

1

**KAJIAN JAMUR ENDOFIT DAUN PADA BUDIDAYA
KONVENSIONAL DAN PHT DI PERTANAMAN APEL**
(*Malus sylvestris* Mill)

Oleh :

Ari Wicaksono

0210460005



FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2008

**KAJIAN JAMUR ENDOFIT DAUN PADA BUDIDAYA
KONVENSIONAL DAN PHT DI PERTANAMAN APEL
(*Malus sylvestris* Mill)**

**Oleh:
Ari Wicaksono
0210460005**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2008**

Lembar Persetujuan

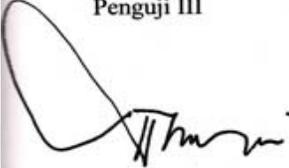
Judul : **KAJIAN JAMUR ENDOFIT DAUN PADA BUDIDAYA
KONVENSIONAL DAN PHT DI PERTANAMAN APEL
(*Malus sylvestris* Mill)**

Nama : ARI WICAKSONO

Nim : 0210460005

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

 <u>Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah, Ch, Sy.</u> P. 130 345 922	 <u>Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, MS</u> NIP. 130 936 225
 <u>Dr. Ir. Toto Himawan, SU</u> NIP. 131 281 898	 <u>Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS</u> NIP. 130 704 148

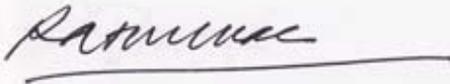


Lembar Pengesahan

Mengesahkan

Majelis penguji

Utama



Prof. Dr. Ir Siti Rasminah Ch.Sy.
NIF 130 345 922

Pendamping



Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, Ms
130 936 225

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, Ms
130 936 225

Tanggal Lulus : 21 Mei 2008

RINGKASAN

Ari Wicaksono. 0210460005-46. Kajian Jamur Endofit Daun Pada Budidaya Konvensional Dan PHT Di Pertanaman Apel (*Malus sylvestris* Mill). Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch, selaku pembimbing pertama dan Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, Ms, selaku pembimbing kedua.

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) adalah tanaman tahunan yang berasal dari daerah subtropis. Di Indonesia apel telah ditanam sejak tahun 1934, dan dapat berbuah baik. Kabupaten Malang (Poncokusumo) dan kota Batu merupakan daerah sentra produksi apel di Indonesia. Di daerah tersebut tanaman apel mulai diusahakan petani sekitar tahun 1950, dan setelah tahun 1960 tanaman tersebut berkembang dengan pesat, karena pada tahun 1950 telah ditemukan teknik budidaya dan pembuahan apel. Oleh karena itu, budidaya apel di Indonesia, khususnya di daerah Malang sebagai penghasil buah apel perlu diperhatikan, dengan penggunaan pestisida secara bijaksana dan menerapkan konsep PHT (Pengelolaan Hama Terpadu) didalam budidaya tanaman apel. Perbedaan teknik budidaya yang dilakukan oleh petani apel diduga dapat membedakan nilai indeks keragaman, tingkat pemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi dari jamur endofit yang ada pada masing-masing lahan (PHT dan konvensional). Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dari organisme pengganggu tanaman yang ada di alam dengan menghasilkan mikotoksin yang digunakan untuk menghalangi hewan herbivore dan antibiotik, serta digunakan untuk menekan patogen.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2007 sampai dengan bulan November 2007. Untuk pengambilan sampel daun apel sehat dilakukan pada dua lahan, yaitu : lahan PHT (lahan apel dibawah naungan FKPM) dan lahan konvensional yang terletak di kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. Pengambilan sampel daun sehat dilakukan dengan metode acak, sebanyak 2 kali pengambilan sampel. Kemudian sampel daun tersebut diinkubasi pada media PDA (Potato Dextrose Agar) yang dilakukan di Laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian, jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya Malang. Pengamatan munculnya jamur endofit dilakukan setiap hari selama ± 5 hari. Setiap jamur endofit yang muncul langsung dilakukan pemurnian. Identifikasi dilakukan dengan pembiakan isolat jamur pada obyek gelas, kemudian diamati di bawah mikroskop. Setelah ditemukan organ-organ jamur endofit di bawah mikroskop, selanjutnya dibandingkan dengan pedoman referensi.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa jumlah jamur yang diperoleh dari lahan teknologi PHT lebih tinggi dari lahan konvensional. Ada beberapa jenis jamur yang sama pada kedua lahan, yaitu : jamur dari marga *Nigrospora sp* dan *Acremonium sp*. Nilai indeks dominasi, tingkat pemerataan dan kekayaan jenis yang dimiliki oleh lahan PHT lebih tinggi daripada lahan konvensional, sedangkan nilai indeks dominasi lahan konvensional memiliki nilai yang lebih tinggi dari lahan PHT. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan teknik budidaya yang dimiliki oleh petani berpengaruh terhadap keberadaan jamur endofit yang ada pada jaringan daun apel.

SUMMARY

Ari Wicaksono. 0210460005-46. Study of endophyte fungus on Integrated Pest Management and Conventional apple area (*Malus sylvestris* Mill). Supervised by Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch, as a first supervisor and Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, Ms, as a second supervisor.

Apple is subtropic area plant. Apple in Indonesia was to plant since 1934 and well production. In Malang (Poncokusumo) and Batu City is a centra area of apple produce in Indonesia. In this area, apple begin to use the farmers since 1950, and after 1960 this plant can be fast growth because in 1950 was found apple cultivation tecnic. Because of that, apple cultivation in Indonesia especially in Malang city as apple producer should be increase. Begin to use pesticide to be wise and also to apply Integrated Pest management inside of apple cultivation. The differences cultivate tecnic from the apple farmers to do, is estimate to the difference kind of indeks level of spread evenly, many kind and domination indeks from endofit fungus, and there is to part Integrated Pest Management and conventional. Fungy endofit is to protect nursemaid of plants from pest crop plants there is in nature with produce a mikotoksin that use to hindered the herbivore and antibiotic animal, and to pressing the patogen population.

The research was held in micology unit, fitopathology laboratory Plant Protection Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University Malang on April 2007 to November 2007. Taking the healthy apple leaf sample doing in two field, that is : Integrtrd Pest Management (apple field under FKPM authority) and convensional field. Both are in Poncokosumo subdistrict, Malang. Take the healthy leaf sample with a randomize sampling, than the leaf sample was incubated on PDA. The research do everyday until five days after leaf sample was incubated and than the fungus were purified. Identification of the fungus, used the isolate of the fungi on object glasses and than used a microscop. After found a part of the fungi, combine with reference.

The result from research shown that fungus was found from Integrated Pest Management area more longest from conventional area. There is *Nigrospora sp* and *Acremonium sp* are samely founded in both of area. The diversity index, average level, genus richnes of the IPM area more higher than conventional area. But the domination indeks in conventional area more higher than IPM area. As known the cultivation of IPM area are influence to the endophyte leaf fungi that founded in healthy leaf apple.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap rasa syukur kehadirat Allah SWT yang telah membimbing dan mencurahkan rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul **KAJIAN JAMUR ENDOFIT DAUN PADA BUDIDAYA KONVENSIONAL DAN PHT DI PERTANAMAN APEL (*Malus sylvestris* Mill)**. Adapun maksud dan tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk membandingkan ilmu yang penulis dapatkan di bangku perkuliahan dengan keadaan yang sebenarnya di lapang. Dan merupakan salah satu syarat kelulusan program strata I.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih ada kekurangan, namun penulis tetap berusaha semaksimal mungkin agar tugas akhir yang disajikan dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya laporan ini. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Ibu. Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Chailani Syamsidi**, selaku dosen pembimbing utama..
2. **Bpk. Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, MS**, selaku dosen pembimbing pendamping.
3. **Bpk. Yudi**, selaku pemilik lahan apel dan anggota **FKPM (Forum Komunikasi Petani Muda)** Poncokusumo.

Penulis berharap semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan Fakultas Pertanian Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang.

Malang, 2008

Penulis,

Ari Wicaksono

0210460005-46

DAFTAR ISI

Hal

I. RINGKASAN.....	
i	
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
II. I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
III. II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jamur Endofit.....	4
2.1.1 Definisi Jamur Endofit.....	4
2.1.2 Penggolongan Jamur Endofit.....	4
2.1.3 Cara Jamur Endofit masuk ke dalam jaringan tanaman.....	5
2.1.4 Mekanisme Jamur Endofit menghambat patogen.....	6
2.2 Apel (<i>Malus sylvestris</i> Mill).....	7
2.2.1 Klasifikasi tanaman apel.....	8
2.2.2 Morfologi apel.....	8
2.2.3 Syarat Tumbuh.....	9
2.2.4 Pemeliharaan tanaman.....	10
2.2.5 Batasan PHT menurut beberapa ahli.....	13
2.2.6 Peran keanekaragaman dalam teknologi PHT..	14
2.2.7 Teori Keragaman.....	14

IV. III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Pelaksanaan penelitian.....	16
3.3.1 Persiapan penelitian.....	16
3.3.2 Pelaksanaan penelitian.....	17
3.3.3 Analisis Data.....	19

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

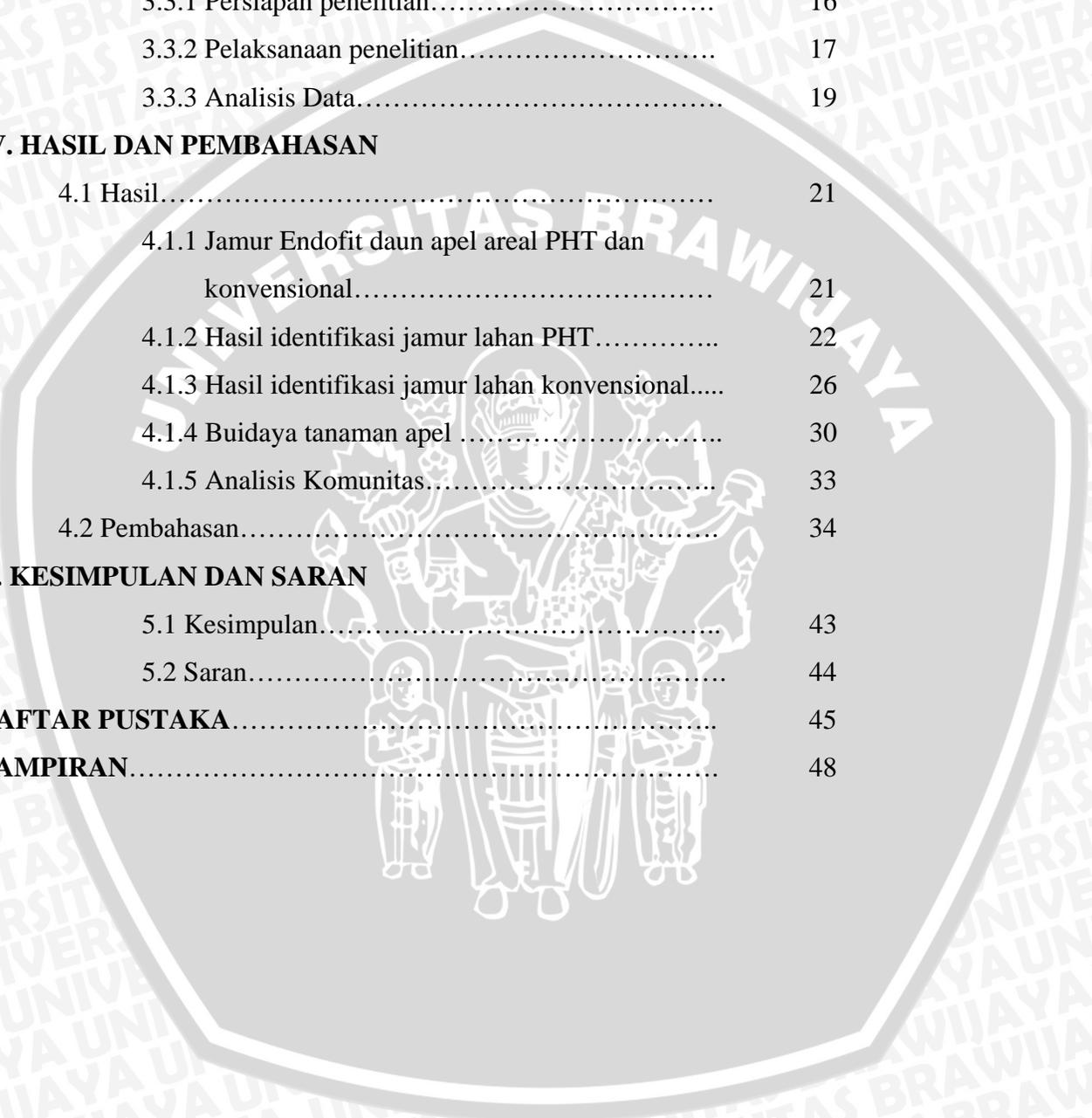
4.1 Hasil.....	21
4.1.1 Jamur Endofit daun apel areal PHT dan konvensional.....	21
4.1.2 Hasil identifikasi jamur lahan PHT.....	22
4.1.3 Hasil identifikasi jamur lahan konvensional.....	26
4.1.4 Buidaya tanaman apel	30
4.1.5 Analisis Komunitas.....	33
4.2 Pembahasan.....	34

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	44

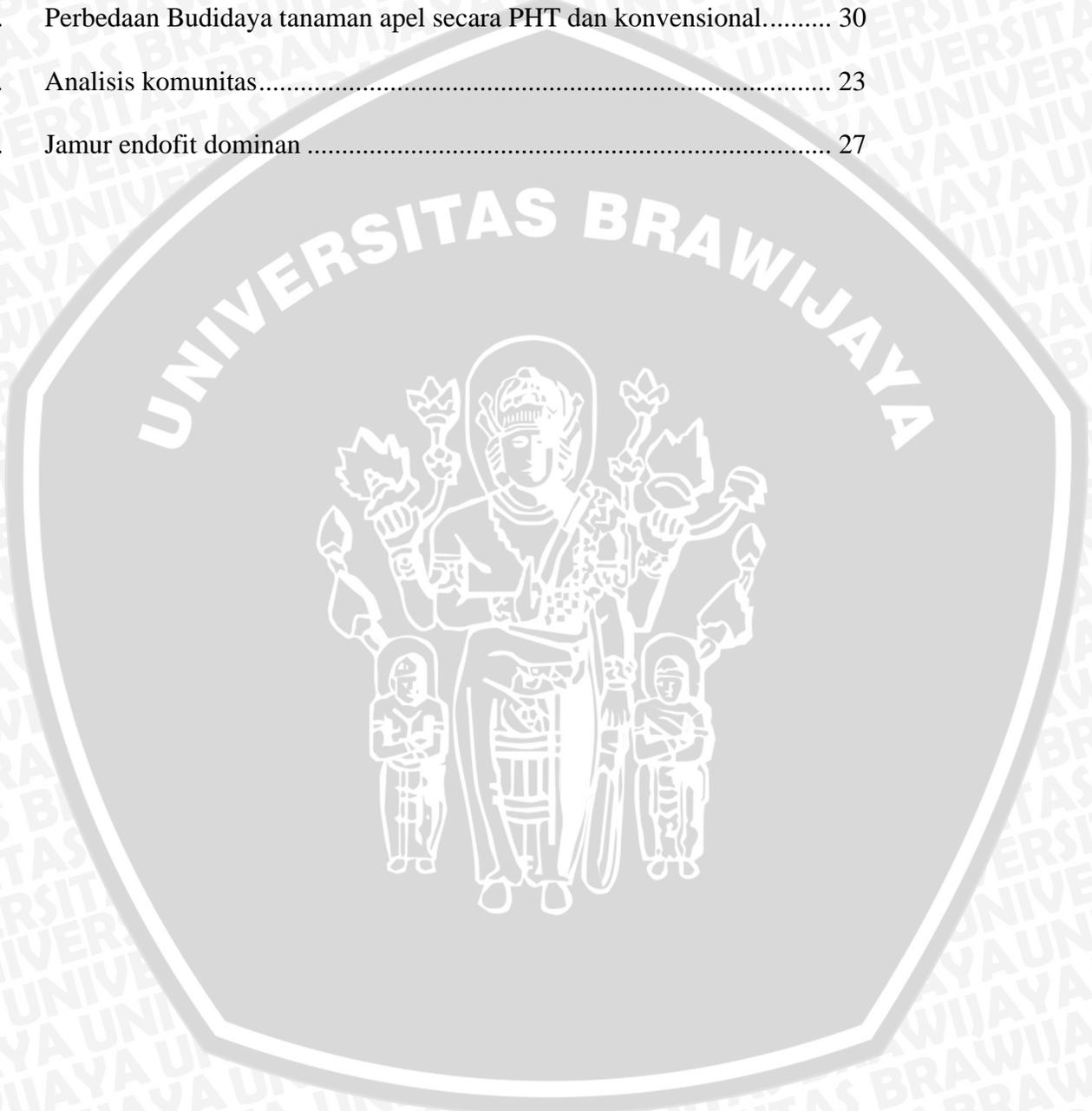
DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	----

LAMPIRAN	48
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Isolat jamur endofit pada lahan konvensional dan PHT	21
2.	Perbedaan Budidaya tanaman apel secara PHT dan konvensional.....	30
3.	Analisis komunitas.....	23
4.	Jamur endofit dominan	27



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Petak sampel dan alur pengambilan sampel	17
2.	Potongan dau steril dari sampel daun yang ditanam pada media agar (PDA) di dalam cawan petri	18
3.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Nigrospora sp</i> (PHT)	22
4.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Hormiscium sp</i> (PHT)	22
5.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Trichothecium sp</i> (PHT)	23
6.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Acremonium sp</i> (PHT)	23
7.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Pithomyces sp</i> (PHT)	24
8.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Aspergillus sp</i> (PHT)	24
9.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Paecilomyces sp</i> (PHT)	25
10.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Cylindrocephalum sp</i> (PHT)	25
11.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Cephalosporium sp</i> (PHT)	26
12.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Cylindrocephalum sp</i> (konvensional)	27
13.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Acremonium sp</i> (konvensional)	27
14.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Cladosporium sp</i> (konvensional)	28
15.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Nigrospora sp</i> (konvensional)	28
16.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Cephalosporium sp</i> (konvensional)	29
17.	Makroskopis dan mikroskopis <i>Clamydomyces sp</i> (konvensional)	30
18.	A. Parit pada lahan PHT	32
	B. Pembersihan sisa gulma pada lahan PHT	32
19.	A. Pemangkasan manual	32
	B. Pemeliharaan cabang	32

20. A. Lahan PHT 33
B. Lahan konvensional..... 33



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) adalah tanaman tahunan yang berasal dari daerah subtropik. Di Indonesia apel telah ditanam sejak tahun 1934, dan dapat berbuah dengan baik.

Di Indonesia tanaman apel berkembang sejak diperkenalkannya teknologi perompesan daun yang diikuti pelengkungan cabang, sehingga berbuahnya dapat diatur menurut kemauan penanamnya (pada umumnya dapat dibuahkan dua kali dalam setahun). Perompesan daun ini diduga sebagai pengganti suhu rendah yang merupakan syarat utama pemecahan masa dormansi di daerah iklim sedang.

Akhir-akhir ini, apel di Indonesia mulai diminati oleh konsumen-konsumen dari luar negeri, misalnya : Jepang, Singapura dan Malaysia. Para konsumen tersebut menyukai apel Indonesia, karena apel tropis dari Indonesia memiliki rasa yang lebih enak dan banyak mengandung vitamin. Apel sebagai komoditas ekspor belum sepenuhnya dapat dipenuhi Karena belum memenuhi standarisasi kualitas. Misal ukuran, warna, bentuk, rasa dan ketahanan apel tersebut didalam penyimpanan. Penggunaan pestisida yang kurang bijaksana juga mempengaruhi, karena dicurigai buah apel dari Indonesia masih mengandung bahan kimia yang berbahaya.

Tanaman apel merupakan salah satu jenis tanaman berkayu yang kemungkinan jamur endofit dapat berkembang dengan baik didalam jaringan tanaman. Budidaya apel di Indonesia, khususnya di Kabupaten Malang sebagai penghasil buah apel perlu diperhatikan khususnya dengan menggunakan teknologi budidaya secara PHT. Dengan penggunaan pestisida secara bijaksana juga menerapkan konsep PHT (Pengelolaan Hama Terpadu) didalam budidaya tanaman apel (Soelarso, 1997).

Kecamatan Poncokusumo adalah suatu kawasan di daerah Kabupaten Malang yang terkenal sebagai daerah penghasil apel. Poncokusumo telah melakukan praktek budidaya PHT (Pengendalian Hama Terpadu) sejak tahun 2005 sampai sekarang dengan terbentuknya FKPM (Forum Komunikasi Petani Muda).

Pada konsep PHT lebih menonjolkan sistem pengendalian yang berbasis pada penggunaan pestisida kimia secara bijaksana dengan mengenalkan ketentuan ambang

ekonomi sebagai dasar penetapan pengendalian. Tujuannya adalah untuk mengganti pestisida kimia dengan teknologi pengendalian alternatif, seperti :

- Memanfaatkan bahan dan metode hayati
- Musuh alami penyakit
- Pestisida hayati

dengan teknologi pengendalian alternatif, maka dapat mereduksi dampak samping pestisida terhadap kesehatan dan lingkungan (Untung, 2005).

Dengan penerapan teknologi PHT, diharapkan mampu meningkatkan keragaman organisme yang ada, baik serangga atau mikroorganisme yang hidup didalam jaringan tanaman (jamur endofit).

Hasil isolasi dari jaringan tanaman sehat ditemukan beberapa jamur endofit dan saprofit, sehingga diduga fenomena tanaman sehat tersebut disebabkan karena ketahanan induksi (terimbas) karena adanya jamur saprofit dan jamur endofit antagonistik (Sudantha, 2007). Ketahanan induksi merupakan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen karena tanaman telah terinfeksi oleh mikroorganisme lain sebelumnya, baik dari jenis yang sama maupun dari jenis lain (Abadi, 2000).

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh teknologi budidaya apel secara PHT dan konvensional terhadap indeks keragaman, tingkat pemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi dari jamur endofit daun apel, maka diperlukan penelitian yang menunjang penerapan teknologi PHT.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan indeks keragaman, tingkat pemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi dari jamur endofit daun apel pada areal pertanaman yang dikelola secara PHT dan konvensional.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh teknologi budidaya apel secara PHT dan konvensional terhadap indeks keragaman, tingkat pemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi dari jamur endofit daun apel.

1.4 Manfaat

Memberikan informasi adanya perbedaan indeks keragaman, tingkat pemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi dari jamur endofit daun apel.

1.5 Hipotesis

Nilai indeks keragaman, tingkat pemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi dan jenis jamur endofit daun dari tanaman apel yang dikelola secara PHT dan konvensional terdapat perbedaan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur Endofit

2.1.1 Definisi Jamur Endofit

Jamur endofit adalah jamur yang terdapat didalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting, ataupun akar tumbuhan (Clay,1988). Jamur ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, 7 enzim serta antibiotika (Carrol, 1988 ; Clay, 1988).

Istilah endofit pertama kali dikemukakan oleh De Bary Pada tahun 1966, untuk menyebut jamur yang ada didalam jaringan tanaman inang dan bersifat epifit, kemudian pada tahun 1980 istilah tersebut hanya digunakan untuk organisme yang tidak menimbulkan gejala pada tanaman inang yang diinfeksi tidak termasuk jamur patogen dan jamur yang bersimbiosis mutualisme (Carrol, 1986 dalam Shearer, 2001).

Menurut Petrini 1991, Wilson 1995, Bills 1996, Kowalski dan Kehr 1996, jamur endofit adalah merupakan jamur golongan Ascomycetes yang tumbuh pada jaringan tanaman yang memiliki rongga udara seperti pada jaringan daun dan batang tanpa menimbulkan gejala pada tanaman tersebut (Arnold, 1999).

Endofit adalah jamur yang tidak menimbulkan gejala infeksi terhadap tanaman yang sehat dan berada didalam tanaman tersebut dan hubungannya dengan tanaman bisa dikatakan sebagai simbiosis mutualisme (Evans, 1998). Endofit adalah organisme yang tumbuh didalam jaringan hidup tetapi tidak secara langsung pada sel hidup, mendapatkan nutrisi tanpa mengakibatkan kerusakan yang berarti bagi tanaman inangnya (Deacon, 1997).

2.1.2 Penggolongan Jamur Endofit

Asosiasi jamur endofit dengan tumbuhan inangnya, oleh Carrol (1988) digolongkan dalam dua kelompok, yaitu : mutualisme konstitutif dan induktif. Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara jamur dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini jamur endofit menginfeksi ovula (benih) inang, dan penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan inang. Mutualisme induktif adalah asosiasi antara fungi dengan tumbuhan inang, yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan

udara. Jenis ini hanya menginfeksi bagian vegetatif inang dan seringkali berada dalam keadaan metabolisme inaktif pada periode yang cukup lama.

Ditinjau dari segi taksonomi dan ekologi, jamur ini merupakan organisme yang sangat heterogen. Petrini *et al.* (1992) menggolongkan jamur endofit dalam kelompok **Ascomycotina** dan **Deuteromycotina**. Keragaman pada jasad ini cukup besar seperti pada Loculoascomycetes, Discomycetes, dan Pyrenomycetes. Strobell *et al.* (1996), mengemukakan bahwa jamur endofit meliputi *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*, dan lain-lain. Sedangkan Clay (1988) melaporkan, bahwa jamur endofit dimasukkan dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari 5 genus yaitu ; *Atkinsoella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenospora*. Genus *Balansiae* umumnya dapat menginfeksi tanaman tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik dengan tumbuhan inangnya. Dalam simbiosis ini, jamur dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis serta melindungi tumbuhan inang dari serangan penyakit , dan hasil dari fotosintesis dapat digunakan oleh jamur untuk kelangsungan hidupnya. (Bacon, 1991 ; Petrini *et al.*,1991 ; Rao, 1994). Jamur ini terdapat pada batang, akar dan daun dari jaringan tanaman yang sehat. Endofit tumbuh diantara sel-sel tanaman umumnya pada kulit batang, dan bagian-bagian reproduksi (Morris, 2004). Jamur endofit telah ditemukan pada berbagai varietas inang diseluruh dunia termasuk pada pohon, semak, rumput-rumputan, lumut, tumbuhan paku dan lumut kerak, Clay (1991) dalam (Anonymous, 2003).

2.1.3 Cara Jamur Endofit Masuk dan Hidup Dalam Jaringan Tanaman.

Jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar jika inang sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian. Jamur endofit tidak menimbulkan gejala ataupun serangan. Jamur endofit dapat masuk melalui lubang-lubang alami tanpa perlu adanya pelukaan. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan dan meskipun jamur ini berada pada pembuluh xylem jamur endofit mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh kortek sama sekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat (Deacon, 1997).

Beberapa jamur endofit hidup diantara sel di dalam kortek akar, diluar endodermis dan berkolonisasi pada beberapa sel tunggal atau sekelompok sel untuk membentuk

kelompok miselia, tetapi ini tidak mengakibatkan kerusakan yang berarti bagi tanaman. Jamur endofit memanfaatkan nutrisi dari bahan yang keluar disekitar sel hidup. Begitu juga jamur endofit yang berada pada pembuluh xylem, jamur ini juga memanfaatkan nutrisi yang keluar disekitar sel hidup (Deacon, 1997).

2.1.4 Mekanisme Jamur Endofit menghambat patogen

Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan mikotoksin untuk mencegah serangan hewan-hewan herbivore, sedangkan untuk menekan serangan patogen, jamur endofit menghasilkan antibiotik yang bisa menghambat perkembangan patogen (Evans, 1999).

Menurut Carrol, 1991 (dalam Arnold, 1999) jamur endofit dan jamur patogen saling bersaing didalam jaringan tanaman untuk mendapatkan nutrisi, sebab nutrisi dalam jaringan tanaman terbatas jumlahnya dan infeksi oleh jamur endofit tetap membuat jaringan tanaman lebih terawat.

Pada saat ini belum seluruhnya dapat dijelaskan dengan cara bagaimana mikroorganisme antagonis mempengaruhi populasi patogen, tetapi umumnya mekanisme tersebut dihubungkan dengan salah satu dari 4 pengaruh berikut :

1. Parasitisme dan membunuh patogen secara langsung
2. Berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan
3. Toksin yang langsung mempengaruhi patogen dengan zat antibiotik yang dilepaskan oleh antagonis.
4. Toksin yang tidak langsung mempengaruhi patogen melalui zat yang mudah menguap seperti etilen, yang dilepaskan oleh aktivasi metabolik antagonis.

(Agrios, 1995)

2.2 Apel (*Malus sylvestris* Mill)

Apel (*Malus sylvestris* Mill) adalah tanaman tahunan yang berasal dari daerah subtropik. Di Indonesia apel telah ditanam sejak tahun 1934, dan dapat berbuah baik.

Kabupaten Malang (Poncokusumo) dan Kota Batu Jawa Timur merupakan daerah sentra produksi apel di Indonesia. Di daerah tersebut tanaman apel mulai diusahakan petani sekitar tahun 1950, dan setelah tahun 1960 tanaman tersebut berkembang pesat, karena pada tahun 1960 itu telah ditemukan teknik budidaya dan pembuahan apel.

Akhir-akhir ini, apel Indonesia mulai diminati oleh konsumen luar negeri, misalnya : Jepang, Singapura dan Malaysia. Mereka menyukai apel Indonesia, karena apel tropis dari Indonesia rasanya lebih enak, lebih segar, lebih renyah dan banyak mengandung berbagai jenis vitamin. Apel sebagai komoditas ekspor belum sepenuhnya dapat terpenuhi, karena kualitas dari buah apel di Indonesia kurang memenuhi standarisasi permintaan ekspor yang ditentukan, antara lain : ukuran, rasa, warna, bentuk dan ketahanan buah apel itu sendiri didalam proses penyimpanan (kurang tahan lama) (Soelarso, 1997).

Penggunaan pestisida yang kurang bijaksana juga menyebabkan permintaan ekspor akan buah apel menurun. Dikarenakan apel di Indonesia banyak mengandung residu bahan aktif pestisida yang dapat menyebabkan berbagai macam jenis penyakit pada tubuh manusia yang mengkonsumsinya, tidak dapat dilihat secara langsung, tetapi akan muncul dalam beberapa waktu. Hal ini sudah banyak diteliti dan dikemukakan oleh para peneliti di bidang kesehatan (kedokteran). Adanya penerapan budidaya apel secara PHT (Perlindungan Hama Terpadu) yaitu dengan menggunakan pestisida dengan bijaksana diharapkan mampu menekan kekhawatiran konsumen tentang bahaya residu bahan aktif. Hal ini tentunya juga berpengaruh terhadap permintaan ekspor buah apel.

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Apel

Tanaman apel (*Malus sylvestris* Mill) menurut Soelarso (1997) adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Rosales
Suku	: Rosaceae
Marga	: Malus
Jenis	: <i>Malus sylvestris</i> Mill

2.2.2 Morfologi Apel

A. Akar

Pohon apel yang berasal dari biji dan anakan akan membentuk akar tunggang, yaitu akar yang tumbuhnya lurus atau vertical kedalam tanah. Akar ini berfungsi sebagai penegak tanaman, penghisap air dan unsur hara dalam tanah, serta untuk menembus lapisan tanah yang keras. Sedangkan batang bawah yang berasal dari perbanyakan stek dan rundukan tunas akar, yang berkembang baik adalah akar cabang/ akar serabut dan tidak mempunyai akar tunggang, sehingga batangnya kurang kuat dan rentan terhadap kekurangan air.

B. Batang

Pohon apel berkayu cukup keras dan kuat, cabang-cabang yang dibiarkan/ tidak dipangkas pertumbuhannya lurus dan tidak beranting. Kulit kayunya cukup tebal, warna kulit batang muda, coklat muda sampai coklat kekuning-kuningan dan setelah tua berwarna hijau kekuning-kuningan sampai kuning keabu-abuan.

Karena dilakukan pemangkasan (rompes), baik pemangkasan bentuk maupun pemangkasan pemeliharaan, maka tajuk pohon berbentuk perdu seperti payung atau meja.

C. Daun

Daun apel berbentuk lonjong/ oval, ada yang lebar dan ada yang kecil (apel liar). Ujung daunnya runcing, pangkal daun tumpul sedangkan tepi daunnya bergerigi teratur. Warna permukaan daun bagian atas hijau tua, tulang daun berwarna hijau muda dan tangkai daun berwarna hijau kelabu.

Princiess Noble daunnya berwarna hijau muda dan agak kecil, sedangkan varietas *Rome Beauty* daunnya berwarna hijau tua dengan tangkai daun agak kecokelat-cokelatan dengan helaian daun lebih besar.

D. Bunga

Bunga apel bertangkai pendek, menghadap ke atas, bertandan dan pada tiap tandan terdapat 7–9 bunga. Bunga tumbuh pada ketiak daun, mahkota bunganya berwarna putih sampai merah jambu berjumlah 5 helai, menyelubungi benangsari pada badan buah dan ditengah-tengah bunga terdapat putik atau bakal buah.

Saat pembungaan banyak dipengaruhi oleh temperatur, namun setiap varietas memberikan respon yang berbeda terhadap temperatur. Temperatur yang sesuai untuk pembungaan antara 12–18 derajat celcius.

E. Buah

Buah apel mempunyai bentuk bulat sampai lonjong, bagian pucuk buah berlekuk dangkal, kulit agak kasar dan tebal, pori-pori buah kasar dan renggang, tetapi setelah tua menjadi halus dan mengkilat. Warna buah hijau kemerah-merahan, hijau kekuning-kuningan, hijau berbintik-bintik, merah tua dan sebagainya sesuai dengan varietasnya. Bijinya ada yang berbentuk panjang dengan ujung meruncing, ada yang berbentuk bulat berujung tumpul, ada pula yang bentuknya antara bentuk pertama dan kedua.

2.2.3 Syarat Tumbuh

1. Iklim

1. Curah hujan yang ideal adalah 1.000-2.600 mm/tahun dengan hari hujan 110-150 hari/tahun. Dalam setahun banyaknya bulan basah adalah 6-7 bulan dan bulan kering 3-4 bulan. Curah hujan yang tinggi saat berbunga akan menyebabkan bunga gugur sehingga tidak dapat menjadi buah.
2. Tanaman apel membutuhkan cahaya matahari yang cukup antara 50-60% setiap harinya, terutama pada saat pembungaan.
3. Suhu yang sesuai berkisar antara 16-27 derajat C.
4. Kelembaban udara yang dikehendaki tanaman apel sekitar 75-85%.

2. Media Tanam

1. Tanaman apel tumbuh dengan baik pada tanah yang bersolum dalam, mempunyai lapisan organik tinggi, dan struktur tanahnya remah dan gembur, mempunyai aerasi, penyerapan air, dan porositas baik, sehingga pertukaran oksigen, pergerakan hara dan kemampuan penyimpanan airnya optimal.

2. Tanah yang cocok adalah Latosol, Andosol dan Regosol.
3. Derajat keasaman tanah (pH) yang cocok untuk tanaman apel adalah 6-7 dan kandungan air tanah yang dibutuhkan adalah air tersedia.
4. Dalam pertumbuhannya tanaman apel membutuhkan kandungan air tanah yang cukup.
5. Kelerengan yang terlalu tajam akan menyulitkan perawatan tanaman, sehingga bila masih memungkinkan dibuat terasering maka tanah masih layak ditanami.

3. Ketinggian Tempat

Tanaman apel dapat tumbuh dan berbuah baik pada ketinggian 700-1200 m dpl. dengan ketinggian optimal 1000-1200 m dpl.

2.2.4 Pemeliharaan Tanaman

1. Penjarangan dan penyulaman

Penjarangan tanaman tidak dilakukan, sedangkan penyulaman dilakukan pada tanaman yang mati atau dimatikan karena tidak menghasilkan dengan cara menanam tanaman baru menggantikan tanaman lama. Penyulaman sebaiknya dilakukan pada musim penghujan.

2. Penyiangan

Penyiangan dilakukan hanya bila disekitar tanaman induk terdapat banyak gulma yang dianggap dapat mengganggu tanaman. Pada kebun yang ditanami apel dengan jarak tanam yang rapat ($\pm 3 \times 3$ m), penyiangan hampir tidak perlu dilakukan karena tajuk daun menutupi permukaan tanah sehingga rumput-rumput tidak dapat tumbuh.

3. Pembubunan

Penyiangan biasanya diikuti dengan pembubunan tanah. Pembubunan dimaksudkan untuk meninggikan kembali tanah disekitar tanaman agar tidak tergenang air dan juga untuk mengemburkan tanah. Pembubunan biasanya dilakukan setelah panen atau bersamaan dengan pemupukan.

4. Perempalan/Pemangkasan

Bagian yang perlu dipangkas adalah bibit yang baru ditanam setinggi 80 cm, tunas yang tumbuh di bawah 60 cm, tunas-tunas ujung beberapa ruas dari pucuk, 4-6 mata dan bekas tangkai buah, knop yang tidak subur, cabang yang berpenyakit dan tidak produktif, cabang yang menyulitkan pelengkungan, ranting atau daun yang menutupi buah. Pemangkasan dilakukan sejak umur 3 bulan sampai didapat bentuk yang diinginkan (4-5 tahun).

5. Pemupukan

a. Pada musim hujan/tanah sawah

1. Bersamaan rompes daun (< 3 minggu). NPK (15-15-15) 1-2 kg/pohon atau campuran Urea, TSP, KCl/ZK ± 3 kg/pohon (4:2:1).
2. Melihat situasi buah, yaitu bila buah lebat (2,5-3 bulan setelah rompes). NPK (15-15-15) 1 kg/pohon atau campuran Urea, TSP dan KCl/ZK ± 1 kg/pohon (1:2:1)

b. Musim kemarau/tanah tegal

1. Bersamaan rompes tidak diberi pupuk (tidak ada air).
2. 2-3 bulan setelah rompes (ada hujan). NPK (15-15-15) 1-2 kg/pohon atau campuran Urea, TSP, dan KCl/ZK ± 3 kg/pohon (4:2:1). Cara pemupukan disebar di sekeliling tanaman sedalam ± 20 cm sejauh lebar daun, lalu ditutup tanah dan diairi. Untuk pupuk kandang cukup diberikan sekali setahun (2 x panen) 1-2 pikul setiap pohon pada musim kemarau setelah panen. Untuk meningkatkan pertumbuhan perlu diberikan pupuk daun dan ZPT pada 5-7 hari sampai menjelang bunga setelah rompes (Gandasil B 1 gram/liter) + Atonik/Cepha 1 cc/liter diselingi dengan Metalik-Multi Mikro dan 5-7 hari sekali sampai menjelang panen (2,5 bulan) dari rompes Gandasil D (1 gram/liter). Selain itu perlu digunakan zat pengatur tumbuh Dormex sekali setahun setelah rompes (jangan sampai 10 hari setelah rompes) sebanyak 2600 liter larutan dengan dosis 3 liter/200 liter air.

6. Pengairan dan Penyiraman

Untuk pertumbuhannya, tanaman apel memerlukan pengairan yang memadai sepanjang musim. Pada musim penghujan, masalah kekurangan air tidak ditemui, tetapi harus diperhatikan jangan sampai tanaman terendam air. Karena itu perlu drainase yang

baik. Sedangkan pada musim kemarau masalah kekurangan air harus diatasi dengan cara menyirami tanaman sekurang-kurangnya 2 minggu sekali dengan cara dikocor.

7. Penyemprotan Pestisida

Untuk pencegahan, penyemprotan dilakukan sebelum hama menyerang tanaman atau secara rutin 1-2 minggu sekali dengan dosis ringan. Untuk penanggulangan, penyemprotan dilakukan sedini mungkin dengan dosis tepat, agar hama dapat segera ditanggulangi. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pagi atau sore hari. Jenis dan dosis pestisida yang digunakan dalam menanggulangi hama sangat beragam tergantung dengan hama yang dikendalikan dan tingkat populasi hama tersebut, pengendalian secara lebih terinci akan dijelaskan pada poin hama dan penyakit.

8. Pemeliharaan Lain

a. Perompesan

Perompesan dilakukan untuk mematahkan masa dorman didaerah sedang. Di daerah tropis perompesan dilakukan untuk menggantikan musim gugur di daerah iklim sedang baik secara manual oleh manusia (dengan tangan) 10 hari setelah panen maupun dengan menyemprotkan bahan kimia seperti Urea 10%+Ethrel 5000 ppm 1 minggu setelah panen 2 kali dengan selang satu minggu).

b. Pelengkungan cabang

Setelah dirompes dilakukan pelengkungan cabang untuk meratakan tunas lateral dengan cara menarik ujung cabang dengan tali dan diikatkan ke bawah. Tunas lateral yang rata akan memacu pertumbuhan tunas yang berarti mamacu terbentuknya buah.

c. Penjarangan buah

Penjarangan dilakukan untuk meningkatkan kualitas buah yaitu besar seragam, kulit baik, dan sehat, dilakukan dengan membuang buah yang tidak normal (terserang hama penyakit atau kecil-kecil). Untuk mendapatkan buah yang baik satu tunas hendaknya berisi 3-5 buah.

d. Pembelongongan buah

Dilakukan 3 bulan sebelum panen dengan menggunakan kertas minyak berwarna putih sampai keabu-abuan/kecoklat-coklatan yang bawahnya berlubang. Tujuan buah terhindar dari serangan burung dan kelelawar dan menjaga warna buah mulus.

e. Perbaiki kualitas warna buah

Peningkatan warna buah dapat dilakukan dengan bahan kimia Ethrel, Paklobutrazol, 2,4 D baik secara tunggal maupun kombinasi.

2.2.5 Batasan PHT menurut beberapa ahli:

- 1) Pengelolaan hama pengelolaan protektif pada spesies-spesies yang merugikan dengan melakukan evaluasi dan konsolidasi semua teknik pengendalian yang tersedia ke dalam suatu program yang terpadu, untuk mengelola populasi hama sedemikian rupa sehingga kerusakan ekonomik dapat dihindari dan pengaruh samping bagi lingkungan yang merugikan dapat ditekan seminimal mungkin.
- 2) Pengelolaan hama adalah pemilihan secara cerdas dari penggunaan tindakan pengendalian hama yang dapat menjamin hasil atau konsekuensi yang menguntungkan dilihat dari segi ekonomi, ekologi, dan sosiologi.
- 3) Pengendalian hama terpadu adalah pendekatan ekologi yang multidisiplin terhadap pengelolaan populasi hama yang memanfaatkan beraneka ragam taktik pengendalian secara kompatibel dalam satu kesatuan koordinasi sistem pengelolaan.
- 4) Pengelolaan hama terpadu adalah usaha untuk mengoptimalkan hasil pengendalian hama secara ekonomik dan ekologi. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan berbagai taktik secara kompatibel agar tetap mempertahankan kerusakan hama dibawah aras kerusakan ekonomik, dan melindungi terhadap ancaman atau bahaya bagi manusia, binatang, tanaman dan lingkungan.

2.2.6 Peran keanekaragaman Dalam teknologi PHT

Salah satu prinsip PHT adalah budidaya tanaman sehat yang didalamnya terdapat proses pengelolaan agroekosistem yang bertujuan untuk mengantisipasi OPT. Secara umum terdapat keterkaitan yang kuat antara stabilitas agroekosistem dengan meningkatnya organisme hayati. Tingginya keanekaragaman akan menyebabkan proses

ekologi seperti predasi, herbivore, parasitasi dan kompetisi dapat berjalan dengan keseimbangan. Pemanfaatan keanekaragaman berguna dalam mengatasi masalah di lapang, berarti keberadaan racun kimia dilapang dapat dicegah, dan ini sekaligus memberi tempat yang aman bagi spesies jamur lain untuk hidup dan memainkan peranannya dalam menjaga kesehatan ekosistem. (Sahari, 1997)

Kegiatan usahatani tanaman semusim dan tahunan tidak terlepas dari keanekaragaman hayati untuk mencapai sasaran produksi dan kualitas yang diinginkan (Sumarsono, 1997). Komponen keanekaragaman hayati pertanian yang menyediakan jasa ekologi yang ada didalamnya berfungsi sebagai pengatur populasi hama dan patogen tanaman, termasuk musuh alami hama. Musuh alami dalam pertanian modern sangat tertekan karena praktek budidaya yaitu cara pengolahan tanah, penggunaan pestisida kimia dan modifikasi habitat sekitar lahan pertanian (Sumarsono, 1997).

2.2.7 Teori keragaman

Keanekaragaman adalah jumlah total seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup dari mulai gen, spesies hingga ekosistem disuatu tempat atau dalam biosfer, namun keanekaragaman bukan hanya sekedar jumlah variasi, keseragaman atau kekayaan pada suatu waktu dan tempat, tetapi yang lebih penting didalam ekosistem terjadi interaksi diantara komponen sehingga dapat tercipta keseimbangan peran spesies-spesies sebagai produsen, predator, parasitoid herbivore, pengurai. (Krebs, 1989).

III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Fitopatologi jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Untuk pengambilan sampel daun apel sehat dilakukan pada dua lahan, yaitu :

1. Lahan PHT

Lahan yang menerapkan teknologi PHT untuk membudidayakan apel. Teknologi PHT menerapkan prinsip-prinsip dalam mengelola pertanaman, yaitu dengan

mempertahankan kelestarian agroekosistem, dengan memanfaatkan musuh alami, melakukan pengamatan harian untuk mengetahui kondisi lahan, dan kebijaksanaan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida dan pupuk kimia dari terjadwal menjadi bila perlu. Penerapan teknologi apel di Kecamatan Poncokusumo dimulai pada tahun 2006, dimulai dengan pengamatan harian, kemudian pengurangan penggunaan bahan kimia dan perbaikan sanitasi lahan.

2. Lahan Konvensional

Lahan konvensional adalah lahan yang masih menggunakan prinsip lama petani tentang budidaya, yaitu dengan menggunakan pestisida dan bahan kimia lainnya. Kurangnya pemahaman tentang kelestarian lingkungan menyebabkan petani konvensional mengaplikasikan bahan kimia dengan terjadwal. Hal ini menyebabkan kerusakan agroekosistem yang ada, sehingga keberadaan musuh alami juga terancam.

3.2 Waktu

Pelaksanaan penelitian di mulai pada bulan Maret 2007 sampai dengan November 2007.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- Cawan Petri
- Tisu steril
- Plastik wrapp
- Jarum ose
- Botol media
- Bunsen
- Botol semprot
- Botol kecil untuk koleksi jamur
- Gelas ukur
- Obyek dan cover glass
- Laminar air flow
- Autoclave
- Mikroskop
- Kamera digital

3.3.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- Aquadest steril
- Alkohol 96% dan 70%
- Chloramphenicol kapsul dan streptomycin

- Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)
- NaOCl 5%
- Sampel daun sehat
- Spiritus

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan Penelitian

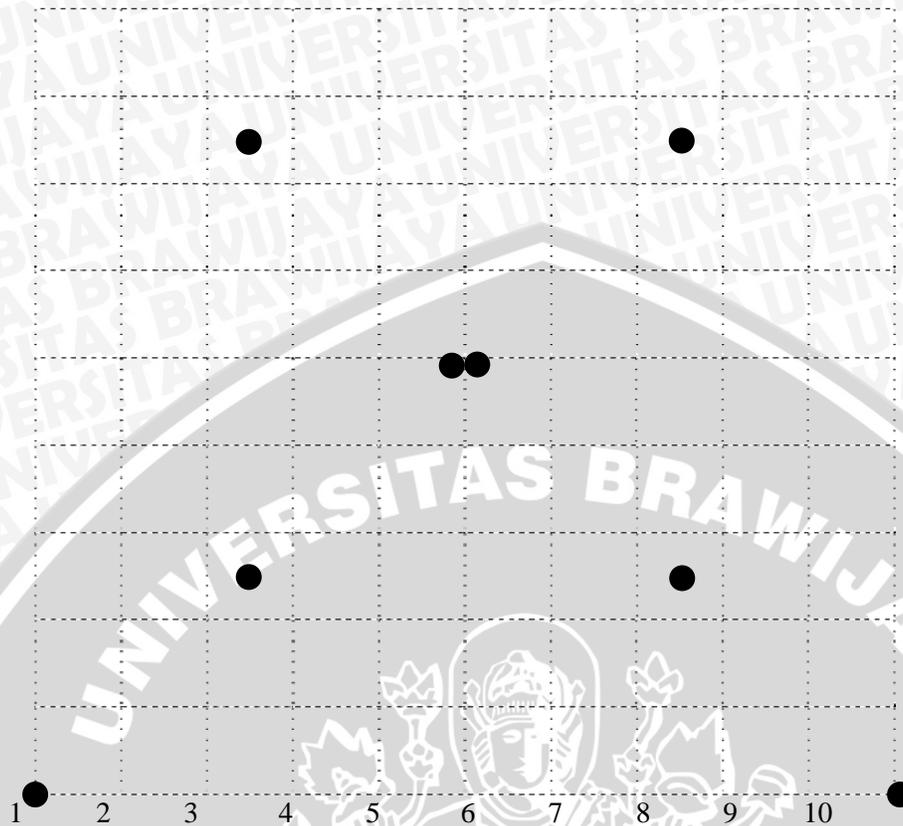
1. Pembuatan Media PDA

Bahan yang digunakan adalah : kentang 200 gr, bubuk agar tawar 20 gr, dextrose 20 gr, 1 liter aquadest steril dan chloramphenicol; suatu bahan antibiotik (dalam bentuk kapsul) yang berfungsi untuk mencegah tumbuhnya bakteri pada media. Cara pembuatan media yaitu: kentang yang telah dikupas dipotong kecil-kecil $\pm 2 \text{ cm}^3$ direbus dengan menggunakan aquadest steril sebanyak 800 ml sampai kentang lunak, kemudian kentang tersebut diambil dari rebusan. Campur agar dan dextrose dengan 200 ml aquadest steril, aduk sampai rata, kemudian campur dengan air rebusan kentang. Setelah itu direbus bersama sampai mendidih. Setelah mendidih dimasukkan kedalam botol media steril, kemudian diautoclave dengan tekanan 15 atm selama 30 menit. Untuk media yang akan digunakan, terlebih dahulu ditambahkan larutan chloramphenicol sebanyak 1 ml untuk 10 ml media (1 gram chloramphenicol + 750 aquadest steril). Dengan tujuan untuk menghindari media terkontaminasi oleh bakteri. Untuk media yang belum digunakan tidak ditambahkan chloramphenicol.

2. Pengambilan Sampel Daun Sehat

Pada lahan dilakukan pengambilan sampel tanaman sebanyak 10% dari total jumlah tanaman yang ada. Masing-masing lahan memiliki jumlah tanaman sebanyak ± 200 pohon. Setiap lahan dibagi menjadi 2 petak sampel. Pengambilan sampel daun sehat dilakukan secara acak pada setiap petak sampel yang terdiri dari 10 pohon (Gambar 1). Selanjutnya pada setiap petak dilakukan pengambilan sampel daun sehat sebanyak 2 helai daun pada bagian tengah tanaman dari 5 pohon searah garis diagonal. Demikian juga dari arah diagonal lainnya, diambil 2 helai dari 5 pohon searah garis diagonal. Total sampel daun sehat 40 helai daun dari dua petak pengambilan sampel.





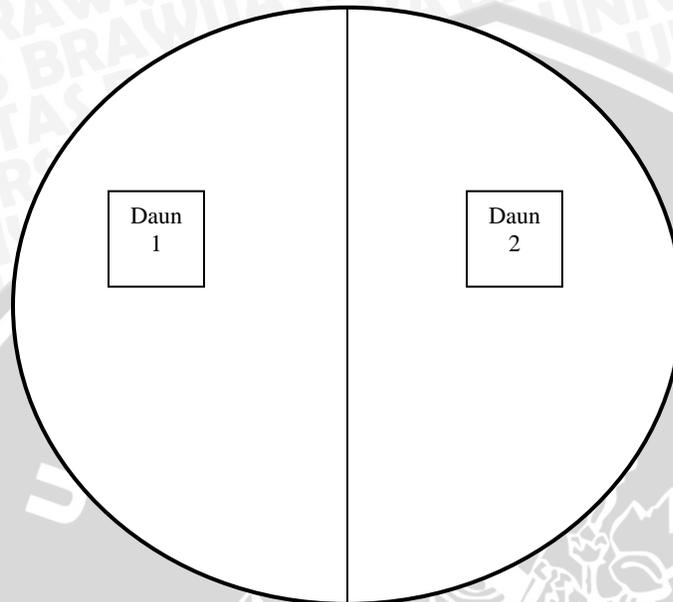
Gambar 1. Petak sampel dan alur pengambilan sampel.

3.4.2. Pelaksanaan Penelitian

1. Isolasi Jamur Endofit

Daun apel sehat yang diambil dari lahan (PHT dan Konvensional) dicuci dengan air mengalir sampai bersih dari kotoran. Tiap daun dipotong kotak $\pm 1\text{cm}^2$, dan dikelompokkan berdasarkan nomor tanaman dan jenis lahan pada saat daun tersebut diambil misal T1K; yaitu sampel daun yang diambil dari tanaman nomor 1 jenis lahan konvensional. Begitu juga dengan T1P; yaitu sampel daun yang diambil dari tanaman nomor 1 jenis lahan PHT. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengamatan. Setelah itu pada masing-masing sampel daun dilakukan perendaman didalam NaOCl 5% selama ± 1 menit, kemudian direndam kembali dengan menggunakan alkohol 70% selama ± 1 menit. Hal ini bertujuan untuk sterilisasi permukaan daun, menghindarkan dari filoplant. Kemudian dilakukan pencucian kembali dengan menggunakan aquadet steril selama ± 2 menit sebanyak dua kali pencucian, hal ini bertujuan untuk membersihkan daun steril dari sisa NaOCl dan alkohol yang masih tersisa sehingga permukaan daun benar-benar bersih dan steril. Setelah itu sampel daun dilakukan

penanaman pada media yang telah dituang pada cawan petri dan diberi tanda sesuai dengan pengelompokan. Jadi terdapat 20 cawan petri yang masing-masing berisi 2 sampel potongan daun steril. (Gambar 2).



Gambar 2. Potongan daun steril dari sampel daun yang ditanam pada media agar (PDA) di dalam cawan Petri

2. Pengamatan isolat jamur

Pengamatan dilakukan setiap hari selama ± 5 hari setelah isolasi sampel daun pada media agar, apabila ditemukan koloni baru yang tumbuh maka dilakukan pemurnian. Setiap koloni jamur yang dimurnikan diberi nama sesuai dengan kode sebelumnya. Misal pada cawan petri T1P, pada koloni 1, pada saat pemurnian diberi nama T1P M.K.1; yaitu koloni nomor 1 dari lahan PHT. Untuk T1K, setelah dilakukan pemurnian diberi nama T1K M.K.1; yaitu koloni nomor 1 dari lahan konvensional.

3.4.3. Analisis Data

Untuk analisa data mentah yang didapat dari total jumlah isolat jamur yang didapatkan, menggunakan beberapa metode yaitu:

- a. Indeks Keragaman (H') dari Shannoon-Weaver 1949 (Ludwig dan Reynold, 1988).

$$H' = -\sum \left\{ \frac{n_i}{N} \right\} \ln \left\{ \frac{n_i}{N} \right\} \text{ atau } -\sum P_i \ln P_i$$

P_i = Proporsi jenis ke - i di dalam sampel

n_i = Jumlah individu jenis ke - i

N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

Menurut Djufri (2004), nilai indeks keragaman berkisar 0 - 7

- Apabila nilai $H' < 1$ = sangat rendah
- Apabila nilai $H' > 1-2$ = rendah
- Apabila nilai $H' > 2-3$ = sedang
- Apabila nilai $H' > 3-4$ = tinggi
- Apabila nilai $H' > 4$ = sangat tinggi

b. Tingkat Kemerataan (E) dari Pielou 1977 (Ludwig dan Reynold, 1988)

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

H' = Indeks Keragaman

S = Indeks seluruhnya

Menurut Brower, Zar dan Von Eade (1990), index kemerataan berkisar 0 - 1

- Apabila nilai $E < 0,4$ = rendah
- Apabila nilai E diantara 0,4 - 0,6 = sedang
- Apabila nilai $E > 0,6$ = tinggi

c. Kekayaan jenis (R) dari Magelaf 1958 (Ludwig dan Reynold, 1988)

$$R = \frac{S - 1}{\ln N}$$

n_i = Jumlah individu jenis ke - i

N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

d. Indeks Dominasi (C) dari Simpson 1949 (Ludwig dan Reynold, 1988)

$$C = \sum \left\{ \frac{n_i}{N} \right\}^2 \text{ atau } \sum \{P_i\}^2$$

C = Indeks dominasi

N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

n_i = jumlah individu jenis -i

Untuk Kekayaan jenis dan Indeks dominasi belum ada acuan tentang nilai yang dihasilkan. Jadi belum ada batasan untuk menentukan rendah, sedang, ataupun tinggi.

3. Variabel pengamatan

Variabel pengamatan untuk isolat jamur endofit setelah pemurnian:

- Warna dan bentuk koloni pada awal tumbuh.
- Rata-rata tumbuh per hari (dalam cm).

4. Identifikasi

Proses identifikasi dilakukan dengan cara:

- 1) Pemiakan jamur pada media agar diatas obyek glass
- 2) Pengamatan dibawah mikroskop
- 3) Mengamati bentuk, sekat dan ukuran dari hifa, konidia ataupun spora yang muncul, badan buah.
- 4) Kemudian dibandingkan dengan pedoman referensi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Jamur endofit daun apel pada areal konvensional dan PHT

Jumlah koloni jamur yang didapatkan pada lahan PHT lebih tinggi jika dibandingkan dengan lahan yang dikelola secara konvensional. Jumlah koloni jamur pada lahan yang dikelola secara PHT dan konvensional pada masa pengambilan sebelum panen lebih tinggi daripada masa pengambilan setelah panen. Pada lahan yang dikelola secara PHT didapatkan 24 isolat jamur endofit saat pengambilan sampel daun apel sebelum panen, sedangkan pada pengambilan sampel daun pada waktu setelah panen didapatkan 17 isolat jamur endofit. Jumlah koloni jamur endofit yang didapatkan pada tanaman yang dikelola secara konvensional pada masa pengambilan sebelum panen sebanyak 23 isolat jamur endofit, sedangkan pada masa pengambilan setelah panen didapatkan 12 isolat jamur endofit. Jumlah koloni yang terdapat lahan PHT dan konvensional tertuang dalam Tabel 1.

Tabel 1. Isolat jamur endofit pada lahan konvensional dan PHT

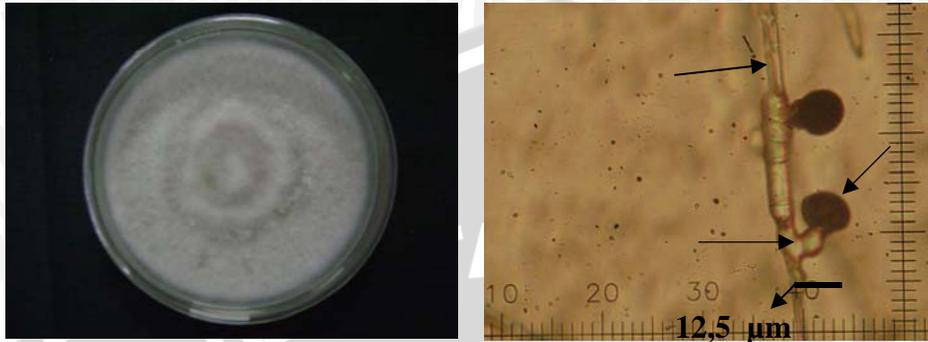
No.	PHT		Konvensional	
	Marga	Jumlah	Marga	Jumlah
1.	<i>Nigrospora sp</i>	17	<i>Cylindrocephalum sp</i>	2
2.	<i>Hormiscium sp</i>	2	<i>Acremonium sp</i>	6
3.	<i>Acremonium sp</i>	3	<i>Cladosporium sp</i>	1
4.	<i>Pithomyces sp</i>	1	<i>Nigrospora sp</i>	6
5.	<i>Cylindrocephalum sp</i>	2	<i>Clamydomyces sp</i>	2
6.	<i>Aspergillus sp</i>	3	<i>Cephalosporium sp</i>	1
7.	<i>Paecilomyces sp</i>	1	Tidak teridentifikasi	17
8.	<i>Cephalosporium sp</i>	1		
9.	<i>Trichotecium sp</i>	1		
7.	Tidak teridentifikasi	10		
	Total	41	Total	35

Pada proses isolasi terdapat beberapa sampel daun yang tidak ditemukan adanya jamur endofit. Hal itu diduga karena proses sterilisasi daun yaitu pada proses perendaman dengan NaOCl 5% terlalu lama, dan justru muncul bakteri. Hasil yang didapatkan sebanyak 41 isolat jamur endofit pada lahan PHT dan 35 isolat jamur endofit pada lahan konvensional. Hasil identifikasi dari jamur endofit tersebut, terdapat beberapa isolat jamur endofit yang sama dan juga ada beberapa isolat jamur endofit yang tidak teridentifikasi.

4.1.2. Hasil identifikasi jamur endofit yang diambil dari lahan PHT

Dari beberapa isolat jamur endofit didapatkan beberapa jamur berdasarkan penampakan secara makroskopis dan mikroskopis :

1. *Nigrospora sp.*



Gambar 3. Makroskopis dan Mikroskopis *Nigrospora sp.*

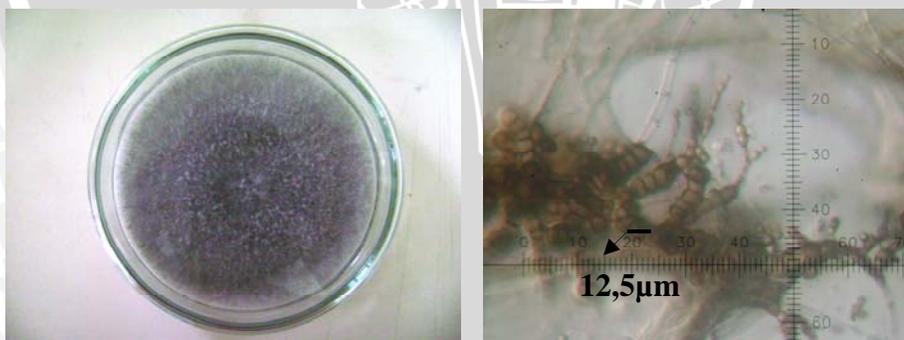
A. Makroskopis (Biakan murni berumur 6 hari)

Koloni berwarna putih, pertumbuhan konsentris agak besar, berserabut, koloni agak tebal, semakin tua semakin berwarna putih sedikit kehijauan, bagian tengah lebih agak gelap dibanding bagian tepi.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin sampai agak coklat, bersekat, konidiofor pendek, konidia berwarna coklat gelap, berbentuk bulat sampai agak bulat.

2. *Hormiscium sp.*



Gambar 4. Makroskopis dan Mikroskopis *Hormiscium sp.*

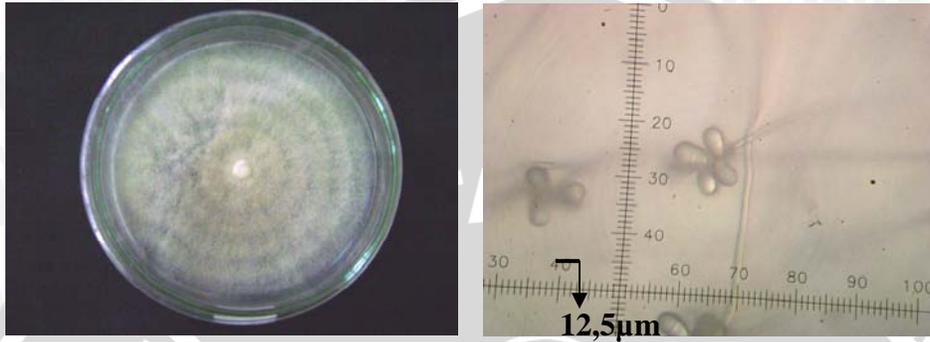
A. Makroskopis (Biakan murni berumur 4 hari)

Koloni berwarna abu-abu, terdapat bintik-bintik berwarna abu-abu kekuningan, tidak teratur, terdapat titik-titik seperti air berwarna agak gelap, koloni berserabut.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa berantai kecoklatan hampir kotak, bentuknya seperti bulir jagung, konidia satu sel, hialin, percabangan rumit.

3. *Trichothecium sp.*



Gambar 5. Makroskopis dan Mikroskopis *Trichothecium sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 7 hari)

Koloni peach (orange muda), pertumbuhan konsentris, koloni tipis, berserabut kecil-kecil, semakin tua warna koloni semakin tegas (peach agak tua).

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin samapi hampir peach (oranye muda agak merah muda), bersekat 1, konidiofor panjang, konidia berbentuk seperti bulat telur hampir lonjong dengan salah satu ujungnya lancip dan ujung lain tumpul membulat dan bersekat 1.

4. *Acremonium sp.*



Gambar 6. Makroskopis dan Mikroskopis *Acremonium sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 8 hari)

Koloni pada bagian tengah mencembung (gemuk) dan berwarna putih, bagian tepi berwarna abu-abu gelap dan terdapat motif bulat lonjong dari bagian pudat inokulasi sampai ke tepi (seperti pada gambar), berserabut.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat, fialidnya ada yang bersekat juga, ada yang panjang dan ada yang pendek; konidia berbentuk agak bulat sampai lonjong seperti kapsul, hialin dan tidak bersekat, bergerombol di ujung fialid, dan berwarna agak peach (orange muda agak pink/merah muda).

5. *Pithomyces sp.*



Gambar 7. Makroskopis dan Mikroskopis *Pithomyces sp.*

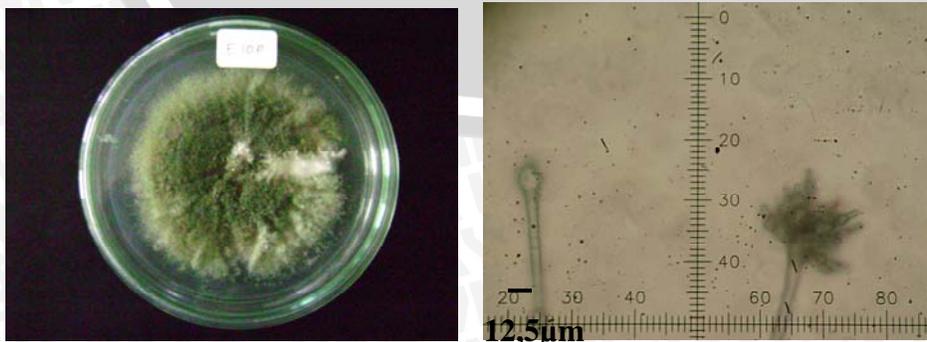
A. Makroskopis (Biakan murni berumur 9 hari)

Koloni putih keabu-abuan agak krem tidak beraturan, konsentris, berserabut, koloni tua berwarna kecoklatan.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat, konidiofor agak sedikit panjang, konidia berwarna coklat gelap hampir hitam dan berkulit, berbentuk hampir kotak (persegi panjang), konidia bersekat membujur dan melintang (transversal dan longitudinal).

6. *Aspergillus sp.*



Gambar 8. Makroskopis dan Mikroskopis *Aspergillus sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 23 hari)

Koloni berwarna hijau tua agak toska, berserabut agak besar (kasar), bermotif gelombang (berlekuk) dari pusat ke tepi, di atas koloni terdapat titik-titik seperti air berwarna transparan, koloni tua semakin hijau gelap.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin dan bersekat, konidiofor panjang, konidia berbentuk bulat kecil, berwarna hijau transparan.

7. *Paecilomyces sp.*



Gambar 9. Makroskopis dan Mikroskopis *Paecilomyces sp.*

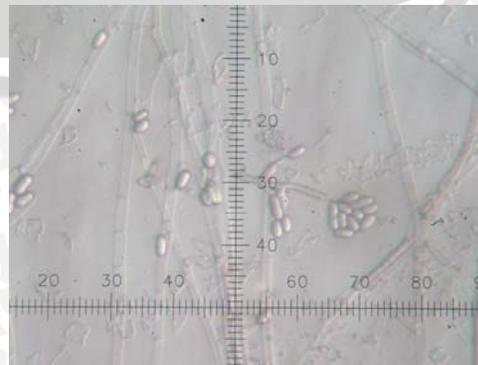
A. Makroskopis (Biakan murni berumur 7 hari)

Koloni berwarna merah muda keunguan, pertumbuhan konsentris, koloni agak mencembung sedikit pada bagian tengah, berserabut halus.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin agak sedikit kemerahan, bersekat, konidiofor agak panjang, fialid panjang, ramping, percabangan fialid sederhana, konidia hialin, bulat, berantai.

8. *Cylindrocephalum sp.*





Gambar 10. Makroskopis dan Mikroskopis *Cylindrocephalum sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 10 hari)

Koloni berwarna putih agak peach (oranye muda agak pink/merah muda) serta terdapat sedikit warna hijau dan abu-abu, koloni tebal (cembung pada bagian tengah), berserabut agak besar-besar (kasar), bagian tepi tidak beraturan.

B. Mikroskopis (Pembesaran 1000x)

Hifa hialin, bersekat, konidiofor pendek; konidia berbentuk bulat sampai lonjong seperti kapsul, hialin, tidak bersekat, dan bergerombol di ujung konidiofor.

9. *Cephalosporium sp.*



Gambar 11. Makroskopis dan Mikroskopis *Cephalosporium sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 12 hari)

Koloni putih abu-abu agak kehijauan, gemuk (mencembung pada bagian tengah), pertumbuhan konsentris, semakin ke tepi semakin tipis, bagian tepi berserabut agak besar-besar (kasar) dan berwarna putih.

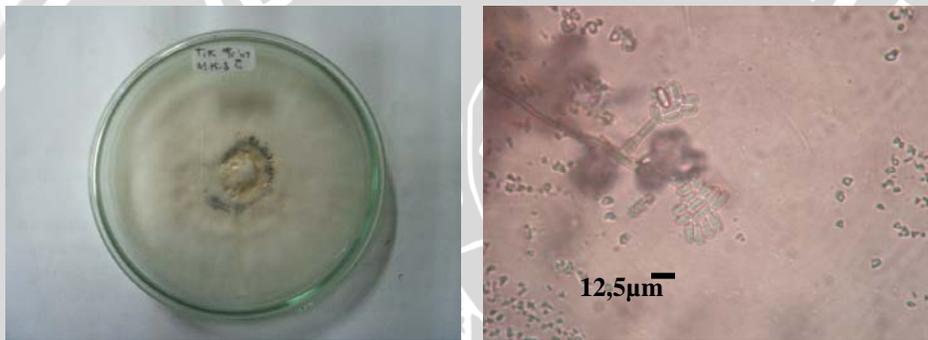
B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat, konidiofor ramping dan panjang; konidia berbentuk bulat sampai lonjong seperti kapsul, hialin, tidak bersekat, dan bergerombol di ujung fialid, konidia berwarna agak peach (oranye muda agak merah muda/pink) apabila bergerombol.

4.1.3. Hasil identifikasi jamur endofit yang diambil dari lahan konvensional

Dari beberapa isolat jamur endofit didapatkan beberapa jamur berdasarkan penampakan secara makroskopis dan mikroskopis, yaitu :

1. *Cylindrocephalum sp.*



Gambar 12. Makroskopis dan Mikroskopis *Cylindrocephalum sp.*

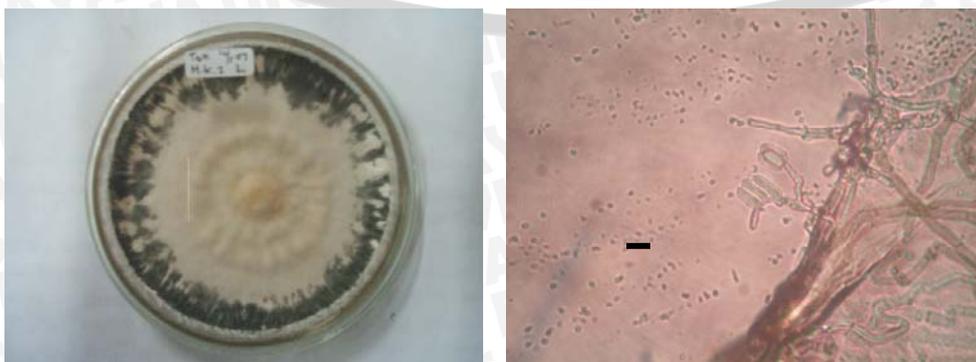
A. Makroskopis (Biakan murni berumur 8 hari)

Koloni berwarna putih agak peach kekuningan, serta terdapat sedikit warna hijau dan abu-abu, koloni tebal (cembung pada bagian tengah), berserabut agak besar-besar (kasar), bagian tepi tidak beraturan.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat, konidiofor pendek; konidia berbentuk bulat sampai lonjong seperti kapsul, hialin, tidak bersekat, dan bergerombol di ujung konidiofor.

2. *Acremonium sp.*



12,5 μ m

Gambar 13. Makroskopis dan Mikroskopis *Acremonium sp.*

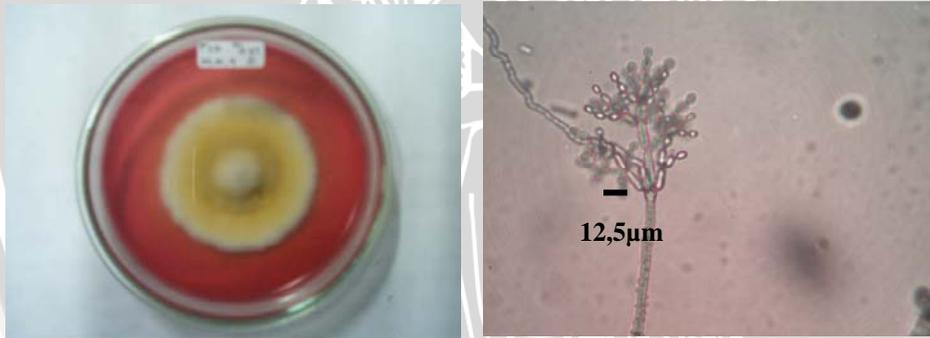
A. Makroskopis (Biakan murni berumur 8 hari)

Pada awal tumbuh koloni berwarna putih dengan bagian tengah berwarna kuning, pertumbuhan konsentris agak besar, berserabut, koloni agak tebal, semakin tua semakin berwarna kuning dengan bagian tepi berwarna hijau tua.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat, fialidnya ada yang bersekat juga, ada yang panjang dan ada yang pendek; konidia berbentuk agak bulat sampai lonjong seperti kapsul, hialin dan tidak bersekat, bergerombol di ujung fialid, dan berwarna agak peach (oranye muda agak pink/merah muda).

3. *Cladosporium sp.*



Gambar 14. Makroskopis dan Mikroskopis *Cladosporium sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 9 hari)

Pada awal tumbuh, koloni bulat putih seperti kapas, tengah berwarna kuning muda, pada usia 4 hari setelah tanam, media berwarna merah. Koloni berwarna putih dengan bagian tengah berwarna kuning keemasan. Seluruh media agar berwarna merah.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat panjang, percabangan sederhana, konidiofor panjang, konidia bulat kecil, hialin

4. *Nigrospora sp*



Gambar 15. Makroskopis dan Mikroskopis *Nigrospora sp*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 8 hari)

Pada awal tumbuh, koloni berwarna putih dengan bagian tengah berwarna abu-abu kehijauan, lama kelamaan warna berubah menjadi abu-abu kehitaman.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin sampai agak coklat, bersekat, pada ujung konidiofor terdapat vesikel hialin, konidia coklat gelap (coklat kehitaman), berbentuk bulat sampai agak bulat.

5. *Cephalosporium sp.*



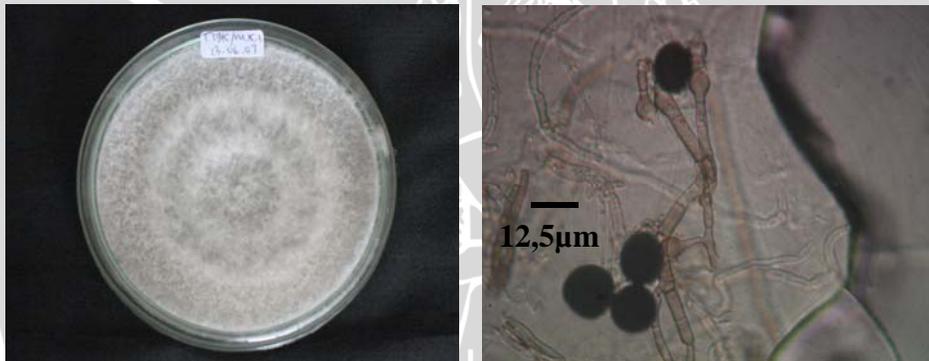
Gambar 16. Makroskopis dan Mikroskopis *Cephalosporium sp.*

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 6 hari)

Jamur ini pada awal tumbuh berwarna putih, bagian tengah hijau kehitaman, pertumbuhan konsentris, semakin ke tepi semakin tipis. Koloni lama kelamaan berwarna abu-abu tua kehitaman.

B. Mikroskopis (Pembesaran 400x)

Hifa hialin, bersekat, konidiofor panjang dan ramping, konidia hialin dan berbentuk seperti kapsul serta tidak bersekat.

6. *Clamydomyces* sp.

Gambar 17. Makroskopis dan Mikroskopis *Clamydomyces* sp.

A. Makroskopis (Biakan murni berumur 7 hari)

Koloni tumbuh berwarna putih, meluas, dan sedikit membentuk gelombang, tidak terdapat warna lain, pertumbuhan konsentris, semakin tua semakin berwarna putih.

B. Mikroskopis (Pembesaran 1000x)

Hifa hialin sampai agak coklat, bersekat, konidiofor pendek, terdapat vesikel berwarna agak coklat, konidia berbentuk bulat sampai agak coklat, berwarna coklat gelap.

4.1.4 Budidaya Tanaman Apel Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional

Budidaya tanaman apel yang dilakukan oleh petani apel, baik yang dikelola dengan PHT atau dikelola secara konvensional secara umum memiliki perbedaan. Budidaya apel secara PHT dan konvensional yang dilakukan oleh petani, dari hasil observasi penulis tercantum dalam tabel 2 dan gambar (18A, 18B, 19A, 19B, 20A, 20B).

Tabel 2. Perbedaan Budidaya Tanaman Apel secara PHT dan konvensional

Komponen	PHT	konvensional
Pengelolaan Tanah dan Drainase atau Parit	<ul style="list-style-type: none"> - Tanah tidak diolah secara menyeluruh, namun hanya dirapikan - Parit dibuat bersamaan dengan pengelolaan tanah dan sanitasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanah tidak diolah secara menyeluruh, namun hanya dirapikan - Tidak ada parit

Lanjutan tabel 2

Komponen	PHT	konvensional
Pemupukan	<ul style="list-style-type: none"> a. Pupuk daun (jenis yang digunakan yaitu KNO₂, MKP, Ethrel dan Premium, dengan dosis sesuai label. Aplikasi dengan disemprotkan). b. Pupuk pada tanah (Pupuk bokhasi ±60kg/pohon dengan menabur pada bawah tanaman seluas kanopi tanaman. c. Sisa-sisa gulma dari hasil sanitasi diletakkan dari sekeliling tanaman. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Pupuk daun (jenis yang digunakan yaitu Grantonik, Gandasil, Vitabloom, Atonik dan Gibrasit, dengan dosis 1-2 gr/lit. Aplikasi dengan disemprotkan). b. Pupuk Anorganik; NPK, ZA, ZK dan Sp-36 dengan dosis 1kg/pohon. Aplikasi 1 kali dengan ditaburkan disekeliling tanaman.
Sanitasi Gulma	<ul style="list-style-type: none"> - Dilakukan secara mekanis, gulma yang dianggap mengganggu 	<ul style="list-style-type: none"> - Dilakukan secara mekanis. - Secara kimiawi dengan menggunakan herbisida

- disiangi kemudian Glifosat.
ditaruh disekeliling tanaman.
- Memilih gulma yang akan dihilangkan.
 - Menambahkan tanaman kacang-kacangan sebagai penyedia unsur N

Lanjutan Tabel 2

Komponen	PHT	konvensional
Pengendalian OPT	<ul style="list-style-type: none"> - Pengendalian berdasarkan pengamatan harian terhadap serangan OPT. - Pembongkaran akar sampai bersih apabila tidak bisa bertahan hidup. - Aplikasi pestisida dari bulan Januari sampai Agustus sebanyak 19 kali aplikasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan pestisida secara berjadwal 5-7 hari sekali (3-4 kali dalam sebulan). - Aplikasi pestisida dari bulan Januari sampai Agustus sebanyak 30 kali aplikasi.

(Sumber: Wawancara dengan petani pemilik lahan yang dijadikan obyek penelitian)





Gambar 18A. Parit pada lahan PHT



Gambar 18B. Pemberian sisa gulma



Gambar 19A. Pemangkasan manual



Gambar 19B. Pemeliharaan cabang



Gambar 20A. Lahan PHT



Gambar 20B. Lahan konvensional

4.1.5 Analisis Komunitas

Untuk hasil dari analisis komunitas yang dinyatakan dalam Indeks Keragaman (H'), Tingkat Kemerataan (E), Kekayaan Jenis (R) dan Indeks Dominansi (C). Diperoleh hasil yang disajikan didalam tabel 3.

Tabel 3. Tabel Analisis Komunitas.

Peubah	PHT		Konvensional	
	Sebelum panen	Setelah panen	Sebelum panen	Setelah panen
Indeks Keragaman (H')	1.5914	1.5792	1.4831	1.2342
Tingkat Kemerataan (E)	0.4285	0.4252	0.4171	0.3471
Kekayaan jenis (R)	40.6853	40.6470	34.6810	34.5975
Indeks Dominansi (C)	0.2534	0.2802	0.2778	0.3889

Berdasarkan tabel 3 tersebut dapat dilihat bahwa, lahan yang dikelola dengan teknologi PHT memiliki nilai indeks keragaman, nilai tingkat kemerataan, nilai kekayaan jenis lebih tinggi daripada lahan yang dikelola secara konvensional. Namun lahan yang dikelola secara konvensional memiliki nilai indeks dominansi lebih tinggi daripada lahan yang dikelola secara teknologi PHT. Dalam hal ini, indeks keragaman, tingkat kemerataan, dan kekayaan jenis jamur endofit pada lahan yang dikelola secara PHT dan konvensional yang diambil sebelum masa panen, memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan setelah panen, namun nilai indeks dominansi lebih rendah.

Lahan PHT memiliki nilai indeks keragaman 1.5914 pada pengambilan sampel sebelum panen dan 1.5792 pada pengambilan sampel setelah panen. Sedangkan pada lahan konvensional diperoleh nilai indeks keragaman 1.4831 pada pengambilan sampel sebelum panen dan 1.2342 pada pengambilan sampel setelah panen.

Untuk nilai tingkat kemerataan, pada lahan PHT pada pengambilan sampel sebelum panen adalah 0.4285 dan pada pengambilan sampel setelah panen adalah 0.4252. Sedangkan pada lahan Konvensional, nilai tingkat kemerataan pada pengambilan sampel sebelum panen adalah 0.4171 dan pada pengambilan sampel setelah panen adalah 0.3471. Nilai tingkat kemerataan pada kedua lahan mengalami penurunan.

Nilai kekayaan jenis pada lahan PHT untuk pengambilan sampel sebelum panen adalah 40.6835 dan pada pengambilan sampel setelah panen adalah 40.6470. Sedangkan nilai kekayaan jenis lahan Konvensional pada pengambilan sampel sebelum panen adalah 34.6810 dan pada pengambilan sampel setelah panen adalah 34.5975.

Nilai Indeks dominansi pada lahan PHT dan Konvensional juga dapat dilihat pada tabel 3. Untuk lahan PHT pada pengambilan sampel sebelum panen memiliki nilai 0.2534 dan pada pengambilan sampel setelah panen adalah 0.2802. Untuk lahan

konvensional pada pengambilan sampel sebelum panen adalah 0.2778 dan nilai indeks untuk pengambilan sampel setelah panen adalah 0.3889.

Nilai indeks dominasi pada kedua lahan mengalami peningkatan, hal ini disebabkan beberapa jenis (marga) jamur yang jumlahnya lebih banyak dari jenis (marga) jamur yang lain. Indeks dominasi akan berpengaruh terhadap indeks keragaman, tingkat pemerataan dan kekayaan jenis. Apabila terdapat dominasi suatu organisme di suatu tempat, maka keragaman, pemerataan dan kekayaan jenis akan rendah. Demikian juga sebaliknya, apabila tidak ada suatu organisme yang dominan, maka keragaman, pemerataan dan kekayaan jenis akan tinggi.

4.2 Pembahasan

Populasi jamur endofit daun apel yang didapatkan dari lahan konvensional dan PHT baik pada pengambilan sampel sebelum panen dan sesudah panen disajikan dalam tabel 1 (halaman 18).

Dari tabel 1 dapat dilihat perbedaan jumlah jamur yang didapatkan dari kedua lahan. Untuk pengambilan sampel sebelum panen pada lahan PHT didapatkan 24 jamur endofit, terdiri dari beberapa marga jamur endofit dan terdapat 7 jamur yang tidak teridentifikasi. Untuk pengambilan setelah panen pada lahan PHT didapatkan 17 jamur endofit, terdiri dari beberapa marga jamur endofit dan terdapat 3 jamur endofit yang tidak teridentifikasi. Jadi total jamur endofit yang didapatkan pada lahan PHT adalah 41 jamur endofit, sedang untuk pengambilan sampel sebelum panen pada lahan konvensional didapatkan 23 jamur endofit, terdiri dari beberapa marga jamur endofit dan terdapat 10 jamur yang tidak teridentifikasi. Untuk pengambilan sampel setelah panen pada lahan konvensional didapatkan 12 jamur endofit, terdiri dari beberapa marga jamur endofit dan terdapat 7 jamur endofit yang tidak teridentifikasi. Jumlah endofit yang didapatkan dari lahan konvensional adalah 35 jamur endofit. Jamur dari marga *Nigrospora sp*, *Cylindrocephalum sp* dan *Cephalosporium sp* dapat ditemukan pada kedua lahan tersebut. Jamur endofit yang diperoleh dari hasil isolasi daun apel dari lahan yang dikelola secara Perlindungan Hama Terpadu (PHT) pada pengambilan sampel sebelum panen diperoleh 24 jenis jamur endofit, dan pada pengambilan sampel setelah panen diperoleh 17 jenis jamur endofit. Dari kedua pengambilan sampel tersebut diperoleh beberapa marga jamur yang sama, antara lain; *Nigrospora sp*, *Aspergillus sp* dan

Cylindrocephalum sp. Genus jamur endofit yang jumlahnya paling banyak adalah *Nigrospora sp*, *Acremonium sp* dan *Aspergillus sp*.

Pada lahan apel yang dikelola secara konvensional atau non-PHT, pada pengambilan sampel sebelum panen diperoleh 23 jenis jamur endofit, dan pada pengambilan sampel setelah panen diperoleh 12 jamur endofit. Dari kedua pengambilan sampel tersebut diperoleh beberapa genus jamur endofit yang sama, yaitu; *Nigrospora sp*, *Acremonium sp* dan *Clamydomyces sp*. Genus jamur endofit yang paling banyak ditemukan pada lahan konvensional adalah *Nigrospora sp* dan *Acremonium sp*. Hasil identifikasi tersebut khususnya jamur dari marga *Nigrospora sp*, *Acremonium sp* dan *Aspergillus sp* pernah dilaporkan oleh Sorensen dan Colwell (2006) dalam jurnalnya yang menyatakan bahwa beberapa jenis marga jamur endofit yang diperoleh dari hasil isolasi daun dari tanaman sehat pada cawan Petri adalah *Acremonium sp*, *Aspergillus sp*, *Cylindrocladium sp*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp*, *Glomerella sp* dan *Nigrospora sp*.

Jamur endofit yang diperoleh dari lahan PHT dan konvensional sama-sama mengalami penurunan pada pengambilan sampel yang kedua, hal ini disebabkan karena pada rentang waktu dari pengambilan sampel sebelum panen dengan pengambilan sampel setelah panen terdapat beberapa perlakuan atau praktek budidaya yang dilakukan oleh petani apel, utamanya penggunaan pestisida dan pemakaian pupuk diduga dapat berpengaruh terhadap jumlah jamur endofit yang diperoleh. Hal ini terjadi karena aplikasi pestisida langsung pada bagian daun tanaman. Proses isolasi daun diduga berpengaruh terhadap jumlah jamur endofit, pengambilan sampel sebanyak 2 kali dan daun yang diambil dari bagian tengah sampai atas pohon, karena bagian tersebut diduga banyak terimbas pada saat pengaplikasian pestisida. Pengambilan sampel daun dilakukan secara acak (arah horisontal)

Pada proses identifikasi jamur endofit yang diperoleh dari kedua lahan (PHT dan konvensional) baik pada pengambilan sampel sebelum panen dan sesudah panen ditemukan beberapa kendala, diantaranya; ciri-ciri pokok, seperti bentuk spora dan konidiofor tidak dapat muncul pada saat pengamatan di bawah mikroskop. Marga jamur yang dominan dari hasil identifikasi, tertuang pada tabel 4.

Tabel 4. Jamur endofit dominan

Pengambilan Sampel	Lahan Budidaya	Jamur Endofit	Marga dominan
--------------------	----------------	---------------	---------------

I	PHT	24	<i>Nigrospora sp</i>
	Konvensional	23	<i>Nigrospora sp</i>
II	PHT	17	<i>Nigrospora sp</i>
	Konvensional	12	<i>Acremonium sp</i>

Indeks keragaman yang terjadi pada kedua lahan PHT dan konvensional pada masing-masing pengambilan sampel mengalami penurunan, yaitu lahan PHT pada pengambilan sampel sebelum panen lebih besar dari pengambilan sampel setelah panen, yaitu dari 1.5914 menjadi 1.5792, sedangkan pada lahan konvensional pengambilan sampel sebelum panen 1.4831, nilai ini lebih besar dari pengambilan sampel setelah panen yaitu 1.2342. Nilai indeks keragaman yang dimiliki oleh lahan teknologi PHT lebih tinggi daripada lahan teknologi konvensional, karena pada pengambilan sampel setelah panen pada lahan PHT ditemukan beberapa marga jamur yang baru. Hal ini sesuai yang dinyatakan oleh Oka (1995) bahwa semakin banyak jumlah jenis (marga) yang ditemukan maka keragamannya semakin tinggi pula. Pernyataan tersebut juga sesuai dengan jumlah jamur endofit yang diperoleh pada masing-masing lahan, PHT (41 jamur endofit) dan konvensional (35 jamur endofit). Hasil dari penelitian ini menyebutkan bahwa keragaman yang dimiliki oleh kedua lahan diduga dapat menyeimbangkan populasi jamur didalam daun, sehingga bermanfaat bagi tanaman. Sesuai dengan pernyataan Norris, Caswell dan Kogan (2003) bahwa keragaman mempunyai manfaat tertentu, antara lain dapat meningkatkan stabilitas ekosistem, meningkatkan proses interaksi antara komponen-komponen ekosistem, meningkatkan kesehatan tanah dan hasil tanaman, mengurangi epidemi.

Nilai tingkat kemeratan yang dimiliki oleh lahan PHT pada pengambilan sampel sebelum panen lebih tinggi dari pengambilan sampel setelah panen yaitu 0.4285 menjadi 0.4252. Demikian juga dengan lahan konvensional, pada pengambilan sampel sebelum panen lebih tinggi dari pengambilan sampel setelah panen yaitu 0.4171 menjadi 0.3471. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa nilai indeks keragaman berbanding lurus dengan nilai tingkat kemerataan, apabila nilai indeks keragaman menurun, maka tingkat kemeratannya juga mengalami penurunan. Hasil ini dilaporkan juga oleh Oka (1995) yang menyatakan bahwa semakin merata pemencaran individu tiap jenis maka semakin tinggi keragaman komunitas tersebut. Bila salah satu jenis mempunyai populasi yang

kecil dan satu jenis lainnya mempunyai populasi yang tinggi, maka nilai tingkat kemerataannya akan rendah dan dominansi akan tinggi.

Kekayaan jenis adalah banyaknya jenis yang terdapat dari suatu komunitas tertentu. Dari hasil penelitian, kekayaan jenis lahan PHT memiliki nilai 40.6853 pada pengambilan sebelum panen lebih tinggi dari pengambilan setelah panen yaitu 40.6470, sedangkan dari lahan konvensional, pada pengambilan sampel sebelum panen 34.6810 lebih tinggi dari pengambilan sampel setelah panen yaitu 34.5975. Untuk nilai kekayaan jenis tidak dapat dikategorikan rendah, sedang atau tinggi. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa kekayaan jenis yang dimiliki oleh lahan PHT lebih tinggi dari kekayaan jenis yang dimiliki oleh lahan konvensional.

Nilai indeks dominasi lahan PHT pada pengambilan sampel sebelum panen yaitu 0.2534 lebih rendah dari pengambilan sampel setelah panen yaitu 0.2820. Sedangkan nilai indeks dominasi pada lahan konvensional pada pengambilan sampel sebelum panen 0.2778 lebih rendah dari pengambilan sampel setelah panen yaitu 0.3889. Nilai indeks dominasi dari lahan teknologi PHT lebih rendah dari nilai indeks dominasi lahan teknologi konvensional baik pada masa pengambilan sampel sebelum dan setelah panen. Hal ini diduga disebabkan oleh keragaman yang dimiliki oleh lahan teknologi konvensional lebih rendah dari keragaman yang dimiliki oleh lahan teknologi PHT. Hasil dari penelitian ini sesuai dengan pernyataan Efendi (2001) bahwa keragaman menurun apabila komunitas tersebut didominasi oleh satu atau beberapa individu.

Kenaikan dan penurunan nilai indeks keragaman, tingkat kemerataan, kekayaan jenis dan indeks dominasi diduga dipengaruhi oleh penggunaan pupuk dan pestisida yang diaplikasikan pada lahan apel yang dikelola secara PHT (Pengelolaan Hama Terpadu) dan konvensional (non-PHT). Dari hasil pengumpulan data primer, penggunaan pestisida pada lahan PHT sebanyak 19 kali aplikasi dalam 1 musim, sedangkan pada lahan konvensional sebanyak 30 kali aplikasi pestisida. Pada pemupukan, lahan PHT diberi pupuk bokhasi dengan dosis yang sesuai dengan rekomendasi dari laboratorium tanah jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang. Ditemukannya jamur non antagonis pada daun diduga disebabkan oleh kegiatan budidaya yang kurang optimal, terutama pada kegiatan pengolahan lahan. Rendahnya kandungan bahan organik dapat mengakibatkan keragaman mikroorganisme yang merupakan antagonisme jamur patogen dalam tanah

menurun, dan populasi jamur patogen meningkat sehingga dapat menyerang tanaman inang. Karena rendahnya keragaman mikroorganisme antagonis dalam tanah diduga patogen mampu menimbulkan gejala pada bagian tanaman melalui penularan secara *soil borne* atau *air borne*.

Teknologi budidaya PHT di daerah kecamatan Poncokusumo kabupaten Malang di mulai pada tahun 2005 dimana pada tahun-tahun sebelumnya menggunakan teknik budidaya secara konvensional. Perbedaan lahan yang dikelola antara budidaya PHT dengan budidaya konvensional adalah pada proses pengamatan terhadap perkembangan populasi hama ataupun penyakit dan aplikasi (intensitas) pestisida. Kenampakan lahan pada kedua teknik budidaya tersebut juga berbeda, pada lahan PHT lebih mengutamakan kelestarian agroekosistem daerah setempat, sebagai contoh penggunaan pagar pada lahan yang dikelola secara teknologi PHT menggunakan tanaman yang bertujuan sebagai rumah musuh alami dan adanya cover crop. Selain itu sumberdaya manusia petani juga berpengaruh terhadap kedua budidaya tersebut. Umumnya petani yang mengelola secara PHT memiliki SDM yang lebih maju daripada petani yang mengelola secara konvensional, karena petani PHT memiliki pemikiran tentang kelestarian lingkungan, kesehatan tanah dan air sehingga kelak lahan dan tanaman apel yang sehat dapat diwariskan kepada anak cucu mereka.

Keuntungan yang diperoleh dari lahan PHT lebih tinggi. Teknologi PHT mampu menurunkan biaya produksi sampai 40% dari lahan yang dikelola secara konvensional dengan estimasi perhitungan pada lahan konvensional biaya produksi Rp. 13.000,-/pohon untuk satu kali musim panen, sedangkan untuk lahan yang dikelola secara PHT hanya membutuhkan biaya produksi sebesar Rp. 4.700,-/pohon dalam satu kali musim panen.

Kondisi lingkungan, terutama kondisi fisik tanah pada lahan PHT dan konvensional relatif sama. Hasil penelitian laboratorium tanah jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang, menunjukkan bahwa jenis tanah di daerah Poncokusumo, kabupaten Malang adalah latosol berwarna coklat kemerahan dengan bahan induk vulkanik (gunung api) hal ini diduga karena desa Poncokusumo terletak di kaki gunung api Semeru yang masih aktif.

Hasil wawancara dengan petani apel, terdapat beberapa praktek budidaya yang berbeda antara petani apel PHT dengan petani apel konvensional. Pada lahan PHT

terdapat parit yang digunakan untuk menampung air hujan, mempercepat penguapan, meningkatkan PH tanah dan memperbaiki aerasi tanah (gambar 18A), sedang pada lahan konvensional tidak terdapat parit. Untuk pemupukan, pada kedua lahan sama-sama menggunakan pupuk daun dan pupuk tanah, untuk pupuk tanah lahan PHT diberikan pupuk bokashi dengan dosis yang telah direkomendasi oleh Laboratorium Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, dan juga pemberian sisa-sisa gulma dari hasil sanitasi diberikan disekelilingnya (Gambar 18B), sedang pada lahan konvensional hanya diberikan pupuk kandang. Pada lahan PHT, petani secara rutin melakukan uji tanah pada laboratorium tanah FP-UB Malang. Penggunaan pupuk daun pada lahan konvensional tidak tepat dosis (tabel 2), sehingga proses asimilasi pada tanaman menjadi tidak sempurna diduga dapat mengganggu produktifitas tanaman. Hal ini pernah dilaporkan oleh Agustina (2003) yang menyatakan apabila penggunaan hormon tumbuh secara reguler dan kurang tepat dosis dapat mengakibatkan tanaman mengalami kepayahan berproduksi, akhirnya produktifitasnya secara bertahap semakin menurun.

Penggunaan bokasi EM (dibuat dengan memfermentasikan bahan-bahan organik seperti dedak, ampas kelapa, tepung ikan) dengan dosis yang telah direkomendasikan, secara rinci berpengaruh terhadap: (1) Peningkatan ketersediaan nutrisi tanaman, (2) Aktivitas hama dan penyakit dapat ditekan, (3) Peningkatan aktivitas mikroorganisme indogenus yang menguntungkan, seperti mikoriza, rhizobium, bakteri pelarut fosfat, (4) Fiksasi nitrogen, dan (5) Mengurangi kebutuhan pupuk dan pestisida kimia. Khususnya untuk pemberian pupuk bokashi pada lahan PHT terlihat bahwa penggunaan pupuk bokashi dapat memperbaiki kondisi tanah, dan hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan tanaman dan kondisi fisik lahan pada lahan PHT yang lebih sehat. Kenampakan tersebut disebabkan oleh tersedianya bahan organik dan meningkatkan kehidupan biologi tanah, optimalisasi ketersediaan dan keseimbangan daur hara melalui fiksasi nitrogen, penyerapan hara.

Untuk pupuk daun, jenis yang digunakan pada lahan PHT lebih sedikit (KNO₂, MKP, Ethrel dan Premium) dibandingkan dengan yang digunakan pada lahan konvensional (Grantonik, Gandasil, Vitabloom, Atonik dan Gibrasit). Pemberian pupuk dan pengaplikasian pestisida tersebut dilakukan pada rentang waktu diantara

pengambilan sampel yang pertama dan pengambilan sampel yang kedua. Jadi jumlah jamur endofit yang diperoleh memiliki perbedaan jumlah pada masing-masing pengambilan sampel dan juga memiliki perbedaan jumlah pada masing-masing lahan (PHT dan konvensional).

Pada proses pemangkasan, kedua lahan diperlakukan secara manual (gambar 19A), tetapi terdapat perbedaan yaitu pada pemeliharaan cabang. Pada lahan PHT dilakukan pemeliharaan cabang secara horisontal dengan menggunakan tali, kemudian percabangan ditarik kebawah sehingga membentuk percabangan yang horisontal (Gambar 19B) atau yang disebut pelengkungan. Hal ini dilaporkan oleh Prihatman (2000) yang menyatakan bahwa pelengkungan cabang tanaman apel dimaksudkan untuk meratakan tunas lateral sehingga akan memacu pertumbuhan tunas yang berarti memacu terbentuknya buah, sedang pada lahan konvensional dilakukan pemeliharaan cabang secara vertikal.

Sanitasi gulma pada lahan PHT dilakukan dengan cara mekanis berupa penyiangan, sisa dari penyiangan tersebut diletakkan disekeliling tanaman apel. Hal ini bertujuan untuk penambahan nutrisi pada tanah, sedangkan tanaman liar yang tidak mengganggu berupa tanaman dari jenis kacang-kacangan, digunakan untuk tanaman pelindung tanah (*cover crop*). Pada lahan Konvensional, pembersihan gulma selain dengan cara mekanis juga digunakan herbisida (kimiawi) dengan bahan aktif glifosat. Dari observasi pada kedua lahan, dapat dilihat pada lahan Konvensional tidak ditemukan adanya tanaman pelindung (Gambar 20A dan 20B).

Pengendalian hama dan penyakit pada kedua lahan berbeda. Pada lahan PHT dilakukan pengamatan terhadap populasi hama dan penyakit terlebih dahulu sebelum aplikasi pestisida. Pengamatan tersebut dilakukan setiap hari untuk menentukan batas populasi hama dan penyakit yang ditujukan untuk pengaplikasian pestisida, karena pestisida yang diaplikasikan berbeda-beda. Dalam hal pengamatan, Abadi (2003) menyatakan bahwa pengamatan bertujuan untuk memperoleh informasi lengkap tentang keadaan ekosistem dengan komponen biotik (populasi OPT, musuh alami, pertumbuhan tanaman) dan abiotiknya (keadaan cuaca, air dan tanah) pada suatu saat dan tempat tertentu, sedang pada lahan konvensional tidak dilakukan adanya pengamatan populasi hama dan penyakit sehingga pengaplikasian pestisida dilakukan secara terjadwal.

Pengaplikasian pestisida pada lahan konvensional adalah 1 kali dalam seminggu, atau 3 sampai 4 kali dalam satu bulan.

Dalam hal ini pestisida adalah satu-satunya solusi pengendalian hama dan penyakit pada lahan konvensional, hal ini tentunya tidak ramah lingkungan, karena dampak dari pestisida tersebut dapat merusak agroekosistem yang ada. Sanitasi tanaman tidak dilakukan pada lahan konvensional, sehingga beberapa tanaman yang sakit dapat menjadi sumber inokulum penyakit, sedangkan sanitasi tanaman pada lahan PHT dilakukan dengan membuang bagian-bagian tanaman yang sakit dan juga pembongkaran sampai akar tanaman yang terserang penyakit, sehingga tidak ada sumber inokulum penyakit. Hal ini diperkuat oleh Meity (2003) bahwa pemusnahan inang, pergiliran tanaman, sanitasi, memperbaiki kondisi tumbuh tanaman, membuat keadaan tidak sesuai bagi perkembangan patogen, bertujuan untuk memusnahkan atau mengurangi banyaknya patogen yang berada di daerah atau bagian tanaman.

Dari hasil observasi pengaplikasian pestisida dari bulan Januari sampai Agustus 2007, untuk lahan PHT sebanyak 19 kali aplikasi pestisida, dan pada lahan konvensional sebanyak 30 kali aplikasi pestisida. Perbedaan ini disebabkan karena pada lahan PHT dilakukan pengamatan populasi hama dan penyakit terlebih dahulu sebelum mengambil keputusan untuk mengaplikasikan pestisida. Hal ini selain ramah lingkungan juga dapat mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan dan mengurangi beban biaya. Demikian juga Untung (1996) menyatakan bahwa penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menimbulkan dampak yang lebih merugikan, seperti resistensi hama, peletusan hama sekunder, keracunan terhadap manusia, meninggalkan residu kimia yang berbahaya pada lingkungan.

Penggunaan pestisida yang berlebih pada lahan konvensional membawa pertanian menuju ke arah yang tidak ramah lingkungan. Dampak dari penggunaan pestisida tentu saja meningkatkan nilai residu pestisida pada buah apel yang dihasilkan. Hal ini juga berbahaya terhadap kesehatan manusia sebagai konsumen buah apel. Selain itu juga dapat merusak agroekosistem, menyebabkan resistensi hama, dan juga pencemaran lingkungan (udara dan air).

Pengendalian penyakit tanaman merupakan bagian integral dari usaha pertanian. Jadi usaha pengendalian penyakit harus dilakukan secara terpadu dengan usaha-usaha

yang lain, seperti pemupukan, pengairan, pemanenan, dan penyimpanan sehingga dihasilkan produk tanaman yang baik dan dapat dipasarkan dengan nilai yang memadai. Prinsip PHT adalah meminimalkan penggunaan pestisida dengan mengintegrasikan berbagai cara pengendalian yang kompetibel dengan tetap memperhatikan keberlanjutan lingkungan hidup. Hal ini dapat berlangsung bila dalam pengendalian hama maupun patogen lebih mengutamakan pengendalian hayati, cara budidaya tanaman sehat termasuk penggunaan tanaman tahan, serta penggunaan pestisida kimia dengan berbagai macam pertimbangan, seperti yang dilakukan oleh petani PHT yang melakukan pengamatan terhadap populasi hama dan penyakit terlebih dahulu. Pengamatan tersebut juga dapat mengurangi penggunaan pestisida, dan juga mempertimbangkan kelanjutan lingkungan hidup (agroekosistem). Dengan demikian tentunya dalam upaya budidaya tanaman terdapat populasi tertentu dari OPT yang ditoleransi apabila populasi tersebut belum menimbulkan kerusakan secara ekonomis.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa nilai dari indeks keragaman lahan yang dikelola secara PHT pada saat sebelum panen 1.5914, tingkat pemerataan 0.4285, kekayaan jenis 40.6853, sedangkan nilai indeks keragaman dari lahan yang dikelola secara konvensional pada saat sebelum panen 1.4831, tingkat pemerataan 0.4171, kekayaan jenis 34.6810. Pada saat setelah panen, nilai indeks keragaman lahan yang dikelola secara PHT 1.5792, tingkat pemerataan 0.4252, kekayaan jenis 40.6472, sedang lahan konvensional pada saat setelah panen memiliki nilai indeks keragaman 1.2342, tingkat pemerataan 0.3471, kekayaan jenis 34.5975. Dapat disimpulkan bahwa nilai yang dimiliki lahan yang dikelola secara PHT lebih tinggi dari lahan yang dikelola secara konvensional. Nilai indeks dominasi pada saat sebelum dan sesudah panen pada lahan PHT 0.2534 dan 0.2802, untuk lahan konvensional 0.2778 dan 0.3889, lahan konvensional memiliki nilai indeks dominasi lebih tinggi dari lahan PHT. Jenis (marga) jamur yang ditemukan pada kedua lahan tersebut adalah *Nigrospora* sp., *Cylindrocephalum* sp., *Cephalosporium* sp., dan juga terdapat beberapa genus jamur yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh adanya praktekbudidaya yang berbeda pada kedua lahan tersebut.

5.2 Saran

Adanya penelitian lanjutan sangat mendukung suksesnya pertanian dengan Pengelolaan Hama Terpadu. Mengurangi dampak residu pestisida, dengan mempertahankan musuh alami yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi A. L , 2003. **Ilmu Penyakit Tumbuhan, Dasar-dasar dan penerapannya**, Lembaga penerbitan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang (hal 11). 283 hal
- Arnold , A.E. 1999. **Fungal Endophytes of Tropical Trees : Methods and Potential for Biological Control of Fungal Pathogen of Cocoa**. Departement of Ecology and Evolutionary Biology. University Arizona. Arizona.
- Amin, . F, 2004 . **Uji Antagonis Jamur Endofit Pada Batang Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) Terhadap jamur *Phytophthora infestans***. Skrip. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang.
- Barnett, H. L and B. R. Hunter. 1972. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 3rd Ed. Burgess Publishing Company. United States of America. 225 p.
- Bayman, P., L. L. Lebron, R. L. Tremblay and D. J. Lodge. 1997. **Variation in Endophytic Fungi from Roots and Leaves of *Lepanthes* (Orchidaceae)**. New Phytol. (1997), 135, 143-149 pp. PDF. (Verified 11 Oktober 2006)
- Bosch, R; M. Flint; I. K. Kartini dan P. John. 1991. **Pengendalian Hama Terpadu**. Kanisius. Yogyakarta.
- Cook, R. J. dan K. F. Baker , 1974. **Biological Control of Plant Pathogen**, WH freeman & Company. San Fransisco. 300 pages.
- Deacon, J.W. 1997. **Modern Mycology 3d Ed., Blackwell Science Ltd**. London. 241 – 242.
- Djufri. 2004. **Pengaruh Tegakan Akasia (*Acacia nilotica* L.) Will. ex. Del. Terhadap Komposisi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Di Savana Baluran Taman Nasional Baluran Jawa Timur**. Jurnal Matematika, Sains Dan Teknologi. Lembaga Penerbit Universitas Terbuka. 6 : 37-59 hal.
- Evans , H.C. 1998. **Classical Biological Control**. ([http://www. Cabicommodities.org/ACC/ACCrc/PDFfiles/W-bpd/Ch3.pdf](http://www.Cabicommodities.org/ACC/ACCrc/PDFfiles/W-bpd/Ch3.pdf)).
- Ludwig, J. A and Reynolds, J. F. 1988. **Statistical Ecology**. John Wiley & Sons. New York. 337 : 85-94 pp.
- Mudjiono, G. 2003. **Dengan PHT Menuju ke Sistem Pertanian Organik. Memasyarakatkan Pertanian Organik sebagai Jembatan Menuju Pembangunan Pertanian Berkelanjutan**. Dalam Kumpulan Makalah

Lokakarya Nasional Pertanian Organik. Universitas Brawijaya. Malang. 234 : 24-33 hal.

Meity S. S., 2003 **Dasar-dasar Ilmu Penyakit**. Penebar Swadaya. Jakarta.

Nasir, 2007. **Pengaruh Penggunaan Pupuk Bokasi Pada Pertumbuhan Dan Produksi Padi, Palawija Dan Sayuran.** (http://dispertanak.pandeglang.go.id/artikel_13.htm). (Verifi-ed 1 Desember 2007)

Norris, R., C. E. Caswell dan M. Kogan. 2003. **Conceptc In Integrated Pest Management**. Prencitce Hall. New Jersey. 586 hal.

Odum, E. P. 1993. **Dasar-Dasar Ekologi**. Edisi ke-3. Gadjah Mada University Press. Yoyjakarta. 697 hal.

Oka, I. N. 1995. **Pengelolaan Hama Terpadu Dan Implementasinya Di Indonesia**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 225 hal.

Petrini, O. 1992. **Fungal Endophytes of Tree Leaves. Dalam Sudantha, I Made. 2007. Karakterisasi dan Potensi Jamur Endofit dan Saprofit Antagonistik sebagai Agens Pengendali Hayati Jamur *Fusarium oxysporum f. sp. Vanillae* Pada Tanaman Vanili di Pulau Lombok NTB.** Disertasi. Disertasi. Program Doktor Ilmu Pertanian Kekhususan Hama Dan Penyakit Tumbuhan. Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.

Petrini, O. 1997. **Ecological and Physiological Aspects of Host-Specificity in Endophytic Fungi. P.87-100. In Hoff, J.A. et al. Roles of Woody Root-Associated Fungi in Forest Ecosystem Processes: Recent Advances in Fungal Identification.** United States Department of Agriculture. Research Paper RMRS-RP-47. July 2004.

Petrini, O., T. N. Sieber., L. Toti and O. Viret. 1992. **Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. Natural Toxins 1 : 185-196 pp. Dalam Worang, R. L. 2003. Fungi Endofit Sebagai Penghasil Antibiotika.** Makalah Individu Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Oktober 2003. (http://tumoutou.net/702_07134/rantje_worang.htm). (Verified 22 Juni 2006)

- Shearer . F . J . 2001. Recovery of Endophytic Fungi from *Myriophyllum spicatum*. US Army Corp of Engineer. USA. (<http://el.erd.usace.army.mil/aqua/pdf/apcbc-03.pdf>). (Download tanggal 28 Agustus 2007)
- Soelarso, B. 1996. **Budidaya Apel**. Kanisius. Yogyakarta. 75 hal
- Sorensen and Colwell, 2006 **Fungos endofiticos : isolamento, caracterizacao enzimatica e promocao do crescimento em mudas de pinha**. Acta Botanica Brasilica. vol.20 no.3, Sao Paulo. 215 hal
- Sudantha, I. M. 2007. **Karakterisasi dan Potensi Jamur Endofit dan Saprofit Antagonistik sebagai Agens Pengendali Hayati Jamur *Fusarium oxysporum f. sp. vanillae* pada Tanaman Vanili di Pulau Lombok NTB**. Disertasi. Program Doktor Ilmu Pertanian Kekhususan Hama Dan Penyakit Tumbuhan. Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Untung, K. 1996. **Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu**. Penerbit Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 273 hal.
- Untung, K. 2005. **Pelembagaan Konsep PHT di Indonesia**. (<http://kasumbogo.staff.ugm.ac.id/detailpublication.php=Konsep%2...>) (Download tanggal 26 Desember 2007)
- Webber, J. 1981. **A natural control of Dutch elm disease**. Nature, London. 292 : 449-451 pp.

Lampiran 1

Pemakaian Pestisida pada lahan PHT dan konvensional

Pemakaian Pestisida	Lahan PHT		Lahan konvensional	
	Jenis / Merk	Frekuensi Aplikasi	Jenis / Merk	Frekuensi Aplikasi
Periode Januari 2007 sampai April 2007	Antracol (fungi)	1	Benlate (fungi)	1
	Ingrofol	1	Nimrod	1
	Bayleton	2	Score	1
	Bubur California	2	Anvil	2
	Daconil	3	Bayleton	2
	Kaolin	5	Dithane	2
	Masquiban (insect)	2	Topsin	2
	Rexal	2	Victory	2
	Marshal	2	Folicur	3
			Ingrofol	3
			Antracol	5
			Dimetion (insect)	1
			Marshal	2
			Perfection	3
		Lenet	3	
		Agridan (mite)	2	
jumlah	9 jenis		16 jenis	

Pemakaian Pestisida	Lahan PHT		Lahan konvensional	
	Jenis / Merk	Frekuensi Aplikasi	Jenis / Merk	Frekuensi Aplikasi
Periode Mei 2007 sampai Agustus 2007	Anvil (fungi)	1	Heksa (fungi)	1
	Conasol	1	Victory	1
	Dithane	1	Agridan	2
	Score	1	Dithane	2
	Ingrofol	2	Nimrod	2
	Samite	2	Polaram	3
	Supracol	2	Antracol	5
	Baylutan	4	Perfection (insect)	2
	Kaolin	5	Marshal	2
	Basban (insect)	1	Fastak	5
	Lenet	1		
	Drusban	1		
	Asterking	1		
	Pounce	1		
	Marshal	2		
jumlah	15 jenis		10 jenis	

Lampiran 2

Tabel 3. Populasi jamur dari sampel sebelum panen

No.	PHT		Konvensional	
	Marga	Jumlah	Marga	Jumlah
1.	<i>Nigrospora sp</i>	9	<i>Cylindrocephalum sp</i>	2
2.	<i>Hormiscium sp</i>	2	<i>Acremonium sp</i>	4
3.	<i>Acremonium sp</i>	3	<i>Cladosporium sp</i>	1
4.	<i>Pithomyces sp</i>	1	<i>Nigrospora sp</i>	5
5.	<i>Cylindrocephalum sp</i>	1	<i>Clamydomyces sp</i>	1
6.	<i>Aspergillus sp</i>	1	Tidak teridentifikasi	10
7.	Tidak teridentifikasi	7		
	Total	24	Total	23

Tabel 4. Populasi jamur dari sampel setelah panen

No.	PHT		Konvensional	
	Marga	Jumlah	Marga	Jumlah
1.	<i>Nigrospora sp</i>	8	<i>Nigrospora sp</i>	1
2.	<i>Aspergillus sp</i>	2	<i>Acremonium sp</i>	2
3.	<i>Paecilomyces sp</i>	1	<i>Cephalosporium sp</i>	1
4.	<i>Cylindrocephalum sp</i>	1	<i>Clamydomyces sp</i>	1
5.	<i>Cephalosporium sp</i>	1	Tidak teridentifikasi	7
6.	<i>Trichotecium sp</i>	1		
7.	Tidak teridentifikasi	3		
	Total	17	Total	12

ANALISIS KOMUNITAS
Pengambilan sampel sebelum panen

No.	PHT		Konvensional	
	Genus	Jumlah	Genus	Jumlah
1	<i>Nigrospora sp</i>	9	<i>Cylindrocephalum sp</i>	2
2	<i>Hormiscium sp</i>	2	<i>Acremonium sp</i>	4
3	<i>Acremonium sp</i>	3	<i>Cladosporium sp</i>	1
4	<i>Pithomyces sp</i>	1	<i>Nigrospora sp</i>	5
5	<i>Cylindrocephalum sp</i>	1	<i>Clamydomyces sp</i>	1
6	<i>Aspergillus sp</i>	1	Tidak teridentifikasi	10
7	Tidak teridentifikasi	7		
	Total	24	Total	23

$$H' = - \sum \left\{ \frac{ni}{N} \right\} \ln \left\{ \frac{ni}{N} \right\} \text{ atau } - \sum Pi \ln Pi$$

Pi = Proporsi spesies ke - i di dalam sampel
ni = Jumlah individu spesies ke - i
N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

H'	PHT	1.591448686	Konven	1.483124116
----	------------	-------------	---------------	-------------

$$C = \sum \left\{ \frac{ni}{N} \right\}^2 \text{ atau } \sum \{Pi\}^2$$

C	PHT	0.253472222	Konven	0.277882798
---	------------	-------------	---------------	-------------

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

H' = Indeks Keragaman
S = jenis seluruhnya

E	PHT	0.428549294	Konven	0.417153002
---	------------	-------------	---------------	-------------

$$R = \frac{S - 1}{\ln N}$$

S = jenis seluruhnya
N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

R	PHT	40.68534202	Konven	34.68107101
---	------------	-------------	---------------	-------------

Pengambilan sampel setelah panen

No.	PHT		Konvensional	
	Genus	Jumlah	Genus	Jumlah
1	<i>Nigrospora sp</i>	8	<i>Nigrospora sp</i>	1
2	<i>Aspergillus sp</i>	2	<i>Acremonium sp</i>	2
3	<i>Paecilomyces sp</i>	1	<i>Cephalosporium sp</i>	1
4	<i>Cylindrocephalum sp</i>	1	<i>Clamydomyces sp</i>	1
5	<i>Cephalosporium sp</i>	1	Tidak teridentifikasi	7
6	<i>Trichotecium sp</i>	1		
7	Tidak teridentifikasi	3		
	Total	17	Total	12

$$H' = -\sum \left\{ \frac{ni}{N} \right\} \ln \left\{ \frac{ni}{N} \right\} \text{ atau } -\sum Pi \ln Pi$$

Pi = Proporsi spesies ke - i di dalam sampel
 ni = Jumlah individu spesies ke - i
 N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

H'	PHT	1.579233135	Konven	1.234267866
----	------------	-------------	---------------	-------------

$$C = \sum \left\{ \frac{ni}{N} \right\}^2 \text{ atau } \sum \{Pi\}^2$$

C	PHT	0.280276817	Konven	0.388888889
---	------------	-------------	---------------	-------------

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

H' = Indeks Keragaman
 S = jenis seluruhnya

E	PHT	0.425259859	Konven	0.347158097
---	------------	-------------	---------------	-------------

$$R = \frac{S - 1}{\ln N}$$

S = jenis seluruhnya
 N = Jumlah seluruh individu dalam sampel

R	PHT	40.64704388	Konven	34.5975704
---	------------	-------------	---------------	------------