangan

Gejala permulaan dari serangan penyakit ini ialah terjadinya pemucatan daun dan tulang daun, diikuti dengan merunduknya tangkai daun. Daun layu dan lambat laun berwarna kuning, tangkai daun tersebut bila disentuh akan mudah lepas dan jatuh dari batang utama. Kelayuan terjadi mulai dari daun terbawah dan terus ke daun bagian atas. Kelayuan tanaman mungkin hanya terjadi sebagian saja atau dapat juga secara keseluruhan. Kelayuan tersebut diakibatkan adanya penutupan saluran xilem yang mengangkut air dan mineral dari tanah oleh blendok atau gum dan jaringan jamur yang berkembang di dalamnya; yang mengakibatkan tanaman mati dan akhirnya kering (Sastrahidayat, 2012) (Gambar 4). Pada tanaman tomat yang masih muda serangan penyakit tersebut menyebabkan segera layu dan mati.

Tanaman dewasa yang terserang penyakit ini masih dapat bertahan sampai pembentukan buah tetapi buah yang dihasilkan kecil-kecil dan produksinya berkurang. Buah tersebut tidak menunjukkan noda sama sekali. Jika tanaman yang sakit dipotong melintang akan kelihatan suatu cincin yang berwarna coklat pada pembuluh xilem. Gejala ini dapat meluas ke bagian tanaman yang lebih atas tergantung pada beratnya serangan tersebut.



Gambar 4. Gejala layu fusarium a) tanaman tomat yang terserang, b) Jaringan pengangkut (Jones, 1991).

2.10 Pengaruh Lingkungan Terhadap Efektivitas Agens Hayati

Lingkungan mengendalikan hasil dari interaksi antara inang-patogen-agens hayati. Tentu saja, tanaman dan mikroorganisme tidak lepas dari lingkungannya. Lingkungan dalam pengendalian hayati mengendalikan melalui peningkatan kemampuan ketahanan inang, toleran, atau lepas dari patogen, melalui peningkatan kapasitas agens hayati seperti kompetitor, parasit, atau penghasil antibiotik, atau dengan melemahkan kemampuan patogen dalam mempengaruhi tanaman atau ketahanan agens hayati, beberapa faktor lingkungan diantaranya kelembaban, suhu, pH, dan aerasi yang menguntungkan, berperan bagi multiplikasi mikroflora tanah serta mendorong pembentukan tipe antagonisme lainnya.

Beberapa contoh peran lingkungan dalam perkembangan inang-patogen-agens hayati terlihat pada penelitian Ghaffar dan Erwin (1969) yang menunjukkan secara jelas bahwa *water stress* meningkatkan kerentanan penyakit busuk akar kapas oleh *Macrophomina phaseoli*. *Trichoderma viride* sangat aktif pada tanah yang lembab, akan tetapi terhambat perkembangannya pada kondisi yang sangat basah, juga terhambat pada pH tanah di atas 5,4 (Cook dan Baker, 1974).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Lokasi penelitian terbagi menjadi dua yakni lapang dan laboratorium. Penelitian lapang dilaksanakan di Desa Bumi Aji, Batu, Jawa Timur. Sementara penelitian skala laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Penyakit, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Oktober 2015 sampai Februari 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian lapang meliputi ember, cangkul, meteran, gelas ukur plastik, timbangan, alat pengaduk jirigen, kamera digital, bolpoin, buku catatan, *hand counter*. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium yakni cawan petri, mikroskop binokuler, timbangan analitik, pipet, gelas ukur, korek api, *autoclave*, *obyek glass*, *cover glass*, *laminar air flow cabinet* (LAFC), *microwave*, lampu UV, botol media 250 ml, gelas ukur, jarum ose, pinset, bunsen, kompor listrik, kapas, tisu steril, kertas dan label.

Sedangkan untuk bahan meliputi benih tomat varietas betavila, air, agens hayati *Trichoderma* sp, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, konsorsium mikroba dalam bentuk cair dengan kerapatan 10^8 dan mikoriza dengan kerapatan 3 spora/gr dalam bentuk granul yang diproduksi oleh jurusan hama dan penyakit tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Bahan yang digunakan selama penelitian di laboratorium adalah daun yang diduga terserang patogen *Alternaria solani*, organ tanaman yang diduga terserang layu *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, media biakan jamur *potato dextrose* agar, CaCO_3 , sukrosa, klorox, aquades, alkohol, dan spirtus.

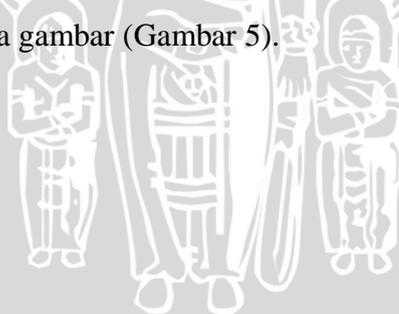
3.3 Rancangan Penelitian

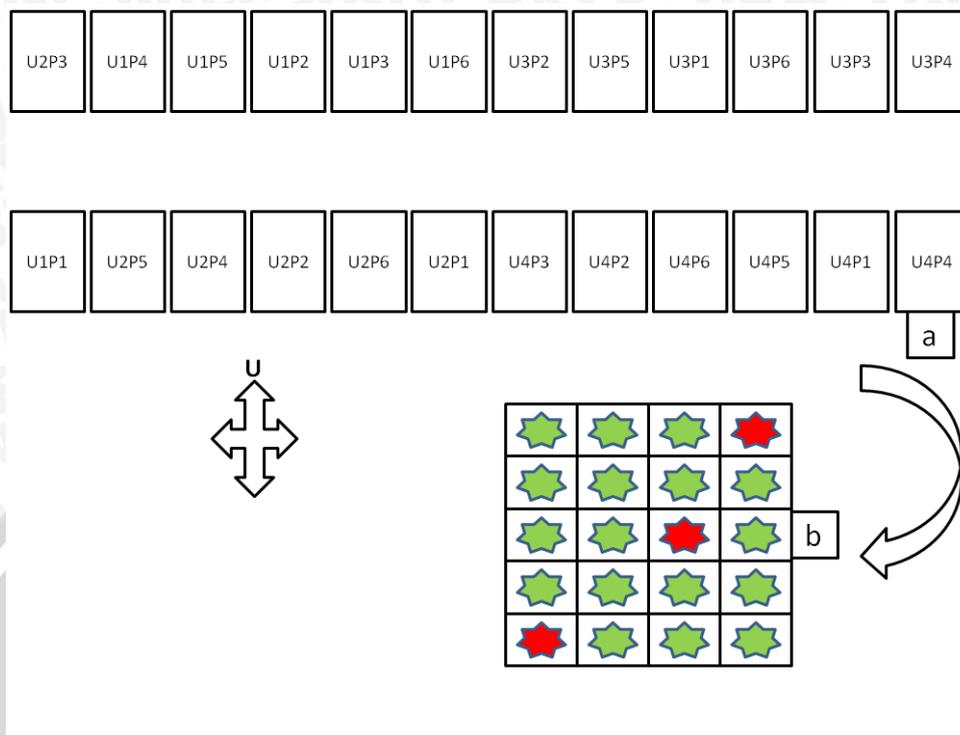
Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 6 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Adapun perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan Aplikasi Agens Hayati

No	Perlakuan	Waktu aplikasi
1	<i>Trichoderma</i> sp	1x/minggu
2	<i>Bacillus subtilis</i>	1x/minggu
3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1x/minggu
4	Mikoriza	1x/awal penanaman
5	Konsorsium (<i>Trichoderma</i> sp, <i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i>)	1x/minggu
6	Kontrol (Air)	1x/minggu

Perbandingan konsentrasi antara agens hayati dengan air adalah 12.5 ml agens hayati dengan 1 liter air. Dosis yang digunakan pada perlakuan *Trichoderma* sp., *B. subtilis*, *P. fluorescens*, konsorsium dan mikroba adalah sebanyak 30 ml per tanaman dengan cara disiramkan pada tanah dekat daerah perakaran tanaman mulai 7 HST hingga 56 HST. sementara pada perlakuan mikoriza diberikan pada tanah sebanyak 12.5 gr saat proses pembuatan bedengan. Denah pengacakan rancangan dapat dilihat pada gambar (Gambar 5).





Gambar 5. Denah Penelitian (a: denah pengacakan dan b: warna merah sebagai tanaman contoh)

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Perbanyak Agens hayati

Agens hayati yang digunakan telah diformulasikan sebelumnya oleh Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan FP-UB dalam bentuk cairan.

3.4.2 Persiapan Lahan dan Penanaman

Percobaan diatur sesuai dengan rancangan acak kelompok dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Petak percobaan berukuran 4 x 4 meter dengan jarak tanam dalam baris 50 cm sehingga diperoleh 20 lubang tanam. Lahan terlebih dahulu diolah menggunakan mesin bajak dan diratakan tanahnya untuk persiapan tanam. Benih dibibitkan selama 1 minggu dengan petak tersendiri di dalam lahan percobaan menggunakan varietas betavila. Setelah masa pembibitan selesai dilakukan penanaman dengan mengikuti pola garis yang telah dibuat dalam bedengan.

3.4.3 Aplikasi agens hayati

Aplikasi pertama kali yang dilakukan ialah pemberian mikoriza pada masing-masing lubang tanam pada objek perlakuan satu kali selama satu musim tanam, kemudian aplikasi agens hayati yang lain dilakukan pertama kali pada bibit yang telah ditanam dengan interval satu minggu sekali dan aplikasi terakhir dilakukan satu minggu sebelum panen. Aplikasi agens hayati dilakukan pada pagi atau sore hari dimana kondisi lingkungan masih lembab dengan konsentrasi 12,5 ml/L dengan dosis 30 ml per tanaman.

3.4.4 Pemeliharaan Tanaman

Aktivitas pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, penyulaman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan dengan melihat kondisi lahan apabila lahan masih dalam kondisi basah akibat air hujan maka penyiraman tidak dilakukan, sementara apabila tidak terjadi hujan sampai pada waktu pengamatan maka dilakukan penyiraman sebanyak dua kali dalam satu minggu pada pagi atau sore hari. Penyulaman dilakukan terhadap bibit tanaman yang mati dalam satu atau dua minggu setelah tanam. Penyiangan dilakukan apabila terdapat gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Penghitungan intensitas Penyakit

Penghitungan intensitas serangan penyakit dilakukan dengan interval satu minggu mulai dari tanaman berusia 14 HST sampai pada menjelang panen. Perhitungan intensitas yang digunakan pada penyakit layu fusarium adalah pengukuran kehilangan hasil total. Adapun cara penghitungan ialah menggunakan rumus Abadi (2003) sebagai berikut;

$$P = \frac{I_b}{I_a} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase penyakit

Ia = Jumlah Tanaman Total

Ib = Jumlah Tanaman Sakit/Mati

Penghitungan intensitas serangan penyakit bercak daun alternaria mengacu pada menentukan skala serangan menurut (Abadi, 2003)

Tabel 2. Nilai Skala Intensitas Serangan Penyakit Bercak Daun Alternaria

Nilai Skala	Tingkat Kerusakan Tanaman (%)
0	0
1	< 10%
2	10-20%
3	> 20-30%
4	> 30 - 40%
5	> 40 – 50%
6	> 50%

Kemudian intensitas serang dihitung berdasarkan rumus;

$$I = \frac{\sum (nxv)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas Serangan

n = jumlah daun dari tiap katagori serangan

v = nilai skala tiap katagori serangan

Z = nilai skala dari katagori serangan tertinggi

N = jumlah daun yang diamati

3.5.2 Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan interval 1 minggu sekali yang meliputi data tinggi dan jumlah daun.

3.5.3 Isolasi dan Identifikasi Patogen

Pengambilan isolat patogen dapat dilakukan dengan dua cara yakni pembuatan preparat secara langsung dan pembiakan patogen pada kultur buatan. Pengambilan isolat secara langsung dilakukan dengan cara menempelkan selotip bening pada tanaman yang menunjukkan gejala lalu selotip tersebut diletakkan pada kaca preparat lalu ditetesi dengan *metilen blue* untuk selanjutnya diamati dibawah mikroskop. Cara kedua adalah melakukan pembiakan dengan media buatan, yang diawali dengan pengambilan sampel tanaman yang menunjukkan

gejala penyakit yang dimaksud, kemudian dilakukan pemotongan sampel sehingga diperoleh bagian yang sakit dan sehat. selanjutnya dibersihkan dari jamur asing dengan mencucinya kedalam larutan Alkohol 70%, Klorox, dan Aquades, kemudian sampel berikut ditanam dalam media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dalam kondisi aseptik. Sampel yang telah ditanam dalam media PDA kemudian diinkubasi selama 7 hari sampai miseliumnya memenuhi seluruh permukaan PDA. Setelah itu dilakukan purifikasi yang bertujuan untuk memperoleh isolat murni dari jamur patogen yang dimaksud, selanjutnya hifa koloni jamur tersebut diletakkan pada preparat basah untuk selanjutnya diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu kamar.pengamatan dibawah mikroskop untuk mengetahui ciri makroskopis yang meliputiwarna miselium, bentuk tubuh dan buah jamur dan ciri mikroskopis yang meliputi hifa, spora, sporangium, konidia, dan konidiofor.

3.6 Analisis Data

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok, sedangkan data variabel pengamatan kemudian dianalisis dengan analisa ragam menggunakan perangkat lunak *excel* dan *DSAASSTAT* ver. 1.101. Apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilakukan uji lanjut BNT pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi kondisi wilayah lahan penelitian

Dusun Dadapan, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu-Malang terletak di dataran medium dengan ketinggian tempat ± 800 m dpl dengan suhu harian berkisar $24-26^{\circ}\text{C}$ dengan rerata curah hujan bulan November berkisar 18,4 mm dan 9,13 mm pada bulan Desember (BMKG, 2015). Komoditas yang dibudidayakan didesa tersebut meliputi tanaman hortikultura seperti tomat, cabai, brokoli, kubis dan sebagian lainnya ditanami tanaman mawar potong. Menurut penuturan petani wilayah desa tersebut termasuk daerah endemik penyakit tanaman hortikultura seperti layu fusarium, bercak daun alternaria pada tanaman tomat serta busuk lunak dan hawar daun kubis. Lahan penelitian telah digunakan sebagai lahan pertanaman tomat secara intensif pada tahun-tahun sebelumnya.

4.2 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Serangan Bercak Daun *Alternaria*

Hasil analisis ragam (Lampiran 1, Tabel 3) intensitas serangan bercak daun alternaria menunjukkan pengaruh nyata pada pengaplikasian *P. fluorescens* pada 49 HST. Selama kurun waktu 0 sampai 21 HST tanaman tidak menunjukkan gejala serangan jamur *Alternaria solani*. Gejala serangan penyakit bercak daun alternaria muncul sejak umur 21 HST yang kemudian terjadi peningkatan persentase intensitas serangan seiring bertambahnya umur dan jumlah daun. Hasil perhitungan persentase rerata intensitas serangan penyakit bercak daun alternaria tersaji dalam tabel (Tabel 3).

Persentase Intensitas serangan penyakit bercak daun mulai 21 HST hingga 42 HST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada semua perlakuan pengaplikasian agens hayati dan kontrol. Setelah memasuki umur 49 HST persentase intensitas serangan bercak daun alternaria menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan analisis ragam pada perlakuan *P. fluorescens* dengan persentase serangan sebesar 11,59%.

Tabel 3. Rerata intensitas serangan bercak daun *Alternaria* pada aplikasi agens hayati yang berbeda (%)

Perlakuan	Rerata Intensitas Serangan Penyakit (%)					
	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST
<i>Trichodermap</i>	1,93 a	4,51 a	9,36 a	22,86 a	27,94 b	32,06 a
<i>B. subtilis</i>	4,5 a	2,01 a	6,13 a	15,35 a	18,54 ab	50,47 a
<i>P. fluorescens</i>	1,24 a	2,51 a	5,85 a	14,14 a	11,59 a	31,0 a
Mikoriza	1,50 a	1,95 a	5,31 a	16,07 a	25,51 b	41,5 a
Konsorsium	4,76 a	6,49 a	9,23 a	25,26 a	33,42 b	58,34 a
Kontrol	1,77 a	3,10 a	7,21 a	18,93 a	29,55 b	59,89 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji BNT pada taraf 5%, Data ditransformasi menggunakan transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Hubungan interaksi patogen, lingkungan dan tanaman dalam menyebabkan penyakit pada tanaman digambarkan dengan segitiga penyakit (Abadi, 2003). Berdasarkan data BMKG Karangploso (2015) menunjukkan bahwa suhu pada bulan November-Desember berada pada kisaran 24-26° C yang tergolong sesuai bagi perkembangan penyakit bercak daun *alternaria* (Semangun, 1991). Patogen *A. solani* pada lahan tersebut tergolong ganas menurut penuturan petani setempat, sementara itu terdapat tanaman yang peka terhadap *A. solani*. Berdasarkan analisa segitiga penyakit diatas dapat dikatakan bahwa terjadi interaksi yang baik antara elemen segitiga penyakit dalam menyebabkan penyakit bercak daun *alternaria*.

Menurut Paulitz (2001) Agens hayati merupakan organisme yang sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan. Hal tersebut diduga menjadi salah satu faktor penyebab tidak konsistennya kinerja agens hayati, sebagaimana diperkuat oleh data BMKG Karangploso (2015) yang menunjukkan pada periode Oktober-Desember 2015 merupakan peralihan dari musim kemarau ke musim penghujan sehingga terjadi fluktuasi suhu dan kelembaban yang mempengaruhi kinerja dari agens hayati.

Mekanisme pengendalian penyakit oleh agens hayati terdiri dari kompetisi, antibiosis, parasitisme dan induksi ketahanan sistemik (Pal, 2006), yang dalam

penelitian ini mekanisme pengendalian yang terjadi adalah induksi ketahanan sistemik, Hal ini terlihat dari pengaplikasian agens hayati kerizosfer tanaman serta karakter *Alternaria solani* yang bukan merupakan patogen akar.

Induksi ketahanan sistemik dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah kemampuan agens hayati dalam menghasilkan senyawa pemicu ketahanan sistemik, reaksi biokimia dalam sel tanaman, dan kompatibilitas faktor genetik tanaman terhadap agens hayati (Elad dan Freeman, 2002), ketiga faktor tersebut juga diduga menjadi penyebab tidak konsistennya kinerja agens hayati. Konsistensi agens hayati dalam mengendalikan penyakit dalam kondisi lapang ternyata memang masih belum memiliki bukti yang kuat sebagaimana Paulitz (2001) menyatakan bahwa belum ada bukti yang kuat bahwa pengaplikasian agens hayati dapat secara konsisten mengendalikan penyakit tanaman dalam berbagai kondisi lapang yang berbeda. Dalam prinsip pengendalian hama dan penyakit terpadu, pengendalian dengan memanfaatkan agens hayati merupakan integrasi dari berbagai macam pengendalian, dengan demikian, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka pengendalian dengan memanfaatkan agens hayati tidak bisa dijadikan pengendalian tunggal.

Pada pengamatan 56 HST meskipun pengaplikasian *P. fluorescens* tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan analisis ragam akan tetapi, rerata persentase intensitas serangannya adalah yang paling rendah yakni sebesar 31,0 %. Hasil tersebut mungkin sebenarnya menunjukkan adanya penekanan intensitas serangan penyakit bercak daun oleh *P. fluorescens* hanya saja tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Demikian juga halnya dengan perlakuan agens hayati *Trichoderma* sp, *B. subtilis*, Mikoriza dan konsorsium yang memiliki rerata persentase intensitas serangan berturut-turut sebesar 32,06%, 50,47, 41,5, dan 58,34%, meskipun secara analisis ragam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata akan tetapi diduga sebenarnya terdapat aktifitas penekanan terhadap intensitas serangan penyakit bercak daun alternaria. Sementara pada 49 HST diduga *P. fluorescens* memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan agens hayati lain sehingga mampu menghasilkan

senyawa tertentu yang memicu reaksi biokimia dalam tanaman untuk selanjutnya mengkode gen-gen tertentu dalam mekanisme ketahanan sistemik. *P. fluorescens* juga telah terbukti mampu menekan serangan beberapa penyakit melalui senyawa anti-biotik 2,4-diasetilfloroglusinol serta efektif dalam menginduksi ketahanan sistemik tanaman terhadap penyakit (Nurmayulis *et al.*, 2013), serta menekan perkembangan penyakit rebah kecambah oleh patogen *Sclerotium rolfsii* pada tanaman cabai.

4.3 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Serangan Penyakit Layu

Fusarium

Tabel 4. Rerata kejadian penyakit layu fusarium pada aplikasi agens hayati yang berbeda (%)

Perlakuan	Rerata Kejadian Penyakit (%)			
	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST
<i>Trichoderma</i> sp	0 a	16,65 a	16,65 a	24,97 a
<i>B. subtilis</i>	8,32 a	24,97 a	24,97 a	49,97 a
<i>P. fluorescens</i>	0 a	8,32 a	8,32 a	16,65 a
Mikoriza	0 a	0 a	8,32 a	16,65 a
Konsorsium	0 a	8,32 a	8,32 a	41,47 a
Kontrol	0 a	8,32 a	8,32 a	16,65 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang samamenunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji BNT pada taraf 5%, Data ditransformasi menggunakan transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Berdasarkan hasil analisa ragam menunjukkan bahwa pengaplikasian agens hayati tidak berpengaruh nyata terhadap kejadian penyakit layu fusarium yang ditunjukkan pada (lampiran 1, Tabel 4). Gejala serangan penyakit layu fusarium mulai muncul saat tanaman memasuki umur 35 HST pada perlakuan *B. subtilis* yakni sebesar 8,32%, kemudian persentase kejadian penyakit meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman.

Analisa terhadap segitiga penyakit menunjukkan adanya interaksi yang baik antara aspek lingkungan, patogen serta tanaman dalam mengakibatkan penyakit

layu fusarium. Data suhu menurut BMKG Karangploso (2015) menunjukkan bahwa suhu lapang saat dilaksanakannya penelitian berkisar antara 24° -26°C yang menurut Sastrahidayat (2012) suhu tersebut mengakibatkan patogen *F. oxysporum* menjadi virulen. Sementara varietas tomat betavila yang digunakan tidak tergolong tahan terhadap serangan layu fusarium.

Mekanisme pengendalian penyakit memanfaatkan agens hayati secara umum terbagi atas mekanisme pengendalian secara langsung baik melalui senyawa antibiotik, parasitisme, antagonisme, ataupun secara tidak langsung melalui induksi ketahanan sistemik (Pal, 2006). Dengan demikian, mekanisme pengendalian terhadap penyakit layu fusarium oleh agens hayati dapat berupa kontak langsung atau menginduksi ketahanan sistemik sebab agens hayati yang diaplikasikan kedalam *rhizosphere* tanaman dan karakter *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* yang merupakan patogen tular tanah.

Lingkungan yang fluktuatif diduga menjadi salah satu faktor kurang optimalnya agens hayati dalam melakukan pengendalian secara langsung serta terganggunya mekanisme ketahanan tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Abadi, 2003) bahwa ketahanan tanaman juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca saat itu, umur tanaman, kondisi nutrisi tanaman dan macam organ tanaman. sementara mekanisme pengendalian tidak langsung melalui induksi ketahanan sistemik diduga kurang optimal akibat tidak adanya kompatibilitas dalam proses biokimia yang terjadi dalam tanaman sehingga gen tanaman tidak mampu mengekspresikan ketahanannya terhadap penyakit layu fusarium, Hal ini sesuai dengan pernyataan Kloepper (1992) bahwa ketahanan induksi sistemik melibatkan senyawa tertentu yang dihasilkan oleh agens hayati yang selanjutnya senyawa tersebut memicu rekasi biokimia dalam tanaman hingga mengaktifkan gen tertentu untuk mengaktivasi ketahanan. Namun, apabila melihat data persentase kejadian penyakit pada perlakuan mikoriza, penyakit layu fusarium baru menunjukkan gejala pada 49 HST yang berbeda dengan perlakuan *B. subtilis* yang mulai menunjukkan gejala pada umur 35 HST dan perlakuan lainnya pada 42 HST. Fakta tersebut diduga karena kemampuan mikoriza lebih baik dalam menghambat

proses inokulasi jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* sehingga kemunculan gejalanya yang cenderung lebih lama dibandingkan dengan perlakuan lain hal ini sesuai dengan pernyataan Soenartiningih (2013) bahwa terbungkusnya permukaan akar oleh mikoriza menyebabkan infeksi patogen akar terhambat.

Perlakuan *P. fluorescens* dan Mikoriza menunjukkan persentase kejadian penyakit paling rendah diakhir pengamatan dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan persentas kejadian penyakit sebesar 16,65%, dengan hasil yang demikian kemungkinan kedua jenis agens hayati tersebut sudah cukup efektif dalam mengendalikan serangan penyakit layu fusarium hanya saja tidak berbeda nyata terhadap perlakuan agens hayati lainnya. Fakta lain yang mengejutkan adalah perlakuan kontrol yang pada akhir pengamatan yakni 56 HST menunjukkan rerata persentase kejadian penyakit yang sama rendahnya dengan perlakuan *P. fluorescens* dan mikoriza yakni sebesar 16,65%, dan meskipun dalam analisis raga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata akan tetapi justru lebih baik dibandingkan perlakuan *Trichoderma* sp, *B. subtilis* dan konsorsium. Apabila melihat data rerata jumlah daun pada *Trichoderma* sp. dan *B. subtilis* meskipun tidak menunjukkan hasil yang signifikan akan tetapi berdasarkan notasi menunjukkan adanya aktifitas fitohormon melalui gen penanda auksin yang berimplikasi pada penambahan jumlah daun (Tabel 5 & 6), aktifitas fitohormon ini yang diduga justru memicu kerentanan tanaman terhadap penyakit layu fusarium, hal ini sesuai dengan pernyataan Wanget *al.* (2007) bahwa pemberian sinyal terhadap auksin justru membuat tanaman *Arabidopsis* rentan terhadap patogen *Pseudomonas syringae* dan *Hyaloperonospora parasitica*. Sementara pada perlakuan konsorsium yang justru menunjukkan persentase kejadian penyakit yang lebih besar dibandingkan kontrol hal ini diduga akibat adanya aktifitas sinergisme yang kurang menguntungkan diantara agens hayati sehingga berimplikasi lebih tinginya persentase kejadian penyakit dibandingkan perlakuan kontrol, hal ini sesuai dengan pernyataan Xu (2011) bahwa penggabungan dua agens hayati atau lebih mungkin meningkatkan atau justru menurunkan nilai

efektivitas pengendalian bergantung pada tipe dan tingkat interaksi diantara agens hayati tersebut

4.4 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Tinggi Dan Jumlah Daun Tanaman Tomat

Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman Tomat Pada Aplikasi Agens Hayati Berbeda (cm)

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)					
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
<i>Trichoderma</i> sp	27,92 a	39,41 a	53,6 a	54,42 a	60,99 a	64,56 a
<i>B. subtilis</i>	27,27 a	37,85 a	60,6 a	55,42 a	70,41 a	69,72 a
<i>P. fluorescens</i>	25,36 a	38,64 a	55,11 a	59,80 a	72,73 a	74,27 a
Mikoriza	29,21 a	44,33 a	56,2 a	61,75 a	71,81 a	70,86 a
Konsorsium	41,18 b	51,46 a	69,12 a	62,43 a	68,75 a	72,20 a
Kontrol	21,09 a	34,12 a	52,27 a	54,87 a	70,77 a	71,13 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang samamenunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji BNT pada taraf 5%, Data ditransformasi menggunakan transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Tanaman Tomat Pada Aplikasi Agens Hayati Berbeda (Helai)

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun (Helai)					
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
<i>Trichoderma</i> sp	55,48 ab	60,23 a	96,07 a	120,23 a	127,57 a	147,03 a
<i>B. subtilis</i>	54,39 ab	64,08 ab	160,5 a	142,83 a	167,78 a	187,7 a
<i>P. fluorescens</i>	47,58 a	59,73 a	124,3 a	133,83 a	162,39 a	198,32 a
Mikoriza	57,23 ab	67,24 ab	150,25 a	143,50 a	160,99 a	172,06 a
Konsorsium	71,99 b	81,9 b	135,75 a	117,32 a	146,73 a	157,11 a
Kontrol	43,33 a	54,00 a	114,5 a	110,41 a	142 a	148,07 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang samamenunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji BNT pada taraf 5%, Data ditransformasi menggunakan transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 1, Tabel 1 & 2) menunjukkan bahwa pengaplikasian agens hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman tomat. Pengamatan 14 HST terhadap tinggi tanaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap semua perlakuan pada pengaplikasian konsorsium yakni sebesar 41,18 cm, sementara terhadap jumlah daun pengaplikasian konsorsium menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada 14 dan 21 HST dengan jumlah daun berturut-turut sebesar 71,99 dan 81,9 helai.

Secara umum, stimulasi pertumbuhan tanaman oleh agens hayati terjadi melalui hormon pertumbuhan tertentu yang diproduksinya atau memfasilitasi penyerapan unsur hara dari tanah (Ryu *et al.*, 2005; Spaepen *et al.*, 2007). Hasil terbaik pada perlakuan aplikasi agens hayati konsorsium (*Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma* sp dan *B. subtilis*) diduga karena adanya sinergi antara agens hayati dalam menstimulasi pertumbuhan jumlah daun melalui sintesis zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti auxin dan sitokonin serta fitohormon lainnya yang berbeda halnya dengan agens hayati tunggal yang cenderung lebih rentan terhadap perubahan lingkungan serta memiliki keterbatasan dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman hal ini sesuai dengan pernyataan Mathivanan, *et al.* (2014) bahwa pengaplikasian PGPR dalam bentuk konsorsium (*Rhizobium*, *Pseudomonas* dan *Bacillus*) menunjukkan hasil pemanjangan akar tanaman kacang tanah tertinggi dibandingkan dengan pengaplikasian PGPR tunggal. *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma* sp dan *B. subtilis* bersinergi melalui produksi fitohormon, hal ini sesuai dengan pernyataan Valdez (2011) bahwa *B. subtilis* mampu menghasilkan hormon pertumbuhan indole-3-acetic-acid sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman bunga matahari, hormon indole-3-acetic-acid juga dihasilkan oleh bakteri *P. fluorescens* dan *Trichoderma* sp (Leon *et al.*, 2014; Contreras, 2009) hormon pertumbuhan itulah yang diduga menstimulasi penambahan tinggi dan jumlah daun.

Hasil yang tidak signifikan pada perlakuan mikoriza diduga akibat frekuensi hujan yang cukup tinggi membuat terjadinya perubahan sifat kimia tanah yang berimplikasi pada kemampuan kolonisasi mikoriza terhadap akar tanaman tomat,

Herrera *et al*, (2011) menyatakan bahwa keberhasilan pengaplikasian mikoriza tidak hanya ditentukan oleh genotip tanaman dan mikoriza tersebut tetapi juga kondisi lingkungan tanah, mengingat mikoriza tergolong sebagai cendawan tanah membuat kondisi tanah menjadi kunci penentu keberhasilan dari pengaplikasian lebih lanjut Sastrahidayat (2011) berpendapat bahwa kolonisasi mikoriza sangat dipengaruhi oleh intensitas matahari, suhu tanah, pH, serta sifat kimia tanah tersebut.

4.5 Identifikasi Penyakit Bercak Daun Alternaria

Gejala serangan penyakit bercak daun alternaria mula-mula menunjukkan nekrotik atau seperti gejala terbakar yang berwarna hitam kecoklatan yang membentuk pola melingkar seperti papan sasaran dengan diameter kurang lebih 4 mm dengan jalur klorotik (*halo*) pada bagian tepinya (Gambar 5).

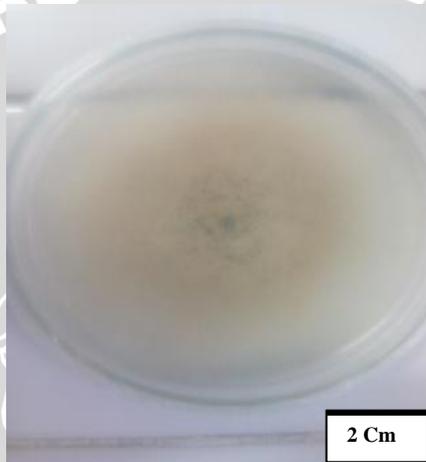


Gambar 5. Gejala Penyakit Bercak Daun Tanaman Tomat Umur 28 HST

Gejala lebih lanjut bercak tersebut semakin lama berkembang dan menyebar hingga keseluruhan bagian daun, pada gejala terparah seluruh daun akan menjadi kering dan gugur sebelum waktunya. Patogen ini juga dapat menginfeksi bagian batang tanaman tomat dengan gejala yang sama pada daun hanya seringkali ditemukan gejala melingkari batang, pada buah gejala yang ditunjukkan yakni bercak coklat gelap atau hitam dan terkadang meninggalkan masa hitam seperti beledu, gejala yang ditemukan dilapang sesuai dengan pernyataan Semangun(1994) yakni mula-mula pada daun bercak-bercak kecil, bulat atau bersudut, coklat tua sampai hitam berbentuk lingkaran-lingkaran sepusat sehingga tampak seperti papan sasaran (*target board*) dengan jalur klorotik (*halo sempit*). Lebih jauh Semangun (1994) memaparkan bahwa infeksi juga dapat terjadi pada

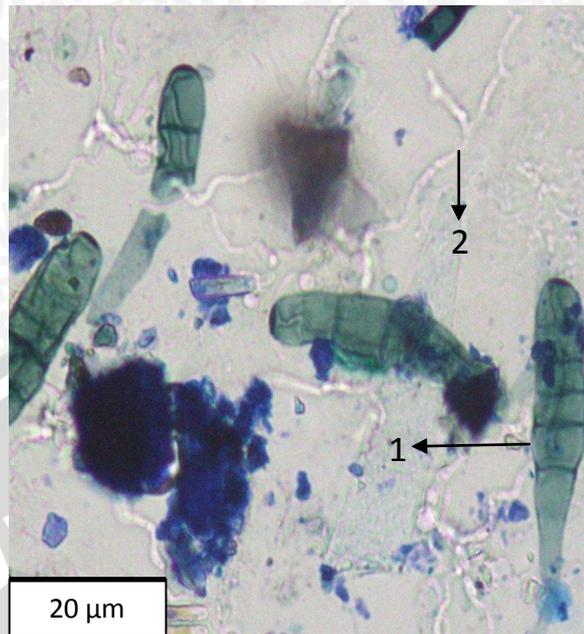
cabang tanaman dan mampu mengakibatkan cabang mudah patah, sementara pada buah tomat infeksi dapat terjadi meskipun masih dalam kondisi hijau, dan meninggalkan masa hitam yang terdiri dari spora jamur pada permukaanya (Walker, 1952).

Isolasi terhadap patogen yang diduga *A. solani* dilakukan dengan menumbuhkan sampel bagian tanaman yang sakit kedalam media PDA yang dikombinasikan dengan 20g sukrosa, 30g CaCO₃, 20g agar dan 1 liter air yang selanjutnya diinkubasi dengan penyinaran lampu UV 12 jam terang-gelap (Gambar 6).



Gambar 6. Kenampakan Makroskopis Koloni Jamur *Alternaria Solani* Pada Media PDA Umur 7 HSI.

Miselium *Alternaria solani* berwarna putih pada bagian tepi dengan bagian tengah yang berwarna coklat tua yang semakin menjauh dari pusat lingkaran berwarna coklat semakin muda. Pada kenampakan mikroskopis isolat menunjukan kesesuaian ciri dengan jamur patogen *Alternaria solani* menurut Agrios (2005) yakni memiliki konidia yang gelap, panjang atau berbentuk *pear* (*peariform*) dan multiseluler dengan sekat melintang dan membujur (Gambar 7).



Gambar 7. Mikroskopis *Alternaria solani*(1: Konidia) Perbesaran 400x.

4.6 Identifikasi Penyakit Layu fusarium

Penyakit layu fusarium mulai menyebabkan kerusakan total pada 35 HST yang ditandai dengan kematian tanaman secara mendadak. Gejala mula-mula serangan patogen ini diawali dengan kelayuan daun pada bagian bawah, tanaman kerdil serta pada bagian dalam batang ditemukan gejala kecokelatan, deksripsi gejala tersebut sesuai dengan pernyataan Semangun (1994) yang menyatakan bahwa kelayuan akibat *F. oxysporum* didahului dengan menguningnya daun, terutama daun-daun sebelah bawah. Tanaman menjadi kerdil dan merana tumbuhnya, Apabila tanaman yang sakit dipotong dekat pangkal batang atau dikupas dengan kuku atau pisau akan terlihat suatu cincin coklat dari berkas pembuluh, pada serangan berat gejala demikian juga terdapat pada bagian tanaman bagian atas (Gambar 8). Serangan layu fusarium cenderung menyebar dan menyeluruh pada seluruh petak lahan percobaan.



Gambar 8. Gejala Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat

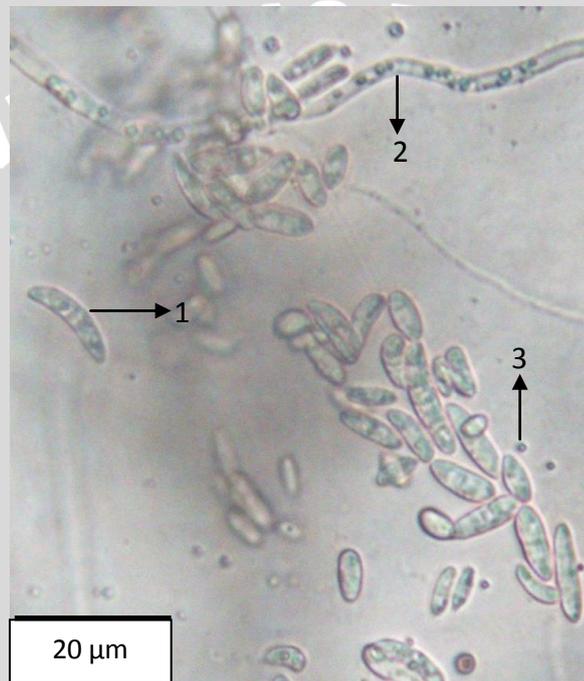
Jamur dapat menginfeksi akar, terutama melalui luka-luka, lalu menetap dan berkembang di berkas pembuluh, yang pada akhirnya akan menghambat pengangkutan air dan hara tanah sehingga tanaman menjadi layu. Jamur membentuk polipeptida yang disebut likomarasmin yang dapat mengganggu permeabilitas membran plasma. Sesudah jaringan pembuluh mati, pada waktu udara lembab jamur akan membentuk spora yang berwarna putih keunguan pada akar yang terinfeksi (Walker, 1952).

Jamur ini membentuk miselium bersekat dan dapat tumbuh baik pada bermacam-macam medium agar yang mengandung ekstrak sayuran. Isolasi dilakukan dengan mengisolasi jaringan pembuluh batang tanaman yang diduga terserang patogen *F. oxysporum* ke dalam media PDA (Gambar 9)



Gambar 9. Kenampakan Makroskopis Koloni Jamur *Fusarium oxysporum* Pada Media PDA Umur 14 HSI

Jamur membentuk banyak mikorkonidium bersel 1, tidak berwarna, lonjong atau bulat telur, 6-15 x 2,5-4 μm . Makrokonidium berbentuk kumparan, tidak berwarna, kebanyakan bersekat dua atau tiga, berukuran 25-33 x 3,5 – 5,5 μm berbentuk seperti bulan sabit (Gambar 10) yang sesuai dengan deskripsi ciri mikroskopis jamur *F. oxysporum* oleh Agrios (2005) yang menyatakan bahwa mikrokonidia memiliki satu atau dua sel, sementara makrokonida memiliki tiga atau lima sel yang memiliki lengkungan.



Gambar 10. Kenampakan Mikroskopis Jamur *Fusarium oxysporum*(1: Makrokonidia; 2: Miselium; 3: Mikrokonidia) Perbesaran 400x.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian serta analisa data adalah sebagai berikut :

1. Agens hayati memiliki kemampuan yang tidak berbeda nyata dalam mengendalikan serangan kejadian penyakit layu fusarium. Namun, terhadap serangan bercak daun alternaria menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata pada perlakuan *P. fluorescens*.
2. Agens hayati yang paling signifikan dalam menurunkan intensitas serangan bercak daun alternaria adalah pengaplikasian *P. fluorescens* dengan persentase serangan sebesar 11,59% pada 49 HST. Aplikasi agens hayati tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam menurunkan kejadian penyakit layu fusarium.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian serta analisa data yang telah dilakukan maka saran yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas agens hayati pada kondisi lapang.
2. Perlu dilakukan penelitian terkait kompatibilitas antara pengendalian agens hayati dengan pengendalian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Banyumedia Publishing. Malang.
- Abbott, W. S. 2011. The Value of the Dry Substitutes For Liquid Lime Sulphur as a Control For San Jose Scale. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology Fifth Edition. Elsevier Academic Press. USA
- Alabouvette, C.,C. Olivain dan C. Steinberg. 2006. Biological Control of Plant Diseases: European Situation. Eur. J. Plant Pathol. 114: 329-341.
- Alejo-Iturvide, F., M. A. Marquez-Lucio., I. Morales-Ramirez., M. S. Vasquez-Garciduenas, dan V. Olalde-Portugal. 2008. Mycorrhizal Protection of Chili Plant Challenged by *Phytophthora capsici*. Eur. J. Plant. Pathol. 120:13–20
- Alexopoulos, C.J. dan C.W. Mims 1979. Introductory Mycology. John Wiley & Sons. New York
- Alfano, G., L. M. L. Ivey, C. Cakir, J.I.B. Bos, S.A. Miller, V. L. M. Kamoun,dan J.A. H. Hoitink. 2007. Systemic Modulation of Gene S. Expression in Tomato by *Trichoderma hamatum* 382. J. Biol Control. 97: 429-437.
- Arwiyanto, T., Y.M.S. Maryudani,danN.N. Azizah. 2007.Sifat-sifat Fenotipik *Pseudomonas fluorescens*, Agensia Pengendalian Hayati Penyakit Lincat pada Tembakau Temanggung. J.Biodiversitas.8(2). 147-151.
- Bolan, N.S. 1991. A Critical Review on the Role of Mycorrhizal Fungi in the Uptake of Phosphorus by Plants. J. Soil Sci. 134. 189–207.
- Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, dan N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Australian Centre for International Agricultural Research. Australia
- Cawoy, H., W. Bettiol, P, Fickers dan M, Ongena. 2011. Bacillus-Based Biological Control of Plant Diseases. p 273-302. Dalam M. Stoytcheva (Ed.). Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management. In Tech. Croatia
- Chaerani, R., R. Groenwold, P. Stam, dan R.E. Voorrips. 2007. Assessment of Early Blight (*Alternaria solani*) Resistance in Tomato Using a Droplet Inoculation Method. J. Gen. Plant Pathol. 73: 96-103

- Cook, R. J. dan K. F. Baker. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W. H. Freeman and Company. San Fransisco
- Elad, Y. dan S. Freeman. 2002. *Biological Control Fungal Plant Pthoogens*. p 93-109 *Dalam* F. Kempken (Ed.). *The Mycota, A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental System for Basic and Applied Research*. Springer. Heidelberg
- Fritz, M., I. Jakobsen, M. F. Lyngkjaer, H. Thordal-Christensen, dan J. Pons-Kuhnemann. 2006. *Arbuscular Mycorrhiza Reduces Susceptibility of Tomato to *Alternaria Solani**. *J. Mycorrhiza*. 16. 413-419
- Galante, Y.M., A. Conti, dan R. Monteverdi. 1998. *Application of *Trichoderma* Enzymes in the Food and Food Industries*. p 327-342 *Dalam* G. E. Harman dan C.P. Kubicek (Eds.). *Trichoderma and Gliocladium* Vol. 2. Taylor dan Francis. London
- Ghaffar, A. dan D. C. Erwin. 1969. *Effect of Soil Water Stress on Root Rot of Cotton Caused by *Macrophomina phaseoli**. *J. Phytopatol*. 59: 795-797
- Glandorf, D. C. M., P. Verheggen, T. Jansen, J. W. Jorritsma, E. Smit, P. Leefang, K. Wernars, L. S. Thomashow, E. Laureijs, J. E. Thomas-Oates, P. A. H. M. Bakker, dan L. C. Van Loon. 2001. *Effect of Genetically Modified *Pseudomonas Putida* WCS358r on The Fungal Rhizosphere Microflora of Field-Grown Wheat*. *J. Appl. Environ. Microbiol*. 67(8). 3371-3378
- Gliessman, S.R. 2010. *Transforming the Global Food System*. p 345-353 *Dalam* S. R. Gliessman dan M. Rosemeyer (Ed.). *The Conversion to Sustainable Agriculture Principles, Processes, and Practices*. CRC Press
- Gupta, V. P., H. Bochow, S. Dolej, dan I. Fischer. 2015. *Plant Growth-Promoting *Bacillus subtilis* Strain as Potential Inducer of Systematic Resistance in Tomato Against Fusarium Wilt*. *J. Plant Dis Prot*. 107(2). 145-154
- Hadiwiyono, Sholahuddin, dan E. Sulastri. 2011. *Efektivitas Caisin Sebagai Tanaman Perangkap Patogen Untuk Pengendalian Penyakit Akar Gada pada Kubis*. *J. HPT Tropika*. 11(1). 22-27
- Harman, G.E., C.R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, dan M. Lorito. 2004. **Trichoderma* species-opportunistic, a Virulent Plant Symbionts*. *Nature Rev. Microbiol*. 2: 43-56.
- Harley, J. L. dan M. S. Smith. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Inc. New York.

- Herrera-Peraza, R. A., C. Hamel, F. Fernandez, R. L. Ferrer, dan E. Furrázola. 2011. Soil-Strain Compatibility: The Key to Effective Use of Arbuscular Mycorrhizal Inoculants. *J. Mycorrhiza*. 21. 183-193
- Irina, D. dan P.K. Christian. 2004. Species and Biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocera*: From Aggregate Species to Species Clusters. *J. Uni. Sci.* 6:100-112
- Jones. J. P. 1991. Tomato Diseases [Online].<http://www.broadinstitute.org/news/> Diakses tanggal 26 Juli 2016
- Kloepper, J. W., S. Tuzun, dan J. A. Kuc. 1992. Proposed Definition Related to Induced Disease Resistance. *J. Biocontrol Sci Technol.* 2:349-351
- Kemmit, G. 2002. Early blight of tomato and potato [Online]. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/PotatoTomato.aspx> Dikases tanggal 06 Agustus 2016
- Leon, R. H., D. Rojas-Solis, M. Contreras-Perez, M. D. C. Orozco-Mosquda, L. I. Marcias-Rodriguez, H. Ryea-de la Cruz, E. Valencia-Cantero, dan G. Santoyo. 2014. Characterization of the Antifungal and Plant Growth-Promoting Effects of Diffusible and Volatile Organic Compounds Produced by *Pseudomonas fluorescens* Strains. *J. Biol Control.* 81(2015):83-92
- Leslie, J. F. dan B. A. Summerell. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing. USA
- Mathivanan, S. Al. A. Chidambaran, P. Sundramoorthy, L. Baskaran, dan R. Kalaikandhan. 2014. Effect of Combined Inoculations of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on the Growth and Yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 3(8). 1010-1020
- Nakano, M. M., P. Zuber. 1998. Anaerobic Growth of a "Strict Aerobe" (*Bacillus subtilis*). *Annu. Rev. Microbiol.* 52:165-190
- Nurmayulis, M.A. Syabana dan Y. Syafendra. 2013. Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Cabai Merah dengan Beberapa Bakteri Sebagai Agen Biokontrol. *J. Agroekoteknologi* 5(1). 33-34
- Ordentlich, A., Y. Elad, dan I. Chet. 1988. The Role of Chitinase of *Serratia marcescens* in the Biocontrol of *Sclerotium rolfsii*. *J. Phytopathology* 78:84-88

- Pal, K. K. dan B. Mc. Gardener. 2006. Biological Control of Plant Pathogens. The Plant Health Instructor. Departement of Plant Pathology, Ohio State University. APSnet
- Paulitz, T. C. dan R. R. Belanger. 2001. Biological Control in Greenhouse Systems. Annu. Rev. Phytopathol. 103-133
- Perez, A. R., A. Abanes-De Mello, dan K. Pogliano. 2000. SpoIIB Localizes to Active Sites of Septal Biogenesis and Spatially Regulates Septal Thinning During Engulfment in *Bacillus subtilis*. J. Bacteriol. 182(4):1096-1108
- Pozo, M.J., C. Cordier, E. Dumas-Gaudot, S. Gianinazzi, J. M. Barea, dan C. Azcon-Aguilar. 2002. Localized Versus Systemic Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Defence Responses to *Phytophthora* Infection in Tomato Plants. J. Exp. Bot. 53(368):525-534.
- Pozo, M. J., L. C. Van Loon, dan C. M. J. Pieterse. 2004. Boosting Plant Defence By Beneficial Soil Microorganisms. J. Phytopathology. Utrecht University. Utrecht
- Plantamor. 2016. Informasi Spesies Tomat. Diunduh dari <http://www.plantamor.com/index.php?plant=1165> pada tanggal 28 Januari 2016.
- Pracaya. 1998. Bertanam Tomat. Kanisius. Yogyakarta
- Purwati, E. dan Khairunisa. 2007. Budidaya Tomat Dataran Rendah dengan Varietas Unggul Serta Tahan Hama dan Penyakit. Penebar Swadaya. Jakarta
- Ryu, C. M, C. H. Hu, R. D. Locy, dan J. W. Kloepper. 2005. Study of Mechanisms for Plant Growth Promotion Elicited by *Rhizobacteria* in *Arabidopsis thaliana*. J. PlantSoil 268:285–292
- Samuels, G.J. 1996. Trichoderma: A Review of Biology and Systematics of The Genus. Mycol. Res. 100: 923-935.
- Sastrahidayat I.R, 2012. Fitopatologi (Ilmu Penyakit Tumbuhan). UB Press. Malang
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza Dalam Meningkatkan Produksi Pertanian. UB Press. Malang
- Semangun, H. 1994. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

- Soenartiningih. 2013. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskular sebagai Media Pengendalian Penyakit Busuk Pelepah pada Jagung. *J. Iptek Tanaman Pangan*. 8(1): 48-52
- Spaepen S, J. Vanderleyden, dan R. Remans. 2007. Indole-3-Acetic Acid in Microbial and Microorganism-Plant Signaling. *FEMS Microbiol Rev* 31:425-44
- Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: Structures, Syntheses and Specific Functions. *J. Mol. Microbiol.* 56(4):845-857
- Stevenson, W. R. 1993. Management of Early Blight and Late Blight in Potato Health Management. Dinduh dari <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/PotatoTomato.aspx> pada tanggal 20 Agustus 2016
- Taufik, Y. 2015. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian. Jakarta
- Thomashow, L. S., R. F. Bonsall, dan D. M. Weller. 2002. Antibiotic Production by Soil and Rhizosphere Microbes in Situ. USDA-ARS, Root Disease and Biological Control Reserach unit, Departement of Plant Pathology, Washington State University. Washington DC
- Tim Penulis Penebar Swadaya. 2009. Budidaya Tomat Secara Komersial. Penerbar Swadaya. Jakarta
- Untung, K. 2007. Kebijakan Perlindungan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Vallad, G. E., dan R. M. Goodman. 2004. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture: Review and Interpretation. *J. Crop Sci.* 44: 1920-1934
- Valdez, F. L., F. Fernandez-Luqeno, J.M. Ceballos-Ramirez, R. Marsch, V. Olade-Portugal, dan L. Dendooven. 2011. A Strain Of *Bacillus subtilis* Stimulates Sunflower Growth (*Helianthus annuus*L.) Temporarily. *J. Sci. Hortic.* 128: 499-505
- Van Dijk, K., dan E. B. Nelson. 2000. Fatty Acid Competition as a Mechanism by Which Enterobacter Cloacae Suppresses *Pythium Ultimum* Sporangium Germination And Dampingoff. *J.Appl. Environ. Microbiol.* 66(12): 5340-5347

- Vinale, F., K. Sivasithamparam, L.E. Ghisalberti, R. Marra, L.S. Woo, dan M. Lorito. 2008. *Trichoderma*-Plant-Pathogen Interactions. J. Soil. Biol. Biochem. 40: 1-10
- Voisard, C., C. Keel, D. Haas, dan G. Defago. 1989. Cyanide Production by *Pseudomonas fluorescens* Helps Suppress Black Root of Tobacco Under Gnotobiotic Conditions. J. Embo. 8(2): 351-358
- Walker, J.C. 1952. Diseases of Vegetable Crops. McGraw Hill, New York. USA
- Wang, D., K. Pajerowska-Mukhtar, A. H. Culler, dan X. Dong. 2007. Salicylic Acid Inhibits Pathogen Growth in Plants Through Repression of The Auxin Signaling Pathway. J. Curr. Biol. 17:1784-1790
- Weindling, R. 1934. Studies on Lethal Principle Effective in the Parasitic Action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctinia solani* and Other Soil Fungi. J. Phytopathol. 24: 1153-1179
- Wantanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species Second Edition. CRC Press LCC. Washington
- Woitke, M. 2004. *Bacillus subtilis* as Growth Promotor in Hydroponically Grown Tomatoes Under Saline Conditions. J. Acta Hort. 659:363-369.
- Xu, X. M., P. Jeffries, M. Pautasso dan M. J. Jeger. 2011. Combined Use of Biocontrol Agents to Manage Plant Disease in Theory and Practice. J. Phytopatology. 101:1024-1031

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Analisis Ragam

Tabel Lampiran 1. Rerata Tinggi Tanaman 14 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadran	Derajat bebas	Kuadran Tengah	F Hitung	F 5%
Ulangan	57,6957	3	19,2319		
Perlakuan	911,2270	5	182,2454	6,329**	2,9
Galat	431,9230	15	28,7949		
Total	1400,8457	23	60,9063		

*) Berbeda nyata ; **) Sangat Berbeda Nyata

Tabel Lampiran 2. Rerata Jumlah Daun 21 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadran	Derajat bebas	Kuadran Tengah	F Hitung	F 5%
Ulangan	945,9337333	3	315,3112444		
Perlakuan	1846,159283	5	369,2318567	3,266*	2,9
Galat	1695,699317	15	113,0466211		
Total	4487,792333	23			

*) Berbeda nyata ; **) Sangat Berbeda Nyata

Tabel Lampiran 3. Rerata Intensitas Serangan Bercak Daun Alternaria(%) 49 HST

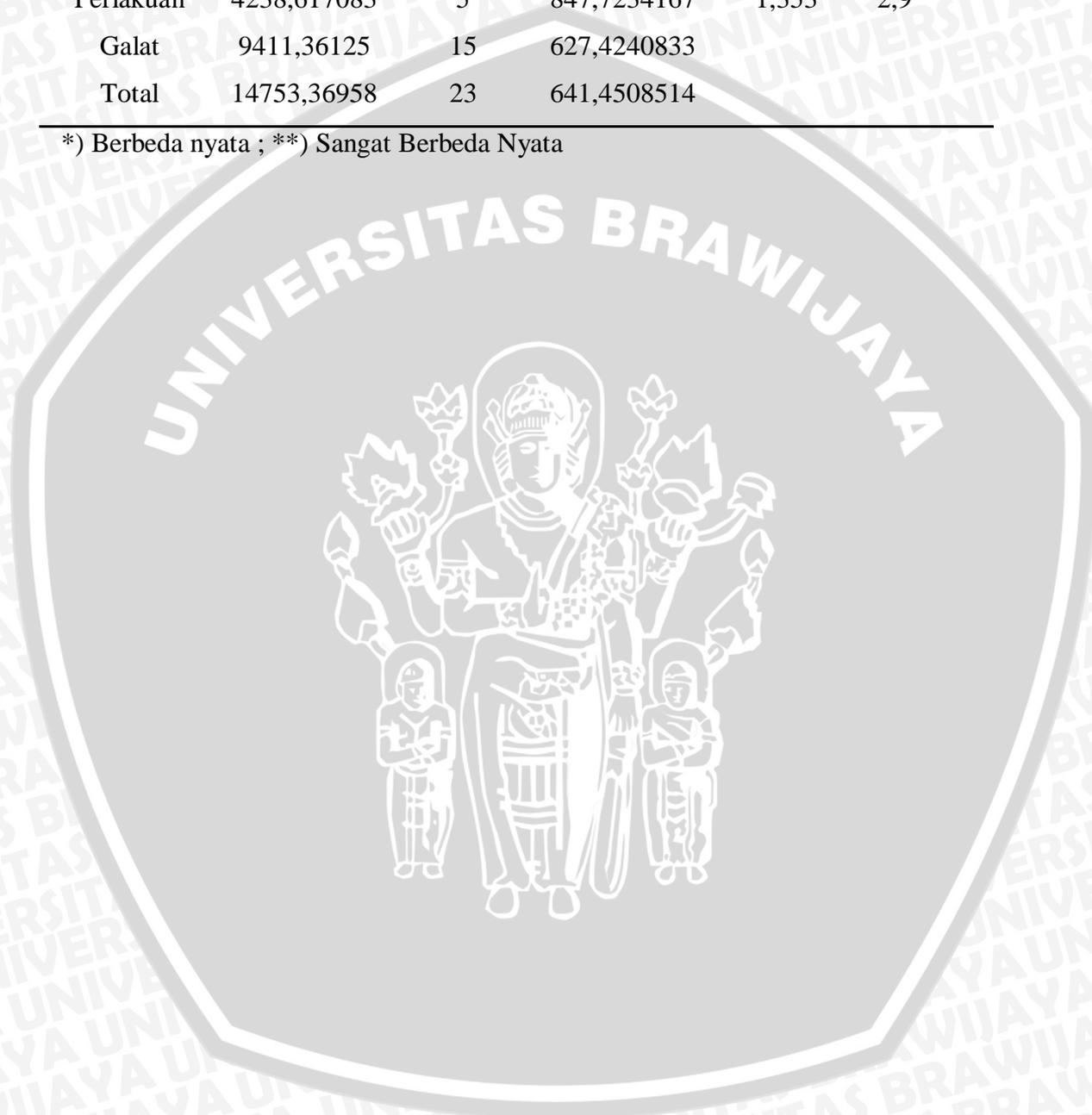
Sumber Keragaman	Jumlah Kuadran	Derajat bebas	Kuadran Tengah	F Hitung	F 5%
Ulangan	17,21007347	3	5,736691156		
Perlakuan	13,32171166	5	2,664342332	2,925*	2,9
Galat	13,66337021	15	0,910891347		
Total	44,19515534	23			

*) Berbeda nyata ; **) Sangat Berbeda Nyata

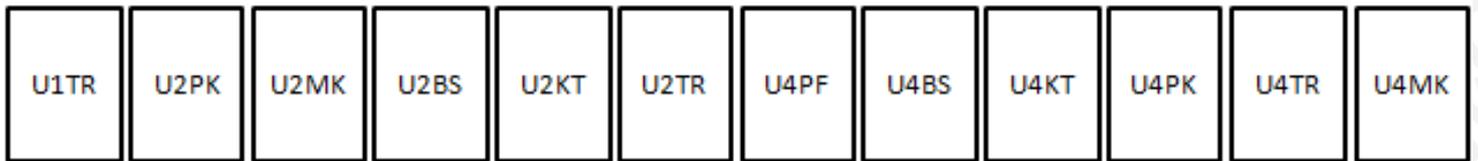
Tabel Lampiran 4. Rerata Kejadian Penyakit Layu Fusarium (%) 56 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadran	Derajat bebas	Kuadran Tengah	F Hitung	F 5%
Ulangan	1103,39125	3	367,7970833		
Perlakuan	4238,617083	5	847,7234167	1,353	2,9
Galat	9411,36125	15	627,4240833		
Total	14753,36958	23	641,4508514		

*) Berbeda nyata ; **) Sangat Berbeda Nyata



Lampiran 2. Denah Petak Percobaan



Keterangan:

- U : Ulangan
- PF : *Pseudomonas fluorescense*
- Mk : Mikoriza
- BS : *Bacillus subtilis*
- TR : *Trichoderma sp*
- PK : Konsorsium (*Pseudomonas fluorescense*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma sp*)
- KT : Kontrol



Lampiran 3. Data Cuaca



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO

JL. ZENTANA 33 KARANGPLOSO MALANG, Telp. 461595

Telp. : (0341)464827, 461595 ; Fax : (0341)464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

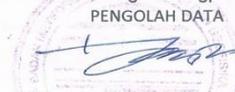
DATA KLIMATOLOGI
BULAN NOVEMBER dan DESEMBER

Nama Pos : **Staklim Karangploso**
 Koordinat : **07° 45' 48" LS**
 112° 35' 48" BT

Desa : **Ngijo**
 Kecamatan : **Karangploso**
 Kabupaten : **Malang**
 Tinggi : **575 m**

Tgl	UNSUR KLIMATOLOGI							
	Suhu(° C)		Radiasi Matahari (grkal/cm ²)		Kelembaban (%)		CH (mm)	
	Nov	Des	Nov	Des	Nov	Des	Nov	Des
1	26.3	25.1	468	399	53	68	-	34.8
2	25.7	24.7	497	393	49	65	-	12.6
3	25.0	24.4	418	272	57	64	-	-
4	25.4	25.2	514	420	51	62	1.2	0.9
5	25.9	24.8	487	343	52	63	-	-
6	25.5	23.5	333	218	55	71	-	12.2
7	24.8	25.1	270	345	61	65	0	11.7
8	24.2	24.8	300	406	65	69	42.4	2.4
9	24.7	24.5	370	333	60	65	0	-
10	23.0	24.3	312	349	68	66	12.2	9.8
11	22.3	25.2	252	312	70	67	26.8	29.1
12	24.1	24.5	337	312	65	64	37.1	-
13	25.9	24.3	437	304	62	66	-	3
14	25.5	23.0	489	131	58	71	-	0.8
15	26.0	24.3	437	343	61	69	-	10.4
16	25.4	24.0	514	385	58	68	-	-
17	24.6	23.3	381	260	64	68	-	3.4
18	25.3	23.5	505	193	63	69	28.7	19
19	25.5	23.9	406	293	60	70	-	13.8
20	26.2	24.5	424	285	56	67	0	0.6
21	25.9	26.2	370	489	61	55	-	10.8
22	26.6	24.5	530	414	54	70	-	2.7
23	26.6	24.7	518	354	49	62	-	9.2
24	26.0	24.8	381	406	57	69	-	0.6
25	25.1	24.2	302	360	64	68	-	12.6
26	25.1	24.2	383	395	67	68	1.2	0.8
27	25.1	24.4	476	468	64	65	12.2	-
28	24.1	25.0	329	393	62	63	-	-
29	25.3	24.5	374	324	62	64	3.8	0
30	24.9	25.0	374	416	69	65	-	4.6
31		24.9		416		66	-	4.1

Malang, 13 Januari 2016
 a.n Kasi Observasi dan Informasi
 Stasin Klimatologi Karangploso Malang
 PENGOLAH DATA


ANUNG SUPRAYITNO, SSI
 NIP. 19741114 199603 1 001





BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO

JL. ZENTANA 33 KARANGPLOSO MALANG, Telp. 461595

Telp : (0341)464827, 461595 ; Fax : (0341)464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

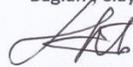
DATA KLIMATOLOGI
BULAN NOVEMBER dan DESEMBER TAHUN 2015

Nama Pos : *KP. Punten*

Tgl	UNSUR KLIMATOLOGI			
	Suhu(° C) Bulan Nopember		Suhu(° C) Bulan Desember	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
1	30.2	21.0	28.2	22.4
2	28.0	21.4	27.2	22.4
3	29.4	21.2	27.6	21.2
4	29.6	21.6	27.0	21.2
5	29.4	21.4	27.8	21.0
6	28.0	22.8	26.4	21.8
7	28.2	21.6	26.8	23.2
8	27.6	19.4	26.4	22.2
9	27.6	21.0	27.4	22.2
10	27.6	21.4	27.0	22.0
11	27.0	21.0	28.4	22.2
12	28.0	21.4	27.4	22.4
13	27.6	21.2	27.0	22.0
14	28.0	23.0	26.2	20.2
15	30.4	23.0	26.2	20.0
16	29.4	21.4	26.6	22.0
17	28.4	20.4	25.8	21.2
18	31.0	21.4	25.0	21.0
19	33.0	23.0	27.0	21.2
20	32.8	22.8	26.8	22.6
21	29.6	20.0	26.6	22.0
22	30.8	23.2	28.2	22.0
23	31.8	23.2	28.4	22.2
24	30.8	22.2	26.6	21.6
25	28.2	22.6	27.4	21.0
26	26.8	21.0	26.8	22.0
27	29.6	21.2	27.0	21.2
28	28.2	21.4	27.0	20.8
29	29.8	23.8	26.4	23.0
30	28.2	22.1	26.8	20.2
31			28.0	22.4

Malang, 12 Januari 2017

Bagian Pelayanan


 SUHARTONO

Lampiran 4. Deskripsi Tanaman Tomat Varietas Betavila

Nama Varietas	: Betavila F1
Tipe	: Semi determinate
Rekomendasi tumbuh	: Dataran rendah- dataran menengah
Ketahanan Penyakit	: <i>Bacterial wilt</i>
Umur	: 70- 75 HST
Bobot per buah	: 84-90 gram
Potensi Hasil	: 50-60 ton
Persentase daya tumbuh aktual	: 94%
Persentase daya tumbuh- Standar pemerintah	: 85%
Persentase kemurnian	: 99%

