

PATOGENISITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN
Verticillium tricorpus Isaac (DEUTEROMYCETES: MONILIALES) PADA
TUNGAU MERAH JERUK *Panonychus citri* (Mc. Gregor)
(ACARI: TETRANYCHIDAE)

Oleh :
FANDI AHMAD SOLEH



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2009

**PATOGENISITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Verticillium tricorpus* Isaac
(DEUTEROMYCETES: MONILIALES) PADA TUNGAU MERAH JERUK
Panonychus citri (Mc. Gregor) (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Oleh :
FANDI AHMAD SOLEH
0410460017-46

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2009**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Verticillium tricorpus* Isaac
(Deuteromycetes: Moniliales) pada Tungau Merah Jeruk
Panonychus citri (Mc. Gregor) (Acari: Tetranychidae)

Nama : Fandi Ahmad S.

NIM : 0410460017-46

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama,

Pendamping,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS
NIP. 131 131 024

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS
NIP. 131 125 349

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS
NIP. 130 936 225

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS

Dr. Ir. Gatot Mudjiono

NIP. 130 936 225

NIP. 130 704 150

Penguji III,

Penguji IV,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS

NIP. 131 131 024

NIP.131 125 349

Tanggal Lulus:

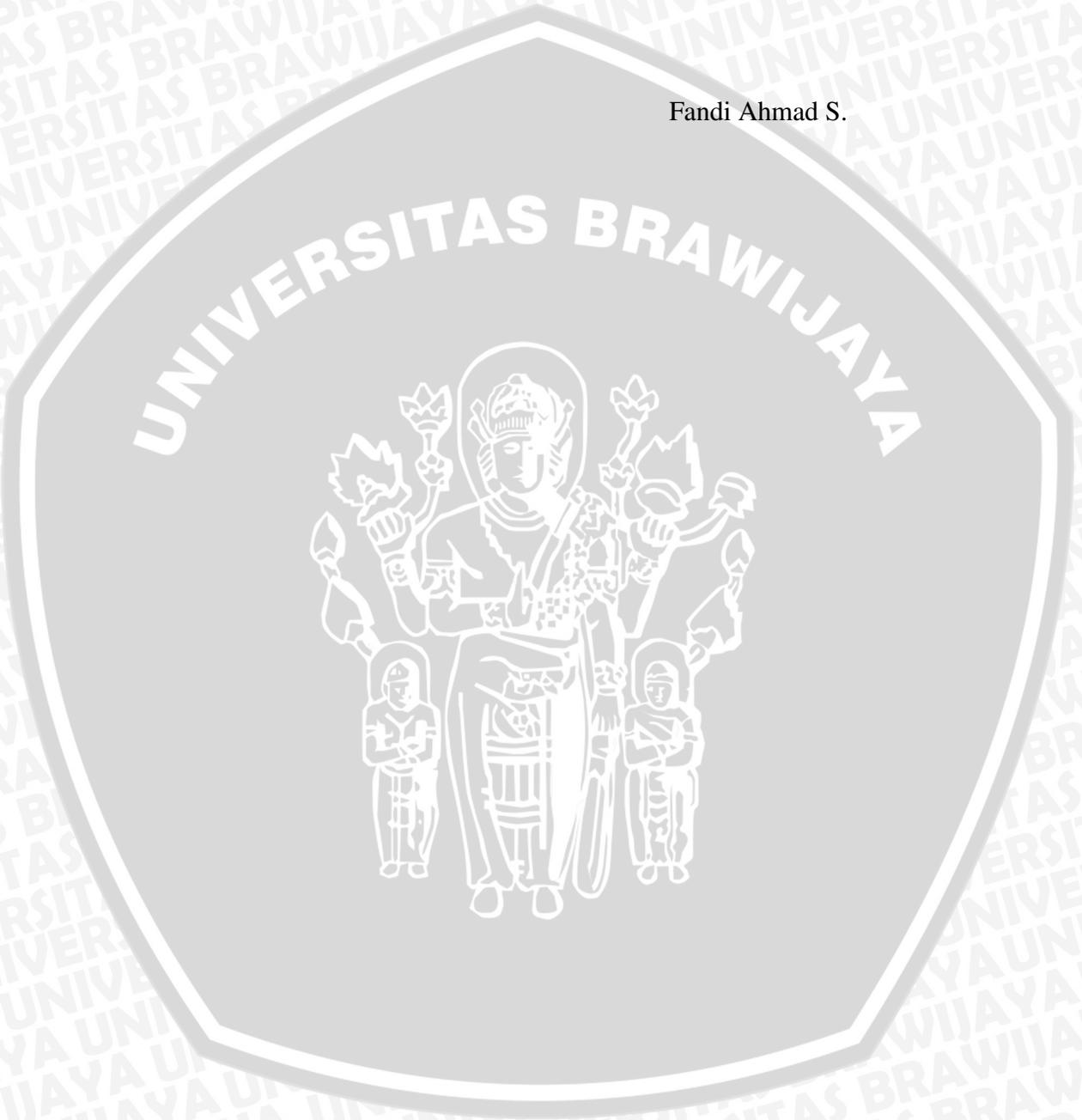
PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing.

Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2009

Fandi Ahmad S.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini kupersembahkan untuk

Ayah, Ibu, kedua kakak dan keponakanku

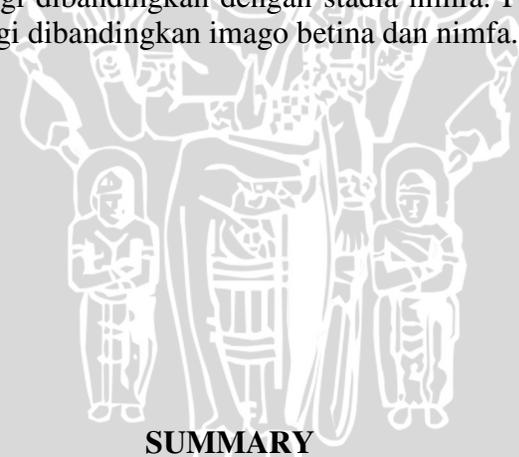
RINGKASAN

FANDI AHMAD S. 0410460017-46. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Verticillium tricorpus* Isaac (Deuteromycetes: Moniliales) pada Tungau Merah Jeruk *Panonychus citri* (Mc. Gregor) (Acari: Tetranychidae). Dibawah bimbingan

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. sebagai pembimbing utama, dan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. sebagai pembimbing pendamping

Tungau merah jeruk *Panonychus citri* (Mc.Gregor) (Acari:Tetranychidae) merupakan hama yang menyebabkan kerusakan pada tanaman jeruk. Jamur *Verticillium tricorpus* Isaac (Deuteromycetes: Moniliales) berpotensi dapat mengendalikan *P. citri*. Untuk menjadi agen pengendali hayati, pemahaman tentang patogenisitas *V. tricorpus* pada *P. citri* perlu dilakukan di laboratorium sebagai bahan pertimbangan untuk dipilih sebagai agen hayati yang unggulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui patogenisitas *V. tricorpus* pada stadia nimfa, imago jantan dan imago betina *P. citri*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikologi dan Virologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan bulan Agustus 2008 sampai Februari 2009. Rancangan percobaan yang digunakan untuk uji patogenisitas ini adalah Rancangan Acak Kelompok yang diulang tiga kali, dengan menggunakan konsentrasi *V. tricorpus* (KVt) yaitu 0 (sebagai kontrol), 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml pada stadia nimfa, imago jantan dan imago betina *P. citri* sehingga didapatkan kombinasi 12 perlakuan.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa perbedaan tingkat konsentrasi konidia jamur *V. tricorpus* dan stadia *P. citri* berpengaruh nyata terhadap mortalitas. Semakin tinggi tingkat konsentrasi konidia *V. tricorpus* (10^7 , 10^8 , dan 10^9 konidia/ml), semakin tinggi pula persentase mortalitas *P. citri*. Persentase mortalitas stadia nimfa *P. citri* adalah 21.33% (KVt 10^7 konidia/ml), 24.00 (KVt 10^8 konidia/ml) dan 29.33% (KVt 10^9 konidia/ml). Persentase mortalitas imago betina *P. citri* adalah 22.67% (KVt 10^7 konidia/ml), 29.33% (KVt 10^8 konidia/ml) dan 33.33% (KVt 10^9 konidia/ml). Selanjutnya persentase mortalitas imago jantan adalah 21.33% (KVt 10^7 konidia/ml), 32.00% (KVt 10^8 konidia/ml), dan 37.33% (KVt 10^9 konidia/ml). Pada KVt 10^9 dan 10^8 konidia/ml persentase mortalitas jantan dan betina *P. citri* lebih tinggi dibandingkan dengan stadia nimfa. Persentase mortalitas imago jantan paling tinggi dibandingkan imago betina dan nimfa.



SUMMARY

FANDI AHMAD S. 0410460017-46. The Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi *Verticillium tricorpus* Isaac (Deuteromycetes: Moniliales) To The Red Citrus Mite *Panonychus citri* (Mc. Gregor) (Acari: Tetranychidae). Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. and Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.

Red Citrus Mite (CRM), *Panonychus citri* (Mc.Gregor) (Acari: Tetranychidae) are pest cause damaged on citrus plants. The entomopathogenic fungus *Verticillium tricorpus* Isaac (Acari: Tetranychidae) have potentially for the control of *P. citri*. To become biologically agent, the knowledge about pathogenicity of *V. tricorpus* to the *P. citri* have been studied at laboratorium as consideration chosen to become prime biologically agent. The objective of this research was to study the pathogenicity of *V. tricorpus* on nymphs stage, male and female adult of *P. citri*. This research was done at Mycology and Virology laboratory of Pest and Disease Department, Agriculture faculty, University of Brawijaya Malang. It has been done at August 2008 until February 2009. The experimental design which was used for this pathogenicity test was Group Randomized Design which has repeated 3 times, by

using several concentration of *V. tricorpus* (CVt), they were 0 (as control), 10^7 , 10^8 ,

and 10^9 conidia/ml, on nymphs stage, male and female adult of *P. citri* thus it

consisted of 12 treatments.

From this research showed that the different levels of conidia *V. tricorpus* concentration and stage of *P. citri* significantly influenced the mortality. The higher

concentration of *V. tricorpus* conidia (10^7 , 10^8 , and 10^9 conidia/ml) then the higher

percentage of mortality of *P. citri*. The percentage of mortality of nymphs stage was 21.33% (CVt 10^7 conidia/ml), 24.00 (CVt 10^8 conidia/ml) and 29.33% (CVt 10^9 conidia/ml). The percentage of mortality of female adult *P. citri* stage was 22.67% (CVt 10^7 conidia/ml), 29.33% (CVt 10^8 conidia/ml) and 33.33% (CVt 10^9 conidia/ml). Then the percentage of mortality of male adult *P. citri* stage was 21.33% (CVt 10^7 conidia/ml), 32.00% (CVt 10^8 conidia/ml), and 37.33% (CVt 10^9 conidia/ml). On CVt 10^9 and 10^8 conidia/ml the percentage of the mortality of male and female adult of *P. citri* was higher than nymphs stage. The percentage of the mortality of male adult was highest than female adult and nymphs stage.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Verticillium tricorpus* Isaac

(Deuteromycetes: Moniliales) pada Tungau Merah Jeruk *Panonychus citri* (Mc. Gregor) (Acari: Tetranychidae)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. dan Dr. Ir. Gatot Mudjiono selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, MS. selaku dosen pembimbing akademik atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan, serta kepada karyawan Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orangtua dan kedua kakak serta keluarga besar atas cinta, kasih sayang, dukungan, semangat, dan doanya yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan - rekan HPT khususnya angkatan 2004 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2009

Penulis

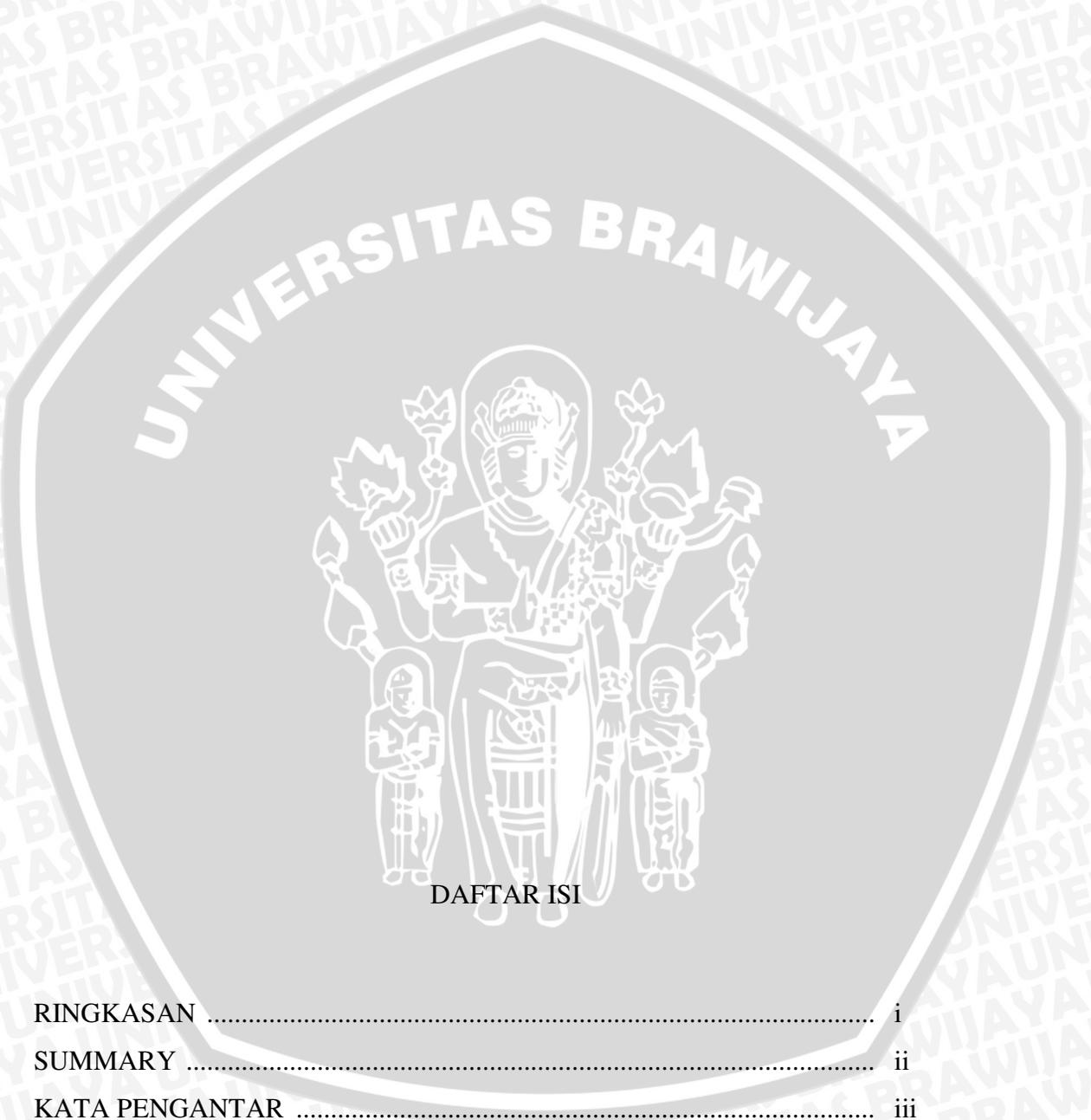
RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya, pada tanggal 24 April 1986 sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara dari ayah Chairul Huda dan ibu Sumarlik.

Pendidikan sekolah dasar penulis tempuh di SDN 2 Pongangan Indah Gresik pada tahun 1992 sampai tahun 1998. Penulis melanjutkan ke SMP Negeri 03 Gresik

pada tahun 1998. Tahun 2001 sampai tahun 2004 penulis menyelesaikan studi di SMU Negeri I Manyar Gresik. Pada tahun 2004 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata 1 Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, melalui jalur SPMB.

Selain kegiatan akademis penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) sebagai Anggota Seksi Administrasi dan Kesekretariatan periode tahun 2005 – 2006.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii



RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	3
Tujuan	3
Hipotesis	4
Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Bioekologi <i>V. tricorpus</i>	5
Klasifikasi dan Morfologi <i>V. tricorpus</i>	5
Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan <i>V. tricorpus</i>	5
Patogenisitas <i>V. tricorpus</i>	6
Proses Infeksi <i>V. tricorpus</i> pada Serangga	7
Faktor-faktor yang Mempengaruhi Patogenisitas Jamur Entomopatogen	7
Bioekologi <i>P. citri</i>	8
Klasifikasi dan Morfologi <i>P. citri</i>	8
Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tungau	9
Pengendalian secara Hayati <i>P. citri</i>	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
Tempat dan Waktu Penelitian	12
Alat dan Bahan	12
Metode Penelitian	12
Perbanyakkan <i>P. citri</i>	12
Perbanyakkan <i>V. tricorpus</i>	13

Uji pendahuluan Patogenisitas <i>V. tricorpus</i> pada <i>P. citri</i>	13
Identifikasi <i>V. tricorpus</i>	13
Pembuatan Suspensi Konidia <i>V. tricorpus</i>	14
Uji Patogenisitas <i>V. tricorpus</i> pada <i>P. citri</i>	14
Uji Daya Kecambah Konidia <i>V. tricorpus</i>	15
Pengamatan Daya Kecambah Konidia <i>V. tricorpus</i>	17
Analisis Data	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi <i>V. tricorpus</i>	18
Perkecambahan Konidia <i>V. tricorpus</i>	20
Pengaruh Konsentrasi Konidia <i>V. tricorpus</i> dan Stadia <i>P. citri</i> Terhadap Persentase Mortalitas	20

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan	27
Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
-------	------	---------

1. Rata-rata mortalitas stadia nimfa, imago jantan dan betina *P. citri* akibat infeksi *V. tricorpus* pada konsentrasi 10^7 , 10^8 , dan 10^9



konidia/ml 21

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Mortalitas <i>P. citri</i> Akibat Infeksi <i>V. tricornis</i> (Hasil Uji Pendahuluan)	33
2.	Hasil Analisis Ragam Rata-rata Mortalitas <i>P. citri</i> Akibat Infeksi <i>V. tricornis</i>	33
3.	Mortalitas <i>P. citri</i> pada KVt 0, 10 ⁷ , 10 ⁸ , dan 10 ⁹ konidia/ml pada Berbagai Stadia	34



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Percobaan Uji Patogenisitas <i>V. tricornis</i> pada <i>P. citri</i>	16
2.	Hifa <i>V. tricornis</i>	18



3.	Konidia <i>V. tricornis</i>	19
4.	Koloni <i>V. tricornis</i> pada Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	19
5.	Tabung Kecambah Konidia <i>V. tricornis</i> yang Berkecambah (ditunjuk dengan anak panah)	20
6.	Proses Infeksi <i>V. tricornis</i> pada <i>P. citri</i>	25

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Arena Percobaan di dalam Sangkar yang Berbentuk Tabung	32
2.	Arena Percobaan	32

BAB I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jamur marga *Verticillium* secara alami mempunyai kemampuan patogenik terhadap tanaman, jamur, serangga dan nematoda (Goettel *et al.*, 2008). *Verticillium* kebanyakan berperan sebagai patogen tanaman dan masih sedikit yang berperan sebagai entomopatogen serangga (Khiareddine *et al.*, 2006 dan Anonymous, 2007b). Jamur *Verticillium* dapat berpotensi sebagai patogen thrips, aphid, dan tungau

(Chandler *et al.*, 2000 dan Anonymous, 2008). Contoh jenis *Verticillium* yang berperan sebagai entomopatogen adalah *Verticillium lecanii* (Zimmerman) (Deuteromycetes: Moniliales). Jamur *V. lecanii* diketahui dapat mengendalikan aphid dan thrips (Blaeser *et al.*, 2006). Dilaporkan juga bahwa *V. lecanii* menyebabkan kematian *Bemisia argentifolii* (Bellows&Perring) (Homoptera: Aleyrodidae) mencapai 95-98% (Gindin *et al.*, 2000). Selain *V. lecanii*, *Verticillium tricorpus* Isaac (Deuteromycetes: Moniliales) yang ditemukan tumbuh secara alami pada pupa hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae) di perkebunan kakao Sorong-Papua. *V. tricorpus* ini dikembangkan menjadi pengendali hayati oleh Balai Proteksi Tanaman Perkebunan (BPTP) Provinsi Papua karena mempunyai viabilitas dan virulensi yang cukup baik terhadap hama PBK. Hal ini diketahui dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa hama PBK yang terinfeksi dan mengalami kematian adalah 58. 67% (Kamarea, 2007).

Tungau fitofagus merupakan hama potensial utama pada tanaman pangan, buah-buahan dan serat. Tungau fitofagus berpotensi menyebabkan kerusakan dan terjadi peningkatan pada beberapa dekade terakhir (Pritchard dan Baker *dalam* Helle dan Sabelis, 1985). Tungau merah jeruk *Panonychus citri* (Mc.Gregor) (Acari: Tetranychidae), dilaporkan pada tahun 1998 menyerang di perkebunan jeruk di daerah Jawa Barat (Sosromarsono, 1998). Wu dan Lo (1989) serta Puspitarini (2005) menyatakan *P. citri* adalah hama penting pada tanaman jeruk. Tanaman jeruk adalah inang utama *P. citri*, inang lainnya yaitu tanaman peer dan mulberry [Quayle *et al.*, (1912 *dalam* van de Vrie, 1972)].

Berdasarkan informasi, pengendalian tungau masih mengandalkan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis untuk mengendalikan hama mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari penggunaan pestisida ini yaitu mudah diperoleh, mudah dalam penggunaan dan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh hama adalah singkat. Sedangkan kekurangan dari penggunaan pestisida sintetis adalah terjadinya pencemaran lingkungan, biaya untuk pembelian pestisida cukup tinggi, residu pestisida dapat tetap menempel pada buah, terjadinya resistensi hama, terbunuhnya predator hama sekunder sehingga hama sekunder berkesempatan menjadi hama utama pada tanaman yang dibudidayakan. Diketahui juga bahwa

penggunaan insektisida berspektrum luas dapat membunuh predator tungau fitofag. Penggunaan pestisida dalam jangka panjang dan berlebihan dapat menyebabkan populasi tungau fitofag meningkat seiring dengan ketersediaan pakan dan tidak adanya musuh alami yang mengendalikan (Smith, 1997).

Selain dengan penggunaan pestisida, alternatif lain untuk mengendalikan tungau adalah dengan memanfaatkan agen hayati jamur. Agen hayati jamur dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanpa menimbulkan kerusakan pada lingkungan. Penemuan dan penelitian di bawah ini menunjukkan bahwa jamur dapat menyebabkan kematian tungau dan serangga hama. Puspitarini (2005) dalam penelitiannya pada pertanaman jeruk menemukan tungau merah jeruk, *P. citri* yang terinfeksi *Hirsutella* sp. *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) yang menyerang tanaman *Musa cavendish* Lambert (Spermatophyta: Musaceae) di wilayah Jupia, Sao Paulo Negara Brazil ditemukan terinfeksi jamur *Verticillium* sp. (Van deer Geest *et al.*, 2002). Pada percobaan di laboratorium, *V. tricorpus* dapat menyebabkan kematian pada serangga *C. cramerella*. Rumbarar (2008) meneliti pengaruh asam cuka terhadap patogenisitas jamur *V. tricorpus* pada hama penggerek buah kakao *C. cramerella*.

Konidia merupakan salah satu organ infeksiif (*propagule*) cendawan yang menyebabkan infeksi pada integumen serangga yang diakhiri dengan kematian (Prayogo, 2006). Tingkat konsentrasi konidia yang berbeda yang diaplikasikan untuk mengendalikan serangga hama menunjukkan tingkat mortalitas yang berbeda. van hanh Vu, Hong dan Kim (2007) meneliti *V. leccanii* dengan tingkat konsentrasi 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 , dan 10^8 konidia/ml yang diaplikasikan pada *Aphis gossypii* Glover dan *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Pada konsentrasi *V. leccanii* 10^7 dan 10^8 konidia/ml, patogenisitas jamur tersebut lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 10^4 , 10^5 , dan 10^6 konidia/ml. Hal ini diketahui dari persentase mortalitas pada konsentrasi *V. leccanii* 10^7 dan 10^8 konidia/ml adalah 100% sedangkan pada konsentrasi 10^4 , 10^5 , dan 10^6 konidia/ml persentase mortalitasnya adalah 50%. Hal ini menunjukkan konsentrasi konidia *V. leccanii* mempengaruhi persentase mortalitas aphid yaitu semakin tinggi konsentrasi konidia, semakin tinggi pula persentase mortalitas aphid. Selain tingkat konsentrasi konidia, perbedaan stadia serangga hama dapat mempengaruhi patogenisitas jamur entomopatogen seperti yang dinyatakan

oleh Abe dan Ikegami (2005) yang meneliti jamur *Beauveria bassiana* (Balsomo) Vuilemin (Moniliales: Moniliaceae) mengemukakan bahwa jamur tersebut dapat menyebabkan kematian *Frankiniella intonsa* (Trybom) (Homoptera: Thripidae). Persentase mortalitas stadia imago jantan lebih tinggi dari imago betina. Pada konsentrasi 10^7 konidia/ml persentase mortalitas imago jantan adalah 56.7% dan imago betina adalah 10%. Hal ini karena ukuran thrips imago jantan lebih kecil dari thrips imago betina sehingga jamur lebih mudah dalam menginfeksi. Jamur *V. tricornis* berpotensi sebagai agen pengendali hayati *P. citri*.

Untuk menjadi agen pengendali hayati, pemahaman tentang patogenisitas *V. tricornis* pada *P. citri* perlu dilakukan di laboratorium sebagai bahan pertimbangan untuk dipilih sebagai agen hayati unggulan.

Rumusan masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana patogenisitas *V. tricornis* pada konsentrasi 10^7 , 10^8 , dan 10^9 konidia/ml terhadap berbagai stadia *P. citri*.

Tujuan

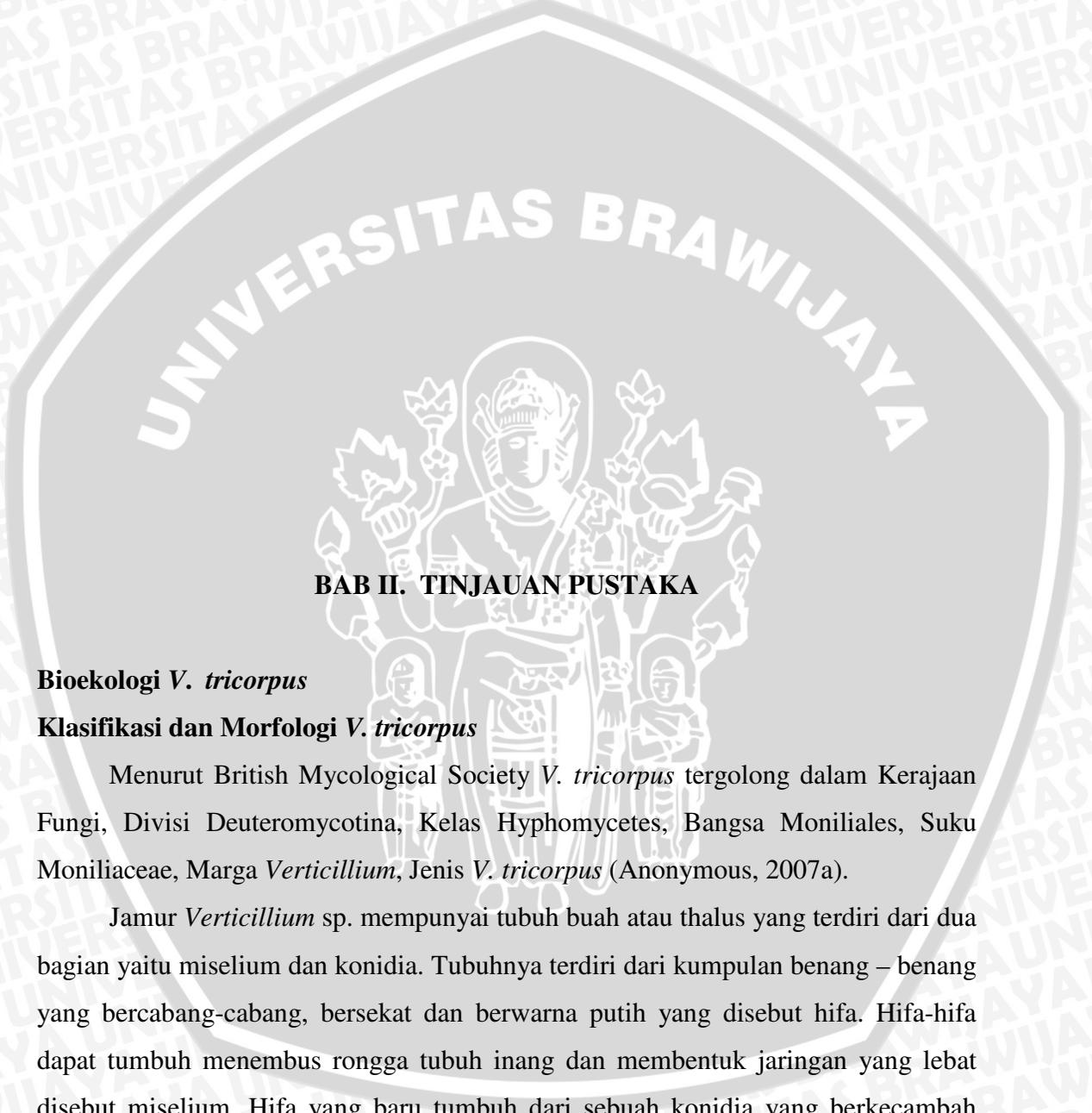
Tujuan penelitian adalah mengetahui patogenisitas *V. tricornis* pada stadia nimfa, imago jantan dan imago betina *P. citri*.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah konsentrasi *V. tricornis* 10^9 konidia/ml lebih efektif menyebabkan kematian stadia nimfa, imago jantan, dan imago betina *P. citri* dibandingkan konsentrasi 10^7 dan 10^8 konidia/ml.

Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi konsentrasi konidia *V. tricornis* yang tepat untuk menyebabkan kematian *P. citri*.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bioekologi *V. tricorpus*

Klasifikasi dan Morfologi *V. tricorpus*

Menurut British Mycological Society *V. tricorpus* tergolong dalam Kerajaan Fungi, Divisi Deuteromycotina, Kelas Hyphomycetes, Bangsa Moniliales, Suku Moniliaceae, Marga *Verticillium*, Jenis *V. tricorpus* (Anonymous, 2007a).

Jamur *Verticillium* sp. mempunyai tubuh buah atau thalus yang terdiri dari dua bagian yaitu miselium dan konidia. Tubuhnya terdiri dari kumpulan benang – benang yang bercabang-cabang, bersekat dan berwarna putih yang disebut hifa. Hifa-hifa dapat tumbuh menembus rongga tubuh inang dan membentuk jaringan yang lebat disebut miselium. Hifa yang baru tumbuh dari sebuah konidia yang berkecambah

akan memanjang yang disebut konidiofor. Pada ujung konidiofor selanjutnya akan menghasilkan konidia. Konidia (panjang = 2-13 μ m) hialin atau berwarna cerah, satu sel, berbentuk oval soliter atau membentuk rangkaian pada pialid (Ellis, 2006). Koloni jamur yang tumbuh pada media berwarna putih kotor sampai putih kecoklatan (Anonymous, 2007b).

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan *V. tricorpus*.

Verticillium tricorpus membutuhkan kondisi fisik lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan dan metabolismenya. Beberapa faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *V. tricorpus* diuraikan sebagai berikut.

1. Air.

Air diperlukan untuk pertumbuhan jamur secara umum sama seperti organisme lainnya. Jamur biasanya memerlukan adanya lapisan tipis air di sekeliling selnya terutama diperlukan untuk difusi nutrisi ke dalam sel jamur serta melepaskan enzim-enzim ekstraselular. Jamur ini juga memerlukan air untuk mempertahankan sitoplasma (Sulistiyowati, 1999).

2. Konsentrasi ion H⁺ (pH).

Jamur umumnya tumbuh pada pH antara 4-8. Sebuah media dapat memiliki pH yang memungkinkan untuk pertumbuhan jamur namun tidak memungkinkan untuk sporulasi atau proses lainnya. Produksi pigmen, vitamin dan antibiotik dapat dipengaruhi oleh pH dari media.

3. Suhu.

Jamur ini tumbuh dan berkembang pada suhu 22⁰-29⁰ C sebagai saprofit dan pada suhu 30⁰-37⁰C sebagai parasit. Suhu banyak mempengaruhi perkecambahan atau pertumbuhan jamur entomopatogen pada kultur in vitro. Suhu optimum untuk *Verticillium sp.* adalah 15⁰-30⁰C (Cloyd, 2006).

4. Oksigen.

Oksigen dibutuhkan untuk proses respirasi sel dan juga berperan dalam proses pembentukan konidia. Jamur membutuhkan oksigen yang berbeda sebagai syarat dalam fase pertumbuhannya. Di media, kebutuhan oksigen sangat sulit dipenuhi karena jamur berada dalam ruangan tertutup rapat (Dulmage dan Rhodes, 1971).

5. Kelembaban.

Pertumbuhan jamur sangat ditentukan oleh kelembaban. Kelembaban yang tinggi dibutuhkan jamur untuk berkecambah dan menyebabkan penyakit. Selain itu, kelembaban yang tinggi juga dibutuhkan oleh konidia yang baru untuk menyebar dan biasanya untuk produksi konidia pada serangga yang telah mati (Roberts dan Yendol, 1968).

6. Cahaya.

Cahaya diperlukan untuk memproduksi konidia. Selain itu cahaya sangat mempengaruhi proses perkecambahan. Perkecambahan yang terjadi pada kondisi terang lebih rendah dibandingkan pada kondisi gelap (Cohen, 1967).

7. Nutrisi.

Pertumbuhan jamur secara umum membutuhkan unsur makro-esensial seperti N, P, C, O, K, H, S dan Cn. Jamur *V. tricorpus* dapat tumbuh dengan baik pada media PDA dan SDA + Yeast selain jagung dan beras (Anonymous, 2007b).

Patogenisitas *V. tricorpus*

Pengertian

Patogenisitas adalah kemampuan patogen menyebabkan infeksi atau menyebabkan kematian pada inangnya. Patogenisitas berbeda dengan virulensi, virulensi didefinisikan sebagai derajat patogenisitas untuk menyebabkan infeksi atau penyakit pada inangnya. Virulensi berkaitan dengan potensi patogen secara genetik (Tjitrosomo, Gunawan dan Zakaria, 1978). Thungrabeab, Blaeser, dan Sengonca (2006) mengklasifikasikan tingkat patogenisitas menjadi tiga yaitu patogenisitas tinggi dengan persentase mortalitas lebih dari 64.49%, patogenisitas sedang (persentase mortalitas 64.49–30.99%) dan patogenisitas rendah (persentase mortalitas kurang dari 30.99%).

Proses Infeksi *V. tricorpus* pada Serangga

Menurut Tjitrosomo *et al.* (1978) infeksi didefinisikan sebagai cara menyerang suatu organisme terhadap organisme lain.

Tahapan infeksi jamur entomopatogen pada serangga menurut Prayogo (2005) adalah sebagai berikut:

1. Inokulasi, yaitu kontak antara propagul (jamur) dengan tubuh serangga .
2. Proses penempelan dan perkecambahan propagul pada integumen dan,
3. Destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Patogenisitas Jamur Entomopatogen

Faktor yang mempengaruhi patogen serangga adalah konsentrasi konidia. Rahardjo *et al.* (2002) menyatakan bahwa persentase mortalitas *Tetranychus sp.* pada 24 jam setelah perlakuan yaitu konsentrasi 10^3 konidia/ml sebesar 40%, 50% pada konsentrasi 10^5 konidia/ml, dan 67.50% pada konsentrasi 10^7 konidia/ml. Konsentrasi konidia mempengaruhi mortalitas *Tetranychus sp.* yaitu semakin tinggi konsentrasi 10^3 , 10^5 , 10^7 konidia/ml, mortalitas tungau juga semakin tinggi yaitu sebagai berikut 40%, 50% dan 67.50%. Abe *et al.* (2005) mengemukakan *Frankiniella intonsa* Trybom (Homoptera: Thripidae) yang dikendalikan dengan menggunakan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsomo) Vuilemin (Deuteromycetes: Moniliaceae), persentase mortalitas pada konsentrasi 10^6 konidia/ml 10 % dan pada konsentrasi 10^7 konidia/ml sebesar 50% pada tujuh hari setelah inokulasi. Dalam hal ini konsentrasi konidia berpengaruh pada persentase mortalitas thrips. Krutmuang dan Mekchay (2005) menyatakan patogenisitas *M. anisopliae* terhadap rayap (*Coptotermes sp.*) pada konsentrasi 10^5 , 10^6 , 10^7 dan 10^8 konidia/ml masing-masing adalah 40-50%, 70-78%, 80-90% dan 100% pada tujuh hari setelah perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi pada perlakuan, semakin tinggi pula persentase mortalitas rayap. Sedangkan Tefera dan Pringle (2003) menyatakan *B. bassiana* yang diperlakukan pada *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) dengan konsentrasi 10^7 konidia/ml mampu menyebabkan kematian 80% dan pada konsentrasi 10^8 konidia/ml adalah 40% pada hari ketiga setelah perlakuan.

Selain konsentrasi konidia, dinyatakan oleh Abe dan Ikegami (2005) bahwa *Thrips coloratus* Schmutz (Homoptera: Thripidae) pada stadia imago jantan dan imago betina yang dikendalikan dengan *B. bassiana* persentase mortalitasnya berbeda. Persentase mortalitas pada stadia imago jantan adalah 73.30% sedangkan

pada stadia imago betina adalah 10%. Hal ini menunjukkan bahwa pada stadia berbeda, persentase mortalitas juga berbeda.

Bioekologi *P. citri*

Klasifikasi dan Morfologi *P. citri*

Klasifikasi *P. citri* menurut Krantz (1978) adalah Klas Arachnida, Sub klas Acari, Ordo Acariformes, Sub Ordo Actinedida, Super famili Tetranychoida, Famili Tetranychidae, Genus *Panonychus*, Spesies *Panonychus citri* (Mc.Gregor).

Pada tanaman jeruk, *P. citri* menempati kedua permukaan daun, tetapi populasi lebih banyak pada permukaan bawah. Reproduksi lebih baik pada daun muda daripada daun tua (Puspitarini, 2005). Pada tahun 1997 dilaporkan bahwa *P. citri* telah menyerang pertanaman jeruk di Indonesia (Sosromarsono, 1998). Telur dari *P. citri* berbentuk bulat berwarna jingga kemerahan. Pada puncak telur terdapat tangkai lurus dan dari bagian ujung tangkai terentang benang - benang sutera yang mengarah ke permukaan daun dan melekat disekitar daun diletakkan. Keperidian diketahui sekitar 32 butir pada tanaman inang jeruk lemon. *P. citri* melewati empat stadia sebelum menjadi dewasa yaitu telur, larva, protonimfa, dan deutonimfa (Puspitarini, 2005).

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tungau

Seperti halnya serangga, pertumbuhan dan perkembangan tungau dipengaruhi oleh kondisi lingkungan contohnya adalah suhu, kelembaban, hujan, dan cahaya adalah faktor yang penting. Puspitarini dan Afandhi (1998) akan jelaskan faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tungau secara umum.

1. Suhu

Perubahan suhu yaitu penurunan suhu drastis setelah cuaca panas sering menghasilkan kematian tungau dan kematian populasinya. Preferensi dan toleransi tungau terhadap suhu adalah beragam untuk setiap jenis tungau. Hal ini mempengaruhi perbedaan jenis tungau yang dominan untuk setiap lokasi atau hamparan dan siklus perubahan populasi tungau musiman. Tungau *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) lebih preferen pada suhu 25-28⁰ C dan *T. urticae* pada suhu 13 -35⁰ C.

2. Kelembaban

Serangan banyak jenis tungau tetranychidae sering didukung oleh cuaca panas dan kering. Kelembaban nisbi yang tinggi yang berkelanjutan cenderung menyebabkan kematian tungau pada saat ganti kulit. Pada kelembaban nisbi tinggi, tungau mengurangi aktivitas makan, tungau betina menurunkan jumlah telur yang diletakkan, dan banyak tungau mempersingkat siklus hidupnya.

3. Hujan

Banyak jenis tungau tetranychid tidak terpengaruh oleh adanya hujan, kecuali periode hujan yang berkelanjutan atau hujan yang deras. Tungau dapat berjatuh dari permukaan atas daun oleh tekanan air hujan yang deras. Curah hujan tinggi disertai dengan angin menurunkan banyak populasi tungau.

4. Cahaya

Tungau tetranychid pada umumnya tertarik pada cahaya atau fototaksis positif. Respon fototaksis dipengaruhi oleh jenis kelamin dan keadaan fisiologis (tingkat kelaparan). Tungau betina *P. ulmi* lebih respon terhadap cahaya dibandingkan dengan stadia jantan. Hal ini menunjukkan respon tungau terhadap cahaya dipengaruhi oleh jenis kelamin. Tungau yang semakin lapar respon terhadap cahaya meningkat. Respon terhadap cahaya juga dipengaruhi interaksi tungau dengan kelembaban nisbi. Pada keadaan populasi tungau yang tinggi segera menghasilkan kerusakan parah sehingga tungau akan pindah ke bagian kanopi atas atau luar dari dalam kanopi yang juga dipengaruhi oleh adanya cahaya (fototaksis positif) dan perbedaan kelembaban nisbi.

Pengendalian Secara Hayati *P. citri*

Pengendalian terhadap *P. citri* dapat dilakukan dengan memanfaatkan agen hayati yaitu dari kelompok predator. Musuh alami utama *P. citri* adalah tungau predator phytoseiid yaitu *Euseius elinae* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae), dan *Amblyseius lentiginosus* (Denmark & Scicha) (Acari: Phytoseiidae). Dari kelompok arthropoda predator yang menjadi musuh alami *P. citri* adalah *Stethorus nigripes* Kapur (Coleoptera: Coccinellidae), *Serangium bicolor* Blackburn (Coleoptera: Coccinellidae) dan *Halmus chalybeus* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) (Smith, 1997).

Selain dari kelompok predator, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroorganisme yaitu bakteri, virus dan jamur berpotensi untuk mengendalikan tungau. Muma (1955 dalam van Der Geest *et al.*, 2000) melaporkan bahwa tungau merah jeruk *P. citri* yang diambil dari pertanaman jeruk di wilayah Florida terinfeksi oleh virus. Gejala yang timbul akibat infeksi virus adalah ketika tungau mati, pada permukaan daun terdapat cairan hitam yang dikeluarkan oleh tungau tersebut melalui anus. Dari kelompok bakteri dilaporkan oleh Chapman dan Hoy (1991 dalam van Der Geest 2000) yang meneliti *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) dan *Metaseiulus occidentalis* (Nesbit) (Acari: Phytoseiidae) yang diaplikasikan dengan *Bacillus thuringiensis* komersial yang direkomendasikan untuk mengendalikan kumbang Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) dengan dosis 10%, 50% dan 100%. Hasil penelitian ini adalah aplikasi *B. thuringiensis* tidak berpengaruh pada *T. urticae*, tetapi berpengaruh terhadap imago *M. occidentalis* yaitu mampu menyebabkan kematian sebesar 65%.

Hasil penelitian berikut ini menunjukkan jamur patogen serangga dapat digunakan sebagai agen hayati. Van der Geest *et al.* (2002) mengemukakan bahwa *Verticillium* sp. ditemukan menginfeksi *Tetranychus* sp. pada tanaman *Musa cavendish* Lambert (Spermatophyta: Musaceae). Puspitarini (2005) menyebutkan bahwa tubuh *P. citri* ditemukan jamur yang diidentifikasi sebagai jamur entomopatogen *Hirsutella* sp. Beberapa laporan penelitian menyatakan, *Hirsutella* sp. digunakan untuk mengendalikan tungau hijau ketela pohon, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) pada tanaman ketela pohon di wilayah Afrika. Di Benin Afrika Barat *Hirsutella thompsonii* (Fisher) (Deuteromycetes: Moniliales) diaplikasikan pada *M. tanajoa* dan *Oligonychus* (*Reckiella*) *gossypii* (Zacher) (Acari: Tetranychidae). Frekuensi tungau yang terinfeksi oleh jamur ini 3.5 kali lebih tinggi pada musim panas dibandingkan pada musim hujan. Persentase mortalitas *M. tanajoa* akibat infeksi *H. thompsonii* adalah 19-29% tetapi pada *O. gossypii* jarang yang terinfeksi oleh *H. thompsonii* [Yaninek *et al.* (1996 dalam van Der Geest *et al.*, 2000)]. Gopal dan Gupta (2001) menyatakan jenis *H. thompsonii* mampu mengendalikan tungau *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eryophiidae) di India. Persentase mortalitasnya mencapai 88% setelah 48 jam. Di China, aplikasi *H. thompsonii* dengan konsentrasi konidia 0.5–1.0 g/l dapat

mengurangi populasi tungau hingga 90% dalam waktu tiga hari. Bing Shi dan Guang Feng (2004) menyatakan bahwa *B. bassiana*, *Metharizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Deuteromycetes: Moniliaceae) dan *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown&Smith (Deuteromycetes: Moniliaceae) dapat digunakan untuk mengendalikan *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). Gejala yang ditimbulkan pada telur yang terinfeksi *B. bassiana* dan *P. fumosoroseus* adalah berwarna kecokelatan sedangkan abu-abu gelap oleh *M. anisopliae*.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikologi dan Virologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan bulan Agustus 2008 sampai Februari 2009.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang dibutuhkan adalah cawan Petri kaca (d=9 cm, t=1,5 cm), jarum ose, pinset, *cork borer*, bunsen, *autoclave*, kuas halus ukuran nol, *object glass*, *cover glass*, mikroskop cahaya, *Laminair Flow Cabinet*, *haemocytometer*, *handcounter*, *handsprayer*, tabung reaksi, gelas ukur 10 ml dan buku identifikasi jamur oleh Barnett (1960).

Bahan-bahan yang diperlukan adalah *P. citri* stadia nimfa, imago jantan dan imago betina, isolat jamur entomopatogen *V. tricorpus* koleksi Rumbarar (2008), alkohol 70%, tissue, aquadest steril, spiritus, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), *Streptomycin*, aluminium foil, busa, kapas, karet, plastik *wrapping*, *polybag*, dan kacang merah.

Metode Penelitian

Perbanyak *P. citri*

Imago *P. citri* diperoleh dari tanaman apel di Desa Poncokusumo Malang kemudian dibawa ke laboratorium dan diidentifikasi. Setelah dipastikan tungau yang ditemukan adalah spesies *P. citri*, selanjutnya dilakukan perbanyakan.

Perbanyakan tungau *P. citri* dilakukan dengan membiakkan tungau di arena percobaan, yaitu pada cawan Petri kaca yang didalamnya ditempatkan busa. Di atas busa diletakkan selapis kapas. Kapas dan busa dijenuhi dengan air setiap hari untuk menjaga kesegaran daun dan agar tungau tidak keluar dari arena. Kemudian sepotong daun kacang merah diletakkan di atas kapas. Luas daun kacang merah lebih kecil dari luas kapas. Daun kacang merah diganti 5 hari sekali.

Perbanyak *V. tricorpus*

Perbanyakan *V. tricorpus* dilakukan dengan tujuan mendapatkan bahan penelitian dan mendapatkan umur jamur yang tidak terlalu tua. Inokulum *V. tricorpus* diperbanyak dengan ditumbuhkan di media PDA dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 10 hari. Pemindahan jamur ini dilakukan di dalam *Laminair Flow Cabinet* untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Jika terjadi kontaminasi, maka dilakukan pemurnian kembali dengan mengambil bagian jamur *V. tricorpus* yang tidak terkontaminasi untuk ditumbuhkan pada media PDA.

Uji Pendahuluan Patogenisitas *V. tricorpus* pada *P. citri*

Tujuan dari uji pendahuluan patogenisitas adalah untuk mengetahui virulensi *V. tricorpus* terhadap *P. citri*. Konsentrasi yang digunakan untuk uji patogenisitas adalah 10^8 konidia/ml, yang diulang dua kali. Daun kacang merah dicelupkan ke dalam suspensi tersebut dan dikeringanginkan. Setelah kering, daun kacang merah diletakkan di arena percobaan kemudian imago jantan dan betina *P. citri* ditaruh dengan menggunakan kuas di atas daun kacang merah tersebut. Setelah diamati selama tujuh hari, ditemukan tungau yang mati karena terinfeksi jamur (Lampiran 1). Hasil uji pendahuluan patogenisitas tersebut, menunjukkan bahwa jamur *Verticillium* virulen terhadap *P. citri*. Tungau yang terinfeksi jamur ditanam di media PDA untuk

mengetahui jamur yang menginfeksi tersebut adalah *V. tricolor*. Jamur yang tumbuh pada media PDA diidentifikasi.

Identifikasi *V. tricolor*

Koloni jamur yang tumbuh pada media PDA diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan mengamati warna dan permukaan koloni jamur pada cawan Petri. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan cara, *V. tricolor* pada cawan Petri diambil sedikit dengan menggunakan jarum ose kemudian diletakkan pada media PDA yang tebalnya lebih kurang 1-2mm terletak di atas *object glass* dan ditutup dengan *cover glass*. *Object glass* diletakkan di dalam kotak plastik yang telah dialasi tissue basah dan diinkubasikan selama 24 jam. Setelah 24 jam diamati dengan mikroskop pada perbesaran 1000× terhadap hifa, konidiofor, bentuk dan warna konidia. Hasil pengamatan mikroskopis dan makroskopis dicocokkan dengan buku identifikasi jamur Barnett (1960).

Pembuatan Suspensi Konidia *V. tricolor*

Untuk keperluan aplikasi digunakan biakan jamur *V. tricolor* dari media PDA. Biakkan jamur *V. tricolor* yang telah berumur tiga sampai empat minggu, di campur dengan 10 ml aquadest steril. Kemudian dilakukan pengadukan sehingga konidia terlepas dari media. Untuk membantu memudahkan perhitungan konsentrasi konidia digunakan *haemocytometer*. Suspensi konidia *V. tricolor* 1 ml diambil dengan *spet* steril lalu diteteskan pada bagian kotak perhitungan *haemocytometer* dan di tutup dengan *cover glass*. Dengan cara tersebut dibuat suspensi dengan konsentrasi untuk diujikan sebesar 10^7 , 10^8 dan 10^9 konidia/ml. Perhitungan konsentrasi menurut Hadioetomo (1993) menggunakan rumus:

$$K = \frac{t \times d}{n \times 0.25} \times 10^6$$

yang K adalah konsentrasi konidia (konidia/ml), t adalah konidia dalam jumlah kotak sampel, d adalah faktor pengenceran, n adalah jumlah sampel yang diamati dan 0.25 adalah faktor koreksi.

Uji Patogenisitas *V. tricorpus* pada *P. citri*

Rancangan percobaan yang digunakan untuk uji patogenisitas ini adalah Rancangan Acak Kelompok yang diulang tiga kali, dengan menggunakan konsentrasi *V. tricorpus* yaitu 0 (sebagai kontrol), 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml pada stadia nimfa, imago jantan dan imago betina *P. citri* sehingga didapatkan kombinasi 12 perlakuan. Perlakuan-perlakuan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Stadia nimfa dan konsentrasi 0
2. Stadia nimfa dan konsentrasi 10^7 konidia/ml
3. Stadia nimfa dan konsentrasi 10^8 konidia/ml
4. Stadia nimfa dan konsentrasi 10^9 konidia/ml
5. Stadia imago jantan dan konsentrasi 0
6. Stadia imago jantan dan konsentrasi 10^7 konidia/ml
7. Stadia imago jantan dan konsentrasi 10^8 konidia/ml
8. Stadia imago jantan dan konsentrasi 10^9 konidia/ml
9. Stadia imago betina dan konsentrasi 0
10. Stadia imago betina dan konsentrasi 10^7 konidia/ml
11. Stadia imago betina dan konsentrasi 10^8 konidia/ml
12. Stadia imago betina dan konsentrasi 10^9 konidia/ml

Denah percobaan disajikan pada Gambar 1. Pada penelitian ini digunakan 25 ekor untuk setiap stadia *P. citri* yang masing-masing berumur sehari. Daun kacang merah untuk setiap perlakuan dengan ukuran 3x3cm dicelupkan dalam suspensi *V. tricorpus* selama 5 menit kemudian dikeringanginkan selama lebih kurang 2 menit. Setelah kering, daun kacang merah diletakkan pada arena percobaan. Tungau stadia nimfa, imago jantan dan imago betina diletakkan dengan kuas, pada daun kacang merah. Pada setiap arena percobaan ditutup dengan sangkar yang berbentuk tabung yang terbuat dari plastik mika dengan tujuan untuk melindungi daun dari debu dan tungau dari serangga yang akan memangsa.

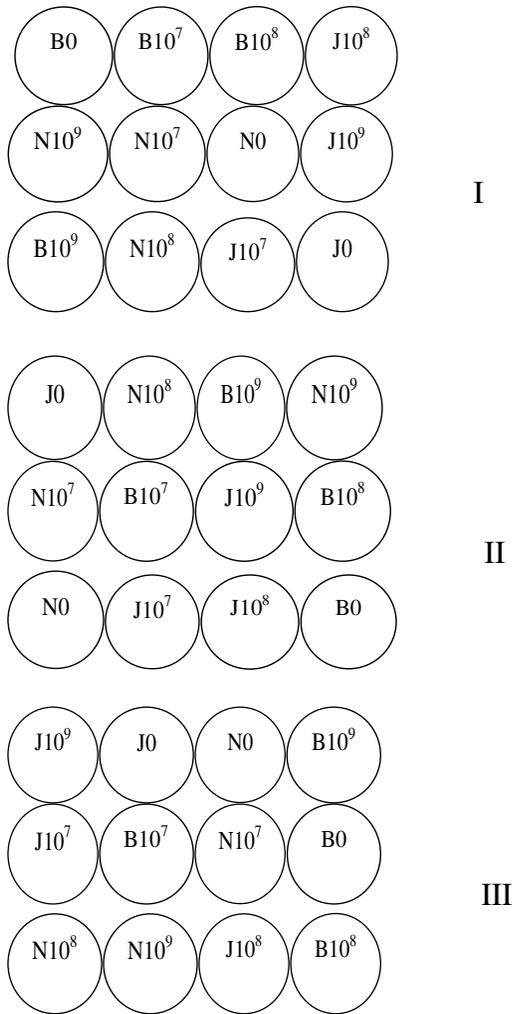
Pengamatan mortalitas *P. citri* pertama kali dilakukan 20 jam setelah perlakuan. Selanjutnya dilakukan pengamatan dengan selang waktu 20 jam selama 6 hari. Persentase mortalitas *P. citri* dihitung dengan rumus menurut Abbot (dalam Busvine 1971) sebagai berikut.

$$P = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

yang P adalah persentase kematian, X adalah jumlah tungau yang mati dan Y adalah jumlah tungau yang diuji.

Uji Daya Kecambah Konidia *V. tricolor*

Pengamatan perkecambahan jamur dilakukan dengan cara membuat suspensi konidia dengan konsentrasi sesuai perlakuan yaitu 10^7 , 10^8 dan 10^9 konidia/ml. Setelah diperoleh suspensi yang sesuai dengan perlakuan, suspensi diambil sedikit



Keterangan: N adalah stadia nimfa
 J adalah stadia imago jantan
 B adalah stadia imago betina
 0 menunjukkan tanpa perlakuan
 10^7 , 10^8 dan 10^9 menunjukkan konsentrasi konidia per mililiter
 I, II, dan III adalah kelompok percobaan

Gambar 1. Denah Percobaan Uji Patogenisitas *V. tricornis* pada *P. citri*

dengan menggunakan pipet steril dan diteteskan pada sedikit media agar yang sudah terletak pada *object glass* kemudian ditutup dengan *cover glass*. *Object glass* ditaruh di dalam plastik mika yang telah dialasi tissue basah untuk menjaga kelembaban, kemudian diinkubasikan selama 24 jam supaya jamur berkecambah.

Pengamatan Daya Kecambah Konidia *V. tricornis*

Perkecambahan konidia *V. tricornis* diamati setelah 24 jam. Konidia yang sedang berkecambah dihitung persentase perkecambahannya. Menurut Ekawati (2001) perhitungan perkecambahan konidia digunakan rumus sebagai berikut:

$$PC = \frac{\sum C}{\sum K} \times 100\%$$

yang PC adalah persentase perkecambahan, $\sum C$ adalah jumlah konidia yang berkecambah dan $\sum K$ adalah jumlah konidia yang diamati.

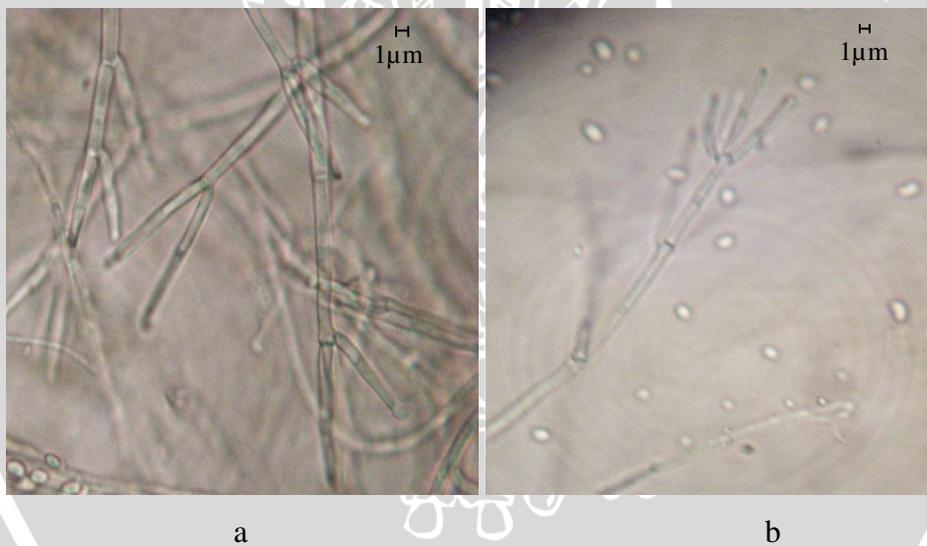
Analisis Data

Jumlah *P. citri* stadia nimfa, imago jantan dan imago betina yang mati dihitung persentase mortalitasnya. Data persentase mortalitas *P. citri* akibat infeksi *V. tricornis* yang diperoleh kemudian dianalisis dengan sidik ragam uji F taraf 5% dan apabila hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata pada perlakuan maka dilakukan uji lanjutan dengan uji BNT taraf 5%.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi *V. tricorpus*

Pengamatan mikroskopis *V. tricorpus* menunjukkan bahwa hifa jamur ini bersekat. Hifa selanjutnya tumbuh memanjang seperti batang yang disebut konidiofor, berwarna hialin dan memiliki percabangan dengan tiga cabang. Hifa jamur *V. tricorpus* ditunjukkan pada Gambar 2. Ciri hifa *V. tricorpus* yang

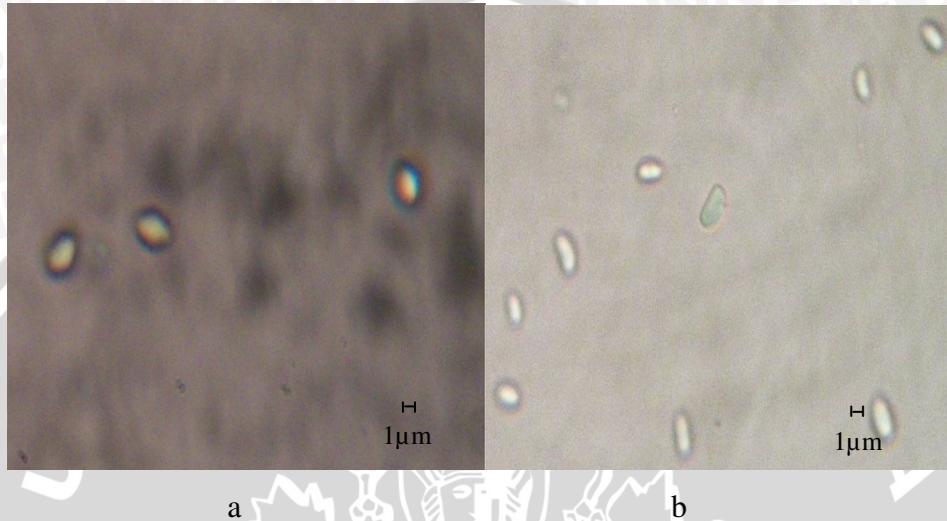


Gambar 2. Hifa *V. tricorpus* [a. Hasil Penelitian, b. Koleksi Rumbarar (2008)]

didapatkan dari penelitian ini sesuai dengan Khiareddine *et al.* (2006) yang mengemukakan bahwa jamur *V. tricorpus* mempunyai konidiofor yang hialin.

Rumbarar (2008) juga menyebutkan bahwa hifa jamur *V. tricornis* bersekat dan hialin serta memiliki percabangan “verticillate” yaitu dengan tiga percabangan yang pada masing-masing ujungnya menyokong konidia.

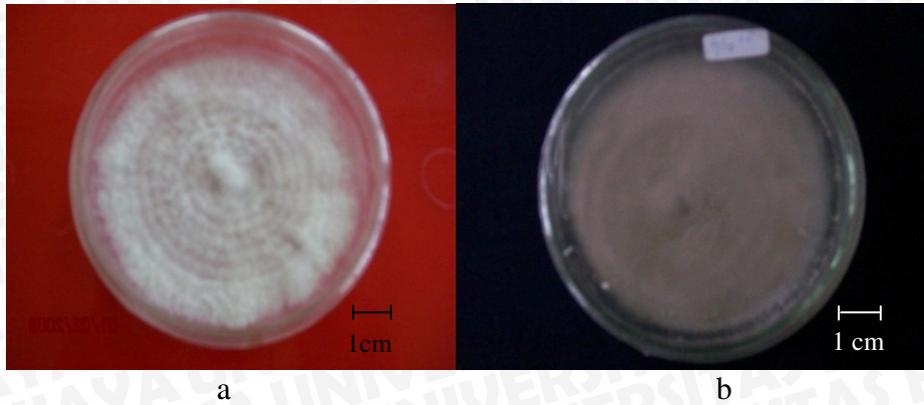
Hasil pengamatan mikroskopis juga menunjukkan pada ujung cabang konidiofor jamur *V. tricornis*, terdapat konidia. Konidia pada ujung konidiofor jumlahnya lebih dari satu dan membentuk untaian yang tumbuh memanjang. Konidia jamur *V. tricornis* disajikan pada Gambar 3. Konidia ini akan terlepas dari tangkai konidiofor dan akan sendiri-sendiri (*soliter*). Konidia jamur



Gambar 3. Konidia *V. tricornis* [a. Hasil Penelitian, b. Koleksi Rumbarar (2008)]

V. tricornis berbentuk elips dan transparan. Ukuran konidia jamur *V. tricornis* adalah 4-6 mikrometer \times 2-3 mikrometer. Morfologi konidia yang didapatkan dari penelitian sesuai dengan Rumbarar (2008) yaitu konidia *V. tricornis* transparan dan berbentuk elips dengan ukuran konidia jamur adalah $6\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$ (Gambar 3b).

Jamur *V. tricornis* secara makroskopis ditunjukkan pada Gambar 4. Koloni



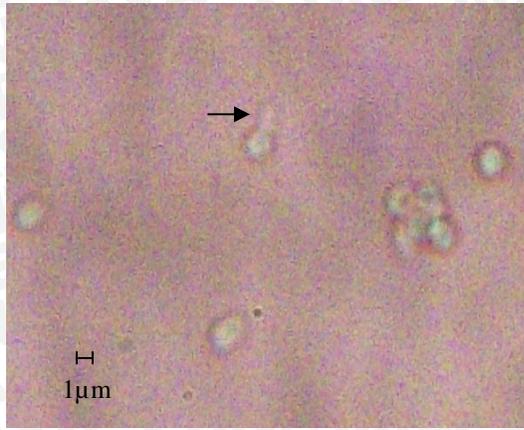
Gambar 4. Koloni *V. tricorpus* pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) (a. Umur 14 hari, b. Umur 40-50 hari)

jamur *V. tricorpus* berwarna putih seperti kapas (Gambar 4a). Dalam waktu 14 hari, diameter koloni mencapai 6 cm dan koloni tumbuh membentuk seperti lingkaran yang simetris. Permukaan koloni jamur ini membentuk gelombang atau tidak rata. Semakin lama warna koloni jamur berubah menjadi putih kotor atau putih kecokelatan (Gambar 4b).

Menurut Khiareddine *et al.* (2006) jamur *V. tricorpus* membentuk koloni yang terdiri dari konidiofor yang hialin dan membentuk permukaan yang tidak rata. Selanjutnya setelah 1-2 minggu pada media PDA, koloni jamur akan mengalami perubahan warna menjadi putih kotor atau kekuningan.

Perkecambahan Konidia *V. tricorpus*

Rata-rata perkecambahan konidia jamur *V. tricorpus* setelah 24 jam adalah 60.10 - 60.70%. Hasil ini menunjukkan *V. tricorpus* mempunyai daya kecambah yang baik. Ciri konidia jamur yang berkecambah adalah pada satu ujung konidia tumbuh seperti tunas yang disebut tabung kecambah (Gambar 5).



Gambar 5. Tabung kecambah pada konidia *V. tricorpus* yang berkecambah (ditunjuk dengan anak panah)

Panjang konidia jamur *V. tricorpus* menjadi 1-2 μm lebih panjang dari konidia yang tidak berkecambah.

Pengaruh Konsentrasi Konidia *V. tricorpus* dan Stadia *P. citri* Terhadap Persentase Mortalitas

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan tingkat konsentrasi konidia jamur *V. tricorpus* dan stadia *P. citri* berpengaruh nyata terhadap mortalitas (Tabel Lampiran 2). Rata-rata mortalitas *P. citri* akibat infeksi *V. tricorpus* disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel terlihat bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi konidia

Tabel 1. Rata-rata mortalitas stadia nimfa, imago jantan dan imago betina *P. citri* akibat infeksi *V. tricorpus* pada konsentrasi 10^7 , 10^8 , dan 10^9 konidia/ml

Tingkat Konsentrasi (konidia/ml)	Mortalitas <i>P. citri</i> (%) jam setelah aplikasi <i>V. tricorpus</i>					
	20	40	60	80	100	120
0						
Nimfa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00a
Jantan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00a
Betina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00a
1.344×10^7						
Nimfa	0.00	0.00	8.00	10.67	16.00	21.33b
Jantan	0.00	5.33	12.00	16.00	17.33	21.33b
Betina	0.00	6.67	9.333	14.67	17.33	22.67b
1.124×10^8						
Nimfa	0.00	4.00	4.00	10.67	16.00	24.00b



Jantan	0.00	9.33	17.33	26.67	28.00	32.00c
Betina	0.00	9.33	14.67	18.67	29.33	29.33c
1.026×10⁹						
Nimfa	0.00	2.67	8.00	13.33	21.33	29.33c
Jantan	0.00	10.67	24.00	26.67	33.33	37.33d
Betina	0.00	5.33	10.67	16.00	25.33	33.33cd

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang bersesuaian

menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT dengan taraf 5%

V. tricolor, semakin tinggi pula persentase mortalitas *P. citri*. Dengan tingginya tingkat konsentrasi konidia *V. tricolor*, konidia yang menginfeksi tungau *P. citri* semakin tinggi akibatnya mortalitas *P. citri* juga semakin tinggi. Menurut Krutmuang *et al.* (2005) persentase mortalitas serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen tergantung dari tingkat konsentrasi konidia. Semakin tinggi tingkat konsentrasi konidia yang diperlakukan juga menunjukkan tingginya tingkat mortalitas serangga uji. Pada keadaan ini memberi peluang yang lebih baik bagi konidia untuk menempel, berhasil berkecambah dan selanjutnya melakukan penetrasi pada tubuh inang (Desyanti *et al.*, 2007). Hall (1980 dalam Prayogo, 2006) menyatakan keberhasilan pengendalian hama dengan jamur entomopatogen juga ditentukan oleh konsentrasi jamur yang diaplikasikan. Rahardjo *et al.* (2002) menyatakan konsentrasi konidia berpengaruh terhadap mortalitas *Tetranychus* sp. yang dikendalikan dengan *Beauveria bassiana* (Balsomo) Vuilemin (Deuteromycetes: Moniliaceae). Semakin tinggi konsentrasi konidia yang diberikan pada perlakuan semakin tinggi pula mortalitas tungau yaitu pada konsentrasi 10^7 konidia/ml adalah 76.67% sedangkan pada konsentrasi 10^3 konidia/ml mortalitas tungau adalah 57.50%.

Pada Tabel 1 diketahui bahwa pada konsentrasi *V. tricolor* (KVt) 10^8 dan 10^9 konidia/ml persentase mortalitas stadia imago jantan dan betina *P. citri* lebih tinggi daripada mortalitas stadia nimfa. Tingginya mortalitas imago jantan dan imago betina *P. citri* karena imago jantan dan betina lebih aktif bergerak dibandingkan dengan nimfa, sehingga konidia jamur yang menempel dan menginfeksi pada tubuh imago jantan dan betina tinggi, yang akibatnya persentase mortalitas imago jantan dan betina lebih tinggi dibanding dengan stadia nimfa. Tetapi persentase mortalitas imago jantan pada KVt 10^8 dan 10^9 konidia/ml lebih tinggi dari imago betina. Hal ini

karena ukuran tubuh imago jantan lebih kecil dan lebih aktif bergerak dibandingkan imago betina yang ukuran tubuhnya lebih besar dan pergerakannya kurang aktif, sehingga konidia jamur yang menempel pada tubuh imago jantan tinggi dan lebih mudah menginfeksi yang akibatnya persentase mortalitas imago jantan juga lebih tinggi. Abe dan Ikegami (2005) yang meneliti thrips menyatakan bahwa mortalitas *Thrips coloratus* Schmutz (Homoptera: Thripidae) yang dikendalikan dengan *B. bassiana* pada imago jantan lebih tinggi dibandingkan dengan thrips imago betina. Hal ini karena ukuran thrips imago jantan lebih kecil dari thrips imago betina sehingga jamur lebih mudah dalam menginfeksi. Faktor lain yang menyebabkan tingginya mortalitas imago jantan dan betina *P. citri* dibandingkan dengan stadia nimfa karena imago jantan dan betina tidak berganti kulit, sedangkan pada stadia nimfa masih melalui proses ganti kulit sehingga konidia yang menempel pada tubuh nimfa ikut terlepas bersamaan dengan proses ganti kulit. Dengan demikian konidia yang menempel pada nimfa menjadi hilang atau sedikit sehingga mortalitas pada nimfa menjadi rendah. Sapdi (1999) mengemukakan apabila penetrasi jamur belum terjadi sampai saat berlangsungnya proses ganti kulit, maka jamur yang menempel pada integumen serangga kemungkinan hilang bersamaan dengan terlepasnya integumen serangga tersebut. Tingginya persentase mortalitas imago jantan dan imago betina *P. citri* tidak terjadi pada KVt 10^7 konidia/ml, yang persentase mortalitas stadia nimfa, imago jantan dan imago betina adalah sama. Pada KVt 10^7 konidia/ml, infeksi jamur *V. tricorpus* pada *P. citri* tidak dapat optimal akibat rendahnya konsentrasi konidia yang diperlakukan sehingga persentase mortalitas tungau juga rendah. Konsentrasi konidia sangat berpengaruh pada tingkat mortalitas rayap. Pada tingkat konsentrasi konidia tinggi, mortalitas rayap adalah 100% dan pada konsentrasi konidia rendah mortalitas rayap hanya 50% [Yoshimura dan Takahasi, (1998 dalam Desyanti *et al.*, 2007)].

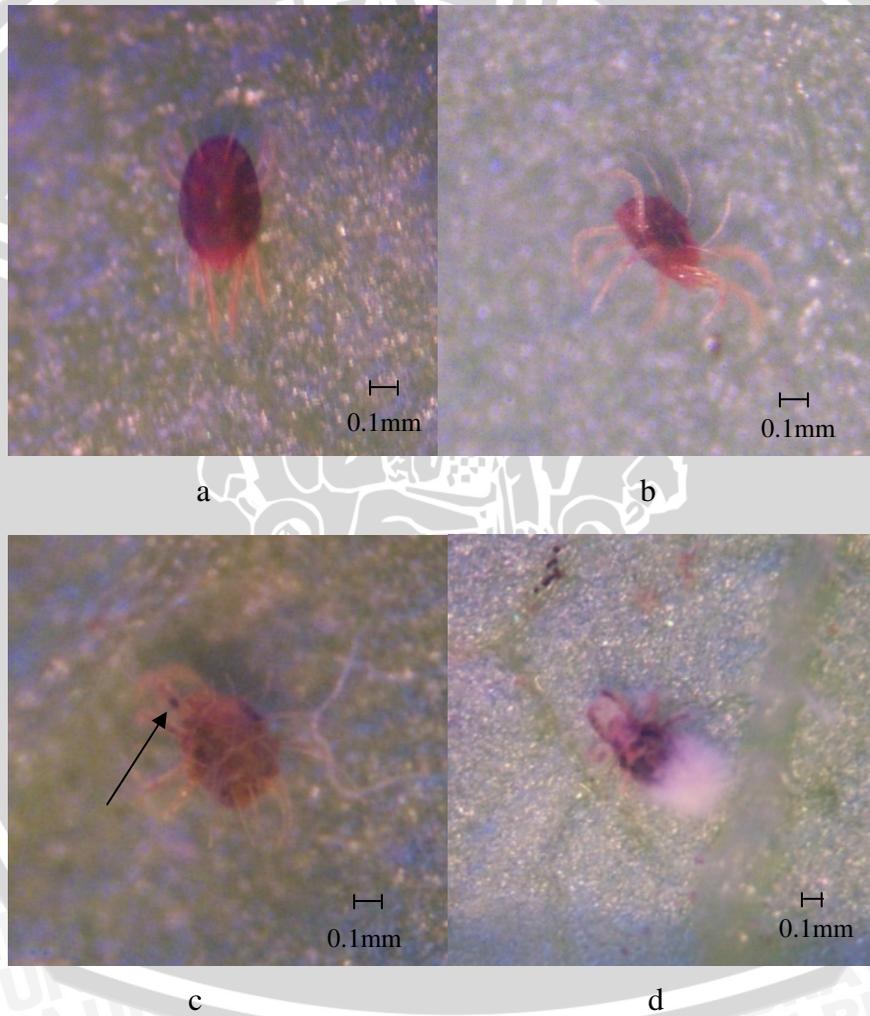
Dari Tabel 1 diketahui bahwa pada KVt 10^7 konidia/ml, 40 jam setelah aplikasi (JSA) belum ditemukan nimfa *P. citri* yang mati, tetapi kematian sudah terjadi pada imago jantan dan imago betina. Nimfa *P. citri* baru ditemukan mati pada 60 JSA. Hal ini disebabkan pergerakan stadia nimfa kurang aktif dibandingkan imago jantan dan imago betina *P. citri*, sehingga konidia menjadi lebih lambat menempel pada tubuh nimfa. Dengan demikian proses infeksi *V. tricorpus* pada tubuh nimfa juga menjadi

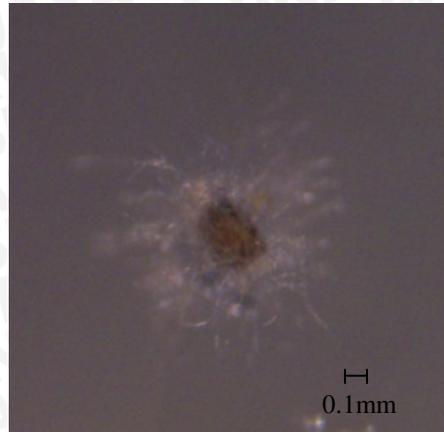
lambat dan akhirnya kematian juga membutuhkan waktu yang lama. Kematian imago jantan dan betina sudah terjadi pada 40 JSA karena imago jantan dan imago betina lebih aktif bergerak dibandingkan dengan stadia nimfa, sehingga konidia *V. tricornis* cepat menempel pada tubuh imago jantan dan imago betina daripada stadia nimfa. Dengan demikian konidia *V. tricornis* yang menempel dengan cepat dapat menginfeksi imago jantan dan imago betina *P. citri* akibatnya kematian juga terjadi dengan cepat. Sesuai dengan pendapat Sweetman (1958) bahwa jamur patogen serangga membutuhkan waktu 24 - 120 jam sejak kontak dengan inang yang selanjutnya melakukan penetrasi sampai dapat menimbulkan gejala infeksi pada inang. Gopal dan Gupta (2001) mengemukakan jamur entomopatogen *Hirsutella thompsonii* (Fisher) (Deuteromycetes: Moniliales) yang diaplikasikan pada tungau yang menyerang tanaman kelapa, *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eryophiidae) membutuhkan waktu 48 jam untuk dapat menyebabkan kematian tungau tersebut. Tohidin, Lisrianto dan Machdar (1993) juga mengemukakan jamur patogen serangga membutuhkan waktu 24 - 96 jam untuk penetrasi sampai dapat menimbulkan gejala infeksi. Hal ini juga sesuai dengan penelitian van hanh Vu *et al.* (2007) bahwa jamur *Verticillium* sp. membutuhkan waktu 24 jam untuk menginfeksi *Myzus persicae* (Sulzer) dan *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Konidia jamur entomopatogen membutuhkan waktu 24 - 48 jam untuk berkecambah dan selanjutnya menginfeksi serangga inang [Miranpuri dan Khachatourians, (1991 dalam Tefera *et al.*, 2003)]

Gejala infeksi jamur *V. tricornis* pada tungau *P. citri* disajikan pada Gambar 6. Gejala *P. citri* yang terinfeksi jamur *V. tricornis* terlihat dari penurunan aktivitasnya. Tubuh tungau yang terserang *V. tricornis* berwarna pucat dan pada tungkai *P. citri* terlihat bercak kehitaman (Gambar 6c). Bercak kehitaman terdapat pada tungkai, karena tungkai adalah alat pergerakan tungau yang kontak langsung dengan daun sehingga mudah terinfeksi oleh konidia *V. tricornis* yang berada di daun. Bercak kehitaman ini diperkirakan adalah tempat penetrasi *V. tricornis* yang selanjutnya menginfeksi tubuh tungau. Tahapan infeksi jamur entomopatogen pada tungau sesuai dengan Prayogo (2005) yang menyatakan tiga tahapan infeksi yaitu inokulasi adalah kontak antara propagul (jamur) dengan tubuh serangga dan tungau. Proses selanjutnya adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul pada

integumen dan destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Sweetman (1958) mengemukakan gejala infeksi yang muncul pada inang adalah adanya spot yang berwarna kuning kecokelatan sampai berwarna gelap pada tubuh inang. Gerakan dari serangga juga menjadi lebih lambat dan tidak cepat tanggap (tidak *reflex*).

Gejala lebih lanjut *P. citri* yang terinfeksi *V. tricorpus* adalah tubuh berwarna kehitaman dan pada akhir pengamatan ditemukan adanya miselium pada tubuh *P. citri*. Tubuh *P. citri* berwarna kehitaman karena jamur sudah menginfeksi di dalam tubuh tungau dan menyerang bagian dalam tubuh. Selanjutnya jamur *V. tricorpus* tumbuh dalam tubuh tungau sehingga pada akhir pengamatan ditemukan tubuh tungau *P. citri* yang ditumbuhi oleh miselium jamur *V. tricorpus*. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Sweetman (1958) bahwa setelah kematian serangga





e

Gambar 6. Proses Infeksi *V. tricorpus* pada *P. citri* (a. *P. citri* sehat, b. Gejala awal infeksi *V. tricorpus*, c. Bercak hitam diduga adalah infeksi jamur *V. tricorpus*, d. dan e. *P. citri* yang diselubungi miselium *V. tricorpus*)

inang, miselium jamur entomopatogen akan tumbuh dengan cepat dan menyelimuti tubuh serangga tersebut. Di wilayah Texas, jamur entomopatogen *Neozygites floridana* Weiser dan Muma (Zygomycetes: Entomophthorales) menginfeksi tungau merah jeruk, *P. citri*. Konidia jamur *N. floridana* diketahui menempel pada tungkai, seta dan tubuh tungau. Jamur tersebut menginfeksi dan berkecambah kemudian berkembang pada kutikula dan tubuh tungau. Gejala lanjut, tubuh tungau akan ditumbuhi oleh jamur *N. floridana* (French, 2008). Krutmuang *et al.* (2005) menyatakan kematian serangga akibat jamur entomopatogen adalah adanya bercak kehitaman pada kutikula dan tubuhnya mengeras. Gejala awal adalah tubuh serangga berubah dari cerah menjadi gelap. Gejala lebih lanjut pada tubuh serangga tersebut ditumbuhi jamur. Gejala yang muncul sesuai dengan penelitian Rumbarar (2008) yang bekerja dengan *V. tricorpus* pada pupa *C. cramerella*. Gejala adanya infeksi jamur ini diawali dengan adanya miselia berwarna putih seperti kapas yang muncul pada posterior pupa. Pada gejala lebih lanjut tubuh pupa mengeras dan kaku. Gejala akhir menunjukkan terjadi perubahan warna pupa menjadi lebih gelap.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Semakin tinggi konsentrasi konidia *V. tricorpus* semakin tinggi pula persentase mortalitas *P. citri*.
2. Stadia imago jantan *P. citri* lebih rentan dibandingkan stadia nimfa dan imago betina.
3. Perbedaan stadia *P. citri* berpengaruh terhadap tingkat mortalitas.
4. Konsentrasi *V. tricorpus* (KVt) 10^9 konidia/ml lebih efektif menyebabkan kematian *P. citri* daripada KVt 10^7 dan 10^8 konidia/ml.

Saran

Karena persentase mortalitas *P. citri* kurang dari 50% maka konsentrasi konidia *V. tricorpus* perlu ditingkatkan agar persentase mortalitas *P. citri* lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, M dan T. Ikegami. 2005. Susceptibility of five species of thrips to different strains of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*. Appl. Entomol. Zool. 40 (4): 667-674
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Anonymous. 2007a. British mycology society. Diakses dari www. Mycology. British.edu.uk pada juni 2007
- Anonymous. 2007b. *Verticilium* spp. Diakses dari www. doctorfungus.org pada Juli 2007
- Anonymous. 2008. *Beauveria bassiana*, *Metharizium anisopliae*, *Verticilium lecanii*, dan *Hirsutella thompsonii*. Di posting oleh Agrinfo. Diakses dari www. pikiran rakyat.com pada tanggal 17 Februari 2008
- Altre, J. A., J. D. Vandenberg., F. A. Cantone. 1999. Pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* isolates to Diamondback Moth, *Plutella xylostella*: correlation with spore size, germination speed and attachment to cuticle. Journal of Invertebrate Pathology 73: 332 – 338
- Barnett, H. L. 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company, Minneapolis.
- Bing Shi-Wei., M. Guang Feng. 2004. Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metharizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. Elsevier Inc. All rights reserved.
- Blaeser, P., Malee, T., Cetin, S. 2006. Possibilities for biocontrol of the onion thrips *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) using different entomopathogenic fungi from Thailand. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. Vol 15.
- Busvine, J. R. 1971. A Critical Review of The Techniques for Testing Insecticides.

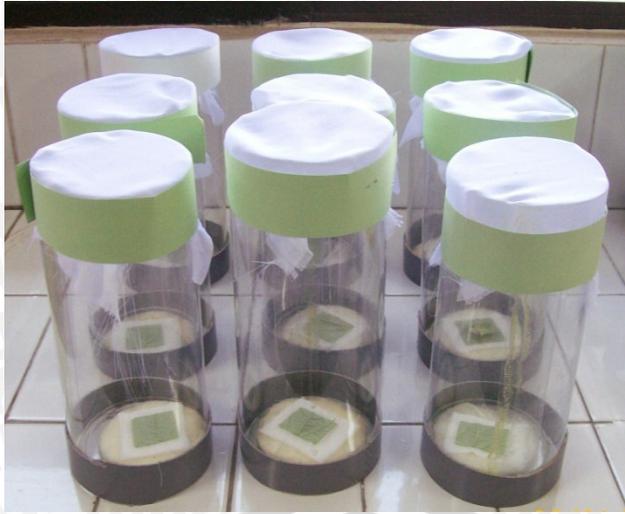
The Commonwealth Institute of Entomology. London

- Chandler, D., G, Davidson, J. K. Pell, B. V. Ball, K. Shaw, K. D. Sunderland. 2000. Abstrak: Fungal Biocontrol of Acari. *Biocontrol science and Technology* Vol 10
- Cohen, S. 1967. *Ann Bothani*. 31: 455-456. *Dalam* H D Burgess dan N W Hussey (Ed). 1971. *Microbial control of Insect and mites*. Academic Press. London- New York
- Cloyd, R. 2006. The entomopathogen *Verticillium lecanii*. University of Illionis. www.extension.umn.edu. diakses dari internet pada agustus 2007
- Desyanti., Yusuf, S. H., Sulaeman, Y., Teguh, S. 2007. Keefektifan beberapa spesies cendawan entomopathogen untuk mengendalikan rayap tanah *Coptotermes gestroi* WASMANN (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan metode kontak dan umpan. *J. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 5(2): 68-77
- Dulmage, H. T., and R. A, Rhodes. 1971. Production of pathogen in afriicial media. P507-531. *Dalam* H D, Burges and N W, Hussey (Ed). 1971. *Microbial control of Insect and mites*. Academic press. London – New York.
- Ekawati, S. 2001. Lama Waktu Penyinaran Ultra Violet Terhadap Perkecambahan Jamur *Beauveria bassiana* (Balsomo) Vuillemin (Deuteromycetes: Moniliales) Dan Patogenisitasnya Pada Tungau *Panonychus ulmi* (Koch) (Acarina: Tetranychidae). Skripsi. Jurusan HPT FP Universitas Brawijaya. Malang
- Ellis, D. 2006. *Verticillium* sp. diakses dari www.mycology-online.com pada agustus 2007
- French, V J. 2008. Poster: Incidence of the fungal pathogen, *Neozygites floridana* in citrus red mite population in Texas. Texas A&M University Kingsville Citrus Center 312 N. International Blvd Weslaco, Texas.
- Gindin, G., N. U, Geschtovt., B. Raccah., and I. Barash. 2000. Pathogenicity of *Verticillium lecanii* to different developmental stages of the Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Phytoparasitica* 28 (3): 229
- Goettel, M. S., Masanori, K., Jeong, J. K., Daigo, A., Ryoji, S., Jacques, B. 2008. Potential of *Lecanicillium* spp. For management of insects, nematodes, and plant diseases. *Journal of invertebrate pathology* 98 (2008) : 256-261
- Gopal M dan A. Gupta. 2001. Has *Hirsutella thompsonii* the wherewithal to counter coconut eriophyid mite scourge?. *Current Science* Vol. 80 (7), 10 April 2001
- Hadioetomo R, S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia. Jakarta.
- Helle, W. dan M. W., Sabelis. 1985. *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Volume 1A. Elsevier Amsterdam Netherlands.
- Kamarea, M. 2007. Uji Pengaruh Asa Cuka pada Media Beras terhadap Pertumbuhan Jamur *Verticillium tricorpus* sebagai Agen Pengendali Hayati. Tugas Akhir.

STIPER JAYAPURA

- Khiareddine, H. J., Remadi, M. D., Hibar, K., Ayed, F., Mahjoub, M. E. 2006. Pathogenicity of Tunisian Isolates of Three *Verticillium* species on Tomato and Egg Plant. *Plant Pathology Journal* 5 (2): 199-207
- Krantz G. W. 1978. *A Manual of Acarology*. Corvalis. Oregon State University Book Stores. Inc.
- Krutmuang, P. dan S. Mekchay. 2005. Pathogenicity of entomopathogenic fungi *Metharizium anisopliae* against termites. Conference on international agricultural research for development. Stuttgart-Hohenheim. 11-13 October 2005
- Prayogo, Y. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. Balai penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian Malang. Diakses dari www.pustaka.deptan.go.id pada agustus 2007.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya mempertahankan keefektifan cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama tanaman pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2). 2006
- Puspitarini, R. D. dan A. Afandhi. 1998. Diktat Kuliah Akarologi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Puspitarini, R. D. 2005. Bioekologi Tungau Merah Jeruk, *Panonychus citri* (Mc.Gregor) Acari : Tetranychidae. Disertasi. Pasca Sarjana Institut Pertanian. Bogor. Bogor
- Rahardjo, I. B., Maryam, ABN., Saefulloh., E. Silvia., dan T. Mulyana. 2002. Uji Residu empat isolat *Beauveria bassiana* terhadap tungau *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) sebagai vektor virus pada tanaman Anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.). *Jurnal Agrin Vol 5 (46)*: 32-37. Fakultas Pertanian UNSOED, Purwokerto.
- Robert S, Donald dan William Yendol. 1968. Use of fungi for microbial control of insect. *Dalam* H D Burgess dan N W Hussey (Ed). 1971. *Microbial control of Insect and mites*. Academic Press. London- New York. p125-149.
- Rumbarar, M. K. 2008. Pengaruh asam cuka terhadap patogenisitas jamur *Verticillium tricorpus* pada hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Sapdi. 1999. Mortalitas nimpha *Nezara viridula* L. pada beberapa tingkat konsentrasi suspensi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill. *Agrista*. 3(1)
- Smith, D. 1997. Citrus pest and their natural enemies integrated pest management in Australia. GAC Beattie and Roger Broadly. Australia
- Sosromarsono, S. 1998. Tungau merah jeruk, *Panonychus citri* (Mc.Gregor): pendatang baru di Indonesia. *Tulisan singkat*. p1-2
- Sulistyowati, L. 1999. *Pertumbuhan cendawan*. Lembaga penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

- Sweetman, H. L. 1958. The principal of biological control interrelation of hosts and pests and utilization in regulation of animal and plant populations. WM. C. Brown Company Publishers. Dubuque, IOWA.
- Tefera, T., K. L. Pringle. 2003. Effect of exposure method to *Beauveria bassiana* and conidia concentration on mortality, mycosis, and sporulation in cadavers of *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Invertebrate Pathology 84: 90-95
- Thungrabeab, M., P. Blaeser., C. Sengonca. 2006. Possibilities for biocontrol of the onion thrips *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera:Thripidae) using difference entomopathogenic from Thailand. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomology 15.
- Tjitrosomo, G. A. W., Gunawan., M. A. Zakaria. 1978. Kamus istilah mikologi. Bagian Mikologi Departemen Botani Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tohidin, Lisrianto. A. T. dan B. P. Machdar. 1993. Daya bunuh jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsomo) Vuilemin (Deuteromycetes: Moniliaceae) terhadap *Leptocorisa acuta* Thunberg (Hemiptera: Alididae) di rumah kaca. Prosiding makalah symposium patologi serangga I. PEI. Cabang Yogyakarta dan Fakulatas Pertanian, UGM. Yogyakarta.
- van deVrie, M., McMurtry, J. A., Huffaker, C. B. 1972. Biology, Ecology, and Pest Status, and Host-Plant Relations of Tetranychids. HILGARDIA Vol 41, No 13 hal 343 - 429.
- van Der Geest, L. P. S., S. L. Elliot., J. A. J. Breeuwer., E. A. M. Beerling. 2000. Review: Diseases of Mites. Experimental and Applied Acarology 24: 497-560.
- van Der Geest, L. P. S., Gilberto, J de M., Denise, N., Marcel, R T., 2002. New records of pathogenic fungi in mites (Arachnida: Acari) from Brazil. Neotropical Entomology Vol 31, No 3.
- van Hanh Vu, Suk H Hong, and Keun Kim. 2007. Selection of Entomopathogenic fungi for aphid control. Journal of Bioscience and Bioengineering. 104(6): 498 505
- Wu, T. K., dan Lo, K. C. 1989. Intregated Control of Citrus Red Spider Mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae)



Gambar Lampiran 1. Arena Percobaan di dalam Sangkar yang Berbentuk Tabung



Gambar Lampiran 2. Arena Percobaan

Tabel Lampiran 1. Mortalitas *P. citri* akibat infeksi *V. tricorpus* (Hasil Uji Pendahuluan)

Tingkat Konsentrasi Konidia	Mortalitas <i>P. citri</i> jam setelah aplikasi <i>V. tricorpus</i>					
	20	40	60	80	100	120
10 ⁸						
Ulangan 1						
Imago Jantan	0	3	4	5	6	8
Imago Betina	0	2	3	4	5	6
Ulangan 2						
Imago Jantan	0	2	3	4	5	7
Imago Betina	0	1	2	3	5	6

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Rata-rata Kematian *P. citri* akibat infeksi *V. tricorpus*

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.389	0.1945	0.1118	3.44	5.72
Perlakuan	11	377.555	34.323	19.737	2.26	3.19
Galat	22	38.278	1.739			
Total	35	416.222				

Tabel Lampiran 3. Mortalitas *P. citri* pada KVt 0, 10⁷, 10⁸, dan 10⁹ konidia/ml pada Berbagai Stadia

Tingkat Konsentrasi (Konidia/ml)	Mortalitas <i>P. citri</i> jam setelah aplikasi <i>V. tricorpus</i>					
	20	40	60	80	100	120
Kelompok 1						
Nimfa 0	0	0	0	0	0	0
Jantan 0	0	0	0	0	0	0
Betina 0	0	0	0	0	0	0
Nimfa 10 ⁷	0	0	2	3	4	4
Jantan 10 ⁷	0	1	3	4	4	5
Betina 10 ⁷	0	2	3	5	6	8
Nimfa 10 ⁸	0	2	2	4	5	8
Jantan 10 ⁸	0	2	4	7	8	8
Betina 10 ⁸	0	3	3	4	8	8
Nimfa 10 ⁹	0	0	0	2	5	7
Jantan 10 ⁹	0	2	5	6	7	9
Betina 10 ⁹	0	1	2	3	4	6
Kelompok 2						
Nimfa 0	0	0	0	0	0	0
Jantan 0	0	0	0	0	0	0
Betina 0	0	0	0	0	0	0
Nimfa 10 ⁷	0	0	1	1	4	7
Jantan 10 ⁷	0	1	3	4	5	6
Betina 10 ⁷	0	2	2	2	3	4
Nimfa 10 ⁸	0	0	0	2	4	5
Jantan 10 ⁸	0	3	4	6	6	9
Betina 10 ⁸	0	1	3	4	6	6
Nimfa 10 ⁹	0	1	3	3	4	7
Jantan 10 ⁹	0	3	7	7	9	9
Betina 10 ⁹	0	1	3	4	6	8
Kelompok 3						
Nimfa 0	0	0	0	0	0	0
Jantan 0	0	0	0	0	0	0
Betina 0	0	0	0	0	0	0
Nimfa 10 ⁷	0	0	3	4	4	5
Jantan 10 ⁷	0	2	3	4	4	5
Betina 10 ⁷	0	1	2	4	4	5
Nimfa 10 ⁸	0	1	1	2	3	5
Jantan 10 ⁸	0	2	5	7	7	7
Betina 10 ⁸	0	3	5	6	8	8
Nimfa 10 ⁹	0	1	3	5	7	8
Jantan 10 ⁹	0	3	6	7	9	10
Betina 10 ⁹	0	2	3	5	9	11

