

**PENGARUH METODE INOKULASI JAMUR *Fusarium oxysporum* f.sp.  
*lycopersici* (Sacc.) TERHADAP KEJADIAN PENYAKIT LAYU *Fusarium*  
PADA TANAMAN TOMAT (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Oleh

**OKTAVIA SHINTA DWIYANA PUTRI**

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



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2014**

**PENGARUH METODE INOKULASI JAMUR *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) TERHADAP KEJADIAN PENYAKIT LAYU *Fusarium* PADA TANAMAN TOMAT (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Oleh

**OKTAVIA SHINTA DWIYANA PUTRI**  
0910480257

**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  
2014**

Judul Skripsi : Pengaruh Metode Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* terhadap Kejadian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Nama Mahasiswa : Oktavia Shinta Dwiyana Putri

N I M : 0910480257

Jurusan : Hama Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun S.  
NIP. 194801091976031001

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.  
NIP. 19521028 197903 1 003

Penguji II

Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.  
NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji III

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun S.  
NIP. 19480109 197603 1 001

Penguji IV

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus :



## PERNYATAAN

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, Mei 2014

Oktavia Shinta Dwiyana Putri



## RINGKASAN

**Oktavia Shinta D.P. (0910480257). Pengaruh Metode Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) terhadap Kejadian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) . Pembimbing Utama Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat dan Pembimbing Pendamping Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.**

---

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan komoditi penting di Indonesia karena memiliki nilai strategis untuk dikembangkan. Berbagai kendala masih perlu mendapat perhatian dalam budidaya tanaman tomat, salah satunya yakni kehilangan hasil produksi tanaman tomat akibat serangan patogen.

Salah satu patogen yang menyerang tanaman tomat adalah jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen yakni agen penyebab penyakit penting tanaman tomat, layu *Fusarium*. Jamur ini menular melalui tanah atau rimpang yang berasal dari tanaman sakit, dan menginfeksi melalui luka. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui peran penting luka pada akar tanaman (yang dilakukan melalui metode inokulasi jamur) dalam pengaruhnya terhadap kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat.

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Oktober 2013 sampai April 2014. Penelitian dilakukan dengan merendam akar tanaman tomat pada suspensi jamur *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (kerapatan spora  $4,13 \times 10^3$  konidia/ml). Perlakuan pelukaan akar tanaman dan tanpa pelukaan akar tanaman diamati sebagai metode inokulasi. Kejadian penyakit dihitung berdasarkan persentase tanaman layu pada waktu pengamatan, yakni pada hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9, hari ke-12, dan hari ke-15 setelah inokulasi jamur *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tanaman tomat. Masa inkubasi penyakit dihitung dengan mencatat hari pada saat munculnya gejala pada tanaman setelah diinokulasi jamur.

Laju infeksi diukur menggunakan rumus Van der Plank (1963). Data yang diperoleh kemudian dianalisis statistik menggunakan uji Parsial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada tingkat kejadian penyakit, masa inkubasi, dan laju infeksi penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat. Tingkat kejadian penyakit tertinggi terjadi pada tanaman tomat yang diinokulasi dengan metode pelukaan akar dengan laju infeksi rata-rata sebesar 0,304 unit/hari.



## SUMMARY

**Oktavia Shinta D.P. (0910480257). The Influence of Inoculation Methods of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) to the Disease Incidence of *Fusarium* wilt on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Academic Supervisors are Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat (primary supervisor) and Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. (co supervisor).**

---

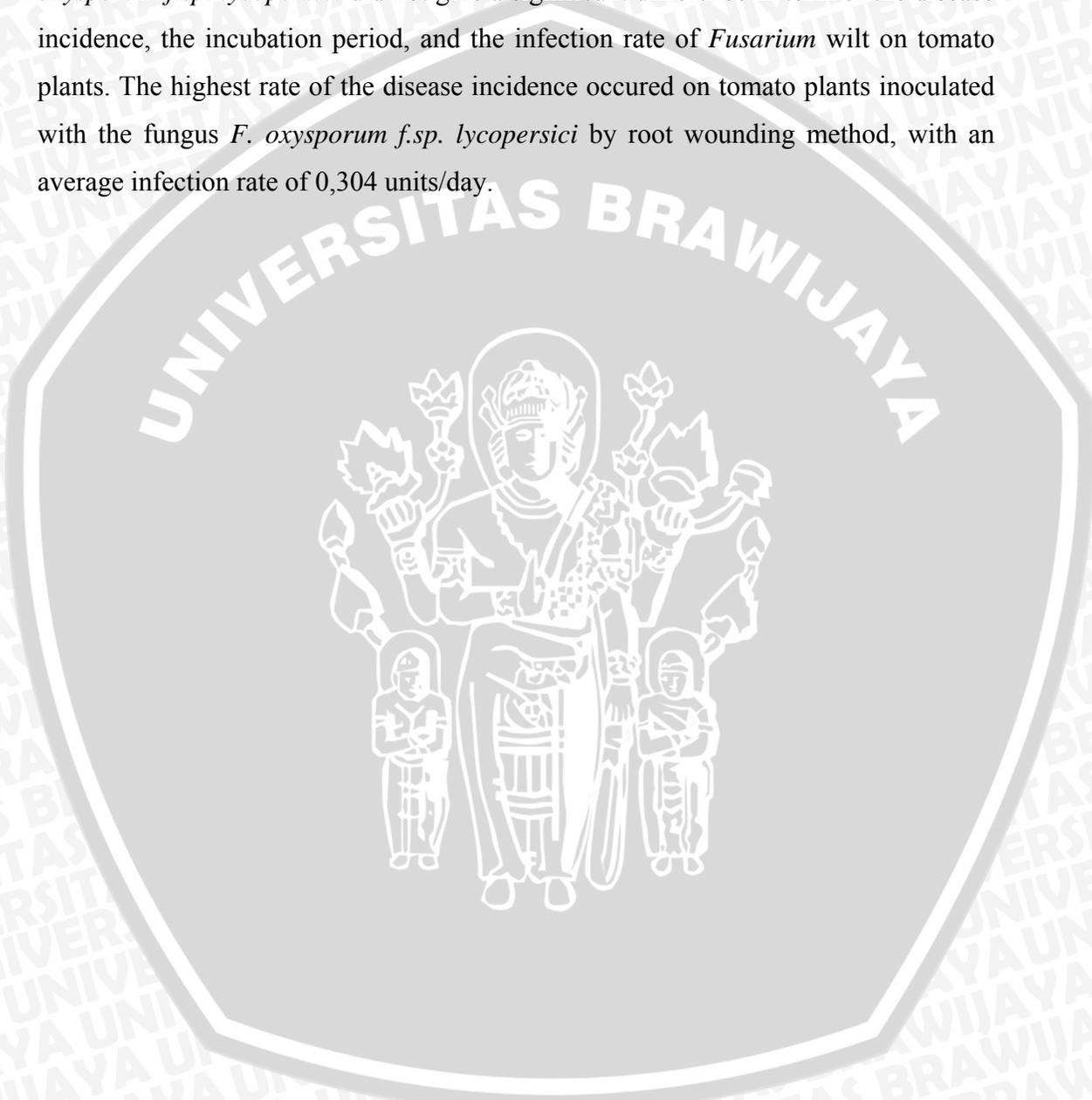
Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is an important commodity in Indonesia because it has strategic value to be developed. Various constraints still require an attention in the cultivation of tomato plants, one of them is the losing crop yield due to an invading pathogen.

One of the pathogens is fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen causing important disease on tomato, *Fusarium* wilt. This fungus is transmitted through the soil or rhizomes derived from diseased plants, and infects through wounds. This study was conducted to investigate the significance of a wound on the roots of plants (performed through fungal inoculation method) and its impact on the incidence of *Fusarium* wilt disease infecting tomato plants.

The research was carried out in the greenhouse and the Laboratory of Micology, Department of Plant Pest and Disease Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya, Malang, since October 2013 up to April 2014. The research was performed by soaking the roots of tomato plants in the fungus *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* suspension (spore density of  $4,13 \times 10^3$  konidia/ml). Wounding treatment on the plant roots and without wounding plant roots are observed as a method of inoculation. Disease incidence was calculated based on the percentage of wilted plants during the observation, on the day 3rd, day 6th, day 9th, day 12th, and day 15th after inoculation of the fungus *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* on tomato plants. The incubation period of the disease was calculated by recording the time after the appearance of symptoms in plants inoculated with the fungus. Whereas the infection

rate was measured based on the formula of Van der Plank (1963). The data were analyzed statistically using Partial test.

The results shows that the difference of the inoculation method of *F. oxysporum f.sp. lycopersici* did not give a significant difference in term of the disease incidence, the incubation period, and the infection rate of *Fusarium* wilt on tomato plants. The highest rate of the disease incidence occurred on tomato plants inoculated with the fungus *F. oxysporum f.sp. lycopersici* by root wounding method, with an average infection rate of 0,304 units/day.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat serta nikmat-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian skripsi dengan judul Pengaruh Metode Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* terhadap Kejadian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Jamur *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* merupakan agen penyebab penyakit penting layu *Fusarium* pada tanaman tomat. Jamur ini menular melalui tanah atau rimpang yang berasal dari tanaman sakit, dan menginfeksi melalui luka. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui peran penting luka pada akar tanaman (yang dilakukan melalui metode inokulasi jamur) dalam pengaruhnya terhadap kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian:

1. Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku dosen pembimbing atas binaan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis hingga penulis mampu menyelesaikan segala tanggung jawab sebagai mahasiswa.
2. Dosen, staff, dan laboran di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
3. Kedua orang tua dan keluarga atas doa yang terpanjatkan serta kasih sayang yang mengalir tiada henti.

Penulis menyadari, bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga penelitian ini bermanfaat.

Malang, Mei 2014

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

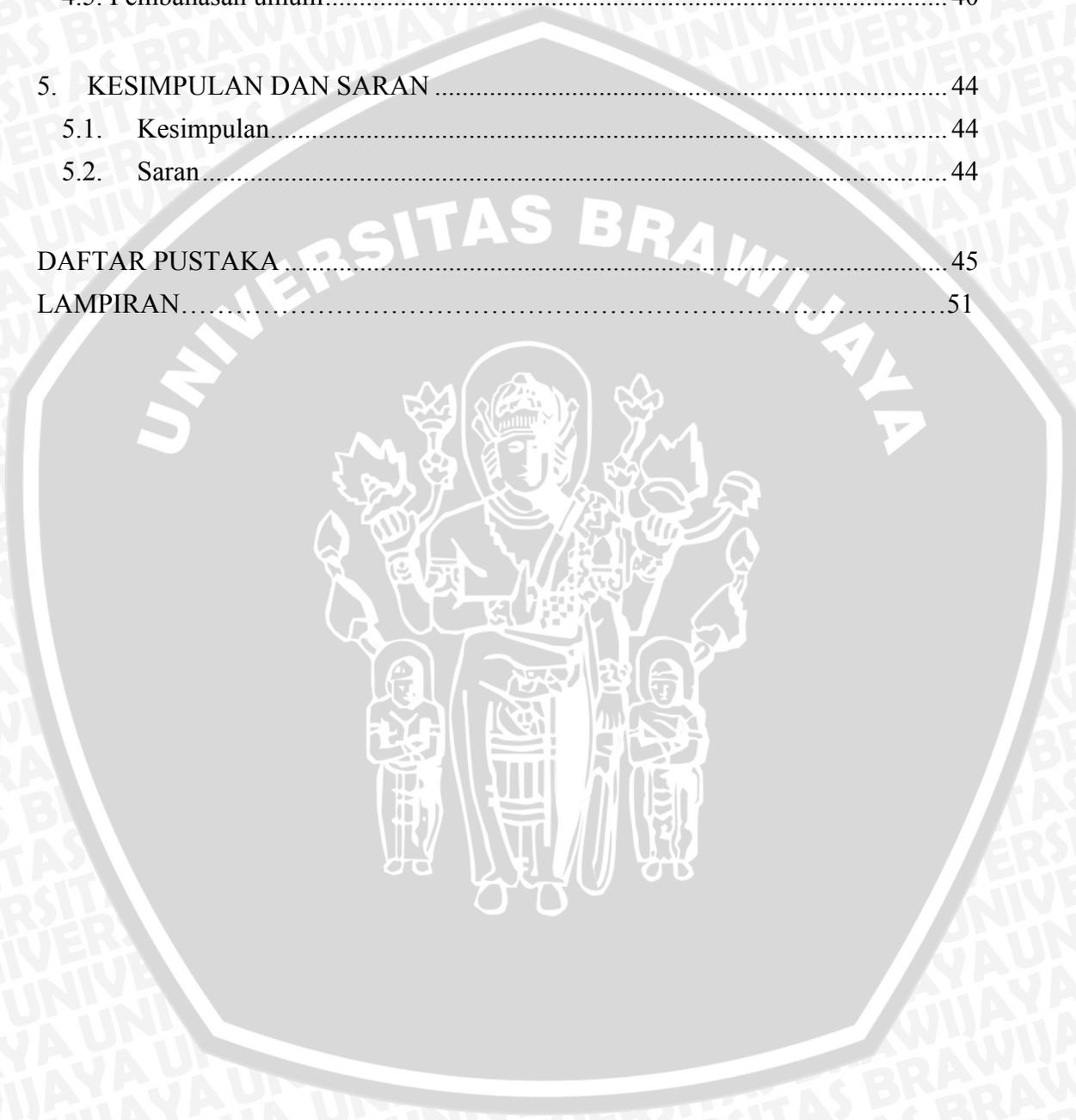
Penulis dilahirkan pada tanggal 26 Oktober 1990 di Banyuwangi, Jawa Timur. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Hadi Bashori dan Iswati. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis yakni TK Fajar Genteng, SD Negeri Genteng Wetan I, SMP Negeri I Genteng, MAN Jember I. Pada tahun 2009, penulis diterima di Universitas Brawijaya Malang untuk melanjutkan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian melalui jalur SNMPTN.

Selama menempuh pendidikan S1, penulis aktif dalam kegiatan mahasiswa. Penulis pernah aktif sebagai: Staff Departemen Keuangan BEM FP UB pada tahun 2010, Menteri INFOKOM BEM FP UB pada tahun 2011, aktif sebagai kader Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) mulai tahun 2010 dan menjadi Ketua KOHATI pada tahun 2012. Penulis merupakan anggota Forum Komunikasi Agroekoteknologi dan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan akademik dengan menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah antara lain: Pemuliaan Tanaman (2011), Dasar Perlindungan Tanaman (2011-2013), Hama dan Penyakit Penting Tanaman (2012), Manajemen Hama dan Penyakit Tanaman (2012). Penulis juga aktif dalam organisasi Koalisi Perempuan Indonesia.

**DAFTAR ISI**

PERNYATAAN .....	iii
RINGKASAN .....	iv
SUMMARY .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
RIWAYAT HIDUP .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah .....	3
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Hipotesis .....	3
1.5. Manfaat .....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Tanaman tomat .....	5
2.2. Morfologi akar tanaman tomat .....	8
2.3. Syarat tumbuh tanaman tomat .....	9
2.4. Jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	10
2.4. Faktor yang mempengaruhi perkembangan jamur patogen .....	20
2.5. Metode Inokulasi Patogen pada Tanaman .....	24
3. METODOLOGI .....	27
3.1. Tempat dan waktu penelitian .....	27
3.2. Alat dan bahan .....	27
3.3. Pelaksanaan penelitian .....	27
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1. Gejala penyakit layu <i>Fusarium</i> .....	33

4.2. Kejadian penyakit layu <i>Fusarium</i> .....	36
4.3. Masa inkubasi penyakit layu <i>Fusarium</i> .....	38
4.4. Laju infeksi penyakit layu <i>Fusarium</i> .....	39
4.5. Pembahasan umum.....	40
5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR GAMBAR

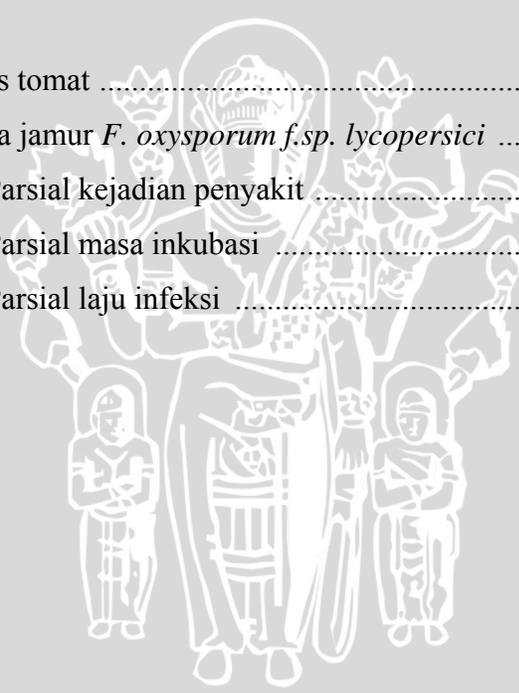
Nomor	Teks	Halaman
2.1.	Morfologi akar tanaman tomat .....	8
2.2.	Isolat jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	12
2.3.	<i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	13
2.4.	Penampang melintang batang tanaman tomat yang terinfeksi <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> f.sp. <i>lycopersici</i> .....	18
2.5.	Gejala layu <i>Fusarium</i> pada tanaman tomat .....	20
2.6.	Salah satu metode inokulasi patogen .....	24
3.1.	Hasil pengamatan jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	29
3.2.	Inokulasi spora <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> dengan metode pelukaan akar .....	31
4.1.	Gejala penyakit layu <i>Fusarium</i> pada tanaman Tomat yang berumur 22 hst.....	34
4.2.	Gambar hasil pengamatan mikroskopis jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	35
4.3.	Foto mikroskopis jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	35
4.4.	Grafik kejadian penyakit layu <i>Fusarium</i> pada tanaman tomat (Pelukaan) .....	36
4.4.	Grafik kejadian penyakit layu <i>Fusarium</i> pada tanaman tomat (Tanpa Pelukaan) .....	37

**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
3.1.	Metode inokulasi jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> pada tanaman tomat .....	30
4.1.	Laju infeksi jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> pada tanaman tomat. ....	39

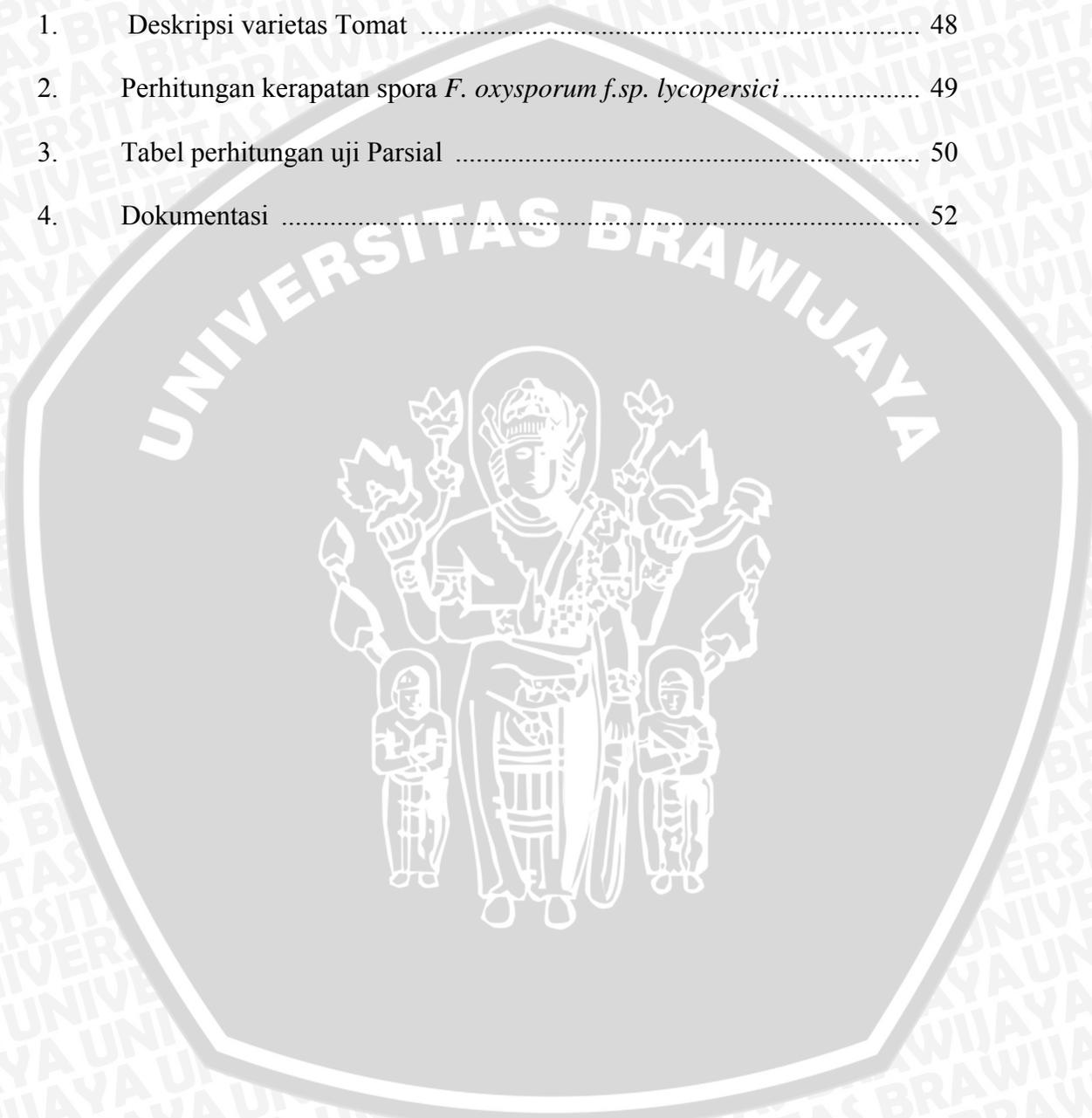
**LAMPIRAN**

1.1.	Deskripsi varietas tomat .....	51
1.2.	Perhitungan spora jamur <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	52
1.3.	Perhitungan uji Parsial kejadian penyakit .....	53
1.4.	Perhitungan uji Parsial masa inkubasi .....	53
1.5.	Perhitungan uji Parsial laju infeksi .....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Deskripsi varietas Tomat .....	48
2.	Perhitungan kerapatan spora <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> .....	49
3.	Tabel perhitungan uji Parsial .....	50
4.	Dokumentasi .....	52



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan komoditas penting di Indonesia karena memiliki nilai strategis untuk dikembangkan. Masyarakat telah mengenal tomat sebagai tanaman hortikultura yang kaya akan manfaat. Selain memiliki rasa yang enak, tomat juga kaya akan kandungan vitamin A dan vitamin C yang sangat baik (Wenner, 2000). Buah tomat banyak digunakan sebagai bumbu masak, diawetkan dalam kaleng, dibuat minuman dan saos, serta berbagai macam bahan makanan bergizi tinggi lainnya (Neliyati, 2006). Kebutuhan akan tomat diperkirakan akan terus naik pada tahun-tahun berikutnya mengingat Indonesia menjadi salah satu negara pengekspor tomat segar. Namun selama ini ekspor tomat segar Indonesia terbatas untuk negara-negara tetangga saja seperti Malaysia, Filipina, Brunai Darussalam, dan Singapura. Agromedia (2007) menyebutkan bahwa negara lain seperti Amerika Serikat, Jepang, Hongkong, Australia, dan Arab Saudi juga menggemari produksi tomat segar Indonesia.

Berdasarkan data survei produksi tanaman sayuran dan buah-buahan di Indonesia yang dilaporkan oleh Badan Pusat Statistik, rata-rata hasil tomat di Indonesia pada tahun 2012 mencapai angka 893.504 ton, angka ini sekaligus menunjukkan penurunan produksi tomat Indonesia sebesar 6,34% dari tahun sebelumnya dengan jumlah produksi sebesar 954.046 ton (Anonim, 2013). Berbagai

kendala masih perlu mendapat perhatian dalam budidaya tanaman tomat, salah satunya yakni kehilangan hasil produksi tanaman tomat akibat serangan patogen.

Patogen tumbuhan yang memiliki jenis sangat beragam adalah jasad renik berasal dari dunia jamur (Agrios, 1996). Tanaman tomat dapat terserang beberapa jenis jamur patogen termasuk jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen yakni agen penyebab penyakit layu *Fusarium* yang merupakan penyakit penting tanaman tomat. Nurita *et al.* (2004) menyatakan bahwa pengembangan varietas tomat berdaya hasil tinggi masih mengalami kesulitan diakibatkan oleh penyakit layu *Fusarium*, serangan penyakit ini mengurangi produksi tomat hingga 30%, bahkan pada musim penghujan dapat mencapai 60%. Agen penyebab layu *Fusarium* adalah patogen tular tanah yang dapat bertahan bertahun-tahun di dalam tanah tanpa inang. Sebagian besar infeksi berasal dari populasi yang terkait dengan sisa tanaman yang terinfeksi. Tanaman yang sehat dapat terinfeksi oleh *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* jika pada tanah tempat mereka tumbuh penuh dengan patogen (Farr *et al.*, 1989; Mijatović *et al.*, 2007).

Gejala diawali dengan perubahan warna pembuluh angkut pada permukaan terluar helaian daun menjadi lebih terang, kemudian bagian dalam daun berubah menjadi kuning dan mati (Miller *et al.*, 1998). Jamur ini menular melalui tanah atau rimpang yang berasal dari tanaman sakit dan menginfeksi melalui luka. Luka tersebut dapat terjadi karena pengangkutan benih, penyiangan, pembumbunan, atau karena serangga dan nematoda. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui peran penting luka pada akar tanaman (yang dilakukan melalui metode inokulasi jamur) dalam pengaruhnya terhadap kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat.

Penelitian dilaksanakan dengan dua metode inokulasi jamur yakni dengan pelukaan akar tanaman tomat dan tanpa pelukaan akar tanaman tomat. Manfaat yang diharapkan adalah dengan mengetahui pengaruh luka pada akar tanaman terhadap serangan jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici*, diharapkan menjadi koreksi petani dalam tindakan pencegahan terhadap penyakit layu *Fusarium* secara mekanis.

### 1.2. Rumusan masalah

Adakah perbedaan tingkat kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat yang diinokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dengan metode inokulasi yang berbeda? Metode apa yang menunjukkan kejadian penyakit paling tinggi?

### 1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh metode inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* terhadap kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat.

### 1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah terdapat perbedaan tingkat kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat yang diinokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dengan metode yang berbeda dan metode inokulasi pelukaan akar merupakan metode yang menunjukkan tingkat kejadian penyakit paling tinggi

### 1.5. Manfaat

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh luka pada akar tanaman terhadap kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat sehingga menjadi koreksi petani dalam tindakan pencegahan terhadap penyakit layu *Fusarium* secara mekanis.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1. Tanaman tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) termasuk golongan tanaman semusim (berumur pendek), artinya, umur tanaman hanya untuk satu kali berproduksi dan setelah itu mati (Cahyono, 1998). Pitojo (2005) menyebutkan tanaman tomat memiliki akar tunggang, akar cabang, serta akar serabut yang berwarna keputih-putihan dan berbau khas. Perakaran tanaman tidak terlalu dalam, menyebar ke semua arah hingga kedalaman rata-rata 30-40 cm, namun dapat mencapai kedalaman hingga 60-70 cm. Batang tanaman tomat berbentuk bulat, bercabang mulai dari ketiak daun yang berada dekat dengan tanah. Batang pokok tomat dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 2-3 m, namun ada pula yang pertumbuhannya terhenti setelah muncul rangkaian bunga. Daun tanaman tomat merupakan daun majemuk yang bersirip gasal. Daun berwarna hijau, berukuran panjang antara 15-30 cm dan lebar antara 10-25 cm. Bentuk buah tomat beragam: lonjong, pipih, oval, meruncing, dan bulat. Diameter buah tomat adalah antara 2-15 cm.

Menurut Cahyono (1998), morfologi tomat dijelaskan sebagai berikut. Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat, berbatang lunak tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus dan diantara bulu-bulu tersebut terdapat rambut kelenjar. Batang tanaman berwarna hijau. Pada ruas batang mengalami penebalan dan pada ruas bagian bawah tumbuh akar-akar pendek. Selain itu batang tanaman tomat dapat bercabang dan diameter cabang lebih besar jika dibanding dengan jenis

tanaman sayur lainnya. Daun tanaman tomat berbentuk oval, bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah-celah yang menyirip serta agak melengkung kedalam. Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah sekitar 3-6 cm. Diantara daun yang berukuran besar biasanya tumbuh 1-2 daun yang berukuran kecil. Daun majemuk pada tanaman tomat tumbuh berselang-seling atau tersusun spiral mengelilingi batang tanaman. Bunga tomat berukuran kecil, memiliki diameter  $\pm 2$  cm dan berwarna kuning cerah, kelopak bunga berjumlah 5 buah dan berwarna hijau. Bunga tomat merupakan bunga sempurna karena benang sari atau tepung sari dan kepala putik atau kepala benang sari terbentuk pada bunga yang sama. Bentuk buah tomat bervariasi, tergantung varietasnya ada yang berbentuk bulat, agak bulat, agak lonjong dan bulat telur (oval). Ukuran buahnya juga bervariasi, dengan ukuran paling kecil memiliki berat 8 g dan yang besar memiliki berat 180 g. Buah yang masih muda berwarna hijau muda, bila telah matang menjadi merah.

Tomat dikenal dengan berbagai nama, antara lain *tomaat* (Belanda); *pomme d'amut*, *tomate* (Perancis); *love apple* (Inggris); dan *tomato* (Italia). Di Indonesia, tomat dikenal dengan beberapa nama daerah. Di Sumatera tomat dikenal sebagai *terong kaluwat*, *renteng*, *rangam*, *terung bali*, *kendari*, *tamate*, dan *cung asam*. Di Jawa tomat dikenal sebagai *kemir*, *leuca*, *komir*, *ranti bali*, *ranti gendel*, dan *ranti kenong*. Di Nusa Tenggara tomat dikenal sebagai *terong ace*, *ambelai*, dan *kaut*. Di Sulawesi tomat dikenal sebagai *antes*, *kamates*, *kamantes*, *kamatil*, *kabatil*, *kamate*, *samate*, *samatet*, *samante*, *lambate*, *tamati*, *tamato*, *tamate*, *tamates*, *tomate*, *togalai*, dan *warasmala* (Pitojo, 2005).

Atheron dan Rudich (1986) dalam Adiyoga *et al.* (2004), mengklasifikasikan tanaman tomat dalam kerajaan Plantae; divisi Spermatophyta; subdivisi Angiospermae; kelas Dicotyledonae; ordo Tubiflorae; keluarga Solanaceae; marga Lycopersicon; spesies *Lycopersicon esculentum* Mill.

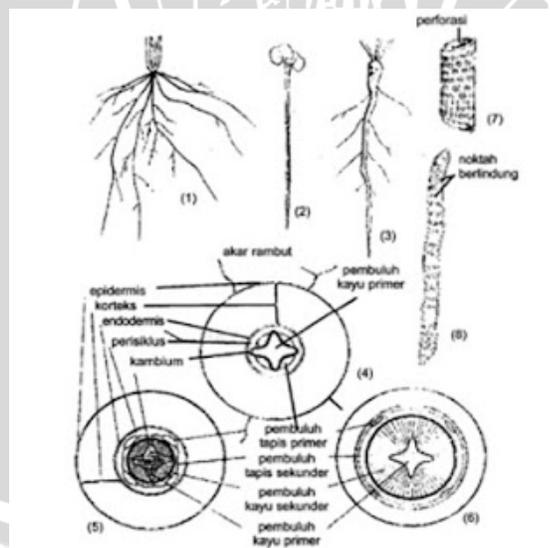
Menurut sejarahnya, tanaman tomat berasal dari Amerika, yaitu daerah Andean yang merupakan bagian dari negara-negara Bolivia, Chili, Colombia, Equador, dan Peru. Sejalan dengan penemuan benua Amerika, tanaman tomat juga kemudian dikenal di Eropa (Esquinas dan Alcasar, 1981 dikutip Purwati dan Khairunnisa, 2007). Di Italia, tanaman ini dikenal sebagai tanaman yang buahnya berwarna merah, sedangkan di Eropa dikenal sebagai tanaman yang buahnya berjumlah banyak (Adiyoga *et al.*, 2004).

Dewasa ini telah banyak ditemukan jenis atau varietas baru tanaman tomat yang memiliki keunggulan dalam hal berproduksi, ketahanan terhadap beberapa jenis hama dan penyakit, dan daya adaptasi terhadap keadaan lingkungan tertentu yang semuanya diciptakan untuk bersifat unggul. Sifat unggul tanaman tomat dapat dilihat dari bentuk buahnya, ukuran atau berat buah, ketebalan daging buah, kandungan air, kandungan kadar gula, ketahanan terhadap penyakit, dan daya produktivitasnya. Dari segi bentuk buah, ada yang berbentuk bulat, lonjong, dan berbentuk bulat telur (oval). Dari segi ukuran, ada yang berukuran kecil (8 g – 9 g) dan berukuran besar (mencapai 180 g). Dari segi ketahanan terhadap penyakit, beberapa varietas tahan terhadap layu bakteri, layu *Fusarium*, penyakit daun, dan lain-lain. Dari segi produktivitas, beberapa varietas memiliki produktivitas lebih tinggi daripada varietas yang lain. Dari segi daya adaptasi terhadap lingkungan, beberapa varietas ada yang tahan

terhadap cuaca panas dan memiliki daya adaptasi yang luas terhadap lingkungan (Cahyono, 1998).

## 1.2. Morfologi akar tanaman tomat

Tanaman tomat memiliki akar tunggang, akar cabang, serta akar serabut yang berwarna keputih-putihan dan berbau khas. Perakaran tanaman tidak terlalu dalam, menyebar ke semua arah hingga kedalaman rata-rata 20-40 cm, namun dapat mencapai kedalaman hingga 60-70 cm. Akar tanaman tomat berfungsi untuk menopang berdirinya tanaman serta menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah. Oleh karena itu, tingkat kesuburan tanah di lapisan atas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi buah, serta benih tomat yang dihasilkan (Pitojo, 2005)



Gambar 2.1. Morfologi akar tanaman Tomat (Mulyani, 2006).

### 1.3. Syarat tumbuh tanaman tomat

Tanaman tomat memerlukan persyaratan tumbuh yang sesuai untuk hidupnya. Faktor-faktor ekologi yang berpengaruh dan merupakan persyaratan yang harus dipertimbangkan dalam usahatani tomat dijabarkan oleh Cahyono (1998) sebagai berikut. Tanaman tomat dapat tumbuh di berbagai ketinggian tempat, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah, bergantung pada varietasnya. Tanaman tomat dapat ditanam pada keadaan lahan dengan topografi tidak lebih dari 30%, dengan suhu rata-rata harian yang optimum berkisar antara 18<sup>0</sup>C-25<sup>0</sup>C pada siang hari dan 10<sup>0</sup>C-20<sup>0</sup>C pada malam hari. Untuk mendapat hasil yang baik, tanaman tomat memerlukan penyinaran cahaya matahari sepanjang hari di tempat yang terbuka (sekitar 8 jam per hari).

Sedangkan menurut Rukmana (1994), syarat tumbuh tanaman tomat akan dijabarkan sebagai berikut. Tanaman tomat tumbuh secara baik bila udaranya sejuk, yaitu suhu pada malam hari antara 10<sup>0</sup>C-20<sup>0</sup>C dan pada siang hari antara 18<sup>0</sup>C-29<sup>0</sup>C. Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 750-1250 mm/th. Keadaan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah bagi tanaman, terutama di daerah yang tidak beririgasi teknis. Cahaya matahari sangat dibutuhkan dalam proses fisiologi tanaman untuk membentuk bagian vegetatif tanaman (batang, cabang, dan daun) dan bagian generatif tanaman (bunga, buah dan biji). Intensitas cahaya matahari yang diperlukan oleh tanaman tergantung pada fase atau tingkatan pertumbuhan tanaman. Kebutuhan cahaya matahari sebagai sumber energi fotosintesis juga tergantung lamanya penyinaran. Penyinaran matahari untuk

mendapatkan hasil yang baik adalah sepanjang hari di tempat yang terbuka (sekitar 8 jam perhari). Pertumbuhan tanaman tomat di dataran tinggi lebih baik daripada di dataran rendah, karena tanaman menerima sinar matahari lebih banyak tetapi suhu rendah. Tanaman tomat dapat tumbuh di segala jenis tanah. Tanah yang ideal adalah tanah lempung berpasir yang subur, gembur, banyak mengandung bahan organik serta unsur hara, pH 6,0-7,0 dan drainase baik.

#### **2.4. Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici***

Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* adalah spesies jamur yang terdiri dari rangkaian kriteria morfologi, terutama bentuk makrokonidia, struktur mikrokonidia, serta pembentukan dan disposisi klamidospora (Gordon dan Martyn, 1997).

Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* merupakan spesies yang meliputi strain patogen dan nonpatogen. Bentuk patogen tanaman menyebabkan penyakit layu dan dikelompokkan ke dalam spesialis forma berdasarkan kisaran inang mereka; ada pula yang kemudian terbagi lagi menjadi ras patogen. Banyak spesialis forma terdiri dari beberapa garis keturunan klonal, dalam beberapa kasus, ras patogen telah dikaitkan dengan lebih dari satu garis keturunan klonal, menunjukkan asal-usul independen. Meskipun beberapa bukti menunjukkan satu ras patogen dapat membentuk ras yang lain, turunan terbaru dari patogen dan nonpatogen banyak yang belum didokumentasikan. Sebagian besar kejadian baru layu *Fusarium* merupakan layu yang disebabkan oleh tipe patogen yang baru dibandingkan dengan patogen lokal yang sudah terdapat pada lokasi. Propagasi aseksual memberikan pengaruh dominan

terhadap struktur perbanyakannya pada jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (Gordon dan Martyn, 1997).

Untuk mengakomodasi varian patogen yang dikenal dalam *F. oxysporum f.sp. lycopersici*, Snyder & Hansen menggolongkan menjadi 25 forma speciales (Snyder dan Hansen, 1940 dalam Gordon dan Martyn, 1997). Penggolongan ini dimaksudkan untuk menggambarkan kemampuan fisiologis jamur dan bukan merupakan bagian dari hirarki taksonomi formal. Konsep forma spesialis berguna untuk patologi tanaman dalam proses identifikasi isolat yang menjadi perhatian produksi tanaman rentan terhadap layu *Fusarium* (Gordon dan Martyn, 1997).

*F. oxysporum f.sp. lycopersici* adalah jamur saprofit yang terdapat di rizosfer pada berbagai spesies tanaman. Patogen ini memiliki banyak spesies inang tetapi sejumlah isolate memiliki inang yang lebih terbatas. Isolat pada spesies inang yang sama digolongkan dalam spesialis forma (Kim *et al.* 2001). Pada tanaman tomat terdapat dua forma spesialis bernama *F. oxysporum f.sp. lycopersici f. sp. lycopersici* dan *F. oxysporum f.sp. lycopersici f. sp. radicle-lycopersici* (Armstrong dan Armstrong 1981 dalam Steinkellner *et al.* . 2005).

*Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen merupakan salah satu patogen penyebab penyakit penting pada tanaman tomat. Penyakit yang disebabkan disebut penyakit Layu *Fusarium*. Jamur *Fusarium sp.* merupakan patogen tular tanah atau *soil-borne pathogen* yang termasuk parasit lemah. Jamur ini menular melalui tanah atau rimpang yang berasal dari tanaman sakit, dan menginfeksi melalui luka. Luka tersebut dapat terjadi karena pengangkutan benih, penyiangan, pembumbunan, atau karena serangga dan nematoda. Patogen ini,

umumnya menginfeksi pada bagian akar atau pangkal batang tanaman (Djaenuddin, 2011).



Gambar 2.2. Isolat jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (Djaenuddin, 2011).

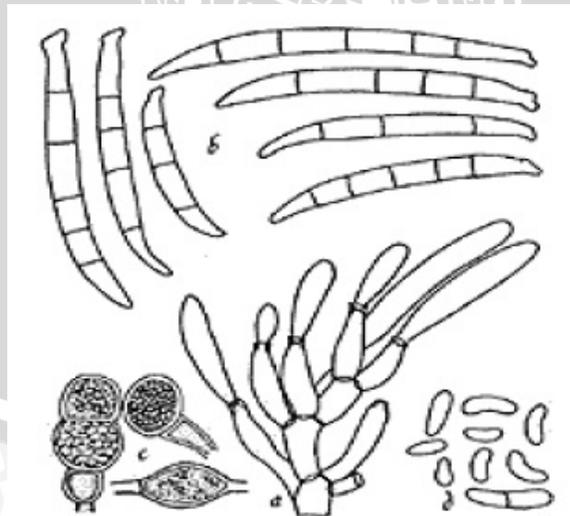
Ket.: a. Isolat pada medium PDA;

b. Spora secara mikroskopis (perbesaran 400 kali)

**Morfologi.** Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* tergolong ke dalam kerajaan: Fungi; divisi: Ascomycota; kelas: Sordariomycetes; bangsa: Hypocreales; suku: Nectriaceae, marga: *Fusarium*, jenis: *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (Meldrum, 2009). Domsch *et al.* (1993) serta Gonsalves dan Ferreira (1993) menyebutkan, berdasarkan bentuk morfologinya, jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* mempunyai tiga spora aseksual, yaitu mikrokonidium, makrokonidium, dan klamidospora. Mikrokonidium tidak berwarna, sederhana, dan tunggal atau berangkai. Mikrokonidium sangat banyak dihasilkan oleh jamur pada semua kondisi, bersel satu atau bersel dua, hialin, jorong atau agak memanjang, berukuran 5-7 x 2.5-3 µm, tidak bersekat atau kadang-kadang bersekat satu dan berbentuk bulat telur atau lurus. Makrokonidiumnya berbentuk lengkung dan bersekat, sedangkan klamidospora berbentuk bulat, terbentuk di ujung atau bagian tengah hifa. Makrokonidium

berbentuk sabit, bertangkai kecil, kebanyakan bersel empat, hialin, berukuran 22-36 x 4-5  $\mu\text{m}$ . Klamidospora bersel satu, jorong atau bulat, berukuran 7-13 x 7-8  $\mu\text{m}$ , terbentuk di tengah hifa atau pada makrokoniudium, seringkali berpasangan (Sastrahidayat, 1992).

Miselium jamur ini bersekat terutama terdapat di dalam sel, khususnya di dalam pembuluh kayu. Disamping itu jamur membentuk miselium yang terdapat diantara sel-sel, yaitu dalam kulit dan di jaringan parenkim di dekat tempat terjadinya infeksi (Semangun, 2007). Di alam jamur ini membentuk konidium pada suatu badan buah yang disebut sporodokium, yang dibentuk pada permukaan tangkai atau daun sakit pada tingkat yang telah lanjut. Konidiofor bercabang-cabang rata-rata mempunyai panjang 70 $\mu\text{m}$ . Cabang-cabang samping biasanya bersel satu, panjangnya sampai 14  $\mu\text{m}$ . Konidium terbentuk pada ujung cabang utama atau cabang samping (Sastrahidayat, 1992).



Gambar 2.3. Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (Babadoost, 1988).  
Ket. : a. Konidiofor; b. Makrokonidia; c. Klamidospora; d. Mikrokonidia.

Pada medium Potato Dextrose Agar (PDA) mula-mula miselium berwarna putih, semakin tua warna menjadi krem atau kuning pucat, dalam keadaan tertentu berwarna merah muda agak ungu. Miselium bersekat dan membentuk percabangan. Beberapa isolat *Fusarium* akan membentuk pigmen biru atau merah di dalam medium (Djaenuddin, 2011)

**Faktor penyebab penyakit.** Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* didistribusikan secara luas di berbagai jenis tanah, seperti di Arktik (Kommendahl *et al.*, 1988), gurun (Joffe dan Palti, 1977), tanah budidaya di iklim subtropis (McMullen dan Stack, 1983 ; Latiffah *et al.*, 2007). *F. oxysporum f.sp. lycopersici* juga salah satu spesies jamur yang diisolasi dari lumpur mangrove di Kepulauan Kagh, India (Rai *et al.*, 1966). Stover (1955) melaporkan bahwa *F. oxysporum f.sp. lycopersici* bisa bertahan hidup di tanah rawa dalam kondisi anaerob dan lingkungan yang ekstrim lainnya. Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* sangat sesuai pada tanah dengan kisaran pH 4,5-6,0; tumbuh baik pada biakan murni dengan kisaran pH 3,6-8,4; sedangkan untuk pembentukan spora pH optimum sekitar 5,0. Pembentukan spora yang terjadi pada tanah dengan pH di bawah 7,0 adalah 5-20 kali lebih besar dibandingkan dengan tanah yang mempunyai pH di atas 7. Pada pH di bawah 7, pembentukan spora terjadi melimpah pada semua jenis tanah, tetapi tidak akan terjadi pada pH di bawah 3,6 atau di atas 8,8. Suhu optimum untuk pertumbuhan jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* adalah 20<sup>0</sup>C dan 30<sup>0</sup>C, maksimum pada 37<sup>0</sup>C atau di bawahnya, minimum sekitar 5<sup>0</sup>C, sedangkan optimum untuk pembentukan spora adalah 20<sup>0</sup>C-25<sup>0</sup>C.

Layu *Fusarium* adalah penyakit yang banyak terjadi pada daerah dengan suhu hangat, paling lazim pada tanah asam dan tanah berpasir. Suhu tanah dan udara 28°C yang optimum untuk penyakit. Suhu maksimum 34°C dan suhu minimum 17°C-20°C. Jika suhu tanah yang optimum tetapi suhu udara di bawah optimum, patogen akan meluas ke bagian bawah batang, tetapi tanaman tidak akan menunjukkan gejala eksternal. Secara umum, faktor-faktor yang mendukung pengembangan layu adalah suhu tanah dan udara, kelembaban tanah optimum untuk pertumbuhan tanaman, prakondisi tanaman yang rendah nitrogen dan fosfor serta kalium yang tinggi, pH tanah yang rendah, lama penyinaran yang pendek, dan intensitas cahaya rendah. Virulensi patogen meningkat dengan tersedianya mikronutrien, fosfor, dan amonium nitrogen serta rendahnya nitrogen nitrat (Wong, 2003).

Intensitas cahaya matahari di lahan pertanaman cukup rendah akan mengakibatkan kelembaban di sekitar pertanaman menjadi tinggi sehingga akan mempengaruhi terhadap perkembangan penyakit (Semangun, 1989). Selain itu, kurangnya energi surya sebagai energi primer dalam keaktifan metabolisme tanaman, mengakibatkan tanaman menjadi rentan, sehingga patogen lebih virulen (Murhartini dan Kurniasih, 2000).

Meskipun *F. oxysporum f.sp. lycopersici* telah dipelajari terutama karena kemampuannya untuk menyebabkan penyakit pada tanaman inang yang bernilai ekonomis penting, distribusi dan ekologi repertoar jauh lebih beragam. Sebagai contoh, *F. oxysporum f.sp. lycopersici* adalah salah satu jamur lebih sering diisolasi dari akar tanaman yang memiliki gejala tidak tampak (Gordon *et al.*, 1989; Hancock, 1985; Taylor, 1965). Biasanya, isolat diperoleh dengan cara ini bukan merupakan

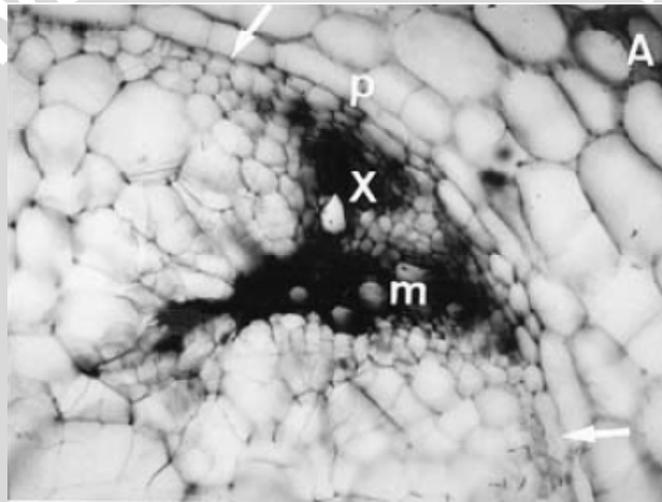
patogen dari spesies tanaman pada tanaman yang diisolasi. Jamur ini tidak mampu menyebabkan penyakit karena strain nonpatogenik *F. oxysporum f.sp. lycopersici* hanya menyerang korteks akar (Alabouvette *et al.*, 1979; Hancock, 1985; Schneider, 1984). Strain tersebut tidak menyebabkan penyakit layu diduga karena ketidakmampuan mereka untuk masuk ke jaringan vaskuler atau respon cepat dari inang yang melokalisasi infeksi (Gao *et al.*, 1995). Strain patogenik mampu bertahan di sisa-sisa tanaman dan tersebar dalam tanah. Dengan demikian, *F. oxysporum f.sp. lycopersici* memiliki kemampuan baik untuk bertahan tanpa proses patogenesis.

Mengingat luasnya serangan dari strain *F. oxysporum f.sp. lycopersici* yang tampaknya nonpatogenik, diduga bahwa bentuk patogen berasal dari pendahulunya yakni nonpatogenik. Jamur yang dekat dengan akar tanaman, memungkinkan perubahan kemampuan sehingga jamur mampu tumbuh menembus korteks dan memasuki xylem. Kemampuan jamur untuk masuk ke dalam jaringan vaskuler mendapatkan respon langsung dari inang, baik membatasi serangan, atau memberikan respon yang lambat, hingga akhirnya menghilangkan kapasitas air sehingga terjadi layu (Beckham dan Roberts, 1995). Kemungkinan lain yakni tanaman hanya bisa mentolerir pertumbuhan jamur secara terbatas dalam pembuluh xilem, mengarah ke sebuah asosiasi endofit (Chapela dan Boddy, 1988; Ravner, 1996). Dalam hal ini, selanjutnya perubahan dalam inang atau parasit bisa mengubah hubungan, bahwa aktivitas yang terjadi antara jamur dan respon dari inang akan menghasilkan perkembangan gejala penyakit (Gordon dan Matin, 1997).

**Daur penyakit.** Semangun (2007) menyebutkan, *F. oxysporum f.sp. lycopersici* mengalami fase patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis,

jamur hidup sebagai parasit pada tanaman inang. Apabila tidak ada tanaman inang, patogen hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa tanaman dan masuk fase saprogenesis, yang dapat menjadi sumber inokulum untuk menimbulkan penyakit pada tanaman lain. Penyebaran propagul dapat terjadi melalui angin, air tanah, serta tanah terinfeksi dan terbawa oleh alat pertanian dan manusia. Setelah masuk ke dalam akar, jamur berkembang sepanjang akar menuju batang, kemudian meluas dalam jaringan pembuluh sebelum masuk ke dalam batang palsu. Pada tingkat infeksi yang lanjut miselium dapat meluas dari jaringan pembuluh ke parenkim. Jamur membentuk banyak spora dalam jaringan tanaman, dan mikrokonidium dapat terangkut dalam arus transpirasi. Penularan dari tanaman yang sakit ke tanaman sehat dapat terjadi, karena perakaran tanaman sehat berhubungan dengan spora yang dilepaskan tanaman sakit di dekatnya. Pemakaian bahan tanaman yang sakit juga dapat memencarkan penyakit. Jamur juga dapat terbawa oleh tanah yang melekat pada alat pertanian. Selain itu, perendaman tanah dan air pengairan juga dapat menyebabkan penyebaran bibit sakit ke daerah sekitarnya. Wong (2003) menyebutkan patogen menyebar melalui biji, sisa-sisa tanaman, tanah, dan transplantasi terinfeksi. Patogen dapat disebarluaskan jarak jauh melalui benih dan transplantasi. Penyebaran lokal adalah dengan transplantasi, sisa tanaman, angin dan ditularkan melalui air penuh tanah yang terinvestasi jamur, dan mesin pertanian. Kelemahan inang akan membatasi pertumbuhan jamur, yang akan menimbulkan persaingan dengan mikroorganisme lainnya pada tanaman yang terinfeksi. Jamur patogen memperbanyak diri pada tanaman inang yang terinfeksi (Gordon dan Martyn, 1997).

**Mekanisme infeksi jamur.** Jamur menyerang jaringan vaskuler tanaman sehingga menyebabkan layu pada daun-daun tanaman dengan menghambat gerakan air dalam xilem (Beckman, 1987; Duniway, 1971). Dinding pembuluh dilapisi oleh elektron opak yang tidak berbentuk (Bishop dan Cooper, 1983). Bahan ini menutupi rongga xilem parenkim dan mengelupasi rongga membran *intertracheary* (Chambers dan Corden, 1963). Infeksi disertai dengan kematian sel-sel xilem parenkim secara bertahap pada seluruh bagian tanaman yang terinfeksi (Bishop dan Cooper, 1983).



Gambar 2.4. Penampang melintang batang tanaman tomat yang terinfeksi *F. oxysporum f.sp. lycopersici* menunjukkan jaringan vaskuler membentuk silinder dengan floem eksternal dipisahkan dari xilem oleh kambium vascular (De cal *et al.*, 1999).

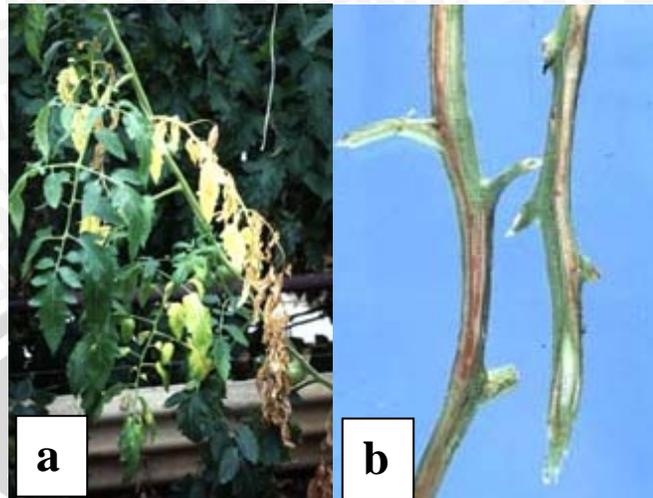
Penelitian De cal *et al.* (1999) menjelaskan bahwa infeksi *F. oxysporum f.sp. lycopersici* menyebabkan tanaman hampir kehilangan kambium, penurunan baik dalam jumlah dan diameter pembuluh xilem dan peningkatan jumlah berkas. Kambium adalah meristem lateral yang bertanggung jawab atas pertumbuhan sekunder (Thompson dan Heimsch, 1964). Regresi kambium memiliki efek negatif

pada pengembangan vaskuler, transportasi air tidak efisien di dalam tanaman dan kemudian terjadi pengerdilan (Dimond, 1955).

Jamur mampu tumbuh di luar korteks dan masuk ke xilem serta dengan cepat dapat mengeksploitasi jaringan vaskuler. Kemampuan jamur menginfeksi ke dalam jaringan vaskuler mendapatkan respon langsung dari inang, yakni menurunkan kapasitas air sehingga tanaman layu. Perubahan dalam inang karena proses parasitisme akan menghasilkan perkembangan gejala penyakit (Gordon dan Martyn, 1997).

**Gejala penyakit.** Gejala yang tampak pada tanaman yakni daun tua layu dan diikuti oleh daun yang lebih muda. Kelayuan didahului dengan menguningnya daun, terutama daun-daun bawah. Tepi bawah daun menjadi kuning tua (layu), merambat ke bagian dalam secara cepat sehingga seluruh permukaan daun tersebut menguning. Daun ini mengalami nekrosis dari bagian pinggir ke arah tulang daun (Djaenuddin, 2011). Tanaman yang terserang jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* menunjukkan gejala penguningan pada daun. Gejala lebih lanjut yakni tangkai daun merunduk kemudian tanaman menjadi layu secara keseluruhan (Semangun, 2007).

Tanaman yang terinfeksi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* mengalami pertumbuhan yang terhambat, dan sedikit memproduksi buah. Jika batang utama dipotong, garis-garis coklat gelap dapat terlihat memanjang melalui batang. Perubahan warna ini meluas terutama terlihat di bekas luka tangkai daun. Pencoklatan dari sistem vaskuler adalah karakteristik dari penyakit layu *Fusarium* dan umumnya digunakan untuk identifikasi (Gambar 2.5) (Wong, 2003).



Gambar 2.5. Gejala layu *Fusarium* pada tanaman tomat (Wong, 2003).

Ket.: a. Daun yang menguning dan mati pada satu sisi batang;  
b. Perubahan warna pada jaringan pengangkut.

#### 1.4. Faktor yang mempengaruhi perkembangan jamur patogen

Spora jamur merupakan unit reproduktif yang sederhana, dapat uniseluler atau multiseluler serta umumnya mempunyai cadangan makanan (Sastrahidayat, 2011). Agrios (1996) menjabarkan beberapa kondisi lingkungan yang mempengaruhi perkembangan jamur patogen adalah sebagai berikut.

**Suhu.** Iklim sedang dengan suhu rendah seperti pada akhir musim gugur, akhir musim dingin, dan awal musim semi merupakan kondisi yang paling menguntungkan untuk patogen untuk tumbuh dan berkembang. Periode suhu seperti ini memungkinkan jamur tumbuh dengan baik, tetapi terlalu rendah untuk tanaman inang dapat berkembang dengan baik. Suhu mempengaruhi jumlah spora yang terbentuk dan jumlah spora yang dirilis dalam jangka waktu tertentu. Purnomo (2007) menyebutkan kisaran suhu tertentu dapat menurunkan tingkat ketahanan horizontal

dan pada tingkat tertentu mungkin dapat menurunkan bahkan mematahkan ketahanan vertikal yang dibentuk oleh gen tunggal. Tanaman yang tumbuh pada keadaan kisaran suhu tersebut akan mengalami stres dan rentan terhadap penyakit, sedangkan patogen tumbuh dengan lebih baik dibanding inangnya. Pengaruh suhu terhadap patogen terjadi pada: perkecambahan spora atau penetasan telur, penetrasi ke inang, pertanaman, reproduksi, penyerangan inang atau pada sporulasi. Suhu optimum pertumbuhan jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* adalah 20-30<sup>0</sup>C, sedangkan suhu optimum untuk pembentukan spora jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* adalah 20-25<sup>0</sup>C (Stover, 1955).

**Kelembaban.** Sama seperti suhu, kelembaban mempengaruhi inisiasi dan perkembangan penyakit tanaman dengan cara yang saling berhubungan. Kelembaban sangat diperlukan untuk proses perkecambahan spora jamur serta proses penetrasi oleh tabung kecambah jamur, kelembaban juga diperlukan untuk aktivasi beberapa bakteri, jamur, dan nematoda patogen sebelum mereka dapat menginfeksi tanaman. Kelembaban dapat meningkatkan kandungan air pada tanaman inang, dengan demikian akan meningkatkan kerentanan terhadap patogen tertentu yang mempengaruhi luas serangan dan keparahan penyakit. Purnomo (2007) menambahkan kelembaban memberi kesempatan kepada banyak jenis jamur untuk menghasilkan spora dan memunculkan bakteri ke permukaan tubuh inang. Kelembaban juga memberi peluang spora berkecambah. Zoospora jamur, sel bakteri dan nematoda akan berpindah tempat karena adanya air atau kelembaban yang berlebihan. Oleh karena itu jika kejadian tersebut berulang-ulang atau terjadi dalam waktu lama maka akan memperlancair terjadinya epidemi.

**Angin.** Angin sangat berpengaruh terhadap peningkatan penyebaran penyakit tanaman serta mempercepat pengeringan permukaan tanaman yang basah. Spora jamur patogen dapat disebarkan oleh angin secara langsung maupun melalui serangga vektor. Angin membawa spora jamur di udara dan akhirnya mereka menempel pada permukaan tanaman. Jika permukaan tanaman basah dan rentan, maka infeksi dapat terjadi dengan segera.

**Cahaya.** Efek cahaya pada perkembangan penyakit terutama efek cahaya alami di alam jauh lebih rendah dibandingkan dengan efek suhu dan kelembaban. Diketahui beberapa penyakit tanaman pada intensitas dan durasi penyinaran tertentu dapat meningkatkan atau menurunkan kerentanan tanaman terhadap infeksi dan keparahan penyakit. Rendahnya intensitas penyinaran dapat menjadi faktor pembatas bagi tanaman, tanaman yang tumbuh pada kondisi yang kurang intensitas cahaya akan meningkatkan kerentanan tanaman terhadap patogen *nonobligat*.

**pH dan struktur tanah.** pH tanah menjadi faktor penting penyebab kejadian serangan penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah. Beberapa penyakit tanaman akan menjadi parah pada kondisi wilayah dengan pH yang sesuai dengan kebutuhan pH patogen. Pada beberapa penyakit, keasaman tanah menjadi faktor utama bagi pertumbuhan patogen. Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* mampu berkembang dan bertahan pada kondisi pH 4,5-6,0 di tanah. Sedangkan pH optimum yang mendukung pembentukan spora jamur adalah 5,0 (Stover, 1955).

**Nutrisi dari tanaman inang.** Nutrisi yang cukup pada tanaman akan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Kelimpahan unsur nitrogen pada tanaman menyebabkan pertumbuhan sukulen, masa vegetatif

berkepanjangan, dan menunda kematangan. Hal ini menyebabkan tanaman lebih rentan terhadap serangan patogen yang menyerang jaringan tanaman pada waktu yang cukup lama. Pospor dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen karena mempercepat kematangan sehingga menghambat perkembangan patogen yang biasa menyerang jaringan muda tanaman. Kalium menyebabkan berbagai efek langsung terhadap berbagai tahap pembentukan patogen dan pertumbuhannya pada tanaman inang serta efek tidak langsung pada infeksi dengan mempercepat penyembuhan luka. Kalsium mengurangi tingkat keparahan serangan beberapa penyakit yang disebabkan oleh patogen akar dan batang. Kalsium dapat meningkatkan ketahanan tanaman dengan kemampuannya meningkatkan pembentukan dinding sel tanaman sehingga dapat mengurangi penetrasi patogen. Tanaman yang mendapatkan nutrisi seimbang akan dapat meningkatkan ketahanan dirinya terhadap serangan patogen. Namun, nutrisi seimbang juga dapat mempengaruhi perkembangan penyakit ketika konsentrasi nutrisi tersebut terlalu tinggi atau terlalu rendah.

**Herbisida.** Efek langsung yang disebabkan oleh penggunaan herbisida terhadap pertumbuhan patogen yakni dapat menstimulasi atau menghambat pertumbuhan patogen, serta meningkatkan atau menurunkan kerentanan tanaman inang. Efek tidak langsung dari penggunaan herbisida yakni dapat meningkatkan atau menurunkan aktifitas mikroflora tanah, eliminasi atau seleksi patogen oleh inang alternatif.

### 1.5. Metode Inokulasi Patogen pada Tanaman

Beberapa spesies jamur mampu menginfeksi benih secara langsung, kemudian tumbuh dan berkembang di dalam jaringan dan menyebabkan busuk akar (Bacon dan Hinton, 1996; Munkvold *et al.*, 1997; Wilke *et al.*, 2007).

Penelitian mengenai metode inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* pada tanaman pernah dilakukan oleh Hurria dan Kamil (2013) di Baghdad, Iraq pada tanaman jagung yakni dengan injeksi jamur pada klobot, penyisipan tusuk gigi yang terinfeksi (diinkubasi dengan spora jamur) di tengah saluran sutra, injeksi sutra dengan suspensi jamur, injeksi batang, serta infestasi tanah dengan suspensi jamur. Hasil penelitian menyebutkan bahwa infeksi paling cepat terjadi pada perlakuan injeksi klobot jagung yang juga berdampak pada hasil produksi. Insiden tertinggi infeksi sistemik terjadi ketika suspensi jamur disuntikkan di bawah klobot, hal ini dikarenakan kurangnya gerakan jamur dari tanah ke dalam jaringan tanaman, sehingga lebih cepat menginfeksi tanaman.



Gambar 2.6. Salah satu metode inokulasi patogen (pelukaan akar) (Anonim, 2014).

Rustam (2007) dalam penelitiannya yakni metode inokulasi BDB pada tanaman pisang menyebutkan, metode inokulasi patogen sangat menentukan terjadinya gejala penyakit pada tanaman. Metode inokulasi dengan pelukaan akar dan injeksi mampu menimbulkan gejala penyakit pada tanaman. Metode inokulasi injeksi lebih cepat menimbulkan gejala penyakit dibandingkan metode inokulasi pelukaan akar, namun kedua metode mampu menimbulkan gejala 100%. Pada metode inokulasi injeksi, patogen secara langsung diinjeksikan ke dalam jaringan bonggol tanaman sehingga tidak melalui tahapan proses infeksi alami, sedangkan pada metode inokulasi pelukaan akar, suspensi patogen disiramkan di sekeliling perakaran tanaman sehingga patogen masih berada di luar permukaan tanaman dan harus melalui semua tahapan proses infeksi agar dapat menimbulkan gejala penyakit. Tahapan proses infeksi alami oleh patogen adalah perpindahan patogen ke jaringan tanaman, pengenalan, dan kontak patogen dengan inang, penetrasi, dan kolonisasi patogen dalam jaringan tanaman (Goodman *et al.* 1986). Di dalam jaringan pembuluh tanaman, patogen mengganggu translokasi air dan zat-zat makanan dari bagian akar (bawah) ke bagian atas tanaman. Pada kondisi yang parah dapat menimbulkan kelayuan dan kematian (Klement *et al.*, 1990).

Hasil penelitian Hanudin *et al.* (2011) menerangkan bahwa masing-masing patogen serta inang memiliki kemampuan berbeda dalam menginfeksi serta merespon infeksi. Metode inokulasi yang dilakukan dengan mengkondisikan kontak langsung antara spora jamur dengan tanaman inang menunjukkan terjadinya infeksi yang lebih cepat, dalam hal ini kontak langsung dilakukan dengan metode penyemprotan spora daun pada tanaman inang serta penempelan daun terinfeksi di atas tanaman uji.

Sedangkan metode inokulasi yang lain, yakni dengan meletakkan tanaman terinfeksi di sekitar tanaman menunjukkan infeksi yang lebih lambat.



### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Mikologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Oktober 2013 sampai April 2014.

#### 3.2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan Petri, *erlenmeyer*, *beker glass*, kompor listrik, panci, *spatula*, *autoclave*, LAFC (*Laminar Air Flow Conditioner*), pinset, jarum ose, *sprayer*, bunsen, botol media, pisau, preparat, *cover glass*, pot plastik, mikroskop, pena OHP, *cork borer*, kamera, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman tomat varietas Lentana (Tabel 1.1 Lampiran 1), isolat *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (isolat Kec. Dau), kompos, alkohol 96%, spiritus, aquades steril, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), larutan *carnoyn*, asam laktat 50%, *lactophenol cotton blue*, tisu steril, *aluminium foil*, dan plastik *wrap*.

#### 3.3. Pelaksanaan penelitian

**Pembuatan media PDA.** Standar operasional pembuatan media PDA dilakukan dengan menyiapkan bahan berupa kentang 200 g, dextrose 20 g, agar 20 g, dan aquades 1 l. Kentang di kupas, dicuci bersih dan dipotong dadu, kemudian

dimasukkan ke dalam *beker glass*, tambahkan 800 ml aquades. Kentang dan aquades direbus hingga mendidih, kemudian disaring. Dextrose dan agar masing-masing dilarutkan dalam 100 ml aquades. Kemudian larutan dextrose dan larutan agar dicampurkan pada aquades rebusan kentang, dan dipanaskan hingga mengental. Larutan PDA yang telah mengental dimasukkan ke dalam botol media steril, kemudian ditutup dengan kapas dan *aluminium foil*. Sterilisasi PDA dengan *autoclave* selama 15 menit dengan suhu 121<sup>0</sup>C.

Tahapan selanjutnya dilakukan *plating* media yakni menuangkan media (yang disimpan) ke dalam cawan Petri. *Plating* media dilakukan dengan terlebih dahulu mencairkan media yang padat. Setelah media berbentuk cair, media dalam botol dituangkan ke dalam cawan Petri steril kemudian cawan Petri yang berisi media dibungkus dengan plastik *wrap* pada bagian tepinya. Kegiatan *plating* media dilakukan di dalam LAFC.

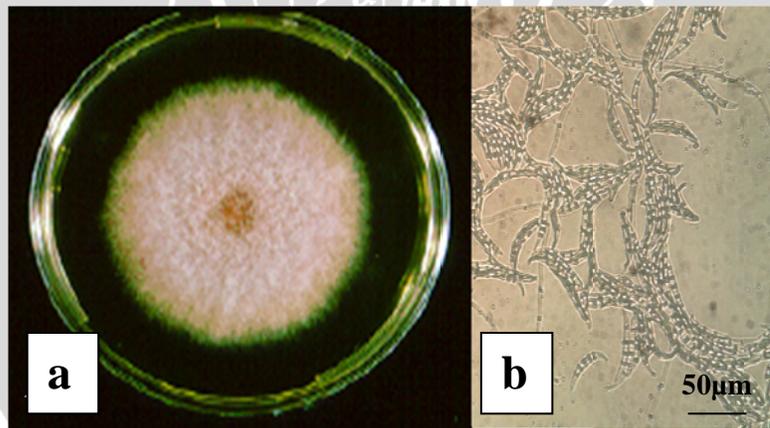
**Isolasi jamur patogen.** Tanaman tomat bergejala diisolasi di Dusun Jetis, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Isolasi dilakukan pada tanaman tomat dengan gejala kerusakan yang ditemukan di lokasi yang telah ditentukan.

Batang tanaman tomat yang bergejala terlebih dulu dicuci di bawah air yang mengalir. Kemudian dipotong dengan ukuran  $\pm 1$  cm dengan pola  $\frac{1}{2}$  bagian sehat dan  $\frac{1}{2}$  sisanya bagian bergejala. Selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan merendam bagian tanaman tersebut ke dalam alkohol 96% selama 1 menit dilanjutkan dengan merendam bagian tanaman ke dalam aquades steril 2 kali masing-masing selama 1 menit, kemudian dikeringanginkan di atas tisu steril. Bagian tanaman yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam cawan Petri yang telah berisi media PDA dan

dibungkus menggunakan plastik *wrap*, kemudian disimpan pada tempat yang bersuhu ruang hingga tumbuh hifa jamur.

Tahap selanjutnya dilakukan purifikasi atau pemurnian. Jamur yang telah berumur 7 hari pada media PDA selanjutnya diisolasi kembali dan ditumbuhkan pada media PDA yang baru. Tujuan dari pemurnian ini adalah untuk memisahkan setiap jenis spesies jamur sehingga memudahkan dalam proses identifikasi.

**Identifikasi jamur patogen.** Identifikasi dilakukan untuk mengetahui jenis jamur penyebab penyakit. Jamur yang telah murni pada media PDA kemudian diidentifikasi dengan mengambil sedikit jamur pada biakan murni menggunakan jarum ose kemudian diletakkan pada preparat dan diberi sedikit aquades, selanjutnya ditutup menggunakan *cover glass*. Langkah selanjutnya yaitu pengamatan isolat jamur menggunakan mikroskop.



Gambar 3.1. Hasil pengamatan jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici*.

Ket.: a. Jamur pada media PDA (7 hsi);

b. Kenampakan mikroskopis makrokonidia jamur (perbesaran 100 kali)

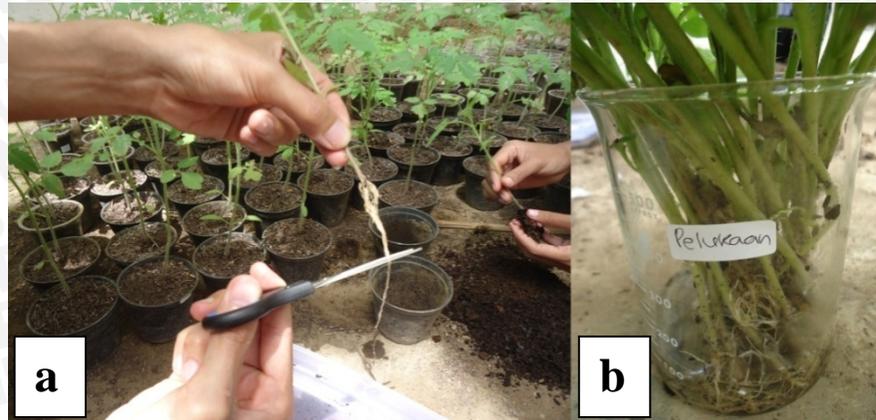
Jamur yang telah murni pada media PDA dilihat berdasarkan ciri morfologi jamur, yang selanjutnya disesuaikan menggunakan buku identifikasi jamur yakni

*Illustrated Genera of Imperfect Fungi* yang disusun oleh H.L. Barnett dan B.B. Hunter (1972).

**Inokulasi spora pada akar tanaman tomat.** Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yakni metode inokulasi dengan pelukaan akar dan tanpa pelukaan akar tanaman tomat (Tabel 1). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali dan masing-masing ulangan terdiri dari 10 tanaman, perlakuan kontrol dilakukan tanpa inokulasi jamur (20 tanaman). Inokulasi spora *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dilakukan pada tanaman tomat berumur 20 hari setelah tanam (hst).

Tabel 3.1. Metode inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* pada tanaman tomat.

Pelukaan akar	Tanpa pelukaan akar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanaman tomat digunting pada bagian akar (disisakan 3-4 cm dari pangkal batang).</li> <li>• Akar tanaman tomat direndam dalam suspensi spora <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> dengan kerapatan spora <math>4,13 \times 10^3</math> konidia/ml selama 60 menit.</li> <li>• Tanaman tomat ditanaman kembali dalam pot plastik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akar tanaman tomat direndam dalam suspensi spora <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> dengan kerapatan spora <math>4,13 \times 10^3</math> konidia/ml selama 60 menit.</li> <li>• Tanaman tomat ditanaman kembali dalam pot plastik</li> </ul>



Gambar 3.2. Inokulasi spora *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dengan metode pelukaan akar.  
Ket. : a. Pengguntingan akar tanaman; b. Perendaman akar pada suspensi spora.

#### Pengamatan kejadian penyakit, masa inkubasi dan laju infeksi penyakit

**layu *Fusarium*.** Kejadian penyakit dihitung berdasarkan persentase tanaman layu pada waktu pengamatan, yakni pada hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9, hari ke-12, dan hari ke 15 setelah inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* pada tanaman tomat.

Rumus yang digunakan dalam menghitung kejadian penyakit adalah:

$$P = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kejadian penyakit

a = jumlah tanaman yang terserang

N = jumlah total tanaman

Masa inkubasi penyakit dihitung dengan mencatat hari pada saat munculnya gejala pada tanaman setelah diinokulasi jamur. Sedangkan laju infeksi diukur menggunakan rumus Van der Plank (1963) dengan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} (\logit x_2 - \logit x_1)$$

Keterangan:

$r$  = Laju infeksi (unit/hari)

$t_1$  = Waktu pengamatan kejadian penyakit pada saat muncul gejala pertama

$t_2$  = Waktu pengamatan kejadian penyakit pada saat muncul gejala kedua

$x_1$  = Kejadian penyakit pada waktu  $t_1$

$x_2$  = Kejadian penyakit pada waktu  $t_2$

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis statistik menggunakan uji

Parsial (*t-test*).



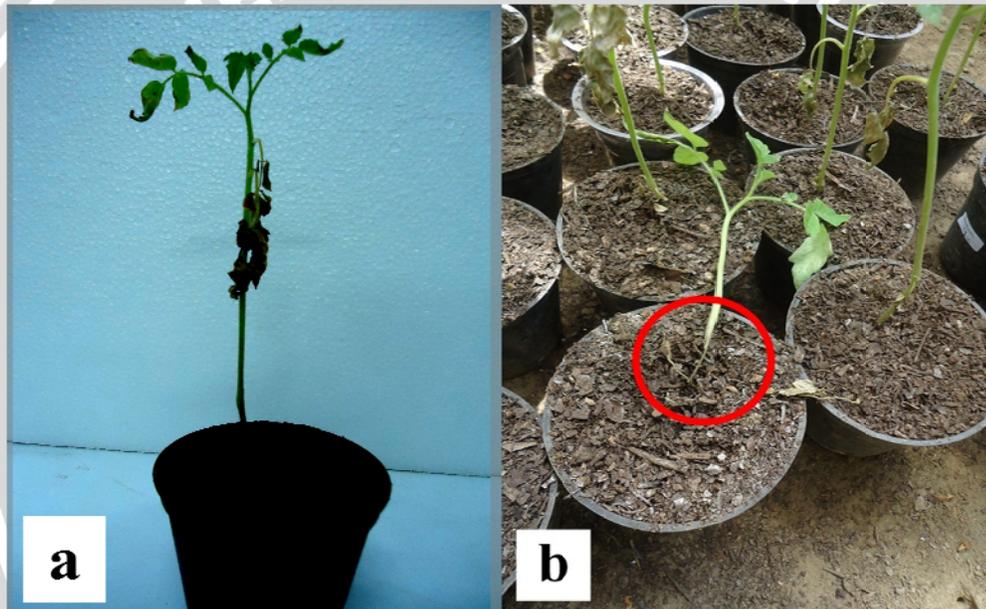
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Gejala penyakit layu *Fusarium*

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* yang menginfeksi akar tomat menghasilkan perkembangan gejala penyakit layu *Fusarium*. Gejala penyakit layu *Fusarium* pertama terlihat mulai hari ke dua setelah inokulasi saat tanaman berumur 22 hst. Gejala penyakit layu *Fusarium* diawali dengan menguningnya daun bagian bawah tanaman sehingga menyebabkan jaringan daun mati (gejala nekrosis) dan kemudian kering. Gejala lebih lanjut diikuti layunya tanaman, pada serangan tingkat lanjut tanaman akan rebah dan mati (Gambar 4.1). Penelitian Egel dan Martyn (2007) menyebutkan layu umumnya dimulai dengan daun yang lebih tua dan berkembang ke dedaunan muda. Hal ini didukung Semangun (2007) yang menyebutkan bahwa, gejala awal dari penyakit layu *Fusarium* adalah pucatnya tulang-tulang daun, terutama daun-daun bagian bawah, kemudian diikuti merunduknya tangkai, dan akhirnya tanaman menjadi layu secara keseluruhan. Djaenuddin (2011) juga menyatakan, patogen menyerang jaringan empulur batang melalui akar yang luka atau terinfeksi, sehingga menyebabkan daun-daunnya menguning.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis, makrokonidia *F. oxysporum f.sp. lycopersici* berbentuk panjang dengan ujung runcing (fusi) agak melengkung menyerupai bulan sabit, ramping dan terdiri dari 3-5 septa (Gambar 4.3).

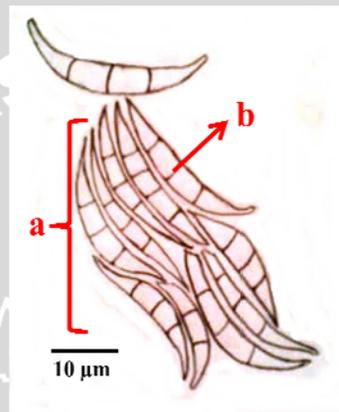
Makrokonidia seringkali berpasangan atau dalam kelompok. Miselium jamur bersekat dan tidak berwarna. Rata-rata konidia berukuran 31,84  $\mu\text{m}$ , dengan lebar hifa 5,08  $\mu\text{m}$ , dan tebal dinding sel yakni 1,13  $\mu\text{m}$ . Menurut Semangun (2007), jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* membentuk miselium bersekat yang mula-mula tidak berwarna kemudian semakin tua akan semakin berwarna krem. Makrokonidium berbentuk sabit, bertangkai kecil, kebanyakan bersel empat, hialin, berukuran 22-36 x 4-5  $\mu\text{m}$  (Djaenuddin, 2011).



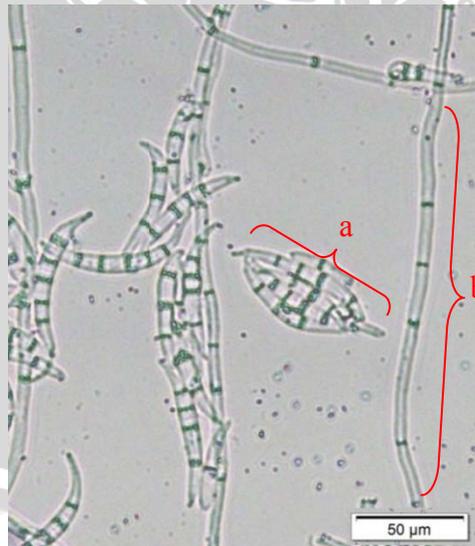
Gambar 4.1. Gejala penyakit layu *Fusarium* pada tanaman Tomat yang berumur 22 hst.  
Ket. : a. Daun bagian bawah kering; b. Tanaman rebah.

Indikasi awal gejala layu *Fusarium* pada tanaman muda adalah tanaman terkulai, yang diikuti dengan hilangnya warna hijau di bagian pelepah daun. Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dengan cepat menimbulkan gejala pada tanaman, namun tanaman masih mampu untuk bertahan hidup. Hal ini diperkirakan karena pada saat pengamatan faktor lingkungan mendukung perkembangan jamur dengan suhu minimum 22<sup>0</sup>C dan suhu maksimum 28,5<sup>0</sup>C dan kelembaban udara 60%. Hal ini

didukung oleh Djaenuddin (2011) yang menyatakan bahwa, suhu optimum pertumbuhan jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* yakni 20-30<sup>0</sup>C. Di Primo *et al.* (2001) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pada suhu tinggi, gejala yang ditimbulkan *F. oxysporum f.sp. lycopersici* terkadang tidak tampak namun merusak di dalam jaringan.



Gambar 4.2. Gambar pengamatan mikroskopis jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (Perbesaran 400 kali)  
Ket. : a. Makrokonidia; b. Septa.

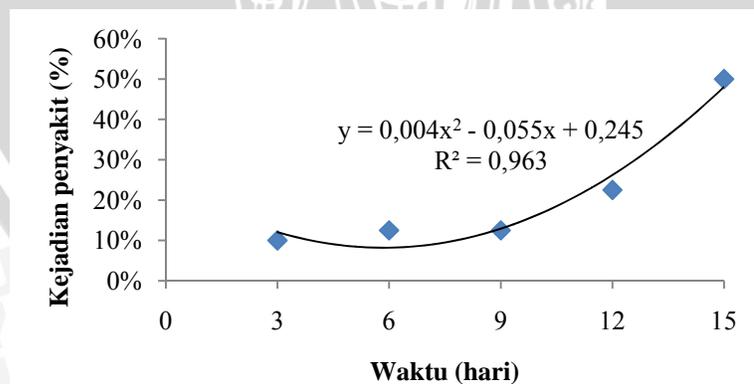


Gambar 4.3. Foto mikroskopis jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* (Perbesaran 400 kali)  
Ket. : a. Konidia; b. Hifa.

#### 4.2. Kejadian penyakit layu *Fusarium*

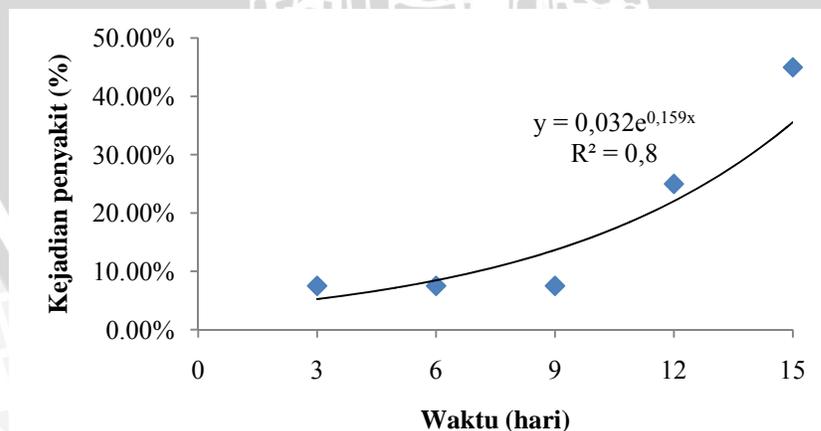
Jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* berada dalam pembuluh tanaman. Pada tanaman yang masih sangat muda, penyakit dapat menyebabkan matinya tanaman tomat secara mendadak, karena pada pangkal batang terjadi kerusakan atau kanker yang menggelang. Hasil uji Parsial (Tabel 1.3 Lampiran 1) yang dilakukan terhadap kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat, didapatkan nilai T hitung lebih kecil dari T tabel dengan taraf signifikansi 0,05. Hal ini sekaligus menjelaskan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan.

Pada penelitian ini, juga dilakukan perhitungan koefisien determinasi untuk mengetahui keeratan hubungan antara waktu dan kejadian penyakit. Hasil pengamatan menunjukkan, pada perlakuan inokulasi dengan pelukaan akar, didapat hasil  $R^2$  sebesar 0,96 (Gambar 4.4). Hal ini menunjukkan bahwa variabel waktu memiliki hubungan yang erat terhadap kejadian penyakit sebesar 96%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain diluar model. Semakin lama waktu (pengamatan) nilai kejadian penyakit semakin tinggi.



Gambar 4.4. Grafik kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat (Pelukaan).

Sedangkan pada perlakuan dengan metode tanpa pelukaan akar, didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,8 (Gambar 4.5). Dalam hal ini variabel waktu menjelaskan variasi variabel kejadian penyakit sebesar 80%. Nirwanto (2007) menjelaskan bahwa proses terjadinya epidemi penyakit pada populasi inang memerlukan jangka waktu tertentu. Oleh karena itu dalam jangka waktu tersebut terjadi interaksi antara patogen dan tanaman inang. Interaksi selama itu dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat mendukung maupun menghambat proses terjadinya epidemi, diantaranya disebabkan oleh faktor ketahanan tanaman inang, virulensi patogen, dan lingkungan baik makro maupun mikro. Hal ini sesuai dengan pendapat Goodman *et al.* (1986) yang menyatakan bahwa patogen mengalami tahapan-tahapan dalam menyebabkan gejala pada tanaman, yakni perpindahan patogen ke jaringan tanaman, pengenalan, dan kontak patogen dengan inang, penetrasi, dan kolonisasi patogen dalam jaringan tanaman. Hal ini menyebabkan waktu mampu menjelaskan variasi variabel kejadian penyakit.



Gambar 4.5. Grafik kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat (Tanpa Pelukaan).

Dalam penelitiannya, Steinkellner *et al.* (2005) mengungkapkan jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dapat menginfeksi tanaman melalui luka maupun lubang alami yang tercipta pada akar yang baru terbentuk. Djaenuddin (2011) menambahkan bahwa luka pada akar tanaman dapat segera menimbulkan infeksi. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan yang menunjukkan kejadian penyakit pada tanaman yang diinokulasi dengan metode pelukaan akar mengalami kenaikan persentase kejadian penyakit yang dimulai dari awal pengamatan. Sedangkan pada tanaman yang diinokulasi dengan metode tanpa pelukaan akar, pada waktu awal pengamatan menunjukkan persentase kejadian penyakit yang konstan hingga 9 hsi, diperkirakan hal ini karena jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* lebih sulit menginfeksi akar yang sehat.

#### **4.3. Masa inkubasi penyakit layu *Fusarium***

Hasil uji Parsial (Tabel 1.4 Lampiran 1) menunjukkan bahwa inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* pada tanaman tomat dengan metode yang berbeda tidak berpengaruh signifikan terhadap masa inkubasi. Gejala penyakit layu *Fusarium* muncul sekitar 2-15 hsi pada tanaman yang diinokulasi jamur dengan metode pelukaan akar. Sedangkan, pada tanaman yang diinokulasi tanpa melalui pelukaan akar gejala mulai muncul pada 3-15 hsi. Menurut Djaenuddin (2011) pada tanaman muda (yang digunakan sebagai bibit), sebagian besar tanaman akan mudah terinfeksi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici*. Penelitian Zhang *et al.* (2008) juga

menunjukkan bahwa jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dapat menyebabkan kematian pada periode waktu beberapa hari atau beberapa minggu.

#### 4.4. Laju infeksi penyakit layu *Fusarium*

Nirwanto (2007) menjelaskan laju infeksi penyakit pada tanaman inang merupakan jumlah pertambahan infeksi per satuan waktu. Menurut Van der Plank (1963) dalam (Sudarma 1989) nilai laju infeksi diartikan apakah patogen agresif, varietas rentan atau tahan dan apakah lingkungan mendukung untuk perkembangan penyakit.

Hasil analisis Parsial (Tabel 1.5 Lampiran 1) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada tanaman tomat yang diinokulasi dengan metode pelukaan akar maupun tanpa pelukaan akar. Nilai rata-rata laju infeksi pada tanaman tomat yang diinokulasi dengan metode pelukaan akar lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi dengan metode pelukaan akar, dengan nilai sebesar 0,304 unit/hari. Rata-rata nilai laju infeksi pada tanaman tomat yang diinokulasi dengan metode tanpa pelukaan akar adalah sebesar 0,294 unit/hari.

Tabel 4.1. Laju infeksi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* pada tanaman tomat.

Perlakuan	Laju Infeksi (Unit/hari)					Rata-rata
	3	6	9	12	15	
Pelukaan	0,82	0,09	0	0,22	0,39	0,304
Tanpa Pelukaan	0,72	0	0	0,46	0,29	0,294

Hasil pengamatan sesuai dengan pernyataan Zadoks dan Schein (1979) bahwa semakin tinggi laju infeksi, maka semakin pendek periode perkembangan penyakit yang artinya semakin cepat terjadi epidemi penyakit. Hal ini dikarenakan pada awal

pengamatan setelah inokulasi jamur, laju infeksi tanaman menunjukkan nilai yang konstan. Semangun (2007) juga menyatakan bahwa jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* mengadakan infeksi pada akar terutama melalui luka-luka, lalu menetap dan berkembang di berkas pembuluh. Jamur dapat memanfaatkan bermacam-macam luka untuk jalan infeksi, misalnya luka yang terjadi karena pemindahan bibit, pembumbunan, atau luka karena serangan serangga maupun nematoda. Nirwanto (2007) menyebutkan laju infeksi dapat cepat dengan semakin rentan tanaman inang terinfeksi penyakit yang ditunjukkan dengan tingkat serangan (disease severity) atau besar terjadinya penyakit (disease incidence). Disamping itu semakin virulen patogen pada suatu jenis inang, semakin besar laju infeksi. Laju infeksi dapat pula dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi laju infeksi pada penelitian ini diperkirakan adalah suhu. Pada saat pengamatan berlangsung suhu minimum 22<sup>0</sup>C dan suhu maksimum 28,5<sup>0</sup>C, hal ini menjadi faktor pendukung patogen untuk menginfeksi tanaman serta mempengaruhi laju infeksi.

#### **4.5. Pembahasan umum**

Berdasarkan hasil pengamatan, perbedaan metode inokulasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada parameter kejadian penyakit, masa inkubasi, serta laju infeksi penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat. Hasil pengamatan kejadian penyakit menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan metode pelukaan memiliki persentase kejadian penyakit yang lebih tinggi. Hal ini berkaitan erat dengan metode inokulasi yang dilakukan yakni dengan pelukaan akar tanaman.

Tanaman yang dilukai pada bagian akar, memudahkan jamur dalam melakukan infeksi, karena secara langsung menyediakan jalur untuk masuknya jamur ke dalam jaringan tanaman. Jamur yang berhasil masuk ke dalam jaringan tanaman kemudian merusak sistem pengangkutan air dan nutrisi dari akar menuju organ tanaman yang lain, sehingga terjadi kerusakan pada tanaman bagian atas dan menyebabkan tanaman layu. Selain itu, diperkirakan dengan adanya luka pada akar tanaman, menyebabkan tidak hanya jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* yang menginfeksi akar tanaman, melainkan mikroorganisme lain baik berupa bakteri maupun nematoda yang jika berdaya serang tinggi akan mampu menyebabkan gejala pada tanaman tomat.

Akar merupakan tempat diproduksinya beberapa hormon penting tanaman, seperti hormon auksin, rizhokalin, dan sitokinin. Kerusakan atau luka pada akar tanaman tomat menyebabkan proses pembentukan hormon pada akar akan terganggu. hal ini dapat mengakibatkan hormon tidak bisa berfungsi maksimum dalam menjalankan perannya. Selain menghasilkan beberapa hormon penting tanaman, akar merupakan tempat diproduksinya metabolit sekunder tanaman. Fungsi metabolit sekunder adalah untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, misalnya untuk mengatasi hama dan penyakit, menarik polinator, dan sebagai molekul sinyal. Metabolit sekunder digunakan organisme untuk berinteraksi dengan lingkungannya. Tan & Zhou (2001) dalam Radji (2005) menyatakan bahwa setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit. Kondisi tanaman yang tidak sehat

akibat tidak bekerjanya hormon tanaman secara optimum akan memudahkan infeksi dan parasitasi jamur di dalam tubuh tanaman. Selain itu, pembentukan metabolit sekunder pada tanaman yang terganggu akan menurunkan kemampuan tanaman untuk berinteraksi dan bertahan dari cekaman lingkungannya. Hal ini sesuai dengan prinsip segitiga penyakit bahwa kondisi tanaman yang menguntungkan patogen akan memudahkan patogen untuk menimbulkan gejala penyakit.

Menurut Gaumann dan Jaag dalam Semangun (2000), penyebab kelayuan pada penyakit layu *Fusarium* adalah dibentuknya polipeptida yang disebut *likomarasmin* oleh jamur, toksin yang dapat mengganggu permeabilitas membran. Likomarasmin diangkut dalam badan tumbuhan dengan cepat dan bersifat toksin. Ini mengubah permeabilitas sel terhadap air dan salah satu pengaruhnya yaitu transpirasi tumbuhan yang cepat. Laju transpirasi yang cepat dan tidak mampu diimbangi oleh laju transportasi, maka akan terjadi kelayuan baik secara sementara maupun secara permanen. Purwati (2007) menambahkan, jamur ini juga menghasilkan *asam fusarat*. Asam fusarat dapat menghambat pertumbuhan kalus dan tunas. Hal ini diduga karena terganggunya permeabilitas membran sel, terhambatnya oksidasi sitokrom dan respirasi pada mitokondria sehingga menghambat sintesis ATP, serta penurunan aktivitas fenol.

Laju infeksi pada tanaman tomat yang diinokulasi dengan metode pelukaan akar lebih cepat daripada tanaman yang diinokulasi tanpa pelukaan akar. Hal ini diperkirakan, pada akar tanaman yang luka, jamur memiliki akses yang lebih mudah dalam berpenetrasi sehingga sedikit demi sedikit menginfeksi akar tanaman. Setelah jamur mampu menembus jaringan akar, maka jamur dengan cepat

menginfeksi tanaman. Dikarenakan masih banyak tersedianya jaringan sehat pada tanaman, maka jamur melakukan infeksi dengan cepat pada tanaman. Sebaliknya, tanaman dengan akar yang tidak dilukai memungkinkan jamur lebih susah menembus jaringan akar, sehingga diperlukan waktu beberapa hari untuk bisa berpenetrasi pada akar tanaman hingga menimbulkan gejala.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Perbedaan metode inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kejadian penyakit, masa inkubasi, dan laju infeksi penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat.
2. Metode inokulasi pelukaan akar menunjukkan tingkat kejadian penyakit layu *Fusarium* paling tinggi pada tanaman tomat.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan uji lebih lanjut tentang berbagai metode inokulasi jamur *F. oxysporum f.sp. lycopersici* dengan skala lapang serta faktor lingkungan yang mempengaruhi inokulasi, sebagai pedoman dalam usaha menekan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat sehingga mampu mempengaruhi produksi tanaman tomat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 2000. Ilmu penyakit tumbuhan. UB Press. Malang. 248h.
- Adiyoga, W., R. Suherman, T. A. Soetiarso, B. Jaya, B. K. Udiarto, R. Rosliani, dan D. Mussadad. 2004. Laporan akhir profil komoditas Tomat. Proyek/Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu penyakit tumbuhan . Busnia M., Penerjemah; Martoredjo T., editor. Yogyakarta: Gajah Mada Univ. Press. Terjemahan dari: Plant Pathology. Ed. 3. 803p.
- Agrios, G.N. 1997. Plant pathology. Academic Press. London. 4<sup>th</sup> Ed. 822p.
- Agromedia, 2007. Panduan lengkap budidaya Tomat. Agromedia Pustaka. Jakarta. 28h.
- Alabouvette, C., F. Rouxel, J. Louvet. 1979. Characterization of *Fusarium* wilt suppressive soils and prospects for their utilization in biological control. In *Soil- Borne Plant Pathogens*, ed. B. Schippers, W Gams, pp. 165–82. New York: Academic. 686 pp.
- Anonim. 2013. Produksi Tomat Indonesia tahun 2012. Diunduh dari <http://bps.go.id> pada tanggal 15 Maret 2013.
- Anonim. 2014. Pemotongan akar. Diunduh dari <http://csuchico.edu> pada tanggal 17 April 2014.
- Babadoost, M. 1988. *Fusarium* wilt of Watermelon and Muskmelon. Report on Plant Disease no. 904 October 1988. Departement of Crop Sciences University of Illinois. Urbana.
- Bacon, C.W. dan D.M. Hinton. 1996. Symptomless endophytic colonization of Maize by *Fusarium moniliforme*. *J. of Botany* 74: 1195-1202.
- Barnett, H.L., B.B. Hunter. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th Ed. Minnesota: APS Press.

- Beckman, C.H. 1987. The nature of wilt diseases of plants. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Beckman, C.H., E.M. Roberts. 1995. On the nature and genetic basis for resistance and tolerance to wilt diseases of plants. *Adv. Bot. Res.* 21:35–77
- Bishop, C.D., dan R.M. Cooper. 1983. An ultrastructural study of vascular colonization in three vascular wilt diseases. I. Colonization of susceptible cultivars. *Physiol. Plant Pathol.* 23:323-343.
- Cahyono, B. 1998. Tomat. Budidaya dan analisis usahatani. Kanisius. Yogyakarta.
- Chambers, H.L., dan M.E. Corden. 1963. Semeiography of *Fusarium* wilt of Tomato. *Phytopathology* 53:1006-1010.
- Chapela, I.H., dan L. Boddy. 1988. Fungal colonization of attached beech branches. II. Spatial and temporal organization of communities arising from latent invaders in bark and functional sapwood, under different moisture regimes. *New Phytol.* 110: 47–57.
- De Cal, A., R. Garcia-Lepe, P. Melgarejo. 1999. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: Histological studies of infected and induced Tomato stems. Departement of Plant Protection, INIA, Carretera de La Coruna Km 7, 28040 Madrid, Spain.
- Di Primo P., G. Cartia, T. Katan. 2001. Vegetative compatibility and heterokaryon stability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* from Italy. *Plant Pathol.* 50 (3): 371–382.
- Djaenuddin, N. 2011. Bioekologi penyakit layu *Fusarium Fusarium oxysporum*. Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Domsch, K.H., W. Gams, dan T.H. Danerson. 1993. Compendium of soil fungi. vol. 1. IHW-Verlag, Eching.
- Duniway, J.M. 1971. Water relations of *Fusarium* wilt in Tomato. *Physiol. Plant Pathol.* 1:537-546.

- Egel, D.S., dan R.D. Martyn. 2007. *Fusarium* wilt of Watermelon and other Cucurbits. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2007-0122-01. Updated 2013.
- Gao, H., C.H. Beckman, W.C. Mueller. 1995. The rate of vascular colonization as a measure of the genotypic interaction between various cultivars of Tomato and various formae speciales of *Fusarium oxysporum*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 46:29–43
- Gonsalves, A.K. dan S.A. Ferreira. 1993. *Fusarium* primer. (Online). <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/corp/Type/f-oxys.htm>. Diakses tanggal 15 April 2014.
- Goodman, R.N., Z. Kiraly, K.R. Wood. 1986. The biochemistry and physiology of plant disease. Missouri: University of Missouri Press. *FAO Buletin* 38: 49-90.
- Gordon, T.R. dan R.D. Martyn. 1997. The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*. *Annual Review of Phytopathology*. Vol. 35: 111-128 (Volume publication date September 1997) DOI: 10.1146/annurev.phyto.35.1.111
- Gordon, T.R., D. Okamoto, D.J. Jacobson. 1989. Colonization of Muskmelon and Nonhost crops by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* and other species of *Fusarium*. *Phytopathology* 79:1095–100
- Hancock, J.G. 1985. Fungal infection of feeder rootlets of Alfalfa. *Phytopathology* 75:1112–20
- Hanudin, W., E. Nuryani, S. Yusuf, I. Djatnika, M. Soedarjo. 2011. Perbandingan teknik inokulasi *Puccinia horiana* dan seleksi bakteri antagonis untuk mengendalikan penyakit Karat Putih pada Krisan. *Jurnal Hortikultura*. 20(2): 173-184, 2011.
- Joffe, A.Z. dan J. Palti. 1977. Species of *Fusarium* found in uncultivated desert-type soils in Israel. *Phytoparasitica*. 1977;5:119–122.
- Klement, Z., K. Rudolph, D.C. Sdans. 1990. Inoculation of plant tissues. In. Z. Klement, K. Rudolph, dan D.C. Sdans (Eds). *Methods in Phytobacteriology*. Academiai kiado: Budapest.

- Kommedahl, T., H.K. Abbas, P.M. Barnes, C.J. Mirocha. 1988. Prevalance and toxigenicity of *Fusarium* species form soils of Norway near the Arctic circle. *Mycologia*. 1988;80:790–794.
- Latiffah, Z., M.M. Zariman, S. Baharuddin. 2007. Diversity of *Fusarium* species in cultivated soils in Penang. *Malaysian Journal of Microbiology*. 2007;3 (1):27–30.
- McMullen, M.P., dan R.W. Stack. 1983. *Fusarium* species associated with grassland soils. *Canadian Journal of Botany*. 1983;61:2530–2538.
- Meldrum, R. 2009. *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. Pathogen of the month: May 2009.
- Mijatović, M., A. Obradović, M. Ivanović. 2007. Zaštita povrća. AgroMivas, Smederevska Palanka.
- Miller, J.D., J. Culley, K. Fraser, S. Hubbard, F. Meloche, T. Ouellet, W.L Seaman, K. Turkington, H. Voldeng. 1998. Effect of tillage practice on *Fusarium* head blight of Wheat. *Can J. Plant Pathol*. 20:95-103.
- Munkvold, G. P., and W. M. Carlton . (1997). Influence of inoculation method on systemic *Fusarium moniliforme* infection of Maize plants grown from infected seeds. *Plant Disease* 81 ( 2):211-216.
- Murhartini, S. dan B. Kurniasih. 2000. Growth yield of *Curcuma xanthoriza* on several light intensity and fertilizer rates. *Ilmu Pertanian* 7:17-21.
- Mulyani, S. 2006. Anatomi tumbuhan. Kanisius. Yogyakarta.
- Neliyati. 2006. Pertumbuhan dan hasil tanaman Tomat pada beberapa dosis kompos sampah kota. *Jurnal Agronomi*. 10(2): 93-97.
- Nirwanto, H. 2007. Pengantar epidemi dan manajemen penyakit tanaman. UPN Veteran Jawa Timur. Surabaya.
- Nurita, N., Fauziati, E. Maftu'ah, R.S. Simatupang. 2004. Pengaruh olah tanah konservasi terhadap hasil varietas Tomat di lahan Lebak. Badanlitbang Pertanian. Puslitbangtanak. Balittra. Banjarbaru.
- Pitojo, S. 2005. Penangkaran benih Tomat. Kanisius. Yogyakarta.

- Purnomo, B. 2007. Epidemiologi penyakit tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
- Purwati, E., dan Khairunisa, 2007. Budidaya Tomat dataran rendah. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Radji, M. 2005. Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. II, No.3, Desember 2005, 113 – 126.
- Rai, J.N., J.P. Tewari, K.G. Mukerji. 1966. Mycoflora of mangrove Mud. *mycopathologia et mycologia applicata*. 1966;38:17–31.
- Rayner, A.D.M. 1996. Antagonism and synergism in the plant surface colonization strategies of fungi. *Aerial Plant Surface Microbiology*, ed. CE Morris, PC Nicot, C Nguyen-the, pp. 139-54. New York: Plenum. 307 pp.
- Rukmana, R. 1994. Tomat dan Cherry. Kanisius, Jakarta.
- Rustam. 2007. Uji Metode inokulasi dan kerapatan populasi *Blood Disease Bacterium* pada tanaman Pisang. *Jurnal Hortikultura*. 17(4): 387-392, 2007
- Sastrahidayat, I.R. 1992. Ilmu penyakit tumbuhan. Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia. 365 Hal.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Mikologi ilmu jamur. UB Press. Malang. 372h.
- Schneider, R.W. 1984. Effects of nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum* on Celery root infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* and a novel use of the lineweaver-burk double reciprocal plot technique. *Phytopathology* 74:646–53
- Semangun, H. 1994. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia (Ed. 1). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia (Ed. 1). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 799h.
- Semangun, H. 2007. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia (Ed. 2). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Steinkellner, S., R. Mammerler, H. Vierheilig. 2005. Microconidia germination of the Tomato pathogen *Fusarium oxysporum* in the presence of root exudates. *J. Plant Interac.* 1 (1): 23–30.
- Stover, R.H. 1955. Flood fallowing for eradication of *Fusarium oxysporum f. cubense*: III. Effect of oxygen on fungus survival. *Soil Science.* 1955;80:397–412.
- Sudarma, I.M. 1989. Epidemi penyakit Embun palsu (*Plasmopara viticola*) pada tanaman Anggur (*Vitis yin Vera*) di Tangguwisia, Buleleng. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Taylor, G.S. 1965. Studies on fungi in the root region. IV Fungi associated with the roots of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Soil* 22:1–20
- Van der Plank, J.E. 1963. *Plant Disease: Epidemics and control*. Acad. Press, New York. 349 pp.
- Wenner, B.Z.H. 2000. Importance of the Tomato. *AgrisupportOnline*. Melbourne. Australia.
- Wilke, A.L., C.R. Bronson, A. Tomas, G.P Munkvold. 2007. Seed transmission of *Fusarium verticillioides* in Maize plants grown under three different temperature regimes.
- Wiriyanta, B.T.W. 2002. *Bertanam Tomat*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Wong, M.Y. 2003. *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder dan H.N. Hans. PP728 Soilborne Plant Pathogen Class Project, Spring 2003.
- Zadoks, J.C. dan R.D. Schein. 1979. *Epidemiology and plant disease management*. Oxford Univ Press. New York. 427 pp.
- Zhang, S., W. Raza, X. Yang, J. Hu, Q. Huang, Y. Xu, X. Liu, W. Ran, Q. Shen. 2008. Control of *Fusarium* wilt disease of Cucumber plants with the application of a bioorganic fertilizer. *Biol Fertil Soils* 44: 1073–1080.

## Lampiran 1.

Tabel 1.1. Deskripsi varietas tomat

LAMPIRAN KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN  
 NOMOR : 468/Kpts/SR.120/12/2005  
 TANGGAL : 26 Desember 2005

DESKRIPSI TOMAT HIBRIDA VARIETAS  
 LENTANA

Asal	: PT.East West Seed Indonesia
Silsilah	: 23173 (F) x 23173 (M)
Golongan Varietas	: hibrida sidang tunggal
Umur mulai berbunga	: ± 23 hari setelah tanam
Umur mulai panen	: ± 60 setelah tanam
Umur terakhir panen	: + 110 hari setelah tanam
Frekuensi panen	: 4 hari sekali
Tipe tumbuh	: determinate
Tinggi tanaman	: 105 cm
Diameter batang	: 1,5 cm
Tipe daun	: lebar ,tepi daun tidak bergerigi
Permukaan daun	: halus, lembut
Panjang tangkai daun	: ± 9 cm
Kedudukan daun	: datar menurun
Ukuran daun majemuk	: panjang ± 32 cm, lebar ±32cm
Ukuran daun tunggal	: panjang ± 9 cm, lebar ± 6 cm
Warna daun	: hijau
Warna mahkota bunga	: kuning
Jumlah bunga per tandan	: 6 – 8 bunga
Jumlah tandan bunga	: 13 – 15 tandan
Jumlah buah per tandan	: 4 – 8 buah
Bentuk buah	: lonjong hati
Ukuran buah	: tinggi ± 5,8 cm; diameter ± 4,9 cm
Warna buah muda	: hijau keputihan
Warna pundak buah	: hijau keputihan
Warna buah tua	: merah
Tebal daging buah	: ± 6 mm
Jumlah rongga buah	: 2 – 3 rongga
Kekerasan buah	: keras
Tekstur daging buah	: agak renyah
Rasa daging buah	: manis-masam
Berat per buah	: 75 – 80 g
Jumlah buah per tanaman	: ± 55 buah
Berat 1000 biji	: ± 2,4 g
Hasil buah segar per hektar	: ± 61 ton/ha (dengan populasi 18.000 tanaman/ha)
Keterangan	: beradaptasi baik di daratan rendah sampai sedang dengan ketinggian 50-600 m dpl

Tabel 1.2. Perhitungan kerapatan spora *F. oxysporum f.sp. lycopersici*

$$U1 = \frac{4}{1,25 \times 10^{-3}} = \frac{4.000}{1,25 \text{ cm}^3} = 3.200 \text{ konidia/ml}$$

$$U2 = \frac{5}{1,25 \times 10^{-3}} = \frac{5.000}{1,25 \text{ cm}^3} = 4.000 \text{ konidia/ml}$$

$$U3 = \frac{3}{1,25 \times 10^{-3}} = \frac{3.000}{1,25 \text{ cm}^3} = 2.400 \text{ konidia/ml}$$

$$U4 = \frac{3}{1,25 \times 10^{-3}} = \frac{3.000}{1,25 \text{ cm}^3} = 2.400 \text{ konidia/ml}$$

$$U5 = \frac{13}{1,25 \times 10^{-3}} = \frac{13.000}{1,25 \text{ cm}^3} = 10.400 \text{ konidia/ml}$$

$$U6 = \frac{3}{1,25 \times 10^{-3}} = \frac{3.000}{1,25 \text{ cm}^3} = 2.400 \text{ konidia/ml}$$

---


$$= 4.133 \text{ konidia/ml}$$

$$= 4,13 \times 10^3 \text{ konidia/ml}$$



Tabel 1.3. Perhitungan uji Parsial kejadian penyakit

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Pelukaan</i>	<i>Tanpa pelukaan</i>
Mean	21,8	18,5
Variance	272,7	276,875
Observations	5	5
Pearson Correlation	0,98124107	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	2,296433702	
P(T<=t) one-tail	0,041632568	
t Critical one-tail	2,131846782	
P(T<=t) two-tail	0,083265135	
t Critical two-tail	2,776445105	

Tabel 1.4. Perhitungan uji Parsial masa inkubasi

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Tanpa Pelukaan</i>	<i>Pelukaan</i>
Mean	11,8	11,5175
Variance	5,6	1,079558333
Observations	4	4
Pearson Correlation	-0,224231788	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	3	
t Stat	0,202533355	
P(T<=t) one-tail	0,426228669	
t Critical one-tail	2,353363435	
P(T<=t) two-tail	0,852457339	
t Critical two-tail	3,182446305	

Tabel 1.5. Perhitungan uji Parsial laju infeksi

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Pelukaan</i>	<i>Tanpa Pelukaan</i>
Mean	0,284	0,314
Variance	0,08093	0,11878
Observations	5	5
Pearson Correlation	0,914934955	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	0,470823615	
P(T<=t) one-tail	0,331147156	
t Critical one-tail	2,131846782	
P(T<=t) two-tail	0,662294313	
t Critical two-tail	2,776445105	

