

**SEBARAN BERBAGAI GENUS JAMUR ENDOFIT PADA
DAUN TUA, SETENGAH TUA, MUDA TANAMAN APEL
(*Malus sp.*) DAN PATOGENISITAS TERHADAP
Spodoptera litura Fabricius**

Oleh
HAVINDA ANGGRILIKA W.S



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2017**

**SEBARAN BERBAGAI GENUS JAMUR ENDOFIT PADA
DAUN TUA, SETENGAH TUA, MUDA TANAMAN APEL
(*Malus sp.*) DAN PATOGENISITAS TERHADAP
Spodoptera litura Fabricius**

OLEH

HAVINDA ANGGRILIKA W.S

125040201111147

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

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2017



PERNYATAAN

Dengan ini 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 yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2017

Havinda Anggrilika W.S



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Sebaran Berbagai Genus Jamur Endofit pada Daun Tua, Setengah Tua, Muda Tanaman Apel (*Malus sp.*) dan Patogenisitas terhadap *Spodoptera litura* Fabricius

Nama Mahasiswa : Havinda Anggrilika W.S

NIM : 125040201111147

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208 198212 1 001

Pembimbing Pendamping II,

Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.
NIK. 201503 860523 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

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

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

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

Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.
NIK. 201503 860523 1 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208 198212 1 001

Lugman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :



“ Ilmu bukanlah teori yang hanya dihafal, namun yang bermanfaat (diamalkan) dalam kehidupan ” - Imam Syafi’i -

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini kupersembahkan untuk Ibu, Ayah
dan Adik-adikku tercinta. Guru-guruku dan
Teman-temanku tersayang ...*

RINGKASAN

HAVINDA ANGGRILIKA W.S. 125040201111147. Sebaran Berbagai Genus Jamur Endofit pada Daun Tua, Setengah Tua, Muda Tanaman Apel (*Malus sp.*) dan Patogenisitas terhadap *Spodoptera litura* Fabricius. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc. sebagai Pembimbing Pendamping.

Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan bagi inang. Jamur endofit selain berperan memberi ketahanan inang terhadap penyakit dan menghasilkan zat pengatur tumbuh, juga dilaporkan sebagai patogen serangga pada tanaman. Jamur endofit patogen serangga yang diperoleh dari daun berpeluang dapat digunakan untuk mengendalikan hama perusak daun, jamur patogen serangga dan hama berada pada habitat yang sama. Jamur endofit *Nigrospora* sp. dari daun mampu menekan pertumbuhan populasi kutu daun *Aphis gossypii* di cabai. Jamur patogen serangga yang patogen dapat diperoleh dari lingkungan pertanaman tempat serangga hama tersebut berada. *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) menyerang beberapa tanaman pangan maupun perkebunan di daerah tropis seperti apel. *S. litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif yaitu memakan daun muda sehingga tinggal tulang daun. Jamur endofit yang berada pada tanaman inang kemungkinan juga berperan sebagai patogen serangga. Isolat jamur yang patogen terhadap serangga dapat diperoleh dari habitat serangga inang, sehingga *S. litura* mempunyai peluang mampu dikendalikan jamur endofit patogen serangga dari daun apel.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Mei sampai dengan September 2016. Isolasi jamur endofit dengan penanaman daun sehat apel pada media SDAY. Identifikasi jamur dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Seleksi isolat dilakukan berdasarkan kerapatan konidia dan viabilitas tertinggi. Sebanyak 38 isolat jamur endofit daun apel diseleksi menjadi 22 selanjutnya dilakukan pengujian terhadap larva *S. litura* instar II. Uji patogenisitas dengan cara pencelupan larva *S. litura* instar II pada suspensi isolat jamur endofit. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 22 perlakuan dan 3 kontrol, masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Data mortalitas dan lama kematian *S. litura* dianalisis dengan menggunakan ANOVA, apabila hasil pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjutan Duncan pada taraf 5 %. Gejala infeksi isolat jamur patogen serangga pada *S. litura* dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan melalui foto dokumentasi.

Jamur endofit yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari keseluruhan daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel berjumlah 38 isolat. Pada daun tua tanaman apel diperoleh 17 isolat terdiri dari 5 genus jamur yaitu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium*, dan *Curvularia*. Pada daun setengah tua tanaman apel diperoleh 14 isolat terdiri dari 6 genus jamur yaitu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Curvularia*, dan *Alternaria*. Pada daun muda tanaman apel diperoleh 7 isolat terdiri dari 2 genus jamur yaitu *Aspergillus* dan *Alternaria*. Jamur endofit dari daun apel mempunyai patogenisitas berbeda setiap isolat. Patogenisitas tertinggi terdapat pada isolat *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) dari



daun tua menyebabkan mortalitas terhadap larva *S. litura* sebesar 56,67 %. Sedangkan patogenisitas terendah terdapat pada isolat *Fusarium* sp. 1 (Dt-Fus₁) dari daun tua, *Alternaria* sp. 1 (Dst-Alt₁) dan *Fusarium* sp. 2 (Dst-Fus₂) dari daun setengah tua serta *Alternaria* sp. 3 (Dm-Alt₃) dari daun muda tanaman apel masing-masing menyebabkan mortalitas terhadap larva *S. litura* sebesar 6,67 %.



SUMMARY

HAVINDA ANGGRILIKA W.S. 125040201111147. Distribution of Various Genus Endophytic Fungi of Old Leaves, Mature Leaves, and Young Leaves Apple Plant (*Malus* sp.) and Pathogenicity of *Spodoptera litura* Fabricius. Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. and Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.

Endophytic fungi are microorganisms live in plant tissues without causing damage the host. Endophytic fungi apart from it is role as host resistance to disease and produces growing, were also reported as pathogens insects on plants. Endophytic fungi pathogens insect obtained from the leaves could be used to control pest leaves, pathogenic insect and pest are on the same habitat. Fungi *Nigrospora* sp. from leaves suppressed population growth of *Aphis gossypii* in chili. Insect pathogenic fungi can be obtained from the environment planting insect pests are located. *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) attacked some crops and plantations in the tropical like an apples. *S. litura* attacking cultivated plants in vegetative phase feed on young leaves to the leaves. Endophytic fungi in the host plants may also role as pathogens insect. Isolates pathogenic insects fungi can be obtained from insect host habitat, *S. litura* had chance capable of being controlled endophytic fungi pathogens insects of apple leaves.

This research was conducted in Biological Control Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Agriculture Faculty, Brawijaya University, Malang, from May until September 2016. Isolation endophytic fungi of planting healthy leaves apples on SDAY media. Identification fungi done by macroscopic and microscopic. Selection is based on density isolates conidia and viability highest. 38 isolates of endophytic fungi apple leaves selected to 22 and testing for second instar larvae *S. litura*. Pathogenicity test by immersion second instar larvae *S. litura* suspension isolates endophytic fungi. Experiments using a completely randomized design with 22 treatments and 3 control, each treatment was repeated 3 times. Mortality and time death *S. litura* analyzed using ANOVA, if the results of real impact and undergone a higher level of Duncan 5%. Symptoms of infection isolates insect pathogenic fungi on *S. litura* analyzed descriptive and displayed through the documentation.

Endophytic fungi were isolated and identified of old leaves, mature and young apple plant were 38 isolates. In the old leaves apple plant obtained 17 isolates consisting of 5 genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium* and *Curvularia*. On leaves mature apple plant obtained 14 isolates consisting of 6 genus is *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Curvularia* and *Alternaria*. On the leaves young apple plant obtained 7 isolates consisting of 2 genus fungus is *Aspergillus* and *Alternaria*. Endophytic fungi of apple leaves have a different pathogenicity any isolate. The highest pathogenicity in isolates of *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) of old leaves cause mortality for larvae of *S. litura* of 56.67%. The lowest pathogenicity of isolates *Fusarium* sp. 1 (Dt-Fus₁) old leaves,



Alternaria sp. 1 (Dst-Alt₁) and *Fusarium* sp. 2 (Dst-Fus₂) of mature leaves and *Alternaria* sp. 3 (Dm-Alt₃) of young leaves apple plant cause mortality for larvae *S. litura* of 6.67%.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sebaran Berbagai Genus Jamur Endofit pada Daun Tua, Setengah Tua, Muda Tanaman Apel (*Malus sp.*) dan Patogenisitas terhadap *Spodoptera litura Fabricius*”, sebagai salah satu syarat studi di program strata satu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu dan Ayah tercinta serta adik-adikku tersayang atas kasih sayang, do'a, semangat tiada henti serta dukungan moril dan materil selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku pembimbing utama dan Bapak Fery Abdul Choliq SP., MP., M.Sc. selaku pembimbing pendamping atas ilmu yang telah diberikan, nasihat, motivasi dan saran yang sangat berarti bagi penulis.
3. Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas bimbingan dan nasihat.
4. Karyawan dan laboran Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan atas fasilitas, bimbingan dan bantuan yang diberikan.
5. Teman-teman satu bimbingan seperjuangan Vivi, laila, Leli, Iis, Eni, Aini, Catur, Aphine, Yosep, Mbak Aluf, Mbak Iwed dan Mbak Nhora atas semangat, arahan dan saran kepada penulis.
6. Teman-teman Agroekoteknologi angkatan 2012, khususnya minat HPT.

Semoga hasil dari skripsi ini bermanfaat untuk semua pihak dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Malang, Januari 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lamongan pada tanggal 02 Agustus 1994 sebagai putri pertama Bapak Joko Sudarman dan Ibu Sulikah.

Pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu TK Dharma Bakti (Tahun 1999-2001), SDN Jotosanur 1 Kecamatan Tikung (Tahun 2001-2006), SMPN 2 Lamongan (Tahun 2006-2009), SMAN 3 Lamongan (Tahun 2009-2012). Tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui SNMPTN undangan. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti kegiatan ALP (*Agriculture Leadership Program*) Tahun 2012 dan menjadi panitia POSTER (Program Orientasi Studi Terpadu) FP UB Tahun 2013 sebagai pendamping.

Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biokimia Tanaman (Tahun 2014), Bioteknologi Pertanian (Tahun 2014), Hama dan Penyakit Penting Tanaman (Tahun 2014), Mikologi (2016), Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu (2016), dan Pertanian Berlanjut (Tahun 2016). Penulis telah melaksanakan magang kerja pada tanggal 27 Juli sampai dengan 27 Oktober 2015 di PTPN XII (Persero) Kebun Bangelan Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang mengenai Manajemen Hama Penyakit di Agroekosistem Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre).

DAFTAR ISI

| | |
|--|---------|
| | Halaman |
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| RIWAYAT HIDUP | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Hipotesis | 3 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Jamur Endofit pada Daun | 4 |
| 2.2 Sebaran Jamur Endofit Berdasarkan Umur Daun | 5 |
| 2.3 Jamur Endofit Sebagai Patogen Serangga..... | 5 |
| 2.4 <i>Spodoptera litura</i> Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) | 6 |
| III. METODOLOGI | 8 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 8 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 8 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 9 |
| 3.3.1 Isolasi Jamur Endofit | 9 |
| 3.3.2 Identifikasi Isolat..... | 10 |
| 3.3.3 Uji Patogenisitas | 12 |
| 3.4 Analisis Data Penelitian | 14 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 15 |
| 4.1 Identifikasi Jamur Endofit..... | 15 |
| 4.2 Patogenisitas Isolat Jamur Endofit terhadap Larva <i>S. litura</i> | 28 |
| 4.2.1 Gejala yang Ditimbulkan oleh Isolat Jamur pada Larva <i>S. litura</i> | 36 |
| 4.2.2 Waktu Kematian Larva <i>S. litura</i> | 38 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| 5.1 Kesimpulan | 41 |
| 5.2 Saran..... | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | 51 |



DAFTAR GAMBAR

| Nomor Teks | Halaman |
|--|---------|
| 1. Larva <i>S. litura</i> | 7 |
| 2. Sampel daun apel | 10 |
| 3. Denah pengambilan sampel daun..... | 10 |
| 4. Potongan daun apel steril diisolasi pada cawan Petri berisi media SDAY | 11 |
| 5. Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 1 | 16 |
| 6. Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 2 | 17 |
| 7. Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 3 | 17 |
| 8. Jamur <i>Penicillium</i> sp. 1 | 18 |
| 9. Jamur <i>Penicillium</i> sp. 2 | 19 |
| 10. Jamur <i>Penicillium</i> sp. 3 | 19 |
| 11. Jamur <i>Penicillium</i> sp. 4 | 20 |
| 12. Jamur <i>Fusarium</i> sp. 1..... | 21 |
| 13. Jamur <i>Fusarium</i> sp. 2..... | 21 |
| 14. Jamur <i>Acremonium</i> sp.1 | 22 |
| 15. Jamur <i>Acremonium</i> sp. 2 | 23 |
| 16. Jamur <i>Acremonium</i> sp. 3 | 23 |
| 17. Jamur <i>Curvularia</i> sp. 1..... | 24 |
| 18. Jamur <i>Curvularia</i> sp. 2..... | 25 |
| 19. Jamur <i>Alternaria</i> sp. 1..... | 25 |
| 20. Jamur <i>Alternaria</i> sp. 2 | 26 |
| 21. Jamur <i>Alternaria</i> sp. 3..... | 27 |
| 22. Larva <i>S. litura</i> Instar II setelah terinfeksi jamur endofit..... | 37 |

Lampiran

| | |
|--|----|
| 1. Lokasi pengambilan sampel daun apel di Dusun Binangun Kecamatan Bumiaji Kota Batu | 56 |
| 2. Isolasi jamur endofit..... | 56 |



DAFTAR TABEL

| Nomor | Halaman |
|---|---------|
| Teks | |
| 1. Kriteria Sampel Daun Apel..... | 9 |
| 2. Jumlah isolat jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel..... | 15 |
| 3. Kerapatan dan viabilitas isolat jamur endofit daun tua tanaman apel untuk uji patogenisitas terhadap larva <i>S. litura</i> | 28 |
| 4. Kerapatan dan viabilitas isolat jamur endofit daun setengah tua tanaman apel untuk uji patogenisitas terhadap larva <i>S. litura</i> | 29 |
| 5. Kerapatan dan viabilitas isolat jamur endofit daun muda tanaman apel untuk uji patogenisitas terhadap larva <i>S. litura</i> | 29 |
| 6. Persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> pada uji patogenisitas dengan menggunakan 8 isolat jamur endofit daun tua tanaman apel..... | 31 |
| 7. Persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> pada uji patogenisitas dengan menggunakan 10 isolat jamur endofit daun setengah tua tanaman apel..... | 31 |
| 8. Persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> pada uji patogenisitas dengan menggunakan 4 isolat jamur endofit daun muda tanaman apel..... | 32 |
| 9. Rata-rata waktu kematian larva <i>S. litura</i> terhadap 8 isolat jamur endofit daun tua tanaman apel..... | 38 |
| 10. Rata-rata waktu kematian larva <i>S. litura</i> terhadap 10 isolat jamur endofit daun setengah tua tanaman apel | 39 |
| 11. Rata-rata waktu kematian larva <i>S. litura</i> terhadap 4 isolat jamur endofit daun muda tanaman apel..... | 39 |

Lampiran

| | |
|--|----|
| 1. Deskripsi teknik budidaya apel..... | 52 |
| 2. Analisis ragam uji patogenisitas jamur endofit daun tua tanaman apel terhadap persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> | 53 |
| 3. Analisis ragam uji patogenisitas jamur endofit daun setengah tua tanaman apel terhadap persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> | 53 |
| 4. Analisis ragam uji patogenisitas jamur endofit daun muda tanaman apel terhadap persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> | 53 |
| 5. Analisis ragam waktu mortalitas <i>S. litura</i> dengan aplikasi beberapa jamur endofit daun tua tanaman apel..... | 53 |



| | |
|---|----|
| 6. Analisis ragam waktu mortalitas <i>S. litura</i> dengan aplikasi beberapa jamur endofit daun setengah tua tanaman..... | 54 |
| 7. Analisis ragam waktu mortalitas <i>S. litura</i> dengan aplikasi beberapa jamur endofit daun muda tanaman | 54 |
| 8. Rerata suhu dan kelembaban media biakan SDAY..... | 55 |
| 9. Rerata suhu dan kelembaban pada saat uji patogenisitas jamur terhadap larva <i>S. litura</i> | 55 |



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan bagi inang (Khairy *et al.*, 2012). Jamur endofit selain berperan memberi ketahanan inang terhadap penyakit dan menghasilkan zat pengatur tumbuh juga dilaporkan sebagai patogen serangga pada tanaman. Jamur endofit patogen serangga yang diperoleh dari daun berpeluang dapat digunakan untuk mengendalikan hama perusak daun, jamur patogen serangga dan hama berada pada habitat yang sama. Jamur endofit *Nigrospora* sp. dari daun mampu menekan pertumbuhan populasi kutu daun *Aphis gossypii* di cabai (Hermawati *et al.*, 2007). Nuraida dan Hasyim (2009) menyatakan bahwa jamur patogen serangga yang virulen dapat diperoleh dari lingkungan pertanaman tempat serangga hama tersebut berada.

Variasi spasial dan temporal mempengaruhi keberadaan jamur endofit (Hilarino *et al.*, 2011). Jamur endofit daun apel (*Malus sylvestris* Mill.) pada lahan PHT di Poncokusumo yaitu *Nigrospora* sp., *Hormiscium* sp., *Acremonium* sp., *Pithomyces* sp., *Chylindrocephalum* sp., *Aspergillus* sp., *Paecilomyces* sp., *Cephalosporium* sp., dan *Trichotecium* sp. (Wicaksono *et al.*, 2008). Laporan lain menyatakan, jamur endofit daun apel (*M. domestica*) pada lahan PHT di Brazil yaitu *Alternaria* sp., *Botryosphaeria* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Epicoccum* sp., *Fusarium* sp., dan *Xylaria* sp. (Cammati-Sartori *et al.*, 2005). Sorensen dan Colwell (2006) menyatakan bahwa jenis jamur endofit yang umum diperoleh dari isolasi daun tanaman yaitu *Nigrospora* sp., *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Cylindrocladium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., dan *Glomerella* sp. Jamur dari daun apel *M. sylvestris* (Wicaksono *et al.*, 2008) dan *M. domestica* (Cammati-Sartori *et al.*, 2005) hanya diketahui sebagai endofit. Namun demikian, dari semua jenis jamur yang berhasil diisolasi pernah dilaporkan sebagai endofit patogen serangga yaitu *Paecilomyces* sp., *Acremonium* sp., *Nigrospora* sp., dan *Cladosporium* sp.

Jamur patogen serangga *Paecilomyces farinosus* dilaporkan sebagai endofit pada tanaman *Carpinus caroliana* (Bills dan Polishook, 1991). Jamur patogen

serangga *Paecilomyces* sp. menyebabkan kematian pada larva *Crocidolomia pavonana* (Nuraida, 2006). Jamur endofit *Acremonium coephialu* pada rumput *Festuca arundinacea* sebagai patogen serangga larva *Spodoptera frugiperda* dan *Crambus* spp. dengan aktivitas menurunkan laju ketahanan hidup dan menghambat perkembangan serangga (Khairy et al., 2012). Thakur et al. (2014) menambahkan jamur endofit *Nigrospora oryzae* dan *Cladosporium uredinicola* pada bratawali mampu menekan perkembangan dan kelangsungan hidup larva *Spodoptera litura*. Jamur endofit *Paecilomyces farinosus* (Bills dan Polishook, 1991), *Acremonium coephialu* (Khairy et al., 2012), *Nigrospora oryzae* dan *Cladosporium uredinicola* (Thakur et al., 2014) selain menjadi endofit juga berperan sebagai patogen serangga pada tanaman selain apel.

Spodoptera litura Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) menyerang beberapa tanaman pangan maupun tanaman perkebunan di daerah tropis seperti apel (Mahfudho et al., 2014). *S. litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif yaitu memakan daun tanaman muda sehingga tinggal tulang daun (Budi et al., 2013). Pemanfaatan endofit sebagai angensia serangga umumnya bersifat spesifik terhadap serangga herbivora, stadia larva lebih sensitif terhadap jamur endofit (Yulianti, 2013). Jamur endofit yang berada pada tanaman inang kemungkinan juga berperan sebagai patogen serangga. Isolat jamur yang patogen terhadap serangga dapat diperoleh dari habitat serangga inang, sehingga *S. litura* mempunyai peluang mampu dikendalikan jamur endofit patogen serangga dari daun apel.

1.2 Rumusan Masalah

1. Genus jamur endofit apa saja yang diperoleh dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel?
2. Apakah isolat jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel mempunyai patogenisitas berbeda?

1.3 Tujuan

Tujuan yang diajukan pada penelitian ini adalah

1. Mengisolasi dan mengidentifikasi jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel
2. Menguji patogenisitas isolat jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel terhadap larva *S. litura*

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah

1. Diperoleh jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel
2. Jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel mempunyai patogenisitas berbeda setiap isolat

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi genus jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel serta diperoleh jamur endofit yang mempunyai patogenisitas tertinggi terhadap larva *S. litura*. Tersedianya isolat lokal jamur endofit patogen serangga dari daun apel dapat digunakan untuk agens pengendali hayati.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur Endofit pada Daun

Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan bagi inang (Khairy *et al.*, 2012). Jamur endofit sebagai mikosimbion yang melakukan kolonisasi dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala sakit (Petrini, 1992).

Jamur endofit mempunyai kisaran inang yang luas, sekitar 300.000 spesies tanaman diketahui sebagai inang endofit (Strobel *et al.*, 2004). Jamur endofit ditemukan pada berbagai kelompok tanaman yaitu rumput-rumputan, teki, pohon dan sayuran (Petrini, 1992; Siegel dan Schardl, 1992). Keberadaan jamur endofit pada tanaman dipengaruhi oleh jenis inang, organ tanaman yang diisolasi, lokasi (Suganda *et al.*, 2007) dan lingkungan budidaya (Pimentel *et al.*, 2006). Jamur endofit terdapat di dalam organ tanaman meliputi daun, bunga, ranting, buah dan akar.

Jamur endofit berasosiasi dengan daun sangat melimpah di daerah tropis daripada daerah sub tropis. Di hutan tropis jamur endofit menginfeksi 100% dalam daun *Quercus emoryi* di Arizona (Irmawan, 2007). Keberadaan endofit tergantung dari inang tanaman selama terpenuhi syarat nutrisi dan kondisi lingkungan (Petrini, 1996). Jamur endofit tumbuh baik pada daun karena eksudat dari daun yang menjadi media kaya nutrisi (Durham, 2004). Eksudat yang dihasilkan daun berupa nutrisi anorganik (mikro dan makro elemen), terdapat juga material organik seperti gula bebas, pektin, gula, alkohol, asam amino, asam organik, vitamin dan substansi pendukung pertumbuhan jamur lainnya. Jamur endofit dari daun apel (*Malus sylvestris*) pada lahan pertanian PHT di Poncokusumo yaitu *Nigrospora* sp., *Hormiscium* sp., *Acremonium* sp., *Pithomyces* sp., *Chylindrocephalum* sp., *Aspergillus* sp., *Paecilomyces* sp., *Cephalosporium* sp., dan *Trichotecium* sp. (Wicaksono *et al.*, 2008). Laporan lain menyatakan, jamur endofit dari daun apel (*Malus dosmestica*) pada lahan pertanian PHT di Brazil yaitu *Alternaria* sp., *Botryosphaeria* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Epicoccum* sp., *Fusarium* sp., dan *Xylaria* sp. (Cammati-Sartori *et al.*, 2005).

2.2 Sebaran Jamur Endofit Berdasarkan Umur Daun

Studi menunjukkan bahwa umur daun mempengaruhi kerapatan infeksi endofit pada daun pohon hutan tropis (Arnold dan Herre, 2003). Clay (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa jumlah dan jenis jamur endofit pada daun meningkat seiring dengan bertambahnya umur daun. Daun yang mengalami penuaan cenderung menerima nutrisi lebih banyak, sehingga daun tua mendapat lebih banyak klorofil, warna daun yang berumur tua lebih hijau (Susanto, 2008).

Sebaran jamur endofit daun biasanya tidak homogen (Cannon dan Simmons, 2002). Beberapa studi menunjukkan bahwa, daun tua lebih banyak terdapat jamur endofit daripada daun muda (Toofanee dan Dulymamode, 2002; Suryanarayanan dan Thennarasan, 2004). Kolonisasi jamur endofit lebih besar dari bagian daun tertentu mungkin berhubungan dengan struktur anatomi yang lebih kompleks dan kerentanan infeksi (Cannon dan Simmons, 2002). Fernandes *et al.* (2011) menyatakan bahwa daun tua lebih menguntungkan untuk kolonisasi jamur, perubahan pengaruh biokimia daun mempengaruhi distribusi kolonisasi endofit. Konsentrasi tannin meningkat pada daun *B. brevipes* tua dan serangan herbivora menurun (Cornelissen dan Fernandes, 2001). Kepadatan infeksi jamur endofit pada tanaman berkayu cenderung meningkat seiring dengan usia daun (Rodrigues, 1994).

2.3 Jamur Endofit sebagai Patogen Serangga

Jamur endofit merupakan simbion mutualis tanaman. Peran yang menguntungkan tanaman yaitu meningkatkan ketahanan terhadap serangga dan mamalia herbivora (Siegel dan Schardl, 1992). Jamur endofit patogen serangga berada secara alami di dalam jaringan tanaman, sehingga meningkatkan resistensi inang dari serangan hama. Jamur patogen serangga *Beauveria bassiana*, *Acremonium* dan *Cladosporium* dilaporkan sebagai endofit pada kopi arabika (Vega *et al.*, 2008). Jamur patogen serangga *Lenanicilium* sp. dilaporkan sebagai endofit pada jagung (Aiuchi *et al.*, 2013), selain itu jamur patogen serangga *Paecilomyces* sp. juga dilaporkan sebagai endofit pada pisang (Cao *et al.*, 2012). Jamur patogen serangga *Paecilomyces farinosus* dilaporkan sebagai endofit pada tanaman *Carpinus caroliniana* (Bills, 1991). Jamur patogen serangga *Paecilomyces*

sp. menyebabkan kematian pada larva *Crocidolomia pavonana* (Nuraida, 2006). Jamur endofit *Acremonium coephialu* pada rumput *Festuca arundinacea* sebagai patogen serangga larva *Spodoptera frugiperda* dan *Crambus* spp. dengan aktivitas menurunkan laju ketahanan hidup dan menghambat perkembangan serangga (Khairy *et al.*, 2012). Jamur endofit *Acremonium lolii* pada rumput *Lolium perenne* menurunkan ketahanan hidup, menghambat aktivitas makan dan laju peletakan telur kumbang *Listronotus bonariensis* (Barker *et al.*, 1984). Jamur endofit *Nigrospora* sp. berasal dari daun cabai mampu menekan pertumbuhan populasi *Aphis gossypii* (Hermawati, 2007). Jamur endofit *Nigrospora* sp. mempengaruhi kemunculan imago, lama hidup dan potensi reproduksi *Spodoptera litura* setelah hama diberi pakan buatan yang mengandung jamur *Nigrospora* sp. (Thakur *et al.*, 2012). Thakur *et al.* (2014) menambahkan, jamur endofit *Nigrospora oryzae* dan *Cladosporium uredinicola* mampu menekan perkembangan larva *Spodoptera litura*.

2.4 *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)

S. litura merupakan hama polifag termasuk dalam kelas Insecta, ordo Lepidoptera dan famili Noctuidae. *S. litura* merupakan serangga hama yang ditemukan di berbagai negara seperti Indonesia, India, Jepang, Cina, dan negara - negara lain di Asia Tenggara (Sintim *et al.*, 2009). *S. litura* bersifat polifag sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan (Marwoto dan Suharsono, 2008). Menurut Mahfudho *et al.* (2014) menyatakan bahwa *S. litura* menyerang beberapa tanaman pangan maupun tanaman perkebunan di daerah tropis seperti apel. *S. litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif yaitu memakan daun tanaman muda sehingga tinggal tulang daun dan pada fase generatif dengan memakan polong - polong muda (Budi *et al.*, 2013).

S. litura mengalami metamorfosis sempurna karena memiliki 4 stadia hidup yaitu telur, larva, pupa dan imago. *S. litura* betina meletakkan telur secara berkelompok pada permukaan daun, tiap kelompok telur terdiri atas ± 350 butir. Siklus hidup berkisar antara 30 - 60 hari. Larva yang baru keluar dari kelompok telur mulanya bergerombol sampai instar III. Larva berwarna hijau kelabu hitam

terdiri dari V-VI instar. Lama stadia larva 17 - 26 hari, yang terdiri dari larva instar I sekitar 5 - 6 hari, instar II sekitar 3 - 5 hari, instar 3 sekitar 3 - 6 hari, instar IV sekitar 2 - 4 hari dan instar V sekitar 3 - 5 hari (Erwin, 2000). Pupa *S. litura* berwarna cokelat kemerahan dan panjangnya 18 - 20 mm (Kalshoven, 1981). Masa stadium pupa \pm 10 hari dengan berat antara 0,32 sampai 0,37 g, kemudian *S. litura* berubah menjadi imago (Garad *et al.*, 1985).



Gambar 1. Larva *S. litura* (Erwin, 2000)

III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel daun apel dilakukan di Dusun Binangun Desa Bumiaji Kecamatan Bumiaji Kota Batu (Koordinat : S $7^{\circ}51'32.4''$ dan E $112^{\circ}32'20.1''$), ketinggian tempat 1.062 m dpl. Isolasi, identifikasi dan uji patogenisitas dilakukan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan September 2016.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu gunting untuk mengambil sampel daun apel, amplop sebagai wadah daun yang telah diambil, kotak kedap udara (*ice box*) sebagai wadah untuk sampel daun yang akan dibawa dari lahan ke laboratorium, kertas label dan OHP untuk memberi identitas, *autoclave* untuk sterilisasi alat dan media tumbuh jamur, *laminar air flow cabinet* (LAFC) untuk ruang steril isolasi, cawan Petri (diameter 9 cm) sebagai tempat media tumbuh jamur, jarum ose dan pinset sebagai alat untuk isolasi jamur, bunsen untuk sterilisasi alat, *scalpel* untuk memotong daun pada saat di LAFC, kain kasa hitam sebagai penutup cawan Petri untuk menghindari sinar matahari, silinder plastik ($d= 4,5$ cm, $t= 5$ cm) sebagai wadah *S. litura* saat uji patogenisitas, kuas untuk memindahkan serangga uji, timbangan untuk menimbang bahan pembuatan media, *spatula* untuk pengaduk saat pembuatan media, *beaker glass* untuk tempat pembuatan media tumbuh jamur, botol tahan panas untuk wadah media *Sabauraud Dextrose Agar Yeast* (SDAY), *termohigrometer* untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, *obyek glass* dan *cover glass* alat bantu untuk pengamatan jamur secara mikroskopis serta perhitungan viabilitas, *mikropipet* untuk pengenceran suspensi, *shaker* alat untuk perbanyakon konidia jamur, *sentrifuse* alat untuk memisahkan konidia jamur dengan media cair, *haemocytometer* untuk perhitungan kerapatan konidia, *handcounter* alat bantu untuk menghitung konidia, mikroskop untuk pengamatan jamur secara mikroskopis, buku identifikasi jamur sebagai alat bantu untuk identifikasi dan kamera untuk dokumentasi pengamatan.

Bahan yang digunakan yaitu daun apel, plastik *wrapping* untuk menutup cawan Petri, *alumunium foil* untuk menutup botol media, larva *S. litura* instar II sebagai serangga uji, akuades sebagai bahan pembuatan media dan sterilisasi daun apel, NaOCl 0,5 % dan alkohol 70% untuk sterilisasi daun apel, alkohol 95% untuk sterilisasi alat dan tangan, *tissue* steril untuk mengeringkan dan membersihkan peralatan penelitian, bahan untuk pembuatan media SDAY: dekstrosa 10 g, pepton 2,5 g, agar 20 g, ekstrak khamir 2,5 g, kloramfenikol 0,5 g dan akuades 1 l. Bahan untuk pembuatan EKD: dekstrosa 20 g, pepton 2,5 g dan akuades 1 l serta daun jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) sebagai pakan serangga uji.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Isolasi Jamur Endofit

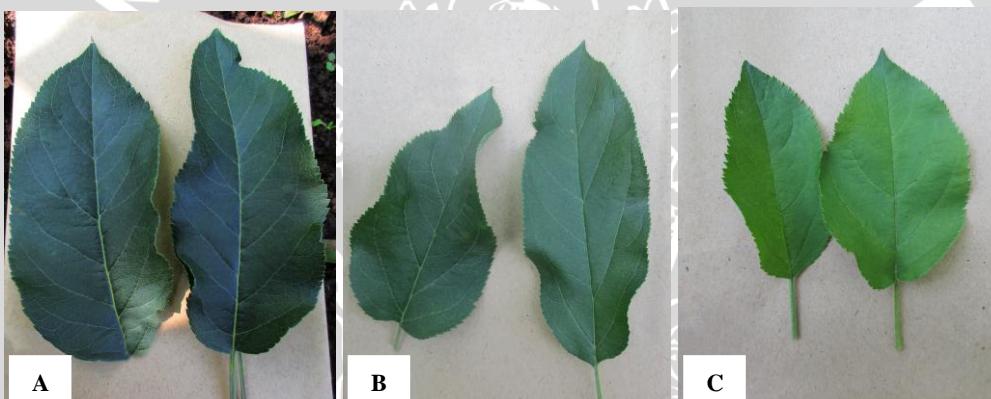
Jamur endofit daun apel diperoleh dari lahan PHT pertanaman apel pada lahan seluas 500 m² di Dusun Binangun Desa Bumiaji Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Deskripsi teknik budidaya apel pada lokasi sampel daun disajikan pada tabel lampiran 1.

Sampel daun apel diambil pada 9 pohon, pengambilan sampel dilakukan dengan pola garis diagonal bertujuan agar sampel daun yang terambil lebih merata (Gambar 3). Setiap 1 pohon diambil 6 helai daun yaitu 2 helai daun muda diambil dari daun urutan nomor 2 dari pucuk, 2 helai daun setengah tua diambil dari daun urutan nomor 4 dari pucuk dan 2 helai daun tua diambil dari daun urutan nomor 6 dari pucuk. Total sampel daun yang terambil 54 helai. Bagian tanaman yang diambil untuk proses eksplorasi berada dalam kondisi sehat, serta tidak menunjukkan adanya gejala infeksi penyakit (Selim *et al.*, 2012). Sampel daun dikumpulkan dalam amplop dan dibawa ke laboratorium untuk diisolasi.

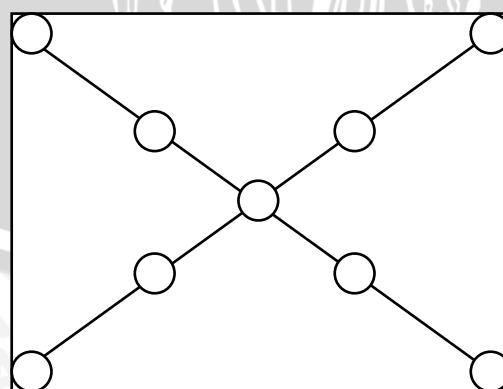
Tabel 1. Kriteria sampel daun apel

| Umur | Warna | Luas | Ukuran |
|--------------|----------------|--------|------------|
| Tua | Hijau tua | Lebar | Tebal |
| Setengah tua | Agak hijau tua | Sedang | Agak tebal |
| Muda | Hijau muda | Sempit | Tipis |

Sampel daun apel berdasarkan perbedaan umur daun, pada tingkat perkembangan daun ditandai dengan berubahnya warna daun hijau muda menjadi hijau tua (Sumenda *et al.*, 2011). Selain itu, perbedaan warna daun juga menunjukkan adanya perbedaan kandungan klorofil. Warna hijau pada daun berhubungan dengan kandungan klorofil, semakin hijau warna daun semakin tinggi kandungan klorofilnya. Daun tua mempunyai kandungan klorofil yang lebih tinggi daripada daun muda, adanya perbedaan kandungan klorofil antara daun muda dan tua berkaitan dengan umur daun tersebut (Salisbury dan Ross, 1995). Daun yang mempunyai kandungan klorofil tinggi, umumnya memiliki luas daun lebih lebar, sedangkan daun yang mempunyai kandungan klorofil rendah memiliki luas daun lebih sempit (Rahayu, 2007). Daun muda yang berukuran sempit cenderung memiliki helai daun yang tipis (Setiari dan yulita, 2011).

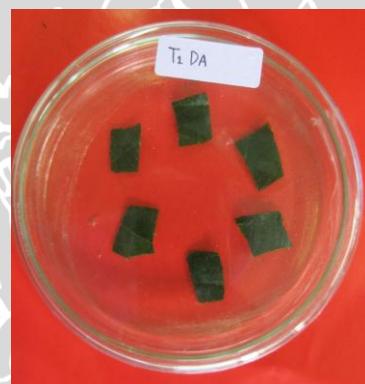


Gambar 2. Sampel daun apel : A. Daun Tua, B. Daun Setengah Tua, C. Daun Muda



Gambar 3. Denah pengambilan sampel daun
Keterangan : tanda O adalah titik pengambilan sampel daun apel

Isolasi dilakukan di LAFC, tahapan awal isolasi dengan menyiapkan sampel daun tanaman apel yang sehat dan dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih dari kotoran, kemudian dikeringkan di atas *tissue* steril. Sterilisasi menggunakan metode Greenfield *et al.* (2015) yaitu daun disterilkan dengan direndam kedalam larutan NaOCl 0,5% selama 3 menit, alkohol 70% selama 1 menit dan dibilas menggunakan akuades steril sebanyak 3 kali masing-masing 15 detik kemudian dikeringkan menggunakan *tissue* steril. Setiap daun dipotong 1cm x 1cm sebanyak 6 potongan daun, sehingga satu cawan Petri terdapat 6 potongan daun steril (Gambar 4). Sampel daun kemudian diisolasi pada media SDAY dan diberi kode pada cawan Petri. Akuades bilasan terakhir diambil 1 ml dan diisolasi pada media SDAY baru, perlakuan ini digunakan sebagai uji kesterilan bahan isolasi dari mikroorganisme selain endofit.



Gambar 4. Potongan daun apel steril diisolasi pada cawan Petri berisi media SDAY

3.3.2 Identifikasi Isolat

Identifikasi morfologi isolat secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari setelah inokulasi, apabila ditemukan koloni baru yang tumbuh maka dilakukan purifikasi pada media SDAY baru (Subkutur 1). Identifikasi makroskopis dilakukan dengan cara mengamati ciri-ciri makroskopis meliputi warna koloni, tekstur permukaan koloni, diameter, dan bentuk koloni. Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan cara mengambil sebagian isolat terpilih dengan menggunakan jarum ose kemudian diletakkan di atas *obyek glass* dan ditutup dengan *cover glass*. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan parameter meliputi hifa (bersekat atau tidak dan bercabang atau tidak), bentuk konidiofor, konidia (bentuk dan ukuran)

dan ciri khusus untuk menentukan jenis jamur dengan menggunakan buku acuan *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Barnet dan Hunter, 1998). Identifikasi pada tingkat genus.

3.3.3 Uji Patogenisitas

Penyiapan serangga uji. Larva *S. litura* yang digunakan sebagai serangga uji diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang. Pengujian menggunakan larva *S. litura* instar II.

Pembuatan suspensi konidia. Penyiapan suspensi dengan cara isolat jamur yang dibiakan di media SDAY selama 15 hari dipindahkan ke media EKD (Ekstrak Kentang Dekstrosa) dengan cara mengambil 5 plong dari isolat jamur. Inkubasi selama 7-14 hari pada suhu 25-30 °C dan kelembaban 80-90%. Setelah inkubasi, jamur yang telah tumbuh pada media dikocok dengan tangan dan diambil 10 ml dimasukan ke *falcon tube* untuk disentrifuse kecepatan 3000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan konidia murni dengan EKD. Supernatan dibuang dan disisakan pelet (endapan), kemudian pelet ditambah akuades steril 5 ml (Ahmed dan El-Katatny, 2007).

Perhitungan kerapatan konidia. Perhitungan kerapatan konidia mengacu pada metode yang dilakukan Effendy *et al.* (2010) yang dimodifikasi yaitu dengan cara suspensi diambil sebanyak 0,1 ml menggunakan mikropipet dan diteteskan pada *haemocytometer*. Kerapatan konidia dihitung di bawah mikroskop binokuler perbesaran 400x, dengan menggunakan rumus (Gabriel dan Riyatno, 1989) :

$$C = \frac{t}{(n.x)} \times 10^6$$

C adalah kerapatan spora per ml larutan, t adalah jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati, n adalah jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil), n adalah 0,25 faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*.

Perhitungan viabilitas konidia. Perhitungan viabilitas konidia dihitung setelah 24 jam inkubasi menggunakan metode Salim *et al.* (2008) yang dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi konidia dan diteteskan pada *obyek glass* kemudian ditutup dengan *cover glass*. Jumlah konidia berkecambah dan tidak

berkecambah dihitung pada bidang pandang di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Perhitungan viabilitas konidia menggunakan rumus (Gabriel dan Riyatno, 1989) :

$$V = \frac{g}{(g + u)} \times 100\%$$

V adalah perkecambahan spora (viabilitas), g adalah jumlah spora yang berkecambah, dan u adalah jumlah spora yang tidak berkecambah.

Isolat jamur yang berhasil didapatkan dari daun apel dilakukan perhitungan kerapatan dan viabilitas konidia. Isolat yang memiliki kerapatan dan viabilitas konidia jamur tertinggi digunakan untuk uji patogenisitas terhadap *S. litura*, hal ini dilakukan untuk mendapatkan isolat jamur endofit patogen serangga uji yang mempunyai patogenisitas tinggi terhadap larva *S. litura*.

Uji patogenisitas terhadap larva *S. litura*. Inokulasi jamur endofit dilakukan menggunakan metode Goettel dan Inglis (1997), yaitu melalui pencelupan. Uji patogenisitas terhadap *S. litura* menggunakan 22 isolat endofit yang telah terseleksi berdasarkan kerapatan konidia dan viabilitas tertinggi. Setiap isolat (perlakuan) diinokulasikan pada 10 larva *S. litura* instar II, setiap perlakuan diulang 3 kali. Inokulasi dilakukan dengan cara mencelupkan 10 ekor larva *S. litura* instar II ke dalam suspensi isolat selama 5 detik dan dikeringanginkan diatas tisu steril. Perlakuan kontrol, larva *S. litura* instar II dicelupkan ke dalam akuades steril kemudian larva dipindahkan ke silinder plastik berisi pakan daun jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) inokulasi dilakukan sore hari.

Variabel Pengamatan. Variabel pengamatan meliputi persentase mortalitas, waktu kematian, dan gejala infeksi larva uji dibandingkan dengan kontrol. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari setelah inokulasi.

Mortalitas larva adalah tingkat kematian larva yang disebabkan oleh infeksi jamur.

Perhitungan mortalitas larva menurut Hasyim *et al.* (2009) ialah sebagai berikut:

$$M = \frac{m}{n} \times 100 \%$$



M adalah persentase larva *S. litura* yang mati, m adalah larva *S. litura* yang mati, n adalah larva *S. litura* secara keseluruhan.

Waktu kematian adalah waktu yang dibutuhkan jamur untuk mematikan serangga uji. Waktu kematian diamati setiap hari, yaitu setelah aplikasi jamur selama 14 hari. Cara perhitungan rata-rata jumlah hari waktu kematian serangga uji menggunakan rumus (El-Hawary dan El-Salam, 2009) :

$$\text{Waktu kematian} = \frac{X_1Y_1 + X_2Y_2 + X_nY_n}{\text{Jumlah kematian } X}$$

X adalah jumlah kematian larva yang terjadi pada satu hari pengamatan, Y adalah hari pengamatan ke-, n adalah banyaknya hari pengamatan.

3.4 Analisis Data Penelitian

Isolat jamur endofit dari daun apel dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk gambar berdasarkan identifikasi makroskopis dan mikroskopis menurut buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* Barnett and Hunter (1998), pemberian nomor isolat tiap genus berdasarkan pada perbedaan ciri makroskopis dan mikroskopis jamur. Data mortalitas dan waktu kematian *S. litura* dianalisis dengan uji ANOVA dan apabila hasil menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan uji Duncan taraf 5%. Gejala infeksi isolat jamur endofit terhadap *S. litura* dianalisis secara deskriptif melalui foto dokumentasi.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Jamur Endofit

Isolat jamur endofit yang berhasil diperoleh dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel antara lain, 17 isolat dari daun tua, 14 isolat dari daun setengah tua dan 7 isolat dari daun muda. Total isolat berjumlah 38 dari 6 genus jamur yaitu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Curvularia*, dan *Alternaria*. Seluruh isolat yang ditemukan dibedakan berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis. Jumlah isolat jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah isolat jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel

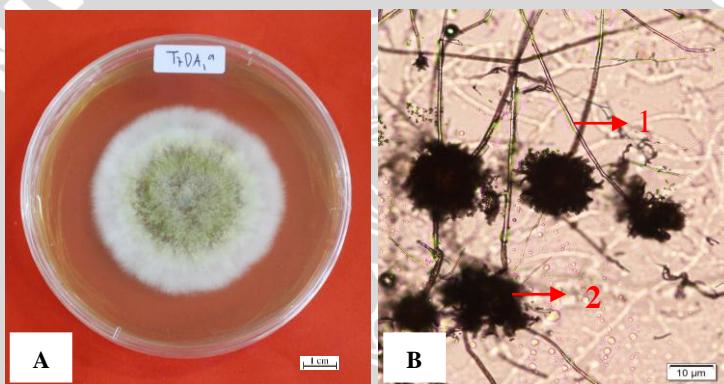
| Umur Daun | Jenis Jamur | Kode isolat | Jumlah isolat |
|--------------|--------------------------|----------------------|---------------|
| Tua | <i>Aspergillus</i> sp. 1 | Dt-Asp ₁ | 4 |
| | <i>Aspergillus</i> sp. 2 | Dt-Asp ₂ | 2 |
| | <i>Aspergillus</i> sp. 3 | Dt-Asp ₃ | 4 |
| | <i>Penicillium</i> sp. 1 | Dt-Pen ₁ | 1 |
| | <i>Penicillium</i> sp. 2 | Dt-Pen ₂ | 2 |
| | <i>Fusarium</i> sp. 1 | Dt-Fus ₁ | 1 |
| | <i>Acremonium</i> sp.1 | Dt-Acr ₁ | 2 |
| | <i>Curvularia</i> sp. 1 | Dt-Cur ₁ | 1 |
| | <i>Aspergillus</i> sp. 1 | Dst-Asp ₁ | 4 |
| | <i>Aspergillus</i> sp. 2 | Dst-Asp ₂ | 1 |
| Setengah Tua | <i>Aspergillus</i> sp. 3 | Dst-Asp ₃ | 1 |
| | <i>Penicillium</i> sp. 3 | Dst-Pen ₃ | 1 |
| | <i>Penicillium</i> sp. 4 | Dst-Pen ₄ | 1 |
| | <i>Fusarium</i> sp. 2 | Dst-Fus ₂ | 1 |
| | <i>Acremonium</i> sp.2 | Dst-Acr ₂ | 1 |
| | <i>Acremonium</i> sp.3 | Dst-Acr ₃ | 1 |
| | <i>Curvularia</i> sp. 2 | Dst-Cur ₂ | 2 |
| | <i>Alternaria</i> sp. 1 | Dst-Alt ₁ | 1 |
| | <i>Aspergillus</i> sp. 1 | Dm-Asp ₁ | 4 |
| | <i>Aspergillus</i> sp. 3 | Dm-Asp ₃ | 1 |
| Muda | <i>Alternaria</i> sp. 2 | Dm-Alt ₂ | 1 |
| | <i>Alternaria</i> sp. 3 | Dm-Alt ₃ | 1 |

Keterangan: Dt= Daun tua, Dst= Daun setengah tua, Dm= Daun muda, Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp., Fus= *Fusarium* sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp., Alt= *Alternaria* sp.

Aspergillus sp. 1

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari hijau muda dibagian tengah dan putih dibagian tepi, diameter koloni 5,46 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni dibagian tengah kasar dan bagian pinggir halus serta rapat. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung. Sesuai dengan penelitian Rosmini dan Lasmini (2010), menyatakan bahwa koloni jamur *Aspergillus* berwarna putih kehijauan.

Karakteristik Mikroskopis. Konidiofor tegak sederhana berwarna hialin sekat tidak tampak. Konidia berwarna gelap, bulat, berantai dan bergerombol. Ukuran konidia 1,03 - 1,47 μm .

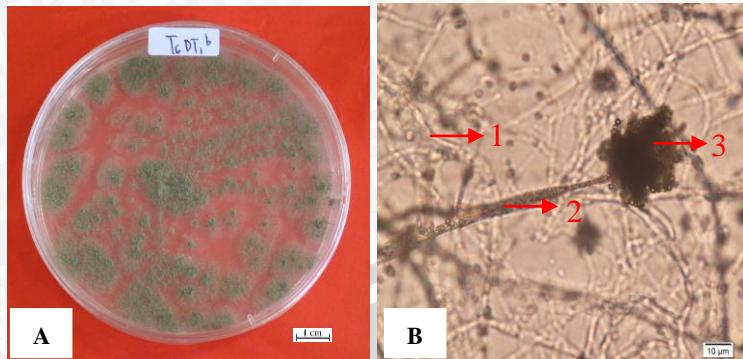


Gambar 5. Jamur *Aspergillus* sp. 1 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Konidiofor, (2) Konidia

Aspergillus sp. 2

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari hijau tua, bentuk koloni membulat menyebar, tekstur permukaan koloni kasar. Koloni tidak membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa hialin sekat tidak tampak jelas, konidiofor tegak sederhana berwarna hialin bersekat. Konidia berwarna gelap, bulat, konidia berantai dan bergerombol. Ukuran konidia 1,12 - 2,21 μm .

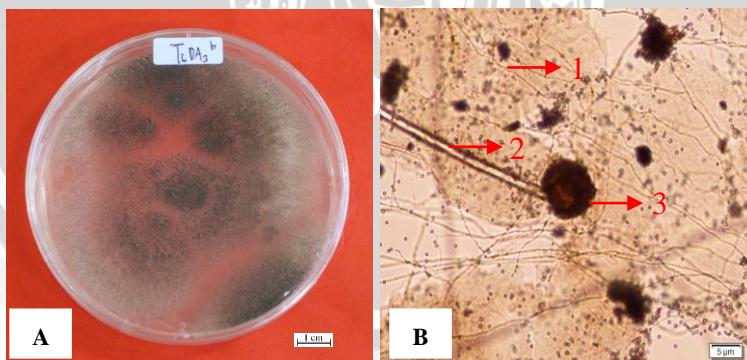


Gambar 6. Jamur *Aspergillus* sp. 2 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Konidia

Aspergillus sp. 3

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari hitam dibagian tengah dan putih dibagian tepi. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni dibagian tengah kasar dan bagian pinggir halus, koloni renggang. Pola persebaran tidak membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa hialin bersekat, Konidiofor tegak sederhana berwarna hialin sekat tidak tampak. Konidia berwarna gelap berantai. Ukuran konidia 609,88 nm – 1,66 μm . Sesuai dengan Domsch *et al.* (1980) menyatakan bahwa genus *Aspergillus* sp. memiliki bentuk kumpulan konidia yang berantai, konidiofor berukuran panjang, berdinding tebal, berwana kecokelatan hingga hitam.

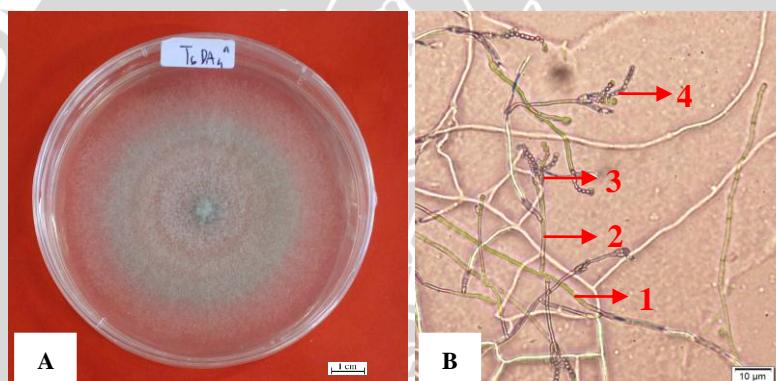


Gambar 7. Jamur *Aspergillus* sp. 3 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Konidia

Penicillium sp. 1

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih keabu-abuan, pertumbuhan koloni cepat dengan diameter 7,11 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan rapat. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin bersekat, konidiofor berbentuk tegak ramping bercabang tidak mempunyai sekat. Ujung konidiofor terdapat fialid, tidak bersekat, jumlah fialidnya 3-4. Konidia berwarna hialin, berbentuk bulat. Ukuran konidia 609,88 nm-1,72 μm . Sesuai dengan Barnett dan Hunter (1998) menyatakan bahwa *Penicillium* sp. memiliki konidiofor tegak dengan ujungnya terdapat fialid, konidia hialin atau berwarna cerah, berbentuk bulat dan bersel satu.

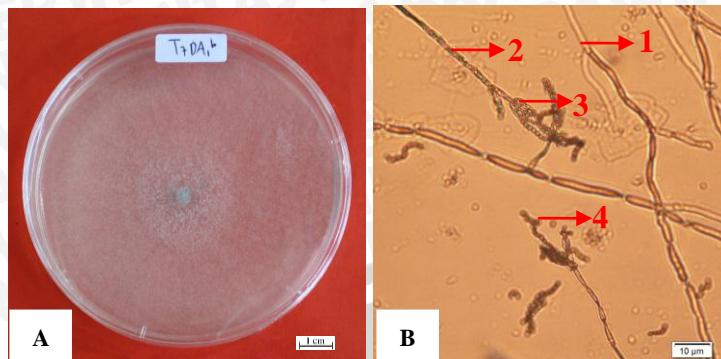


Gambar 8. Jamur *Penicillium* sp. 1 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Fialid, (4) Konidia

Penicillium sp. 2

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih, pertumbuhan koloni cepat dengan diameter 8,25 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan rapat. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung. Menurut penelitian Ilham (2015) menyatakan bahwa *Penicillium* sp. memiliki koloni berwarna putih pada media PDA.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin bersekat, konidiofor berbentuk tegak ramping bercabang bersekat. Ujung konidiofor terdapat fialid, Konidia berwarna hialin, bulat dan berantai. Ukuran konidia 795,19 – 916,85 nm

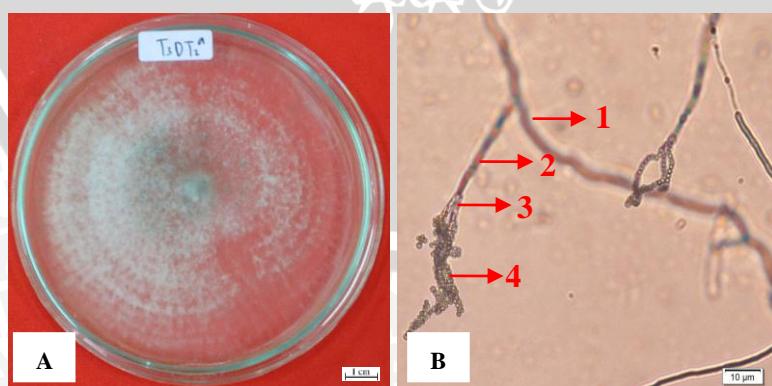


Gambar 9. Jamur *Penicillium* sp. 2 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Fialid, (4) Konidia

Penicillium sp. 3

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih dan abu-abu dibagian tengah. Pertumbuhan koloni cepat dengan diameter 8,1 cm. Bentuk koloni membujat, tekstur permukaan koloni kasar dan renggang. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa bersekat berwarna hialin. Konidiofor berbentuk tegak ramping, bersekat dan bercabang, pada ujung konidiofor terdapat fialid, tidak bersekat. Konidia berbentuk bulat dan berwarna hialin membentuk rantai panjang diujung fialid. Ukuran konidia 1,32-3,43 μm . Sesuai dengan Soewarno *et al.* (2012) menyatakan bahwa karakteristik *Penicillium* sp. konidia di ujung fialid membentuk rantai panjang. Konidiofor bisa secara tunggal atau bercabang.

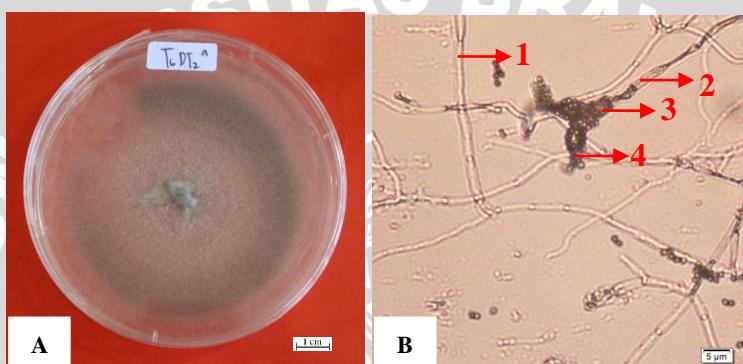


Gambar 10. Jamur *Penicillium* sp. 3 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Fialid, (4) Konidia

Penicillium sp. 4

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih dibagian tengah dan abu-abu dibagian tepi. Pertumbuhan koloni cepat dengan diameter 8,7 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan rapat. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa bersekat berwarna hialin. Konidiofor berbentuk tegak ramping dan hialin. Ujung konidiofor terdapat fialid, konidia berbentuk bulat dan berantai. Ukuran konidia 1,32 - 2,40 μm .



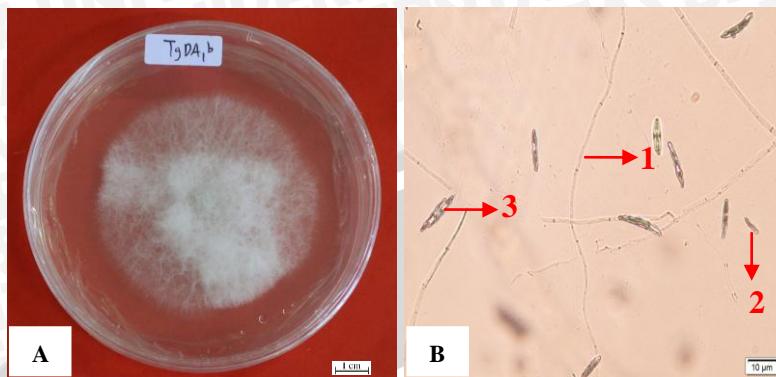
Gambar 11. Jamur *Penicillium* sp. 4 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Fialid, (4) Konidia

Fusarium sp. 1

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih, warna koloni putih pekat dibagian tengah sampai sebagian tepi. Diameter koloni 6,81 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan rapat pada bagian tengah sampai tepi. Koloni tidak membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung. Trizelia *et al.* (2010) menyatakan bahwa jamur *Fusarium* sp. mempunyai miselium yang cukup banyak sehingga menyerupai kapas berwarna putih.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin, bersekat, bercabang tidak rapat. Konidia berwarna hialin, mempunyai penciri khusus berbentuk bulan sabit, memiliki makrokonidia dan mikrokonidia serta septa berjumlah 3-5. Konidia berukuran 2,07-2,85 μm . Sesuai Barnet dan Hunter (1998) menyatakan bahwa *Fusarium* sp. memiliki konidiofor yang ramping, sederhana, dan bercabang.

Konidia hialin dan lojong. Makrokonidia memiliki beberapa sel dan mikrokonidia memiliki satu sel.

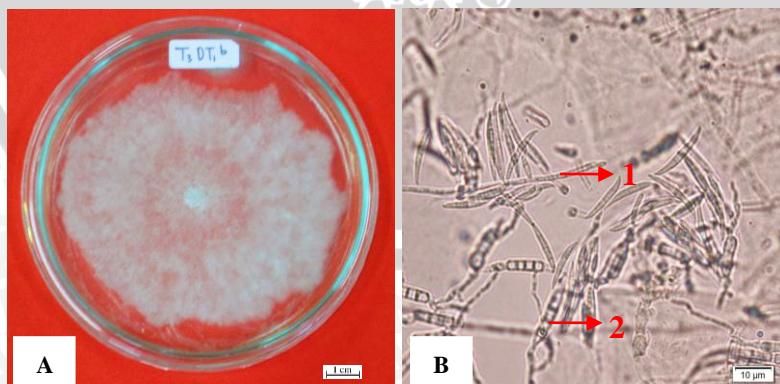


Gambar 12. Jamur *Fusarium* sp. 1 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Mikrokonidia, (3) Makrokonidia

Fusarium sp. 2

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih tipis, pertumbuhan koloni dengan diameter 6,51 cm. Bentuk koloni membulat agak bergelombang, tekstur permukaan koloni kasar dan renggang. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa bersekat berwarna hialin dan tidak rapat, tidak terlihat konidiofor. Bentuk konidia seperti bulan sabit, hialin dengan sekat 3-4. Ukuran konidia 1,91-2,99 μm . Sesuai dengan Soewarno *et al.* (2012) menyatakan bahwa jamur *Fusarium* sp. mempunyai makrokonidia berbentuk seperti bulan sabit atau agak berbelok dan ujungnya meruncing.

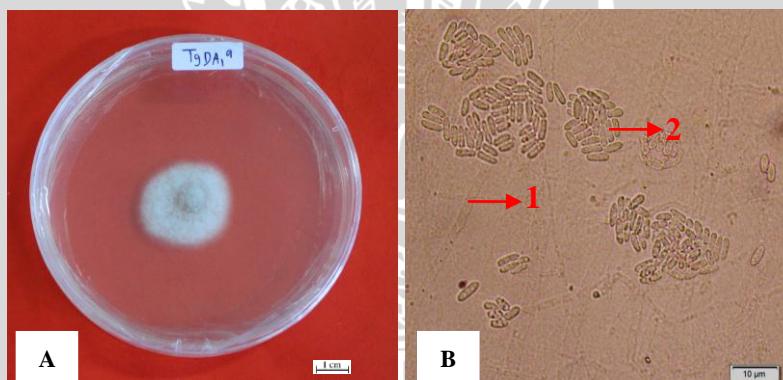


Gambar 13. Jamur *Fusarium* sp. 2 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidia

Acremonium sp. 1

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari abu-abu agak putih, Pertumbuhan koloni lambat dengan diameter 3,51 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan renggang. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung. Gandjar *et al.* (1999) menyatakan bahwa *Acremonium* sp. mempunyai ciri-ciri warna koloni putih sampai cokelat, permukaan koloni dibagian tengah tampak seperti kapas.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin, mempunyai sekat dan bercabang. Konidiofor tidak terlihat, konidia berwarna hialin berbentuk silindris. Ukuran konidia 1,47-2,94 μm . Sesuai dengan Rohman *et al.* (2015) menyatakan bahwa penciri khusus jamur *Acremonium* sp. yaitu konidia bergerombol membentuk suatu kepala pada ujung konidiofor dan konidia berbentuk silindris pendek.



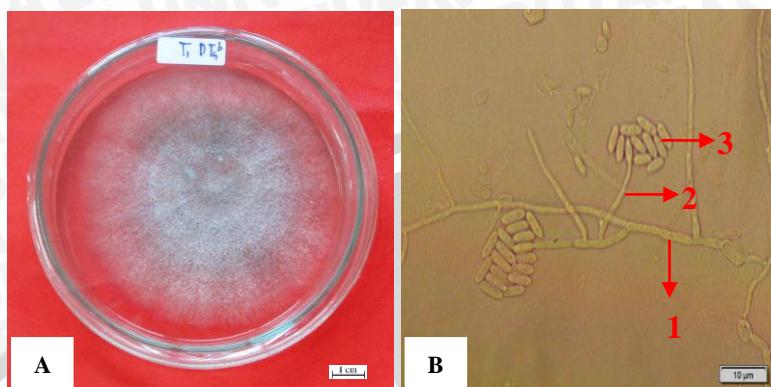
Gambar 14. Jamur *Acremonium* sp. 1 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidia

Acremonium sp. 2

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih keabu-abuan dibagian tengah dan putih dibagian tepi, dengan diameter 7 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar, membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin, mempunyai sekat dan bercabang. Konidiofor tegak panjang terbentuk dari cabang hifa, bersekat berwarna hialin. Konidia hialin berbentuk silindris. Ukuran konidia 1,38-1,48 μm Menurut Gandjar *et al.* (1999), menyatakan bahwa jamur *Acremonium* sp.

mempunyai konidiofor bercabang, mempunyai fialid. Bentuk konidia memanjang hingga bulat.

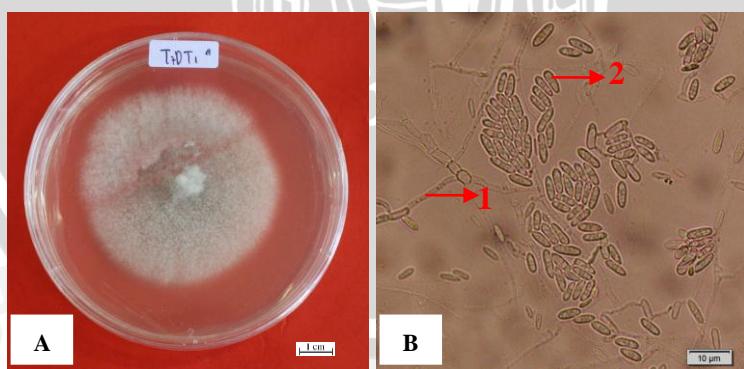


Gambar 15. Jamur *Acremonium* sp. 2 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Konidia

Acremonium sp. 3

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari putih dan abu-abu dibagian tengah dan putih dibagian tepi dengan diameter 6,1 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar, koloni renggang, membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin, mempunyai sekat dan bercabang. Konidiofor tidak terlihat jelas. Konidia hialin silindris dan bersekat. Ukuran konidia 1,90 - 2,16 µm.

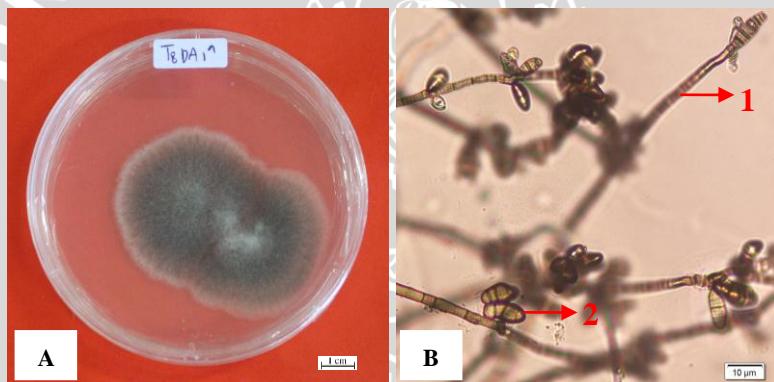


Gambar 16. Jamur *Acremonium* sp. 3 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidia

Curvularia sp. 1

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari hitam keabu-abuan, tepi berwarna putih. Diameter koloni 5,76 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan rapat. Koloni tidak membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Konidiofor tidak bercabang, panjang dan bersekat. Ujung konidiofor terlihat fialid. Konidia berwarna cokelat kehitaman, berbentuk oval, menggembung bagian tengahnya yang berwarna hitam dan terlihat bengkok, konidia bergerombol diujung konidiofor. Ukuran konidia 3,52-3,60 μm . Sesuai dengan Barnett dan Hunter (1998) menyatakan bahwa *Curvularia* sp memiliki konidiofor sederhana, konidia berwarna gelap dan terdiri dari 3 hingga 5 sel.



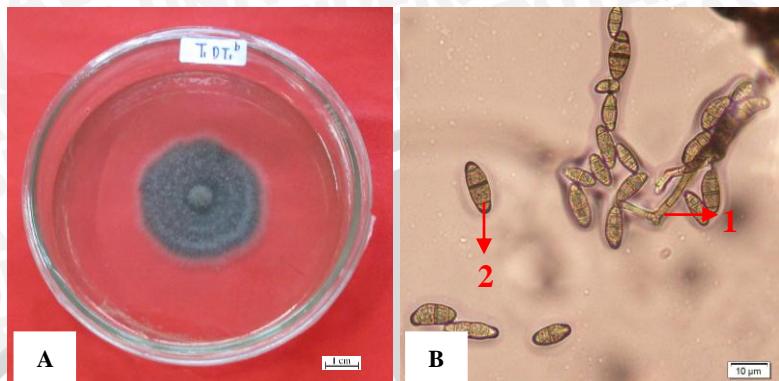
Gambar 17. Jamur *Curvularia* sp. 1 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Konidiofor, (2) Konidia

Curvularia sp. 2

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari abu-abu kehitaman dan bagian tepinya sedikit berwarna putih. Pertumbuhan koloni lambat dengan diameter 3,5 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan rapat.

Karakteristik Mikroskopis. Konidiofor berwarna hialin, tegak dan bersekat. Konidia berwarna coklat kehitaman, berbentuk oval, menggembung bagian tengahnya berwarna hitam dan terlihat bengkok, konidia bergerombol diujung konidiofor. Ukuran konidia 3,88-6,13 μm . Sesuai dengan Ginting *et al.* (2013), menyatakan bahwa konidiofor cokelat, sederhana, menghasilkan

konidium pada ujung. sel yang di ujung lebih kecil dan lebih cerah daripada yang di tengah, ada yang berbentuk bengkok.

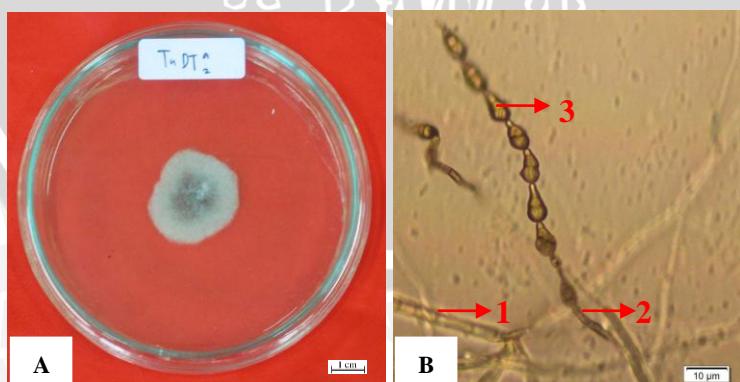


Gambar 18. Jamur *Curvularia* sp. 2 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x)
(1) Konidiofor, (2) Konidia

Alternaria sp. 1

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari abu-abu agak putih. Pertumbuhan koloni lambat dengan diameter 3 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni halus dan rapat. Koloni tidak membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung. Elfina *et al.* (2011), menyatakan bahwa jamur *Alternaria* sp. mempunyai miselium kasar warna miselium putih keabu-abuan.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin bersekat, konidia berwarna hialin. Konidiofor tidak terlihat jelas, konidia hialin memanjang berwarna cokelat. Ukuran konidia 2,14 – 4,9 µm.



Gambar 19. Jamur *Alternaria* sp. 1 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x)
(1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Konidia

Alternaria sp. 2

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari abu-abu agak hijau dan putih dibagian tepi. Koloni tumbuh dengan diameter 4,71 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dibagian tengah dan halus dibagian tepi. Koloni membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin bersekat memanjang, konidiofor hialin bersekat. Bentuk konidia memanjang hialin dan bersekat berwarna cokelat, ukuran konidia 2,93-5,49 μm . Elfina *et al.* (2011), menyatakan bahwa hifa sedikit memanjang bersekat. warna hifa agak gelap. Konidia agak memanjang berwarna kecokelatan.

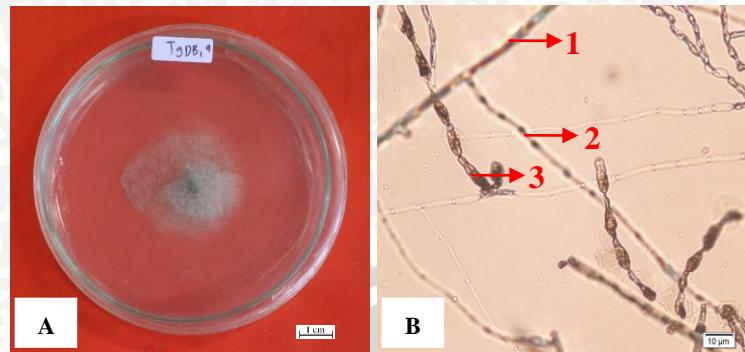


Gambar 20. Jamur *Alternaria* sp. 2 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY), B. Mikroskopis (perbesaran 400x)
(1) Hifa, (2) Konidiofor, (2) Konidia

Alternaria sp. 3

Karakteristik Makroskopis. Koloni jamur dapat tumbuh pada media SDAY. Warna koloni pada umur 7 hari abu-abu kehitaman. Koloni tumbuh dengan diameter 4,20 cm. Koloni tumbuh dengan diameter 4,71 cm. Bentuk koloni membulat, tekstur permukaan koloni kasar dan renggang. Koloni tidak membentuk lingkaran konsentris, elevasi cembung.

Karakteristik Mikroskopis. Hifa berwarna hialin bersekat, konidiofor hialin bersekat. Bentuk konidia memanjang berantai bersekat, ukuran konidia 3,45 – 4,02 μm .



Gambar 21. Jamur *Alternaria* sp. 3 : A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDA), B. Mikroskopis (perbesaran 400x) (1) Hifa, (2) Konidiofor, (3) Konidia

Jamur *Aspergillus* sp., dan *Acremonium* sp. dilaporkan sebagai endofit daun apel pada lahan PHT di Poncokusumo (Wicaksono *et al.*, 2008). Menurut Cammati-Sartori *et al.* (2005) menyatakan, hasil identifikasi jamur endofit daun apel pada lahan PHT di Brazil yaitu *Alternaria* sp., dan *Fusarium* sp. Hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit pada daun tanaman selain apel menunjukkan bahwa, jamur endofit yang diperoleh dari daun kangkung darat di lahan organik didominasi oleh genus *Aspergillus* sp. (Ariyono *et al.*, 2014). Jamur endofit *Aspergillus* sp. juga ditemukan pada daun vanili (Sudantha dan Abadi, 2007). Jamur endofit yang diperoleh dari daun tomat yaitu *Penicillium* sp., dan *Fusarium* sp. (Wulandari *et al.*, 2014). Tirtana *et al.* (2013) menyatakan bahwa jamur *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., dan *Curvularia* sp. ditemukan endofit pada daun kentang. Jamur endofit *Fusarium* sp. diperoleh dari daun babadotan, caisin, jahe merah, kacang panjang dan ubi jalar (Suciatmih *et al.*, 2011). Jamur endofit *Curvularia* sp. diperoleh dari daun jati belanda (Ginting *et al.*, 2013). Nampiah *et al.* (2012) menyatakan bahwa, *Curvularia* sp. juga hidup pada daun jahe merah. Sedangkan menurut Herawati *et al.* (2015) menyatakan bahwa, jamur endofit pada daun kacang hijau didominasi oleh genus *Curvularia* sp. Wahyuningtias *et al.* (2013) menyatakan bahwa, jamur endofit *Acremonium* sp. pada gaharu hanya ditemukan pada daun. Sedangkan menurut Akmalasari *et al.* (2013) menyatakan bahwa, jamur endofit *Acremonium* sp. diperoleh dari tanaman manggis. Jamur endofit *Alternaria* sp. diperoleh dari daun padi dengan sistem budidaya PHT (Ariyanto *et al.*, 2013). *Alternaria* sp. juga dilaporkan sebagai endofit pada daun kacang hijau (Herawati *et al.*, 2015).

4.2 Patogenisitas Isolat Jamur Endofit terhadap Larva *S. litura*

Isolat jamur endofit yang diperoleh dari daun apel diuji kerapatan dan viabilitas konidia. Jamur endofit yang digunakan untuk uji patogenisitas terhadap larva *S. litura* diseleksi dari isolat yang memiliki viabilitas dan kerapatan konidia tertinggi. Perhitungan kerapatan dan viabilitas konidia 38 isolat jamur endofit daun apel yang selanjutnya terseleksi menjadi 22 isolat terdiri dari 8 isolat dari daun tua, 10 isolat dari daun setengah tua dan 4 isolat dari daun muda. 22 isolat terpilih digunakan sebagai uji patogenisitas terhadap larva *S. litura* instar II. Hasil pengujian patogenisitas menunjukkan bahwa, jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel mempunyai patogenisitas berbeda setiap isolat.

Tabel 3. Kerapatan dan viabilitas isolat jamur endofit daun tua tanaman apel untuk uji patogenisitas terhadap larva *S. litura*

| No | Kode Isolat | Kerapatan (konidia/ ml akuades) | Viabilitas (%) Inkubasi 48 jam |
|----|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Dt-Asp ₁ | $8,80 \times 10^6$ | 60,10 |
| 2 | Dt-Asp ₂ | $6,50 \times 10^5$ | 30,56 |
| 3 | Dt-Asp ₃ | $1,95 \times 10^7$ | 60,77 |
| 4 | Dt-Pen ₁ | $3,25 \times 10^6$ | 37,50 |
| 5 | Dt-Pen ₂ | $1,75 \times 10^7$ | 58,33 |
| 6 | Dt-Fus ₁ | $9,00 \times 10^5$ | 25,00 |
| 7 | Dt-Acr ₁ | $2,60 \times 10^6$ | 50,00 |
| 8 | Dt-Cur ₁ | $8,50 \times 10^5$ | 22,22 |

Keterangan: Dt= Daun tua Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp., Fus= *Fusarium* sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp.

Isolat jamur endofit yang terseleksi dari daun tua tanaman apel berjumlah 8. Kerapatan tertinggi isolat jamur endofit dari daun tua tanaman apel yaitu *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) sebesar $1,95 \times 10^7$ konidia/ ml akuades, sedangkan kerapatan terendah yaitu *Aspergillus* sp. 2 (Dt-Asp₂) sebesar $6,50 \times 10^5$ konidia/ ml akuades. Viabilitas konidia tertinggi yaitu isolat *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) sebesar 60,77 %, sedangkan viabilitas konidia terendah yaitu isolat *Curvularia* sp. 1 (Dt-Cur₁) sebesar 22,22 %.



Tabel 4. Kerapatan dan viabilitas isolat jamur endofit daun setengah tua tanaman apel untuk uji patogenisitas terhadap larva *S. litura*

| No | Kode Isolat | Kerapatan (konidia/ ml akuades) | Viabilitas (%) Inkubasi 48 jam |
|----|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Dst-Asp ₁ | $4,75 \times 10^6$ | 55,71 |
| 2 | Dst-Asp ₂ | $7,55 \times 10^6$ | 31,42 |
| 3 | Dst-Asp ₃ | $7,00 \times 10^5$ | 16,67 |
| 4 | Dst-Pen ₃ | $1,84 \times 10^7$ | 53,84 |
| 5 | Dst-Pen ₄ | $6,00 \times 10^5$ | 28,57 |
| 6 | Dst-Fus ₂ | $1,50 \times 10^5$ | 18,51 |
| 7 | Dst-Acr ₂ | $6,00 \times 10^5$ | 25,00 |
| 8 | Dst-Acr ₃ | $1,30 \times 10^6$ | 34,04 |
| 9 | Dst-Cur ₂ | $1,15 \times 10^6$ | 14,28 |
| 10 | Dst-Alt ₁ | $6,50 \times 10^5$ | 30,00 |

Keterangan: Dst= Daun setengah tua, Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp., Fus= *Fusarium* sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp., Alt= *Alternaria* sp.

Isolat jamur endofit yang terseleksi dari daun setengah tua tanaman apel berjumlah 10. Kerapatan tertinggi isolat jamur endofit dari daun setengah tua tanaman apel yaitu *Penicillium* sp. 3 (Dst-Pen₃) sebesar $1,84 \times 10^7$ konidia/ ml akuades, sedangkan kerapatan terendah yaitu *Fusarium* sp. 2 (Dst-Fus₂) sebesar $1,50 \times 10^5$ konidia/ ml akuades. Viabilitas konidia tertinggi yaitu isolat *Aspergillus* sp. 1 (Dst-Asp₁) sebesar 55,71 %, sedangkan viabilitas konidia terendah yaitu isolat *Curvularia* sp. 2 (Dst-Cur₂) sebesar 14,28 %.

Tabel 5. Kerapatan dan viabilitas isolat jamur endofit daun muda tanaman apel untuk uji patogenisitas terhadap larva *S. litura*

| No | Kode Isolat | Kerapatan (konidia/ ml akuades) | Viabilitas (%) Inkubasi 48 jam |
|----|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Dm-Asp ₁ | $2,85 \times 10^6$ | 31,37 |
| 2 | Dm-Asp ₃ | $3,00 \times 10^5$ | 9,37 |
| 3 | Dm-Alt ₂ | $1,90 \times 10^6$ | 45,12 |
| 4 | Dm-Alt ₃ | $7,50 \times 10^5$ | 38,61 |

Keterangan: Dm= Daun muda, Asp= *Aspergillus* sp., Alt= *Alternaria* sp.

Isolat jamur endofit yang terseleksi dari daun muda tanaman apel berjumlah 4. Kerapatan tertinggi isolat jamur endofit dari daun muda tanaman apel yaitu *Aspergillus* sp. 1 (Dm-Asp₁) sebesar $2,85 \times 10^6$ konidia/ ml akuades, sedangkan kerapatan terendah yaitu *Aspergillus* sp. 3 (Dm-Asp₃) sebesar $3,00 \times 10^5$ konidia/ ml akuades. Viabilitas konidia tertinggi yaitu isolat *Aspergillus* sp. 1 (Dm-Asp₁)



sebesar 31,37 %, sedangkan viabilitas konidia terendah yaitu isolat *Aspergillus* sp. 3 (Dm-Asp₃) sebesar 9,37 %.

Kerapatan jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel tertinggi yaitu isolat *Aspergillus* sp. 3 daun tua (Dt-Asp₃) sebesar $1,95 \times 10^7$ konidia/ ml akuades, sedangkan kerapatan terendah yaitu isolat *Fusarium* sp. 2 daun setengah tua (Dst-Fus₂) sebesar $1,50 \times 10^5$ konidia/ ml akuades. Viabilitas konidia tertinggi yaitu isolat *Aspergillus* sp. 3 tua (Dt-Asp₃) sebesar 60,77 %, sedangkan viabilitas konidia terendah yaitu isolat *Aspergillus* sp. 3 daun muda (Dm-Asp₃) sebesar 9,37 %.

Variasi kerapatan dan viabilitas konidia dari isolat jamur endofit dipengaruhi oleh media, umur biakan, dan faktor lingkungan yang mempengaruhi seperti suhu dan kelembaban saat inkubasi. Menurut Herlinda *et al.* (2006) menyatakan bahwa faktor yang dapat menyebabkan perbedaan kerapatan dan viabilitas konidia yaitu media biakan. Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban juga mempengaruhi kerapatan dan viabilitas (Prayogo *et al.*, 2005). Nuraida dan Hasyim (2009) menambahkan, variasi kerapatan dan viabilitas konidia dari isolat jamur dipengaruhi oleh faktor genetik. Suhu rata-rata selama penelitian yaitu 27,4 °C dan kelembaban 72,7 %. Suhu saat penelitian sudah sesuai untuk pertumbuhan jamur patogen serangga, namun kelembaban kurang sesuai. Suhu yang sesuai untuk pertumbuhan jamur patogen serangga yaitu 24-27 °C (Trizelia *et al.*, 2010). Menurut Sheroze *et al.* (2003) menyatakan bahwa, suhu yang sesuai bagi pertumbuhan jamur patogen serangga yaitu 30 °C dan kelembaban 80%.

Jamur endofit daun apel diuji patogenisitas terhadap larva *S. litura* instar II. Berdasarkan pengamatan selama 14 hari setelah inokulasi (HSI) menunjukkan bahwa setiap jenis jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel memiliki patogenisitas berbeda-beda terhadap larva *S. litura*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua perlakuan dari isolat yang diujikan mampu menyebabkan mortalitas pada larva *S. litura*.



Tabel 6. Persentase mortalitas larva *S. litura* pada uji patogenisitas dengan menggunakan 8 isolat jamur endofit daun tua tanaman apel

| Perlakuan | Kode Isolat | Mortalitas (%) |
|-------------------------|---------------------|----------------|
| Kontrol | | 0,00 a |
| <i>Fusarium</i> sp.1 | Dt-Fus ₁ | 6,67 ab |
| <i>Penicillium</i> sp.1 | Dt-Pen ₁ | 10,00 ab |
| <i>Aspergillus</i> sp.2 | Dt-Asp ₂ | 10,00 ab |
| <i>Curvularia</i> sp.1 | Dt-Cur ₁ | 10,00 ab |
| <i>Acremonium</i> sp.1 | Dt-Acr ₁ | 13,33 ab |
| <i>Penicillium</i> sp.2 | Dt-Pen ₂ | 30,00 abc |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | Dt-Asp ₁ | 36,67 bc |
| <i>Aspergillus</i> sp.3 | Dt-Asp ₃ | 56,67 c |

Keterangan: Dt= Daun tua, Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp.,

Fus= *Fusarium* sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp.

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 5%

Jamur endofit dari daun apel mempunyai patogenisitas berbeda setiap isolat. Jamur endofit dari daun tua tanaman apel *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* sebesar 56,67 %, sedangkan mortalitas terendah yaitu *Fusarium* sp.1 (Dt-Fus₁) sebesar 6,67 %.

Tabel 7. Persentase mortalitas larva *S. litura* pada uji patogenisitas dengan menggunakan 10 isolat jamur endofit daun setengah tua tanaman apel

| Perlakuan | Kode Isolat | Mortalitas (%) |
|-------------------------|----------------------|----------------|
| Kontrol | | 0,00 a |
| <i>Alternaria</i> sp.1 | Dst-Alt ₁ | 6,67 ab |
| <i>Fusarium</i> sp.2 | Dst-Fus ₂ | 6,67 ab |
| <i>Penicillium</i> sp.3 | Dst-Pen ₃ | 10,00 ab |
| <i>Aspergillus</i> sp.2 | Dst-Asp ₂ | 10,00 ab |
| <i>Acremonium</i> sp.2 | Dst-Acr ₂ | 10,00 ab |
| <i>Acremonium</i> sp.3 | Dst-Acr ₃ | 10,00 ab |
| <i>Aspergillus</i> sp.3 | Dst-Asp ₃ | 13,33 b |
| <i>Curvularia</i> sp.2 | Dst-Cur ₂ | 13,33 b |
| <i>Penicillium</i> sp.4 | Dst-Pen ₄ | 13,33 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | Dst-Asp ₁ | 26,67 c |

Keterangan: Dst= Daun setengah tua, Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp., Fus=

Fusarium sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp., Alt= *Alternaria* sp.

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 5%

Isolat jamur endofit dari daun setengah tua tanaman apel *Aspergillus* sp. 1 (Dst-Asp₁) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* sebesar

26,67 %, sedangkan mortalitas terendah yaitu *Alternaria* sp. 1 (Dst-Alt₁) dan *Fusarium* sp. 2 (Dst-Fus₂) sebesar 6,67 %.

Tabel 8. Persentase mortalitas larva *S. litura* pada uji patogenisitas dengan menggunakan 4 isolat jamur endofit daun muda tanaman apel

| Perlakuan | Kode Isolat | Mortalitas (%) |
|-------------------------|---------------------|----------------|
| Kontrol | | 0,00 a |
| <i>Alternaria</i> sp.3 | Dm-Alt ₃ | 6,67 ab |
| <i>Aspergillus</i> sp.3 | Dm-Asp ₃ | 13,33 ab |
| <i>Alternaria</i> sp.2 | Dm-Alt ₂ | 16,67 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | Dm-Asp ₁ | 20,00 b |

Keterangan: Dm= Daun muda, Asp= *Aspergillus* sp., Alt= *Alternaria* sp.

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 5%

Isolat jamur endofit dari daun muda tanaman apel *Aspergillus* sp. 1 (Dm-Asp₁) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* sebesar 20,00 %, sedangkan mortalitas terendah yaitu *Alternaria* sp. 3 (Dm-Alt₃) sebesar 6,67 %.

Isolat jamur endofit dari daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel yang menyebabkan mortalitas tertinggi berasal dari daun tua tanaman apel yaitu *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) sebesar 56,67%. Isolat dari daun tua tanaman apel *Aspergillus* sp. 3 (Da-Asp₃) mempunyai viabilitas dan kerapatan tertinggi daripada isolat daun setengah tua dan muda yaitu 60,77 % dan $1,95 \times 10^7$ konidia/ ml akuades sehingga mampu menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* sebesar 56,67 %. Beberapa genus *Aspergillus* sp. daun apel mempunyai kemampuan yang berbeda menyebabkan mortalitas terhadap larva *S. litura*.

Viabilitas dan kerapatan konidia yang berbeda mempengaruhi kemampuan patogenisitas masing-masing isolat. Trizelia (2005) menyatakan bahwa karakter fisiologis seperti viabilitas dan kerapatan konidia menentukan patogenisitas jamur patogen serangga. Banyaknya jumlah konidia jamur patogen serangga berhubungan dengan tingkat konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi semakin tinggi, maka jumlah konidia dan mortalitas semakin tinggi (Hasyim dan Azwana, 2003). Daya kecambah dan proses perkecambahan berperan dalam menentukan tingkat patogenisitas, daya berkecambah merupakan titik awal dari stadia pertumbuhan jamur untuk melakukan penetrasi ke integumen serangga (Purnomo, 2009).

Suhu dan kelembaban juga mempengaruhi patogenisitas. Suhu dan kelembaban rata-rata pada saat uji patogenisitas yaitu $27,4^{\circ}\text{C}$ dan 72,71 %. Suhu optimum untuk pertumbuhan jamur patogen serangga yaitu $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ (Hsia *et al.*, 2014). Namun, kelembaban saat uji patogenisitas kurang optimal. Kelembaban yang mencapai lebih dari 92% dapat menyebabkan mortalitas serangga lebih dari 80% (Junianto dan Sulistyowati, 1994).

Metode inokulasi mempengaruhi mortalitas larva *S. litura*. Inokulasi langsung seperti pencelupan terhadap larva, konidia lebih cepat menempel dan berkecambah pada lipatan antar ruas tubuh larva (Nuraida, 2006). Menurut Surikanti dan Yasin (2009) menyatakan bahwa peningkatan mortalitas terjadi apabila antara larva dengan spora terjadi kontak. Spora membentuk tabung kecambah dan mensekresikan enzim untuk melunakan kutikula larva sehingga spora dapat masuk ke tubuh larva. Pertumbuhan spora dalam tubuh larva akan menyebabkan terganggunya seluruh aktivitas organ dan berakibat pada kematian larva.

Mortalitas larva *S. litura* juga dipengaruhi metabolit sekunder yang dihasilkan jamur endofit *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Acremonium* sp., *Curvularia* sp., dan *Alternaria* sp. Jamur *Aspergillus* sp. dapat berevolusi dari oportunistik ke patogen serangga dengan memproduksi toksin selektif inang seperti aflatoksin (Soewarno, 2012). Sekitar 50 spesies *Penicillium* memproduksi mikotoksin seperti asam *penicillic* dan asam *cyclopiazonic* senyawa-senyawa *tremorgenic*, asam-asam *penicillic* dan patulin merupakan karsinogen pada hewan uji di laboratorium (Chang, 2007). Genus *Penicillium* sp. dan *Acremonium* sp. mempunyai mikotoksin yang sama yaitu senyawa-senyawa *tremogenic* (Mantle, 1987). Menurut Abdul-Wahid dan Elbana (2012) menyatakan bahwa *Fusarium* memproduksi asam *fusarik*. Toksin yang dihasilkan jamur *Curvularia* sp. yaitu *curvularin* (Dai *et al.*, 2010). Menurut Zhang (2016) menyatakan bahwa jamur endofit *Alternaria* sp. menghasilkan senyawa toksin *altertoxin*.

Hasil pengamatan pengujian patogenisitas menunjukkan bahwa, semua isolat yang diuji patogenisitas terhadap larva *S. litura* mempunyai tingkat mortalitas rendah, kurang dari 50 % kecuali isolat *Aspergillus* sp. 3 berasal dari daun tua

tanaman apel menyebabkan mortalitas terhadap larva *S. litura* sebesar 56,67 %. Menurut Sun dan Liu (2008) menyatakan bahwa *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., dan *Penicillium* sp., merupakan jamur oportunis. Karakteristik dari jamur oportunis mampu menyebabkan infeksi luka dan melemahkan serangga apabila dalam keadaan lemah.

Jamur endofit *Aspergillus* sp. 3 berasal dari daun tua tanaman apel (Dt-Asp₃) menyebabkan mortalitas tertinggi sebesar 56,67 %. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan bahwa jamur patogen serangga *Aspergillus* sp. terdiri dari banyak spesies dan umumnya sebagai saprofit, akan tetapi dapat menginfeksi serangga pada rentangan jenis yang luas. Noveriza (2007) lebih lanjut menyatakan bahwa *Aspergillus* bersifat kosmopolitan dan ditemukan dimana-mana secara alami. Uji patogenisitas di laboratorium jamur patogen serangga *Aspergillus flavus* dapat menyebabkan mortalitas 100 % terhadap rayap tanah *Coptotermes Gestroi* 6 hari setelah inokulasi. Hasil penelitian Nur (2005) menyatakan bahwa jamur *Aspergillus* termasuk ke dalam jamur patogen serangga berhasil menginfeksi larva *Heliothis armigera*.

Jamur endofit *Penicillium* sp. 2 berasal dari daun tua tanaman apel (Dt-Pen₂) menyebabkan mortalitas tertinggi yaitu 30,00 %. *Penicillium* sp., digolongkan sebagai jamur oportunis, mortalitas yang disebabkan jamur rendah. Anwar *et al.* (2012) menyatakan bahwa jamur *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp. digolongkan sebagai jamur oportunis, jamur tersebut berasosiasi dengan serangga di berbagai negara. *Penicillium* sp. merupakan jamur oportunis mempunyai enzim - enzim yang disekresikan untuk menyerang inang (Soewarno *et al.*, 2012). Mortalitas larva *Conopomorpha cramerella* terinfeksi jamur *Penicillium* sp. berkisar antara 24,38 - 45,46 % (Agus *et al.*, 2014).

Jamur endofit *Fusarium* sp. 1 berasal dari daun tua (Dt-Fus₁) dan *Fusarium* sp. 2 berasal dari daun setengah tua tanaman apel (Dst-Fus₂) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* hanya sebesar 6,67 %. Jamur *Fusarium* sp. sebagian merupakan patogen serangga dan beberapa bersifat patogen fakultatif, terutama pada ordo Lepidoptera dan Coleoptera (Trizelia *et al.*, 2010). Menurut Teetor-Barrsch dan Robert (1993) menyatakan bahwa spesies jamur *Fusarium* sp. diketahui melimpah di alam dan keragaman tempat berasosiasi

antara lain pada tanaman yang hidup maupun mati dan serangga. Tingkat potensi isolat *Fusarium* sp. menyebabkan mortalitas tinggi terhadap serangga juga memperlihatkan spesifik inang dan tidak berbahaya terhadap tanaman (Desyanti *et al.*, 2007).

Jamur endofit *Acremonium* sp. 1 berasal dari daun tua tanaman apel (Dt-Acr₁) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* hanya sebesar 13,33 %. Khairy *et al.* (2012) menyatakan bahwa jamur endofit *Acremonium coephialu* pada rumput *Festuca arundinacea* sebagai patogen serangga larva *Spodoptera frugiperda* dan *Crambus* spp. dengan aktivitas menurunkan laju ketahanan hidup dan menghambat perkembangan serangga. Barker *et al.* (1984) menambahkan bahwa jamur endofit *Acremonium lolii* pada rumput *Lolium perenne* menurunkan ketahanan hidup, menghambat aktivitas makan dan laju peletakan telur kumbang *Listronotus bonariensis*.

Jamur endofit *Curvularia* sp. 2 berasal dari daun setengah tua tanaman apel (Dst-Cur₂) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* hanya sebesar 13,33 %. Indria *et al.* (2013) menyatakan bahwa jamur genus *Curvularia* merupakan jamur yang bersifat saprofit berperan dalam proses dekomposisi awal serasah daun, belum banyak penelitian mengenai pemanfaatan jamur *Curvularia* sebagai patogen terhadap serangga. Namun demikian, penelitian Assaf *et al.* (2011) menyatakan bahwa jamur genus *Curvularia* diisolasi dari tubuh serangga *Dolycoris baccarum* yang telah mati. Spesies jamur yang ditemukan pada serangga mati merupakan jamur saprofit yang menyerang setelah serangga mati, jamur patogen serangga dapat secara aktif menyerang serangga hidup, membunuh inang dan bersporulasi pada inang yang telah mati (Rombach, 1988).

Jamur endofit *Alternaria* sp. 2 berasal dari daun muda tanaman apel (Dm-Alt₂) menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap larva *S. litura* hanya sebesar 16,67 %. Hasil penelitian Kaur *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengaruh *Alternaria alternata* terisolasi dari *Azadirachta indica* mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan dan perkembangan *S. litura*. Metabolit sekunder dari jamur patogen serangga dikenal mampu menekan respon imun serangga, jamur endofit *Alternaria alternata* mampu menekan kekebalan larva *S. litura* (Kaur *et al.*, 2015).

4.2.1 Gejala yang Ditimbulkan oleh Isolat Jamur pada Larva *S. litura*

Larva *S. litura* instar II normal berwarna hijau kecokelatan. Larva *S. litura* normal aktif bergerak dan mempunyai nafsu makan tinggi. Larva *S. litura* yang terinfeksi jamur endofit isolat *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Acremonium* sp., *Curvularia* sp., dan *Alternaria* sp. menunjukkan adanya gejala infeksi penurunan nafsu makan, pergerakan lambat dan perubahan warna hitam pada permukaan tubuh larva (Gambar 22). Gejala infeksi yang terlihat pada pelakuan jamur endofit isolat *Aspergillus* sp. ditandai dengan pertumbuhan miselium berwarna putih menyelimuti tubuh larva, diduga gejala infeksi akibat perlakuan tersebut berkaitan dengan tingginya persentase mortalitas larva *S. litura* yang mencapai 56,67 % pada uji patogenisitas menggunakan isolat *Aspergillus* sp. serta faktor lain yang mendukung pertumbuhan miselium jamur seperti suhu dan kelembaban.

Perlakuan isolat *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Acremonium* sp., *Curvularia* sp., dan *Alternaria* sp. hanya menunjukkan gejala infeksi tubuh menghitam dan kulit larva terlihat mengkerut. Menurut Prayogo *et al.* (2005) menyatakan bahwa, pada umumnya, semua jaringan dan cairan tubuh serangga habis digunakan oleh jamur, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi. Namun, apabila keadaan kurang mendukung perkembangan saprofit maka pertumbuhan hanya berlangsung di dalam tubuh serangga. Mekanisme infeksi jamur patogen serangga dimulai dari konidia jamur penetrasi melalui bagian tubuh larva yang lunak, konidia masuk ke dalam tubuh dan menyebar ke seluruh rongga tubuh haemocoel dan menembus integumen. Di dalam hemocoel, hifa akan membentuk blastopora, yang memperbanyak diri dengan cara pembentukan tunas. Blastopora tumbuh dan berkembang di dalam hemocoel dengan menyerap cairan hemolimp. Selain itu, infeksi jamur menghasilkan enzim dekstruksin yang bersifat toksik dan menimbulkan kerusakan pada jaringan serangga (Tanada dan Kaya, 1993).



Gambar 22. Larva *S. litura* instar II setelah terinfeksi jamur endofit :
A. *Aspergillus* sp. (200 μm), B. *Penicillium* sp. (200 μm),
C. *Acremonium* sp. (200 μm), D. *Fusarium* sp. (200 μm),
E. *Curvularia* sp. (200 μm), F. *Alternaria* sp.(200 μm) G. larva
sehat (1 mm).

4.2.2 Waktu Kematian Larva *S. litura*

Waktu kematian merupakan waktu yang dibutuhkan jamur endofit untuk menyebabkan mortalitas terhadap *S. litura*. Waktu kematian diamati setiap hari, yaitu setelah aplikasi jamur sampai dengan hari ke- 14.

Tabel 9. Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* terhadap perlakuan 8 isolat jamur endofit daun tua tanaman apel

| Perlakuan | Kode Isolat | Waktu kematian (hari) |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Kontrol | | 0,00 a |
| <i>Aspergillus</i> sp.3 | Dt-Asp ₃ | 8,20 b |
| <i>Acremonium</i> sp.1 | Dt-Acr ₁ | 9,67 b |
| <i>Penicillium</i> sp.2 | Dt-Pen ₂ | 10,17 b |
| <i>Fusarium</i> sp.1 | Dt-Fus ₁ | 10,17 b |
| <i>Penicillium</i> sp.1 | Dt-Pen ₁ | 10,17 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.2 | Dt-Asp ₂ | 11,00 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | Dt-Asp ₁ | 11,33 b |
| <i>Curvularia</i> sp.1 | Dt-Cur ₁ | 11,67 b |

Keterangan: Dt= Daun tua, Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp., Fus= *Fusarium* sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp.

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 5%

Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* tercepat akibat infeksi isolat jamur endofit dari daun tua tanaman apel adalah isolat *Aspergillus* sp. 3 (Dt-Asp₃) yaitu 8,20 hari per jumlah total serangga yang mati, sedangkan rata-rata waktu kematian terlama adalah isolat *Curvularia* sp.1 (Dt-Cur₁) yaitu 11,67 hari per jumlah total serangga yang mati.



Tabel 10. Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* terhadap perlakuan 10 isolat jamur endofit daun setengah tua tanaman apel

| Perlakuan | Kode Isolat | Waktu kematian (hari) |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| Kontrol | | 0,00 a |
| <i>Penicillium</i> sp.3 | Dst-Pen ₃ | 9,67 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | Dst-Asp ₁ | 10,19 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.2 | Dst-Asp ₂ | 10,19 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.3 | Dst-Asp ₃ | 10,19 b |
| <i>Alternaria</i> sp.1 | Dst-Alt ₁ | 10,19 b |
| <i>Penicillium</i> sp.4 | Dst-Pen ₄ | 10,19 b |
| <i>Curvularia</i> sp.2 | Dst-Cur ₂ | 10,19 b |
| <i>Acremonium</i> sp.3 | Dst-Acr ₃ | 10,67 b |
| <i>Acremonium</i> sp.2 | Dst-Acr ₂ | 11,67 b |
| <i>Fusarium</i> sp.2 | Dst-Fus ₂ | 11,67 b |

Keterangan: Dst= Daun setengah tua, Asp= *Aspergillus* sp., Pen= *Penicillium* sp., Fus= *Fusarium* sp., Acr= *Acremonium* sp., Cur= *Curvularia* sp., Alt= *Alternaria* sp.

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 5%

Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* tercepat akibat infeksi isolat jamur endofit dari daun setengah tua tanaman apel adalah isolat *Penicillium* sp. 3 (Dst-Pen₃) yaitu 9,67 hari per jumlah total serangga yang mati, sedangkan rata-rata waktu kematian terlama adalah isolat *Fusarium* sp.2 (Dst-Fus₂) yaitu 11,67 hari per jumlah total serangga yang mati.

Tabel 11. Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* terhadap perlakuan 4 isolat jamur endofit daun muda tanaman apel

| Perlakuan | Kode Isolat | Waktu kematian (hari) |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Kontrol | | 0,00 a |
| <i>Alternaria</i> sp.2 | Dm-Alt ₂ | 9,33 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | Dm-Asp ₁ | 10,19 b |
| <i>Alternaria</i> sp.3 | Dm-Alt ₃ | 10,19 b |
| <i>Aspergillus</i> sp.3 | Dm-Asp ₃ | 11,67 b |

Keterangan: Dm= Daun muda, Asp= *Aspergillus* sp., Alt= *Alternaria* sp.

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 5%

Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* tercepat akibat infeksi isolat jamur endofit dari daun muda tanaman apel adalah isolat *Alternaria* sp. 2 (Dm-Alt₂) yaitu 9,33 hari per jumlah total serangga yang mati, sedangkan rata-

rata waktu kematian terlama adalah isolat *Aspergillus* sp. 3 (Dm-Asp₃) yaitu 11,67 hari per jumlah total serangga yang mati.

Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* akibat infeksi isolat jamur endofit daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel berkisar antara 8,20 – 11,67 hari per jumlah total serangga yang mati. Rata-rata waktu kematian tercepat dari semua isolat asal daun tua, setengah tua dan muda tanaman apel adalah isolat *Aspergillus* sp.3 (Dt-Asp₃) yaitu 8,20 hari per jumlah total serangga yang mati. Isolat *Aspergillus* sp.3 (Dt-Asp₃) mempunyai viabilitas tertinggi yaitu 60,77 % dan mengakibatkan mortalitas terhadap larva *S. litura* tertinggi yaitu 56,67 %.

Perbedaan waktu kematian diduga dipengaruhi oleh kerapatan, viabilitas, suhu, kelembaban dan faktor genetik masing-masing jamur patogen serangga yang menginfeksi larva *S. litura*. Gillespie (1988) menyatakan bahwa kematian serangga sasaran oleh jamur patogen serangga dipengaruhi oleh jumlah konidia yang diinokulasikan, keadaan suhu dan kelembaban lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan jamur. Selain itu, toksin yang dihasilkan oleh jamur patogen serangga memegang peranan penting dapat membunuh inang dengan cara merusak struktur organik, degradasi sel menyebabkan tidak terjadi regenerasi jaringan.

Mortalitas larva *A. gammatalis* akibat infeksi jamur *N. rileyi* pada suhu 30 °C dan 40 °C meningkat dengan rata-rata larva yang bertahan hidup 24 %. Sedangkan pada suhu 18 °C – 28 °C mortalitas larva mencapai 50 % dengan waktu kematian 5 – 10 hari setelah infeksi (Endelstein *et al.*, 2005). Chikwenhere dan Vestergaardt (2001) melaporkan bahwa pada kerapatan konidia 5×10^9 konidia/ ml akuades, jamur patogen serangga *B. bassiana* mampu menyebabkan mortalitas terhadap larva dan dewasa *Neocetina bruchi* hingga 50 % dengan waktu kematian 3,6 – 6 hari.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Jumlah genus jamur endofit yang diperoleh dari daun tua, setengah tua, dan muda tanaman apel sebanyak 6 genus yaitu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Curvularia* dan *Alternaria*. Pada daun tua tanaman apel diperoleh 5 genus jamur, daun setengah tua diperoleh 6 genus jamur dan daun muda diperoleh 2 genus jamur. Pengujian patogenisitas isolat jamur endofit pada *S. litura*, isolat Dt-Asp₃ menyebabkan mortalitas tertinggi sebesar 56,67 %, sedangkan isolat Dt-Fus₁, Dst-Alt₁, DstFus₂ dan Dm-Alt₃ menyebabkan mortalitas terendah sebesar 6,67 %.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini yaitu perlu dilakukan pengukuran kadar klorofil sebelum mengisolasi jamur endofit dari daun apel berdasarkan perbedaan usia daun, serta penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kadar klorofil terhadap kelimpahan dan keragaman genus jamur endofit. Selanjutnya perlu dilakukan pengujian patogenisitas isolat jamur endofit terhadap hama utama tanaman apel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Wahid, O.A., S.M. Elbana. 2012. Evaluation of the Insecticidal Activity of *Fusarium solani* and *Trichoderma harzianum* against *Cockroaches; periplaneta Americana*. African Journal of Microbiology Research. 6(5): 1024-1032.
- Agus, N., A.P. Saranga, A. Rosmana. 2014. Eksplorasi dan Potensi Cendawan Entomopatogen *Penicillium* sp. Sebagai Agens Pengendali Hayati Hama Penggerek Buah Kakao, *Conopomorpha cramerella* (Snellen). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian. UNHAS.
- Ahmed, A.M., M.H. El-Katatny. 2007. Entomopathogenic Fungi as Biopesticides Against the Egyptian Cotton Leaf Worm, *Spodoptera littoralis*: Between Biocontrol-Promise and Immune-Limitation. Journal Egypt. Soc. Toxicol. 37: 39-51.
- Aitkenhead, P., C.R.B. Baker, G.W.D. Chickera. 1974. An outbreak of *Spodoptera litura*, a new pest under glass in Britain. Plant Pathol. 23: 117-118.7
- Aiuchi, D., T. Takanami, S. Toba, M. Ishii, S. Asano, M. Koike. 2013. Isolation and identification of endophytic entomopathogenic fungi from dent corn. 90: 125-128.
- Akmalasari, I., E.S. Purwati, R.S. Dewi. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.). Laboratorium Mikologi dan Fitopatologi Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. 82-89.
- Anwar, W., S.N. Khan, M. Aslam, M.S. Haider. 2012. *Occurrence of Insect Associated Fungi in Hot Arid Zone, Pakistan*.
- Ariyanto, E.F., A.L. Abadi, S. Djauhari. 2013. Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Dengan Sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) Dan Konvensional Di Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Jurnal. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. 1(2).
- Ariyono, R.Q., S. Djauhari, L. Sulistyowati. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit Daun Kangkung Darat (*Ipomoea Reptans* Poir.) Pada Lahan Pertanian Organik dan Konvensional. Jurnal. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. 2(1): 19-28.
- Arnold, A.E., A.E. Herre. 2003. Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: Ecological pattern and process in *Theobroma cacao* (Malvaceae). Mycologia 95: 388-398.
- Assaf, L.H., A.H. Raed, K.A. Samir. 2011. Association Of Entomopathogenic And Other Opportunistic Fungi With Insect In Dorman Locations, Jordan Journal of Biological Sciences. 4(2): 87-92.



- Barker, G.M., R.P. Pottinger, P.J. Addiso, 1984. Effect of *Lolium* endophyte fungus infections on survival of larval Argentine stem weevil, New Zealand Journal of Agricultural Research 27(2): 79-281.
- Barnet, H.L., B.B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. Journal American Phytopathological Society Press.
- Bills, G.F., J.D. Polishook. 1991. Microfungi from *Carpinus caroliniana*. Can. Journal. Bot. 69: 1477–1482.
- Budi, A.S., A. Afandhi, R.D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes : Moniliales) Pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera : Noctuidae). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya.
- Cammatti-Sartori, V., D. Silva-Ribeiro, R.T. Valdebenito-Sanhueza, R.M. Pagnocca, F.C. Echeverrigaray, S. Azevedo. 2005. Endophytic yeasts and filamentous fungi associated with southern Brazilian apple (*Malus domestica*) orchards subjected to conventional, integrated or organic cultivation. Journal of Basic Microbiology 45, 397–402.
- Cannon, A.P., C.M. Simmons. 2002. Diversity and Host preference of leaf endophytic fungi in the Iwokrama Forest Reserve, Guyana. Mycologia 94: 210-220.
- Cao, L.X., J.l. You, S.N. Zhou. 2002. Endophytic fungi from *Musa acuminata* leaves and roots in South China. World Journal. Microbiol. Biotechnol. 18, 169-171.
- Chikwenhere, G.P., V. Susan. 2001. Potential Effects of *Beauveria bassiana* (Balsmo) Vuillemin on *Neochetina bruchi* Hustache (Coleoptera: Curculionidae), a Biological Control Agent of Water Hyacinth. Biol. Contr. (21): 105–110.
- Clay, K. 2004. Fungi and The Food of The Goods. Nature 427: 401-402.
- Cornelissen, T.G., G.W. Fernandes. 2001. Patterns of attack of two herbivore guilds in the tropical shrub *Bauhinia brevipes* (Leguminosae): vigor or chance? European Journal of Entomology. 98: 37-40.
- Dai, J., K. Krohn, U. Florke, G. Pescitelli, G. Kerti, T. Papp, K.E. Kover, A. Csaba Bényei, S. Draeger, B. Schulz, T. Kurtán. 2010. Dedicated To Prof. Dr. András Lipták On The Occasion Of His 70th Birthday. Eur. Journal. Org. Chem. 2010, 6928–6937.
- Desyanti., Y.S. Hadi, S. Yusuf, T. Santoso. 2007. Keefektifan beberapa spesies cendawan entomopatogen untuk mengendalikan rayap tanah *Captotermes gestroi* Wassman (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan Metode Kontak dan Umpan. Jurnal. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 2(5): 68–77.
- Domsch, K.H., W. Gams. 1980. Compendium of soil fungi Volume 1. London : Academic Press.
- Durham, N.C. 2004. Armies of Fighting Fungi Protect Chocolate Trees. 1-2.

- Effendy, TA., S. Robby, S. Abdullah, M. Abdul. 2010. Jamur Entomopatogen Asal Tanah Lebak di Sumatera Selatan dan Potensinya sebagai Agens Hayati Walang Sangit (*Leptocoris oratorius* F.). Jurnal HPT Tropika. 10 (2): 154-161.
- Elfina, Y., M. Ali, S. Maysaroh. 2011. Identifikasi Gejala Dan Penyebab Penyakit Buah Jeruk Impor Dipenyimpanan Di Kota Pekanbaru. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- El-Hawary, F.M., A.M.E. El-Salam. 2009. Laboratory Bioassay of Some Entomopathogenic Fungi on *Spodoptera littoralis* (Biosd.) and *Agrotis ipsilon* (Hufn.) Larvae (Lepidoptera: Noctuidae). Egypt Academy Journal Biology Science 2(2): 1-4.
- Endelstein, J.D., E.V. Trumper, R.E. Lecuona. 2005. Biological Control. Temperature-dependent Development of The Entomopathogenic Fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson in *Anticarsia gemmatalis* (Hubner) larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotrop. Entomol.* 34(4): 1-13.
- Erwin, 2000. Hama dan Penyakit Tembakau Deli. Balai Penelitian Tembakau Deli. PTPN II (Persero), Tanjung Morawa, Medan. Hal. 52-56.
- Fernandes, G.W., Y. Oki, A. Sanchez-Azofeifa, G. Faccion, H.C Amaro-Arruda. 2011. Hail impact on leaves and endophytes of the endemic threatened *Coccocloba cereifera* (Polygonaceae). *Plant Ecology*. 212: 1687-1697.
- Gandjar, I., R.A. Samson, K. Twell-Vermeulen, A. Oetari, I. Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Garad, G.P., P.R. Shivpuje, G.G. Bilapate. 1985. Larval and post-larval development of *Spodoptera litura* (Fabricius) on some host plants. *Proc. Indian Acad. Sci.* 94: 49–56.
- Gillespie, A.T. 1988. Use of Fungi to Control Pest of Agricultural Importance. In Fungi Biocontrol System Edited by M.N. Burg. Manchester University. 36-60.
- Ginting, R.C.Br., N. Sukarno, U. Widystuti, L.K. Darusman, S. Kanaya. 2013. Keragaman Cendawan Endofit yang Diisolasi dari Berbagai Spesies Tanaman Obat Potensial. Tesis. Sekolah Pascasarjan Program Studi Mikrobiologi Institut Pertanian Bogor.
- Goettel M.S., G.D. Inglis. 1997. Manual of Techniques in Insect Pathology: Hypomy-cetes. Lacey LA, editor. California (US): Academic Pr.
- Greenfield, M., R. Pareja, V. Ortiz, G-Jimenez, E. Vega, S. Parsa. 2015. A novel method to scalpe up fungal endophyte isolation. *Biocontrol Science and Technology* 25(10): 1208-1212.
- Hafidha, A.A., T.S. Kusuma. 2009. Perbedaan Laju Fotosintesis Antara Daun Muda dan Daun Tua Tumbuhan Nam-nam (*Cynometra Cauliflora*). <http://lulluakmalia.blogspot.co.id/2013/12/perbedaan-laju-fotosintesis-antara-daun.html>. Online. Diakses tanggal 19 Desember 2016.



- Handajani, N.S., T. Purwoko. 2008. Aktivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Aspergillus* spp. Penghasil Aflatoksin dan *Fusarium moniliforme*. 7(3): 161-164.
- Hasyim, A., Azwana. 2003. Patogenisitas Isolat *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin Dalam Mengendalikan Hama Pengerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites Sordidus* Germar. Jurnal Hort.13 (2): 120-130.
- Hasyim, A., Nuraida, Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen Terhadap Stadia Telur Dan Larva Hama Kubis *Crocidolomia pavonana* Fabricius. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. Jurnal Hort. 19 (3): 334-343.
- Herawati, D., S. Djauhari, A. Cholil. 2015. Eksplorasi Jamur Endofit Pada Daun Kacang Hijau (*Phaseolus Radiotus* L.) Dan Uji Antagonis Terhadap Jamur *Fusarium Oxysporum*. Jurnal. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. 3(3).
- Herlinda, S., M.D. Utama, Y. Pujiastuti, Suwandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals.) Akibat Subkultur dan Pengayaan Media serta Virulensinya terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). Jurnal HPT Tropika 6(2): 70-78.
- Herlinda, S., E.M. Sari, Y. Pujiastuti, Suwandi, E. Nurnawati, A. Riyanta. 2005. Variasi virulensi strainstrain *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill terhadap larva *Putella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Agritrop*. 24(2): 52-57.
- Hermawati, H., S. Santoso, S. Wiyono. 2007. Pengaruh Cendawan Endofit terhadap Biologi dan Pertumbuhan Populasi *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae) pada Tanaman Cabai. Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Hilarino, M.P.A., F.A.d.O.e. Silveira, Y. Oki, L. Rodrigues, J.C. Santos, A.C. Junior, G.W. Fernandes dan C.A. Rosa. 2011. Distribution of the endophytic fungi community in leaves of *Bauhinia brevipes* (Fabaceae). 25(4):815-821.
- Hsia, I.C.C., M.T. Islam, Y. Ibrahim, T.Y. Howand D. Omar, 2014. Evaluation of Conidial. jurnal. Viability of Entomopathogenic Fungi as Influenced by Temperature and Additive. Int. Jut. Agric. Biol., 16: 146-152.
- Ilham, 2015. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* terhadap *Crocidolomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan Menggunakan Agensi Hayati. Skripsi. FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Indria, S.P., S. Khotimah, Rizalinda. 2013. Jenis-Jenis Jamur Entomopatogen Dalam Usus Rayap Pekerja *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Jurnal. Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. 2(3): 141-145.
- Irmawan, D., E.S. Wiyono, A. Munif. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Cendawan Endofit pada Beberapa Varietas Padi di Kuningan,

Tasikmalaya dan Subang. Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

- Junianto, Y.D., E. Sulistyowati. 1994. Virulence of Several *B. bassiana* Bals. Vuill. Isolates on Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) Under Various Relative Humidities. *Pelita Perkebunan* 10(2) : 81-86.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pets of Crops In Indonesia. Revised And Translated by P.A. Van der Laan. PT. Ictiar Baru. Van Hoeve. Jakarta.
- Kaur, H.P., B. Singh, A. Thakur, A. Kaur, S. Kaur. 2015. Studies on immunomodulatory effect of endophytic fungus *Alternaria alternata* on *Spodoptera litura*. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18, 67–75.
- Kaur, H.P., B. Singh, A. Kaur, S. Kaur. 2013. Antifeedent and toxic activity of endophytic *Alternaria alternata* against tobacco caterpillar *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal Pest. Sci.* 86, 543–550.
- Khairy, M., S. Santoso, S. Wiyono. 2012. Pengaruh Cendawan Endofit Terhadap Hama Dan Pertumbuhan Tanaman Padi Di Lapangan. Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Mahfudho, AF., E. Rahayu, F. Rohman. 2014. Kajian Bioekologi Serangga Hama Di Perkebunan Apel (*Malus Sylvestris* Mill) Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Biologi, Universitas Negeri Malang.
- Mantle, P.G. 1987. Secondary Meta Boli Tes Of *Penicillium* And *Acremonium*. Department Of Biochemistry, Imperial College Of Science & Technology, London Sw7 2a Y, England.
- Marwoto, S. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan 179 Tanaman Kedelai. *Jurnal. Litbang. Pertanian.* 27: 131-136.
- Murata, T. 2002. Utilization of Lipid for Flight and Reproduction *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae). *Jurnal. Entomol.* 99: 221- 224.
- Nampiah., U. Widayastuti, L.K Darusman, E. ningsih. 2012. Metabolik Cendawan Endofit Asal Tanaman Obat : Potensi Sebagai Pengendali Hayati Cendawan Patogen. *Ringkasan Eksekutif Hasil-hasil Penelitian Tahun 2012. Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian Dengan Perguruan Tinggi (KKP3T)*. 20-21.
- Noveriza, R. 2007. Kontaminasi Cendawan dan Mikotoksin pada Tumbuhan Obat. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika, Bogor.
- Nunilahwati, H., S. Herlinda, C. Irsan, Y. Pujiastuti. 2012. Eksplorasi, Isolasi Dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella Xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) Pada Pertanaman Caisin (*Brassica Chinensis*) Di Sumatera Selatan. 12(1): 1-11.

- Nur, M. 2005. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen dari Larva *Heliothis armigera* Hubner. Pendidikan IPA. Digital Library UPI.
- Nuraida, 2006. Efektivitas Isolat Jamur Entomopatogen Terhadap Hama Kubis *Crocidolomia Pavonana* Fabricius (Lepidoptera; Pyralidae) Dalam Hubungannya Dengan Metode Aplikasi. Skripsi. Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Nuraida, A. Hasyim. 2009. Isolasi, Identifikasi dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Pertanaman Kubis. Jurnal Hortikultura 19(4): 419-432.
- Petrini O., T.N. Sieber, L. Toti, O. Vivet.1992. Ecology, metabolite production and substrate utilisation in endophytic fungi. Natural Toxins 1: 185-196.
- Petrini, O. 1996. Ecological and physiological aspects of host-specificity in endophytic fungi. *di dalam* : Redlin CS, Carris LM, eds. *Endophyte Fungi in Grasses and Woody Plants Systematics, Ecology and Evolution*. Minnesota : APS Press. hlm : 87 – 100.
- Pimentel, I.C., C. Glienke-Blanco, J. Gabardo, R.M. Stuart, J.L. Azevedo. 2006. Identification andcolonization of endophytic fungi from soybean (*Glycine max* (L.) Merril) underdifferent environmental conditions. Braz Arch Biol Technol (5): 705–11.
- Prayogo, Y., W. Tengkano, Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. Jurnal. Litbang. Pertanian. 24:19-26.
- Purnomo, H. 2009. Pengantar Pengendalian Hayati. Yogyakarta: CV. Andi Press.
- Rahayu, S. 2007. Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan. Surabaya : Laboratorium Fistum Unesa.
- Risbianti., A. Afandhi, R. Rachmawati. 2015. Isolasi Jamur Patogen Serangga dari Tanah Gambut dengan Pola Tanam Sawi-Jagung dan Sawi di Kalimantan Tengah serta Uji Virulensi terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae) di Laboratorium. Skripsi. HPT FP UB.
- Rodrigues, K.F., G.J. Samuels. 1994. *Letendraeopsis palmarum*, a new genus and species of loculoascomycetes. Mycologia 86: 254-258.
- Rohman, M.A.F., A. Afandhi, R.D. Puspitarini. 2015. Isolasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Jeruk dan Uji Patogenisitassinya pada Tungau *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonimidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Rombach, 1988. Entomogenous Fungi. Laporan Khusus Singkat Isolasi Pencirian dan Pengawetan Biakan Murni Mikroorganisme. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB.

- Rosmini, S.A., Lasmini. 2010. Identifikasi Cendawan Entomopatogen Lokal dan Tingkat Patogenisitasnya terhadap Hama Wereng Hijau (*Nephrotettix virescens* Distant.) Vektor Virus Tungro pada Tanaman Padi Sawah di Kabupaten Donggala. Jurnal Agroland 17(3): 205-212.
- Salim, A., R. Septiadi, T.A. Effendy, S. Herlinda, R. Thalib. 2008. Penurunan Kualitas Jamur Entomopatogen, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. akibat Subkulturterhadap Nimfa Walang Sangit. Dalam Prosiding Seminar Nasional. Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI) Cabang Palembang; Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI) Komda Sumatera Selatan, Palembang.
- Salisbury., Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan II. Bandung : ITB bandung.
- Selim, K.A., A.A. El-Beih, T.M. Abdel-Rahman, A.I. El- Diwany. 2012. Biology of Endophytic Fungi. Current Research in Environmental & Applied Mycology 2 (1): 31–82.
- Setiari, N., Y. Nurchayati. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar *Food Supplement*. Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Undip. 11(1): 6-10.
- Sheroze, A., A. Rashid, A.S. Shakir, S.M. Khan. 2003. Effect of bio-control agents on leaf rustof wheat and influenceof different temperature and humidity levels on their colony growth. *Int. Jurnal. Agri. Biol.* 5(1): 83-85.
- Siegel, M.R., C.L Schardl. 1992. Fungal endophytes of grasses: detrimental or beneficial association. hlm 198-221. dalam: JH Andrews dan SS Hirano (eds). Microbiology of Leaves. Springer Verlag. New York.
- Sintim, H.O., T. Tashiro, N. Motoyama. 2009. Response of the cutworm *Spodoptera litura* to sesame leaves or crude extracts in diet. 13pp. *Journal Insect Sci.* 9: 52.
- Soewarno, W., B.A.N. Pinaria, C.L. Salaki, O.R. Pinontoan. 2012. Jamur yang Berasosisasi dengan *Plutella xylostella* L. pada Sentra Tanaman Kubis di Kota Tomohon dan Kecamatan Modoinding. Jurnal. Universitas Manado.
- Sorensen., Colwell. 2006. Fungos endofíticos : Isolamento, caracterizaao enzimatiae e promocao do crescimento em mudas de pimha. Acta Botanica Brasilica. 20(3): 215.
- Strobel, G., B. Daisy, U. Castillo, J. Harper. 2004. Natural products from endophytic microorganisms. *Journal of Natural Products* 67: 257-268.
- Suciati, D. Yuliar, Supriyati. 2011. Isolasi, Identifikasi, Dan Skrining Jamur Endofit Penghasil Agen Biokontrol Dari Tanaman Di Lahan Pertanian Dan Hutan Penunjang Gunung Salak. Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi LIPI. Bogor. 12(2): 171 – 186.
- Sudantha, I.M., A.L. Abadi. 2007. Identifikasi Jamur Endofit Dan Mekanisme Antagonismenya Terhadap Jamur *Fusarium Oxysporum* F. Sp. *Vanillae*



- Pada Tanaman Vanili. Jurnal. PS. Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. 17(1): 23-38.
- Suganda., N. Tarkus, Istifadah, Hersanti. 2007. Jamur Endofit : Keanekaragaman, Kolonisasi dan Peranannya terhadap Berbagai Tanaman Sayuran dan Pangan. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran.
- Sumenda, L., H.L Rampe, F.R. Mantiri. 2011. Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica L.*) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sun, B.D., X. Z. Liu. 2008. Occurrence and Diversity of Insect-associated Fungi in Natural Soils in China. *Appl. Soil Ecol.* 39: 100-108.
- Surtikanti., M. Yasin. 2009. Keefektifan entomopatogenik *Beauveria bassiana* Vuill. Dari berbagai media tumbuh terhadap *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. Prosiding Seminar Nasional Serealia. 358-362.
- Susanto, A. 2008. Kadar Klorofil Pada Berbagai Tanaman yang Berbeda Umur. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Tampubolon, D.Y., Y. Pangestiningsih, F. Zahra, F. Manik. 2013. Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarrhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) Di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi.* 1(3): 784-791.
- Tanada, Y., H.K. Kaya. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc., New York, NY. 459-593.
- Thakur, A., S. Kaur, A. Kaur, V. Singh. 2012. Detrimental effects of endophytic fungus *Nigrospora* sp. on survival and development of *Spodoptera litura*. *Biocontrol Sci. Technol* 22: 151-161.
- Thakur, A., V. Singh, A. Kaur, S. Kaur. 2014. Suppression of Cellular Immune Response in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae by Endophytic Fungi *Nigrospora oryzae* and *Cladosporium uredinicola*. *Annals of the Entomological Society of America*, 107 (3): 674-679.
- Tirtana, Z.Y.G., L. Sulistyowati, A. Cholil. 2013. Eksplorasi Jamur Endofit Pada Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum L*) Serta Potensi Antagonismenya Terhadap *Phytophthora Infestans* (Mont.) De Barry Penyebab Penyakit Hawar Daun Secara *In Vitro*. Jurnal. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. 1(3): 91-101.
- Toofanee, S.B., D. Rafic. 2002. Fungal endophytes associated with *Cordemoya integrifolia*. 11: 169-175.
- Trizelia, 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deutromycotonia: Hypomycetes): Keragaman genetik, Karakterisasi

Fisiologi dan Virulensinya Terhadap *Crocidolomia Pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

- Trizelia., Reflinaldon, H.C.S. Shinta. 2010. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada rizosfir pertanaman cabai dataran tinggi dan dataran rendah di Sumatera Barat. BioETI. ISBN 978-602-14989-0-3.
- Vega, F.E., F. Posada, M.C. Aime, M. Pava-Ripoll, F. Infante, S.A. Rehner, 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. Biological Control 46: 72–82.
- Wahyuningtias, R.R., N. Anna, E.B.M. Siregar. 2013. Isolasi Dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Jaringan Muda Tanaman Gaharu (*Aquilaria Malaccensis* Lamk.). Skripsi. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan.
- Wicaksono, A., S. Rasminah, S. Djauhari. 2008. Kajian Jamur Endofit Daun Pada Budidaya Konvensional Dan PHT Apel (*Malus sylvestris* Mill.). Skripsi. Fakultas Pertanian jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya. Malang.
- Wulandari, D., L. Sulistyowati, A. Muhibuddin. 20014. Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) Dan Kemampuan Antagonisnya Terhadap *Phytophthora Infestans*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. 2(1).
- Yulianti, T. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Angensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan serat, Karangploso Malang. Buletin Tanaman Tembakau Serat dan Minyak Industri. 5(1): 40-49.
- Zhang, N., C. Zhang, X. Xiao, Q. Zhang, B. Huang. 2016. New cytotoxic compounds of endophytic fungus *Alternaria* sp. isolated from *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. Fitoterapia. Department of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Second Military Medical University, Shanghai 200433, PR China. 173–180.
- Zuhria, S.A., S. Djauhari, A. Muhibudin. 2011. Keanekaragaman Jamur Endofit Akar pada Lima Varietas Tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.) Anjasmoro, Burangrang, Malabar, Ratai, dan Wilis. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertaian, Universitas Brawijaya.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN



Tabel lampiran 1. Deskripsi teknik budidaya apel

| Komponen | Keterangan |
|-------------------|--|
| Lokasi | Dusun Binangun, Desa Bumiaji, Kota Batu |
| Pemilik Lahan | Bapak Suparto |
| Koordinat | S 7°51'32.4" dan E 112°32'20.1" |
| Ketinggian Tempat | 1.062 m dpl |
| Luas Lahan | 1500 m ² |
| Sejarah lahan | Budidaya apel secara PHT dimulai pada tahun 2005, sebelumnya dilakukan budidaya secara konvensional. |
| Pengolahan tanah | Tanah tidak diolah secara menyeluruh, hanya pada saat awal musim hujan. Pengolahan tanah dilakukan secara manual dengan menambahkan pupuk kandang. |
| Pemupukan | Pupuk organik : pemupukan organik dilakukan 1 kali pada 1 musim yaitu awal musim hujan atau akhir musim kemarau. Komposisi pupuk organik yaitu kotoran sapi, kotoran kambing bekatul, kapur, molasae dan EM ₄ . Dosis pemupukan organik 10 kg untuk 1 pohon apel. Pupuk anorganik : pembauran anorganik dilakukan 2 kali pada 1 musim yaitu pada saat musim penghujan, pupuk kimia yang digunakan Ponska, SP ₃₆ dan Mutiara dengan dosis 1 kg/pohon apel. |
| Pengendalian OPT | Pengendalian secara hayati menggunakan pestisida organik bantuan dinas pertanian setempat, penggunaan pestisida organik untuk pengendalian kutu sisik berupa agens hayati dengan dosis 1 liter agens hayati/300 liter air. Pengendalian secara kimia menggunakan pestisida untuk mengendalikan penyakit karat dengan dosis 50cc/200 liter air. Penyemprotan pestisida dan agens hayati dilakukan 25 kali selama 1 tahun secara berselang-seling. Pengamatan kondisi lahan dilakukan setiap minggu oleh petani. |
| Perompesan | Pengendalian secara hayati dilakukan secara manual. Namun apabila diperlukan, petani memakai penyemprotan menggunakan Za. |
| Pengairan | Tadah hujan |

Tabel lampiran 2. Analisis ragam uji patogenisitas jamur endofit daun tua tanaman apel terhadap persentase mortalitas larva *S. litura*

| SK | db | JK | KT | F hitung | F tabel 5 % |
|-----------|----|----------|--------|----------|-------------|
| Perlakuan | 8 | 7918,51 | 989,81 | 3,98 | 2,51 |
| Galat | 18 | 4466,66 | 248,14 | | |
| Total | 26 | 12385,19 | | | |

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; data diuji lanjut menggunakan Duncan ($p>0,05$).

Tabel lampiran 3. Analisis ragam uji patogenisitas jamur endofit daun setengah tua tanaman apel terhadap persentase mortalitas larva *S. litura*

| SK | db | JK | KT | F hitung | F tabel 5 % |
|-----------|----|---------|--------|----------|-------------|
| Perlakuan | 10 | 1272,72 | 127,27 | 4,66 | 2,29 |
| Galat | 22 | 600 | 27,27 | | |
| Total | 32 | 1872,72 | | | |

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; data diuji lanjut menggunakan Duncan ($p>0,05$).

Tabel lampiran 4. Analisis ragam uji patogenisitas jamur endofit daun muda tanaman apel terhadap persentase mortalitas larva *S. litura*

| SK | db | JK | KT | F hitung | F tabel 5 % |
|-----------|----|---------|--------|----------|-------------|
| Perlakuan | 4 | 773,33 | 193,33 | 3,22 | 3,47 |
| Galat | 10 | 600 | 60 | | |
| Total | 14 | 1373,33 | | | |

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; data diuji lanjut menggunakan Duncan ($p>0,05$).

Tabel lampiran 5. Analisis ragam waktu mortalitas *S. litura* dengan aplikasi beberapa jamur endofit daun tua tanaman apel

| SK | db | JK | KT | F hitung | F tabel 5 % |
|-----------|----|--------|-------|----------|-------------|
| Perlakuan | 8 | 307,54 | 38,44 | 6,31 | 2,51 |
| Galat | 18 | 109,62 | 6,09 | | |
| Total | 26 | 417,16 | | | |

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; data diuji lanjut menggunakan Duncan ($p>0,05$).

Tabel lampiran 6. Analisis ragam waktu mortalitas *S. litura* dengan aplikasi beberapa jamur endofit daun setengah tua tanaman apel

| SK | Db | JK | KT | F hitung | F tabel 5 % |
|-----------|----|--------|-------|----------|-------------|
| Perlakuan | 10 | 311,62 | 31,16 | 10,52 | 2,29 |
| Galat | 22 | 65,12 | 2,96 | | |
| Total | 32 | 376,75 | | | |

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; data diuji lanjut menggunakan Duncan ($p>0,05$).

Tabel lampiran 7. Analisis ragam waktu mortalitas *S. litura* dengan aplikasi beberapa jamur endofit daun muda tanaman apel

| SK | Db | JK | KT | F hitung | F tabel 5 % |
|-----------|----|--------|-------|----------|-------------|
| Perlakuan | 4 | 265,30 | 66,32 | 37,92 | 3,47 |
| Galat | 10 | 17,48 | 1,74 | | |
| Total | 14 | 282,78 | | | |

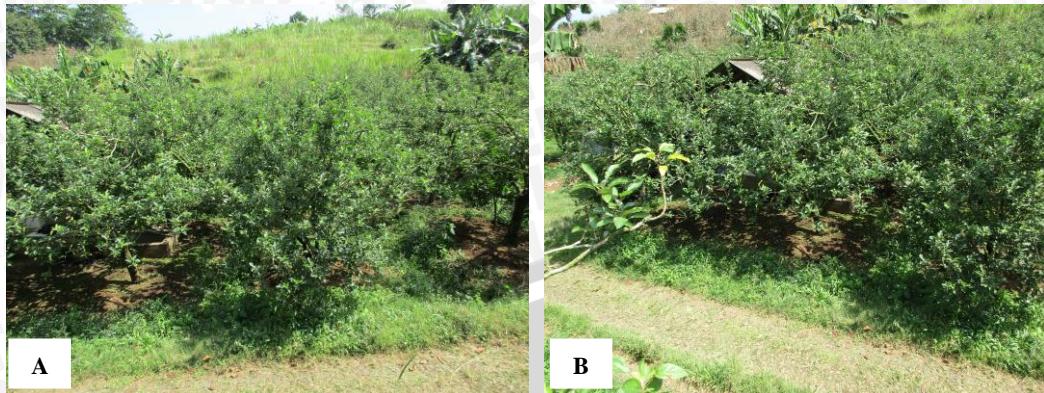
Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; data diuji lanjut menggunakan Duncan ($p>0,05$).

Tabel lampiran 8. Rerata suhu dan kelembaban media biakan SDAY

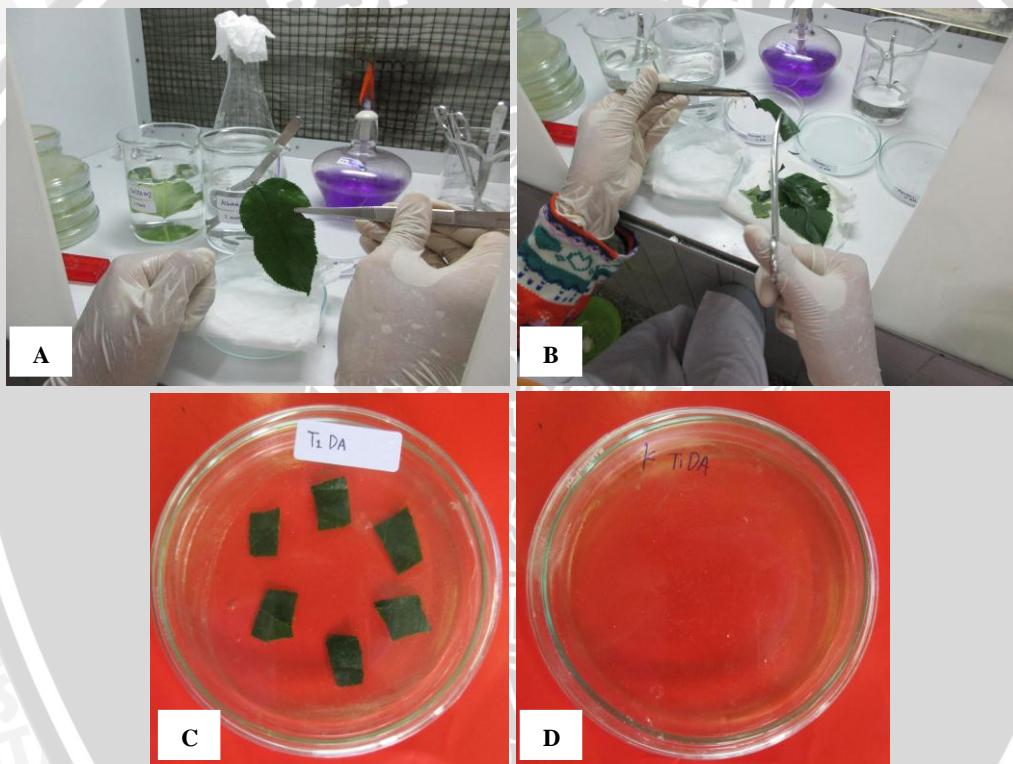
| Hari ke- | Suhu ($^{\circ}$ C) | Kelembaban (%) |
|-----------|----------------------|----------------|
| 1. | 27,1 | 80 |
| 2. | 26,5 | 78 |
| 3. | 27,3 | 78 |
| 4. | 27,9 | 75 |
| 5. | 26,4 | 76 |
| 6. | 26,2 | 80 |
| 7. | 27,1 | 76 |
| 8. | 26,7 | 78 |
| 9. | 26 | 80 |
| 10. | 27 | 80 |
| 11. | 27 | 81 |
| 12. | 27,2 | 78 |
| 13. | 27,1 | 78 |
| 14. | 26,2 | 80 |
| Rata-rata | 26,8 | 78,4 |

Tabel lampiran 9. Rerata suhu dan kelembahan pada saat uji patogenisitas jamur terhadap larva *S. litura*

| Hari ke- | Suhu ($^{\circ}$ C) | Kelembaban (%) |
|-----------|----------------------|----------------|
| 1. | 27,1 | 78 |
| 2. | 26,5 | 72 |
| 3. | 26,8 | 70 |
| 4. | 26,2 | 68 |
| 5. | 23,8 | 82 |
| 6. | 23,8 | 82 |
| 7. | 29,6 | 64 |
| 8. | 28,7 | 75 |
| 9. | 29 | 75 |
| 10. | 28,1 | 70 |
| 11. | 28,4 | 70 |
| 12. | 29 | 67 |
| 13. | 28,2 | 71 |
| 14. | 28,4 | 74 |
| Rata-rata | 27,4 | 72,7 |



Gambar lampiran 1. Lokasi pengambilan sampel daun apel di Dusun Binangun Kecamatan Bumiaji Kota Batu : A. Lokasi lahan tampak dari depan, B. Lokasi lahan tampak dari samping



Gambar lampiran 2. Isolasi jamur endofit : A. Sterilisasi daun apel, B. Pemotongan sampel daun apel, C. Isolasi pada media SDA, D. Uji sterilisasi