

**KARAKTER MORFOLOGI PENYAKIT FROSTY POD ROT
(*Moniliophthora sp*) PADA KAKAO DI SULAWESI TENGAH SERTA
UJI EFIKASI FUNGISIDA GOLONGAN TRIAZOL SECARA IN-VITRO**

**NUR AFRAHA RAUF
P0100210015**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**KARAKTER MORFOLOGI PENYAKIT FROSTY POD ROT
(*Moniliophthora sp*) PADA KAKAO DI SULAWESI TENGAH SERTA
UJI EFIKASI FUNGISIDA GOLONGAN TRIAZOL SECARA IN VITRO**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Derajat Magister

Program Studi

SISITEM – SISTEM PERTANIAN

Disusun dan diajukan oleh

NUR AFRAHA RAUF

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

**KARAKTER MORFOLOGI PENYAKIT FROSTY POD ROT
(*Moniliophthora sp*) PADA KAKAO DI SULAWESI TENGAH SERTA
UJI EFIKASI FUNGISIDA GOLONGAN TRIAZOL SECARA IN VITRO**

Disusun dan diajukan oleh :

NUR AFRAHA RAUF

Nomor Pokok P0100210015

Menyetujui,
Komisi penasehat

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Ir. Untung Surapati, M.Sc
Ketua

Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA
Anggota

**Ketua Program Studi
Sistem – Sistem Pertanian**

Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia_Nya serta salawat dan salam atas junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagaimana mestinya.

Berbagai kendala telah dihadapi penulis dalam proses penyelesaian Program Pendidikan Magister dan dalam penyusunan tesis ini, namun dengan ketentuan Allah SWT serta bantuan berbagai pihak maka segala hambatan yang ditemui dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada Dr. Ir. H. Untung Surapati, M.Sc atas kesediaannya menjadi pembimbing pertama serta memberi ide jenius, sumber inspirasi, pandangan kritis, dan motivasinya yang sangat luar biasa bagi penulis, dan penulis menghaturkan terima kasih pula kepada Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA atas bimbingan, saran, dan kritiknya dalam proses penelitian hingga penyusunan tesis ini.

Penghargaan secara khusus penulis tujukan kepada masyarakat dan aparat Pemerintah Desa Kapiroe, Bunga dan Bobo (kabupaten Sigi), Desa Tampiala, Kampung Biru dan Lembah Harapan (Kabupaten Toli – Toli), Desa Kampung Baru, Malino dan Desa Sibayu (Kabupaten Donggala) atas kesediaan dan keikhlasannya membantu. Terima kasih pula kepada KEMENPORA dan kabid Pemuda dan Olahraga DISPORDA Provinsi Sulawesi – Tengah beserta seluruh staf atas program pemberdayaan dan pengalamannya, Sumbangsih yang mereka berikan sangat berharga bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Kapada Allah SWT penulis bertawakkal dan memanjatkan do'a, untuk semua pihak yang luput dari ingatan, semoga amal ibadah dan budi baik kita bernilai pahala di sisi Allah, serta senantiasa dilindungi dan mendapat curahan rahmat dan hidayah_Nya. Amin.

Makassar, 07 Juli 2012

NUR AFRAHA RAUF

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	xiii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan dan Kegunaan	
1. Tujuan	7
2. Kegunaan	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L)	
1. Sistematika dan Daerah Sebaran	8
2. Syarat Tumbuh	9
3. Perkembangan Kakao di Indonesia	11
B. Penyakit Frosty Pod Rot dan Witches' broom (<i>Monilophthora</i> sp)	
1. Klasifikasi Cendawan <i>Monilophthora</i> sp.	19
2. Frosty Pod Rot (<i>Monilophthora roreri</i>)	
a) Penyebaran Penyakit Frosty Pod Rot (<i>Monilophthora roreri</i>)	20
b) Kerugian yang disebabkan oleh Frosty Pod Rot	22
c) Bioekologi Patogen	24
d) Gejala Serangan <i>Monilophthora roreri</i>	27
e) Potensi Penyebaran ke Daerah Lain di Dunia	28
f) Prospek Pengendalian	29
3. Witches' broom (<i>Maramius perniciosus</i> atau <i>Crinipellis perniciosus</i> (Stahel) Singer.)	
a) Arti Ekonomi	31
b) Bioekologi Patogen	31
c) Gejala Serangan	35
d) Gejala pada Bagian Vegetative	37
e) Gejala pada Pembungaan	41

f) Gejala pada Buah	44
g) Tanaman Inang dan Media Penyebaran	47
h) Daerah Sebaran	47
i) Pengendalian Penyakit dan Tindakan Karantina	48
C. Fungisida Golongan Triazol	
1. Fungisida Sterol Biosytesis Inhibitor (SBIs)	49
2. Substituted Aromatics merupakan Turunan dari Benzene Sederhana	50
3. Penghambat Biosintesis Sterol Site I	51
4. Efek Fungisida Triazole pada Beberapa Kelompok Cendawan	52
5. Bahan Aktif Golongan Triazol (SBIs) yang digunakan	54
D. Kerangka Pikir	57
III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	58
B. Metode Pelaksanaan	
1. Pengambilan Sampel	58
2. Karakterisasi Morfologi	59
3. Uji Efektivitas Fungisida	60
4. Analisis Data	63
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil	
1. Karakter Morfologi	64
2. Karakteristik Cendawan secara Makroskopis	67
3. Uji Efikasi Fungisida	68
B. Pembahasan	
1. Karakterisasi Morfologi	71
2. Uji Efikasi Fungisida	74
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	76
B. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	82

ABSTRAK

Karakter Morfologi Penyakit Frosty Pod Rot (*Moniliophthora* sp) pada Kakao di Sulawesi Tengah. (Dibimbing oleh Untung Surapati dan Ade Rosmana). Penelitian ini bertujuan mengetahui karakter morfologi *Moniliophthora* sp dan cendawan lainnyadari isolasi buah bergejala Frosty Pod Rot. Metode pelaksanaan terdiri atas; 1) Pengambilan sampel, 2) Sterilisasi permukaan dan inkubasi, 3) Isolasi dan dan reisoasi, 4) Identifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Frosty Pod Rot (*Moniliophthora roreri*) ditemukan mendominasi dari 135 isolat pengamatan yang diisolasi dari 3 Kabupaten pengambilan sampel yaitu; Toli-Toli (Pantai Barat) Donggala (Perbatasan Pantai Timur) serta Kabupaten Sigi (Daerah bagian Selatan), *Moniliophthora perniciosa* (Witches' broom) ditemukan ditiga Desa Kabupaten Sigi, dan 1 Desa di Kabupaten Toli-Toli.

Kata Kunci : Karakter Morfologi, Penyakit Frosty Pod Rot, *Moniliophthoras*p, kakao

ABSTRACT

*Morphological Characterization Frosty Pod Rot Disease (Moniliophthora Sp) Of Cocoa In Central Sulawesi. (Supervised by Untung Surapati and Ade Rosmana). This study aims to determine the morphological characters Moniliophthoras*p and other fungi isolated from symptomatic fruit Frosty Pod Rot. The method consists of implementation: 1) sampling, 2) Sterilization surface and incubation, 3) Isolation and andreisoasi, 4) Morphological identify. The results showed that Frosty Pod Rot (*Moniliophthoraroreri*) of 135 isolates were found to dominate the observation that isolated from three districts namely sampling; Toli-Toli (West Coast) Donggala (Borders East Coast) and Sigi (Southern Region), *Moniliophthoraperniciosa* (Witches' broom) found these three Sigi Village, and 1 village in Toli-Toli.

Keywords : Morphological characters, Frosty Pod Rot Disease, *Moniliophthoras*p, cocoa

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Fungisida Triazole	50
2. Komponen “Substituted aromatics”	51
3. Hasil Identifikasi Kabupaten Toli-Toli (nama Desa, dan jenis isolat)	66
4. Hasil Identifikasi Kabupaten Donggala(nama Desa, dan jenis isolat)	66
5. Hasil Identifikasi di Kabupaten Sigi (nama Desa, dan jenis isolat)	66
6. Karakter Morfologi Berdasarkan Ciri Koloni dalam Media MYEA	67
7. Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida dengan Perlakuan Bahan Aktif dan Dosis Rendah Sesuai Anjuran	69
8. Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida dengan Perlakuan Bahan Aktif dan Dosis Tinggi Sesuai Anjuran	69

Lampiran

1. a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-1 Setelah Inokulasi	82
b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-1 Setelah Inokulasi	82
2. a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-2 Setelah Inokulasi	83
b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-2 Setelah Inokulasi	83
3. a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-3 Setelah Inokulasi	83
b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-3 Setelah Inokulasi	84
4. a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora sp</i> pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-4 Setelah Inokulasi	84
b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan	

	<i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-4 Setelah Inokulasi	84
5.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-5 Setelah Inokulasi	85
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-5 Setelah Inokulasi	85
6.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-6 Setelah Inokulasi	85
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-6 Setelah Inokulasi	86
7.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-7 Setelah Inokulasi	86
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-7 Setelah Inokulasi	86
8.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-8 Setelah Inokulasi.....	87
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-8 Setelah Inokulasi	87
9.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-9 Setelah Inokulasi	87
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-9 Setelah Inokulasi	88
10.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-10 Setelah Inokulasi	88
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-10 Setelah Inokulasi	88
11.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-11 Setelah Inokulasi	89
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-11 Setelah Inokulasi	89
12.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-12	

	Setelah Inokulasi	89
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-12 Setelah Inokulasi	90
13.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-13 Setelah Inokulasi	90
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-13 Setelah Inokulasi	90
14.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-14 Setelah Inokulasi	91
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-14 Setelah Inokulasi	91
15.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-15 Setelah Inokulasi	91
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Rendah, Pengamatan Hari ke-15 Setelah Inokulasi	92
16.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-1 Setelah Inokulasi	92
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-1 Setelah Inokulasi	92
17.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-2 Setelah Inokulasi	93
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-2 Setelah Inokulasi	93
18.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-3 Setelah Inokulasi	93
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-3 Setelah Inokulasi	94
19.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-4 Setelah Inokulasi	94
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-4 Setelah Inokulasi	94

20. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-5 Setelah Inokulasi	95
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-5 Setelah Inokulasi	95
21. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-6 Setelah Inokulasi	95
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-6 Setelah Inokulasi	96
22. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-7 Setelah Inokulasi	96
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-7 Setelah Inokulasi	96
23. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-8 Setelah Inokulasi	97
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-8 Setelah Inokulasi	97
24. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-9 Setelah Inokulasi	97
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-9 Setelah Inokulasi	98
25. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-10 Setelah Inokulasi	98
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-10 Setelah Inokulasi	98
26. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-11 Setelah Inokulasi	99
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-11 Setelah Inokulasi	99
27. a	Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-12 Setelah Inokulasi	99
b	Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan	

	<i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-12 Setelah Inokulasi	100
28.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-13 Setelah Inokulasi	100
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-13 Setelah Inokulasi	100
29.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-14 Setelah Inokulasi	101
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-14 Setelah Inokulasi	101
30.	a Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-15 Setelah Inokulasi	101
	b Analisis Sidik Ragan Diameter Pertumbuhan Cendawan <i>Moniliophthora</i> sp pada Uji Fungisida Dosis Tinggi, Pengamatan Hari ke-15 Setelah Inokulasi	102

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1	Diagram luas areal dan produksi kakao Indonesia 1967-2011 18
2	Buah kakao muda yang mengalami pembengkakan, buah masak tidak sempurna dan buah kakao yang diselimuti miselium <i>M.roreri</i> 21
3.	Biakan <i>Moniliophthora roreri</i> dalam PDA dan inang lainnya 25
4.	Bentuk morfologi <i>Moniliophthora roreri</i> (Makro dan mikrospora, klamidospora dan hifa)..... 26
5.	A) Kakao yang terserang nampak matang tidak sempurna, B) Buah kakao yang terinfeksi cendawan <i>Moniliophthora roreri</i> 28
6.	Basidiokarpus <i>C. Perniciosus</i> . A: pada ranting mati, B: pada buah yang menyerupai cherimoya 32
7.	Bentuk morfologi <i>Moniliophthora perniciososa</i> 33
8.	A). Gejala Serangan pada bunga dan buah, B) Gejala pada tunas dan buah mengering dicabang 35
9.	Gejala hipertrofi pada kecambah. A & B kecambah sakit, C: kecambah sehat 36
10.	Kiri; kecambah dengan hipokotil yang bengkak. Kanan: kecambah yang mati dengan hipokotil yang bengkak 36
11.	A. Pembengkakan pada petiol dan pulvinus, B. Nekrosis pada petiol dan ranting 38
12.	Pembengkakan pada petiol dan ranting 39
13.	Pembengkakan tunas samping., kiri : A, tunas yang sudah mati; B, tunas yang masih tumbuh, Kanan : AX, sapu tunas samping yang berasosiasi dengan petiol yang bengkak (SS) 40
14.	Pembengkakan tunas apikal (terminal broom) 40
15.	Gejala sapu pada bunga. SN: Single flower broom dan SP: Simple flower broom 41
16.	Infeksi pada pembungaan, tampak bunga dengan gejala sapu dan buah kecil yang bentuknya seperti cherimoya 41
17.	Gejala sapu majemuk pada bunga 42
18.	Gejala sapu vegetatif pada pembungaan 43
19.	Gejala sapu vegetatif pada pembungaan 43
20.	Gejala penyakit sapu penyihir pada buah, Kiri : buah muda dengan daerah yang menderita hipertrofi. Kanan: Necrosis pada buah dan hipertrofi lokal (LH) 46
21.	Gejala penyakit sapu penyihir pada buah. Kiri : lesio

nekrotik eksternal. Kanan: buah matang secara prematur dan nekrosis pada lesio	46
22. Irisan membujur buah kakao yang terkena sapu penyihir. Kiri; musilliase cair dan bagian dalam yang kental seperti agar. Kanan : nekrosis internal dan kotiledon yang terbentuk sebagian	47
23. Bagan Kerangka Pikir Karakter Morfologi <i>Moniliophthora</i> sp dan Uji Efikasi Fungisida Golongan Triazol secara In Vitro ...	57
24. Morfologi <i>Moniliophthora roreri</i> : (a) makrospora (b) mikrospora (c) klamidospora dan (d) hifa	64
25. Morfologi <i>Moniliophthora Crinipellis perniciososa</i> : a) biotrophic b) necrotrophic dan c) spora	65
26. Koloni <i>Moniliophthora</i> sp dalam tiga jenis medium pertumbuhan (a.MYEA, b.PDA, dan c. PDB)	65
27. Pesentase keberadaan <i>Moniliophthora</i> sp secara morfologi ..	66
28. Kultur cendawan untuk uji Efikasi Fungisida	68
29. Penghambatan pertumbuhan cendawan <i>Moniliophthora</i> sp. Selama 15 hari pengamatan, perlakuan fungisida golongan triazol dengan bahan aktif dan dosis minimum sesuai anjuran	70
30. Penghambatan pertumbuhan cendawan <i>Moniliophthora</i> sp. Selama 15 hari pengamatan, perlakuan fungisida golongan triazol dengan bahan aktif dan dosis maksimum sesuai anjuran	71

Lampiran

1. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Tampiala, Kabupaten Toli-toli	103
2. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Kampung Biru, Kabupaten Toli-toli	103
3. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Lembah Harapan, Kabupaten Toli-toli	104
4. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Bobo, Kabupaten Sigi	104
5. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Kapiroe, Kabupaten Sigi	105
6. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Bunga, Kabupaten Sigi	105
7. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Sibayu, Kabupaten Donggala	106
8. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Malino, Kabupaten Donggala	106
9. Gejala Penyakit Forsty Pod Rot dari Desa Kampung Baru, Kabupaten Donggala	107

10. Proses Inkubasi Pada Semua Gejala Yang Diperoleh Dari 3 Kabupaten	107
--	-----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* Linnaeus) merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang memegang peranan cukup penting dalam perekonomian Indonesia yakni; sebagai penghasil devisa negara, penyedia lapangan kerja, dan mendorong pengembangan agribisnis dan agroindustri. kakao dianggap sebagai salah satu komoditas unggulan subsektor perkebunan yang dicanangkan untuk dikembangkan secara besar – besaran di Indonesia, karena ekspor kakao Indonesia mampu membantu meningkatkan devisa negara. Indonesia yang juga dikenal sebagai negara penghasil kakao terbesar ketiga di dunia turut berperan aktif dalam ekspor komoditas kakao dunia karena Indonesia menyumbang sebesar 15 persen kakao untuk dunia (Direktorat Jendral Perkebunan, 2011).

Perkembangan kakao di Indonesia terutama dilakukan dalam bentuk perluasan areal pertanaman kakao. Pada tahun 2011 luas areal tanaman kakao telah mencapai [1,745,789](#) ha dengan produksi biji kering [903,092](#) ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2011). Berdasarkan data luas areal dan produksi tersebut, Provinsi Sulawesi Tengah berkontribusi luas lahan sebesar 224. 513 ha (status Luas Areal Perkebunan Rakyat sebesar 224.113 ha, dan Perkebunan Swasta sebesar 400 ha) dan

produksi biji kering sebesar 144.049 ton (Statistik Perkebunan Indonesia, 2012). Selama periode tahun 1989 – 2012 menunjukkan adanya peningkatan luas areal dan jumlah produksi rata-rata 64.912 Ha dan 36.026 ton per tahun (Direktoral Jendral Perkebunan, 2011).

Di Indonesia perkembangan budidaya kakao mengalami hal – hal yang kurang menguntungkan seperti rendahnya kualitas biji kakao, biji tidak memiliki syarat higienis dan terkontaminasi OPT. Hal tersebut menyebabkan biji kakao tidak berkualitas untuk menjadi produk olahan yang kompetitif, Data Asosiasi Kakao Indonesia (Askindo) menyebutkan Ekspor biji kakao ke Amerika Serikat terus menurun selama 3 tahun terakhir, karena kebijakan *automatic detention* di AS, sehingga tidak lagi menarik bagi eksportir. *Automatic detention* merupakan diskon harga yang dikenakan AS untuk biji kakao bermutu rendah yang besarnya antara US\$90 - US\$150 per metrik ton. Ekspor biji kakao pada 2009 mencapai 120.304,02 metrik ton, lalu anjlok menjadi 89.304,47 metrik ton pada 2010 dan terus menurun drastis menjadi 9.765,94 metrik ton pada 2012 (Askindo, 2012)

Kakao merupakan komoditas yang cukup sensitif terhadap cuaca. Kondisi hujan sepanjang tahun dan minimnya perawatan menjadikan tanaman kakao mudah terserang penyakit dan hama. Salah satu faktor utama yang menjadi kendala dalam usahatani kakao adalah serangan OPT. Penyakit yang diakibatkan oleh jamur adalah penyakit busuk buah oleh *Phytophthora palmivora* L, *Moniliophthora roreri* Cif. dan *Colletotricum*

sp., penyakit kanker batang oleh *Phytophthora palmivora*, penyakit antraknose-Colletotrichum oleh *Colletotricchum gloeosporioides* (Penz. Sacc), penyakit vaskuler Streak Dieback (VSD) oleh *Oncobasidium theobromare* (Talbot & Keane), penyakit jamur upas oleh *Corticium salmonicolor* (B. Et Br) dan penyakit jamur akar oleh *Phellinus lamaoensis*. Murr. (Manthi, 2007).

Penyakit busuk buah merupakan penyakit yang sangat merugikan karena secara langsung menyerang buah, sehingga dapat menurunkan produktivitas dan sekaligus menurunkan kualitas biji yang dihasilkan. Penyakit ini bersifat kosmopolit atau terdapat hampir di seluruh areal perkebunan tanaman kakao, kerugian yang terjadi akan lebih besar kalau kondisi lingkungannya cocok (konduusif) serta penanganan yang dilakukan tidak efektif. Penelitian yang dilakukan Manthi (2007) di Korong Toboh Marunggai, Nagari Sikucua, Kecamatan V Koto Kampung Dalam, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Menunjukkan bahwa busuk buah disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* Butler (Pythiaceae) dan *Moniliophthora* sp (Moniliaceae) pada tanaman yang ternaungi dengan intensitas serangan 12,5%, sedangkan pada tanaman yang tidak ternaungi hanya disebabkan oleh *Moniliphthora* sp., dengan intensitas serangan 9,6%.

Phillips–Mora dan Wilkinson (2007) menyatakan dampak dari penyakit Frosty Pod Rot yang sangat merugikan telah didokumentasikan dengan baik di berbagai negara, termasuk Kolombia pada tahun 1817,

Ekuador pada tahun 1918, Kosta Rika pada tahun 1978, dan Meksiko pada tahun 2005. Kerugian saat ini sangat bervariasi, mulai dari 10 sampai 100%, dan tergantung pada faktor-faktor seperti lamanya keberadaan penyakit dalam suatu daerah, umur tanaman, dan manajemen pengendalian penyakit, kehadiran perkebunan tetangga yang terserang dan kondisi cuaca. Kebanyakan laporan menyebutkan kerugian pod rata-rata lebih dari 30%, namun kerugian bisa melebihi 90% di bawah kondisi yang menguntungkan. Wabah penyakit yang parah telah menyebabkan ditinggalkannya secara total budidaya kakao di daerah yang luas seperti yang terjadi di negara-negara yang paling merasakan dampak penyakit ini. Misalnya, di Perú 16.500 ha kakao (lebih dari 50% dari kawasan budidaya), dan di Kosta Rika sekitar 7.000 ha ditinggalkan. Di beberapa daerah di Kolombia, seperti San Vicente del Caguán (Departemen Caquetá), dan di kota yang berbeda dari Departemen Chocó, penyakit ini telah menyebabkan kerugian pada buah dan biji lebih dari 80%, yang mengarah ke ditutupnya banyak perkebunan.

Dalam konteks global, kerugian tahunan dari Frosty Pod Rot kecil, namun potensi bahaya yang disajikan oleh penyakit sangat besar. Peringkat *M. roleri* jika dibandingkan dengan patogen utama penyebab penyakit busuk buah kakao dalam hal dampak ekonomi selama terjadi epidemic, Frosty Pod Rot telah dilaporkan dua kali lebih destruktif dari black pod (*Phytophthora* spp.), dan lebih berbahaya dan sulit dikendalikan dari witches broom (*M. pernicioso*). Di Kolombia, di mana Frosty Pod Rot

dan witches broom didistribusikan secara luas, Aranzazu mencatat bahwa FPR terus menjadi penyakit yang paling membatasi produksi kakao. Ketika penyakit muncul di Peru pada tahun 1987, dengan cepat menjadi penyakit yang paling penting, menggusur posisi penyakit witches broom. Dampak dari FPR dari Panama ke Meksiko telah menjadi sangat penting, dan menjadi faktor utama penurunan produksi kakao di negara-negara yang terkena dampak, dengan laporan kerugian pod lebih tinggi dari 80% (Phillips M. & Wilkinson, 2007).

Beberapa langkah pengendalian yang dinilai sangat efektif dalam skala percobaan teknik budidaya yakni; 1) pemusnahan buah sakit secara berkala, 2) pemangkasan pohon kakao yang rindang, 3) pemeliharaan sistem drainase, sistem ini sedang diadopsi oleh petani kakao konvensional. Para petani kini dirangsang oleh harga kakao yang tinggi, adanya dukungan teknis atau ekonomis yang diterima dari organisasi lokal maupun asing.

Namun, penting untuk dicatat bahwa pengendalian Frosty Pod Rot sulit dilakukan dan kurang menguntungkan. Bahkan, frekuensi dan biaya praktek pengendalian (khususnya, pemusnahan buah sakit setiap minggunya), telah menjadi hambatan modal terutama ketika harga kakao rendah. Distribusi genotipe yang tahan ditingkatkan sebagai bagian yang terintegrasi pada pendekatan untuk mengendalikan penyakit ini, teknik ini merupakan strategi ramah lingkungan jangka panjang untuk petani kecil.

Selain genotif tahan, salah satu alternatif pengendalian yang dilakukan adalah dengan kontrol kimia menggunakan fungisida (De La Crus, 2011).

FRAC (2012), menyatakan bahwa fungisida yang dapat dipakai untuk menekan penyakit busuk buah *moniliophthora* adalah yang berbahan aktif copper hydroxide dan dari golongan triazole. Fungisida triazol merupakan fungisida sistemik dengan cara kerja menghambat biosintesis sterol (demethylase in sterol biosynthesis inhibitor site-1).

Fungisida DMIs (Demethylase Inhibitors) atau Sterol Biosynthesis Inhibiting (SBIs) meliputi golongan triazoles dan imidazoles. Fungisida Sterol Biosynthesis Inhibitor bekerja dengan menghambat biosintesis ergosterol yang merupakan komponen utama dari membran plasma cendawan tertentu dan dibutuhkan untuk pertumbuhan (Lehmann-Danzinger, 1993) Di lapangan, tingkat resistensi cendawan pada beberapa fungisida jenis ini kemungkinan sangat bervariasi, saran untuk aplikasi selalu di campur dengan fungisida chlorothalonil untuk membantu mengurangi kemungkinan terjadinya resistensi di lapangan (Wyenandt, 2008).

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui karakter morfologi cendawan *Moniliophthora* sp serta efektivitas penghambatan fungisida golongan triazole yang sering digunakan petani mengendalikan penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*) sehingga dinilai salah sasaran.

B. Rumusan Masalah

- a) Bagaimana karakteristik penyakit Frosty Pod Rot (*Moniliophthora sp*) di Provinsi Sulawesi Tengah.
- b) Bahan aktif dari golongan triazol mana yang efektif menghambat pertumbuhan *Moniliophthora sp* dalam medium in vitro.

C. Tujuan dan Kegunaan

1. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah ;

- a) Mengetahui karakter morfologi *Moniliophthora sp* dan cendawan lainnya pada gejala penyakit Frosty Pod Rot pada kakao di Provinsi Sulawesi Tengah.
- b) Mengetahui efektivitas fungisida golongan triazol dalam menghambat cendawan *Moniliophthora sp* secara *in-vitro*.

2. Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah;

- a) Sebagai bahan informasi untuk penanganan lebih lanjut bahwa penyakit *Frosty Pod Rot* disebabkan oleh *Moniliophthora roreri*.
- b) Sebagai informasi tambahan untuk pengendalian penyakit ini dengan aplikasi fungisida dari golongan Triazol.

BAB. II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

1. Sistematika dan Daerah Sebaran

Menurut Susanto (2008) taksonomi tanaman kakao (*Theobroma cacao* Linneius) adalah sebagai berikut ;

- Kingdom : Plantae
- Divisi : Spermatophyta
- Kelas : Dicotyledon
- Ordo : Malvales
- Famili : Sterculiaceae
- Genus : Theobroma
- Spesies : *Theobroma cacao* Linneus.

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* Linneius) berasal dari hutan-hutan di daerah Amerika Selatan, yang kemudian tanaman ini diusahakan penanamannya oleh orang-orang Indian Aztec. Daerah utama pertanaman kakao adalah hutan hujan tropis di Amerika Tengah, tepatnya pada wilayah 18⁰ LU sampai 15⁰ LS. Daerah-daerah dari Selatan sampai ke Bolivia dan Brazilia adalah tempat tanaman kakao tumbuh sebagai tanaman liar (Suesanto, 2008).

Tanaman kakao termasuk tanaman tropis, dikenal masyarakat Indonesia pertama kali pada tahun 1780 sebagai tanaman pekarangan dan

merupakan tanaman tahunan. Kakao diperkenalkan ke Indonesia dari Filipina dan Sabah (Malaysia) pada abad XVI. Tanaman kakao pertama kali dibudidayakan di Minahasa lalu menyebar ke pulau Jawa. Sejarah telah mencatat bahwa Sulawesi merupakan daerah awal budidaya kakao di Indonesia. Penanaman kakao baru di kenal di Sulawesi Selatan pada awal 1980-an, ditanam oleh kebanyakan dari mereka yang pernah bekerja diperkebunan kakao di Kalimantan Utara (Gusli, 2008).

Pembudidayaan tanaman kakao di Indonesia mencapai kejayaannya pada awal abad ke 19, dan setelah pertengahan abad ke 19 produksinya secara bertahap mengalami penurunan akibat serangan hama penggerek buah kakao dan kepik penghisap buah kakao. Kemudian pada akhir tahun 1970-an tanaman kakao mulai di budidayakan kembali di beberapa daerah lainnya di Sulawesi. Tanaman ini di kembangkan oleh petani pada lahan-lahan yang telah ditanami kelapa, durian, segon, langsung dan tanaman hutan lainnya, dengan demikian tanaman kakao berkembang pada daerah yang tertutup dan ditambah dengan naungan kanopi menyebabkan mudahnya berkembang organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti *Phytophthora*, *monilophthora* dan *Oncobasidium theobromae* (Gusli, 2008).

2. Syarat tumbuh

Kakao tergolong tanaman C3 yang mampu berfotosintesis pada suhu daun rendah. Fotosintesis maksimum diperoleh pada saat penerimaan cahaya pada tajuk sebesar 20 persen dari pencahayaan

penuh. Kejenuhan cahaya didalam fotosintesis setiap daun yang telah membuka sempurna berada pada kisaran 3-30 persen cahaya matahari atau pada 15 persen cahaya matahari penuh. Ditinjau dari wilayah penanamannya kakao ditanam pada daerah-daerah yang berada pada 10° LU sampai dengan 10° LS. Walaupun demikian penyebaran pertanaman kakao secara umum berada diantara 7° LU sampai 18° LS. Hal ini erat kaitannya dengan distribusi curah hujan dan jumlah penyinaran matahari sepanjang tahun. Kakao juga masih toleran pada daerah 20° LU sampai 20° LS. Dengan demikian Indonesia yang berada pada 5° LU sampai dengan 10° LS masih sesuai untuk pertanaman kakao.

Areal penanaman kakao yang ideal adalah daerah-daerah dengan curah hujan 1.100-3.000 mm per tahun. Curah hujan yang melebihi 4.500 mm per tahun tampaknya berkaitan erat dengan serangan penyakit busuk buah. Daerah yang curah hujannya lebih rendah dari 1.200 mm per tahun masih dapat ditanami kakao, tetapi dibutuhkan air irigasi. Hal ini disebabkan air yang hilang karena transpirasi akan lebih besar dari pada air yang diterima tanaman dari curah hujan, sehingga tanaman harus dipasok dengan air irigasi. Di tinjau dari tipe iklimnya, kakao sangat ideal ditanam pada daerah-daerah yang tipenya iklim Am (menurut Koppen) atau B (menurut Schmidt dan Fergusson). Di daerah-daerah yang tipe iklimnya C menurut (Schmidt dan Fergusson) kurang baik untuk penanaman kakao karena bulan keringnya yang panjang (Hartoyo, 2012).

3. Perkembangan Kakao di Indonesia

Kakao (*Theobroma cacao* Linnaeus; Sterculiaceae) merupakan tanaman eksotik yang pertama kali dimasukkan ke Sulawesi Utara oleh bangsa Spanyol berupa biji kakao jenis “Criollo Venezuela” pada tahun 1560 (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2000). Menurut Graafland dalam van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002) kakao dibawa ke Minahasa melalui Filipina dari Amerika Tengah, dan diduga berasal dari Meksiko.

Di Minahasa pada awalnya kakao ditanam penduduk hanya di sekitar pekarangan, setelah itu kakao mulai dibudidayakan dalam skala kecil pada tahun 1780 (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002). Selanjutnya kakao disebarkan ke daerah Ternate dan mulai marak ditanam oleh petani pada tahun 1829, kemudian kakao disebarkan ke daerah Ambon Tahun 1859; serta ke pulau Jawa (Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat) pada tahun 1880; dan Sumatera Barat di daerah Payakumbuh pada tahun 1990 (Atmawinata, 1993; Rahardjo, 1999; Wardoyo, 1980; Wiryadiputra, 1996; *dalam* Anshary, 2002). Pada tahun 1938, khususnya di Jawa terdapat 29 perkebunan kakao dengan distribusi 13 perkebunan di Jawa Tengah, 7 perkebunan di Jawa Barat, dan 9 perkebunan di Jawa Timur (Siregar, Riyadi, dan Nuraeni, 1994 ; *dalam* Anshary, 2002).

Merunut asal mula tanaman kakao hingga saat ini, berarti kakao di Indonesia telah di kembangkan sejak dua abad yang lalu dan penanaman secara komersial di mulaisejak tahun 1800-an (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002). Berdasarkan situasi pengembangan kakao di Indonesia,

prospek nilai ekonominya, dan kebijakan pemerintah, maka perkembangan kakao di Indonesia terdiri atas periode (Laporan Askindo dalam Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002) sebagai berikut;

a. Sebelum Tahun 1965 (Masa Pengenalan/Penjajakan)

Setelah kakao dilaporkan pertama kali dimasukkan ke Sulawesi Utara, pada tahun 1820 kakao mulai ditanam di kebun – kebun rakyat dan diperluas sampai di daerah Likupang dan Belang (Manado) sebagai akibat meningkatnya permintaan dari Filipina (Graffland, 1898; *dalam* van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002). Pada tahun 1853 budidaya kakao di Sulawesi Utara kurang menguntungkan karena produksinya sangat rendah dan luas pertanaman kakao hanya 1600 ha, kemudian berkurang menjadi 350 ha dalam tahun 1860 dengan produksi 500 – 1000 pikul (1 pikul = 61,76 kg) yang berarti produksinya 176,4 kg / ha (van Hall, *dalam* Anshary, 2002).

Di ternate dan Ambon, pada tahun 1853 populasi tanamaan kakao 13. 148 pohon, tetapi dalam tahun 1859 jumlahnya berkurang menjadi 1. 120 pohon karena serangan hama PBK dan penyakit busuk buah (Anonim, 1981; *dalam* Anshary, 2002). Pada awal tahun 1860 di sebelah barat Amboina beberapa kebun ditanami kakao dengan populasi tanaman 10.000 – 12.000 pohon, namun dalam tahun 1870 produksi mulai berkurang karena adanya serangan hama PBK dan penyakit busuk buah (Visser, 1859 *dalam* van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002). Produksi kakao dari Ambon diekspor ke Manila pada tahun 1870 sebanyak 11,6 ton

dengan nilai f 23.000 gulden, setelah itu ekspor berkurang dan akhirnya kakao tidak pernah lagi ada laporan dalam statistik ekspor dari Ambon (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002).

Setelah budidaya kakao di sulawesi Utara, Ambon dan ternate mengalami kemunduran maka mulailah rakyat di Jawa tertarik untuk menanam kakao (Wardojo, 1980; *dalam* Anshary, 2002). Pada tahun 1880 di Jawa Tengah sudah dimulai usaha perkebunan kakao, dan kakao ditanam diantara perkebunan kopi, usaha ini berkembang terus setelah kopi Arabika di Jawa mengalami kemunduran (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002). Di Jawa tengah terdapat perkebunan swasta antara lain Medono, Getas dan Jatirunggo yang menyediakan biji kakao Criollo untuk ditanam (Raharjo, 1999; *dalam* Anshary, 2002). Buah pertama yang dihasilkan oleh pohon tersebut ternyata sangat mengecewakan petani karena buahnya kecil, kulitnya licin, bijinya pipih dan berwarna ungu gelap. Tim dari Balai Penelitian Kakao di Salatiga melakukan penelitian dan menyimpulkan bahwa yang ditanam bukanlah jenis Criollo yang berkembang di Jawa (Criollo-Jawa) tetapi jenis Forastero (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002).

Upaya mencari tanaman induk terus dilakukan antara lain dengan pengujian persilangan antara jenis Criollo-Jawa dan Forastero menghasilkan Hibrida Djatirunggo (Rahardjo, 1999). Hibrida ini menguntungkan bagi Budidaya kakao di Pulau Jawa karena bijinya berkualitas baik, pertumbuhannya baik dan tahan terhadap cendawan

busuk buah. Kebun-kebun “Criollo” pada saat itu (1890) mengalami kemunduran karena adanya serangan PBK dan Helopeltis yang menyebabkan kerusakan (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002). Sejak itu (1890) di Jawa Tengah dan Jawa Timur hampir tidak terlihat lagi tanaman kakao di pekarangan penduduk karena dibeli oleh pemilik perkebunan yang berbatasan dengan perkebunan kakao untuk mengurangi serangan PBK dan Helopeltis (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002).

Pada tahun 1931 – 1939 luas areal perkebunan kakao di Pulau Jawa meningkat rata – rata 3,2 % per tahun, dan dalam tahun 1939 total luas perkebunan tanaman kakao 6.680 ha (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002). Di Jawa Tengah perkebunan kakao terdapat di daerah Semarang dan Pekalongan. Di Jawa Timur, kebanyakan perkebunan terletak di daerah Malang, Kediri dan Besuki; sedangkan di Jawa Barat daerah perkebunan kakao terdapat di daerah Priyangan (Siregar et. Al., 1994; *dalam* Anshary, 2002)

Sesudah tahun 1900-an tidak ada lagi perluasan perkebunan kakao di Jawa karena berbagai pertimbangan antara lain volume ekspor tidak mengalami peningkatan, memerlukan banyak tenaga kerja, gangguan hama PBK dan Helopeltis (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002). Hal inilah yang menyebabkan budidaya kakao tidak begitu menarik bagi petani dibandingkan budidaya tanaman lain seperti karet, dan kopi robusta. Pada masa ini perkebunan baru pada umumnya menanam kopi robusta dan

karet di lereng gunung di Jawa Tengah dan Jawa Timur (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002).

Pada masa penjajahan Jepang (tahun 1942 – 1945), usaha perkebunan kakao makin tertekan karena penjualan hasil diblokade, dana untuk sarana produksi dirampingkan, dan upah kerja ditekan seminimal mungkin, serta banyak kebun kakao yang ditelantarkan (van Hall, 1949; *dalam* Anshary, 2002). Selanjutnya dikemukakan bahwa Meskipun ada lembaga pemerintahan Jepang yang menangani perkakaoan yaitu “Cacao Kanrika” dari “Saibai Kogyo kanrikoodan” membiayai perkebunan kakao, namun dana tersebut dirasakan sangat kecil dan tidak cukup untuk membiayai perawatan tanaman dan pengendalian hama.

b. Periode Tahun 1965 – 1989 (Periode Awal Perkembangan)

Periode ini merupakan periode awal perkembangan karena peralihan dari masa penjajahan ke masa kemerdekaan, dan orde lama ke orde baru. Tidak dapat disangkal bahwa perkembangan kakao di Indonesia dipengaruhi oleh berbagai kebijakan pemerintah terutama di sektor pertanian (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002)

Pada masa pemerintahan Orde Baru, usaha perbaikan ekonomi masyarakat pada akhirnya juga mempengaruhi kondisi perkebunan kakao Indonesia. Jumlah penanaman baru kakao di daerah Sumatera Utara, Kalimantan Timur, Irian Jaya dengan jenis kakao Lindak (hibrida)

meningkat pada tahun periode waktu 1987–1989 yakni terjadi peningkatan luas areal dari 29.995 ha (1989) menjadi 38.391 ha (1987) dan 53.137 ha (1989) (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002). Siregar *et. al.* (1994) melaporkan bahwa perkembangan yang pesat pertanaman kakao di Indonesia menyebabkan peningkatan terhadap produksi. Bila pada tahun 1970 – 1977 produksi kakao Indonesia hanya 2000 – 3000 ton, maka pada tahun 1980 produksi meningkat menjadi 7.000 ton, dan tahun 1986 menjadi 34.327 ton.

Kebijakan mengenai keterbukaan dibidang ekonomi memungkinkan kembalinya sejumlah kelompok perkebunan multinasional dan mengalirnya bantuan keuangan dari badan – badan keuangan dunia seperti Bank Dunia, Bank Pembangunan Asia, termasuk bantuan jenis Manajemen dan Budidaya Perkebunan (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002). Salah satu bantuan Bank Pembangunan Asia untuk PT.Perkebunan XXIII yaitu Proyek Inti Rakyat (PIR) kakao di Sulawesi Tenggara, pada awal tahun 1990 berhasil membuka lahan baru perkebunan kakao sekitar 15.000 ha (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002).

c. Setelah Tahun 1989 (Periode Pertumbuhan dan Tantangan)

Berbagai kebijakan pemerintah Republik Indonesia yang dicanankan dalam akhir tahun 1989 dan awal tahun 1990 telah memberi pengaruh kuat bagi pengembangan kakao rakyat di Indonesia. Misalnya kebijaksanaan percepatan pengembangan pembangunan di Wilayah

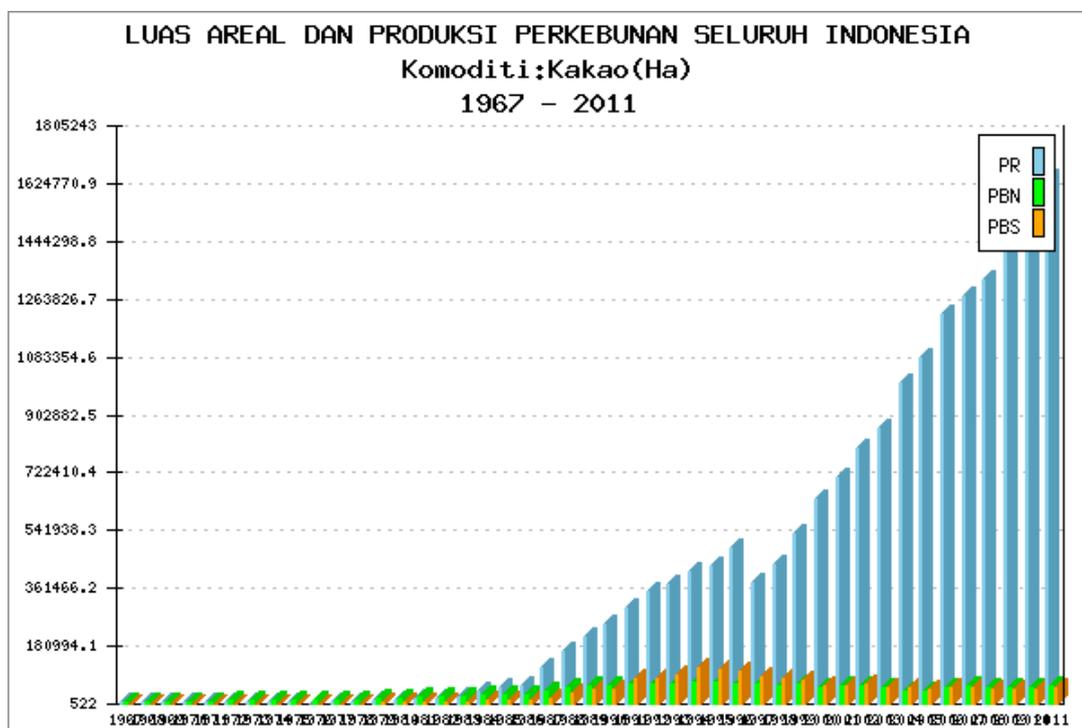
Indonesia bagian Timur, telah memacu pengembangan kakao di Wilayah itu (Anonim, 2000b; *dalam* Anshary, 2002)

Untuk areal perkebunan rakyat, Departemen pertanian telah membuat suatu program pola pengembangan kakao rakyat dengan nama Pengembangan Perkebunan Wilayah Khusus (P2WK) (Anonim, 2000b; *dalam* Anshary, 2002). Tujuan utama dari program ini ialah pengentasan kemiskinan melalui pengembangan kakao rakyat dan pemanfaatan lahan marginal di daerah miskin dan terisolir. P2WK mencakup daerah Sulawesi, Kalimantan, Maluku, Nusa Tenggara, dan Irian Jaya. Melalui program P2WK telah berhasil dilakukan penanaman kakao pada areal seluas 62.700 ha dalam periode tahun 1993–1994 (Anonim, 1994; *dalam* Anshary, 2002)

Jumlah produksi kakao per hektar untuk perkebunan besar milik PT. Perkebunan dan Sektor Swasta makin bertambah baik karena peningkatan jumlah tanaman dewasa, maupun tanaman yang baru berbuah. Sebaliknya jumlah produksi kakao rakyat akan bervariasi di masing – masing daerah tergantung kesuburan tanah, teknik budidaya, kemajuan prasarana dan sikap petani (Anonim, 1994; Siregar et. al., 1994; *dalam* Anshary, 2002). Pada tahun 1998 luas areal perkebunan kakao di Indonesia 577.855 ha dengan produksi dalam bentuk biji kering 273.881 ton. Selain itu perkembangan budidaya kakao Indonesia selama 10 tahun terakhir ini terlihat cukup baik, namun masih harus diupayakan

peningkatan produktivitas dan upaya pengendalian PBK (Anonim, 2000b; dalam Anshary, 2002).

Perkembangan kakao di Indonesia terutama dilakukan dalam bentuk perluasan areal pertanaman kakao. Pada tahun 2011 luas areal tanaman kakao telah mencapai 1,745,789 ha dengan produksi biji kering 903,092 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2011). Berdasarkan data luas areal dan produksi tersebut, Provinsi Sulawesi Tengah berkontribusi luas lahan sebesar 224. 513 ha dan produksi biji kering sebesar 144.049 ton (Statistik Perkebunan Indonesia 2012). Selama periode tahun 1967 – 2011 menunjukkan adanya peningkatan luas areal dan jumlah produksi rata-rata 64.912 Ha dan 36.026 ton per tahun sebagaimana yang tertera dalam diagram berikut (Direktoral Jendral Perkebunan, 2011).



Gambar 1. Diagram luas areal dan produksi kakao Indonesia 1967-2011.

B. Penyakit Frosty Pod Rot dan Witches' broom (*Moniliophthora sp*)

Genus *Moniliophthora* memiliki 2 spesies cendawan yang sama - sama menyerang tanaman kakao, yaitu; *Moniliophthora roreri* dan *Maramius perniciosus* atau *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer (Phillips-Mora dan Wilkinson, 2007).

1. Klasifikasi cendawan *Moniliophthora sp*

Klasifikasi patogen penyebab penyakit Frosty Pod Rot menurut Aime & Phillips-Mora, (2005) ;

- Kingdom : Fungi
- Phylum : Basidiomycota
- Class : [Basidiomycetes](#)
- Subclass : [Agaricomycetidae](#)
- Ordo : Agaricales
- Family : Marasmiaceae
- Genus : *Moniliophthora*
- Spesies : *Moniliophthora roreri* (Cif.)

Klasifikasi pathogen penyebab penyakit Witches' broom menurut Aime & Phillips-Mora, (2005) ;

- Kingdom : Fungi
- Phylum : Basidiomycota
- Class : [Basidiomycetes](#)
- Subclass : [Agaricomycetidae](#)

- Ordo : Agaricales
- Family : Marasmiaceae
- Genus : Moniliophthora
- Spesies : *Moniliophthora perniciosa* (Stahel)

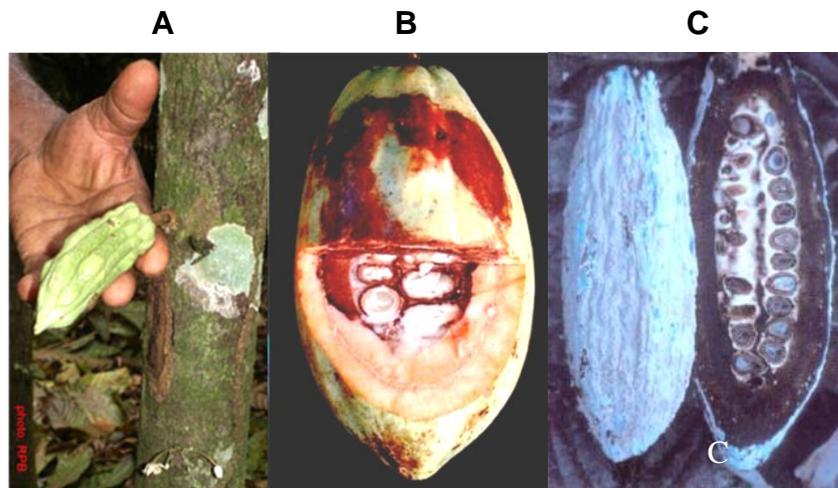
Synonyms ;

- *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer, (1943)
- *Crinipellis perniciosa* var. *perniciosa* (Stahel) Singer, (1943)
- *Marasmius perniciosus* Stahel, (1915)

2. Frosty Pod Rot (*Moniliophthora roreri*)

a. Penyebaran Penyakit Frosty Pod Rot (*Moniliophthora roreri*)

Penyebaran *Moniliophthora roreri* telah didokumentasikan secara baik sejak awal abad ke-20, ketika cendawan ini menyebabkan wabah di Ekuador, yang merupakan produsen utama kakao dunia pada saat itu. Wabah ini secara luas dianggap sebagai peristiwa pertama dari serangan FPR pada kakao, karenanya Ekuador dianggap sebagai tempat asal dari penyakit ini. Sebaliknya, Phillips-Mora menunjukkan bahwa Frosty Pod Rot mungkin pertama kali muncul di Kolombia, khususnya di Norte de Sandander tahun 1817 dan di wilayah pusat Antioquia pada tahun 1851. Bukti molekuler, menunjukkan bahwa keragaman genetik terbesar *Moniliophthora roreri* ditemukan di wilayah Timur Laut-Tengah Kolombia. Studi ini juga memberikan bukti bahwa Kolombia merupakan pusat penyebaran awal FPR, bukannya Ekuador (Phillips M. & Wilkinson, 2007)



Gambar 2. A) Buah kakao muda mengalami pembengkakan; B) Buah kakao yang terserang nampak matang tidak sempurna; C) Buah yang diselimuti miselium cendawan (H. C. Evans, Holmes dan Reid, 2003).

Munculnya penyakit Frosty Pod Rot di Panama pada tahun 1956 yang menandai ekspansi yang signifikan dari patogen dan sejak itu menyebar ke seluruh Mesoamerika. Bahkan, selama 50 tahun terakhir, *M. rozeri* menyebar ke lebih dari 2.500 km ke tujuh negara, termasuk daerah penghasil utama kakao di wilayah Kosta Rika pada tahun 1978, Nikaragua pada tahun 1980, Honduras pada tahun 1997, Guatemala pada tahun 2002 (J. Sanchez, FHIA, Honduras), Belize pada tahun 2004, dan Meksiko pada tahun 2005. Laporan terakhir, *M. rozeri* telah mencapai batas paling utara pada daerah budidaya kakao di benua Amerika.

Saat ini, penyakit Frosty Pod Rot ditemukan di semua daerah penghasil utama kakao di Kolombia dan Ekuador. Di Venezuela, pertama kali dilaporkan di daerah sungai Catatumbo, Negara Bagian Zulia tahun 1941. Saat ini, jamur dibatasi oleh wilayah Barat Venezuela, yang secara geografis terpisah dari daerah penghasil utama kakao yang terletak di

daerah Timur dan Barlovento. McLaughlin mencatat adanya FPR di wilayah Peru Cajamarca, Huánuco dan Cuzco pada tahun 1950. Namun, laporan itu kontroversial hingga Hernández melaporkan munculnya cendawan di wilayah Amazonas tahun 1988. Laporan ini kemudian dianggap oleh Evans sebagai catatan pertama penyakit ini ditemukan di Peru. Di Peru, *M. royeri* telah menyebar ke sekitar 1.100 km selama 10 tahun terakhir, dari utara wilayah Cuzco Amazonas ke wilayah selatan. Pada tahun 1999, hampir semua penanaman kakao di Peru terserang.

b. Kerugian yang disebabkan oleh Frosty Pod Rot.

Phillips–Mora dan Wilkinson (2007) menyatakan dampak dari penyakit FPR yang sangat merugikan pada kakao dan telah didokumentasikan dengan baik di berbagai negara, termasuk Kolombia pada tahun 1817, Ekuador pada tahun 1918, Kosta Rika pada tahun 1978, dan Meksiko pada tahun 2005. Kerugian saat ini sangat bervariasi, mulai dari 10 sampai 100%, dan tergantung pada faktor-faktor seperti lamanya keberadaan penyakit yang hadir dalam suatu daerah, umur tanaman, dan manajemen pengendalian penyakit, kehadiran perkebunan tetangga yang terserang dan kondisi cuaca. Kebanyakan laporan menyebutkan kerugian pod rata-rata lebih dari 30%, namun kerugian bisa melebihi 90% di bawah kondisi yang menguntungkan. Wabah penyakit yang parah telah menyebabkan ditinggalkannya secara total budidaya kakao di daerah yang luas seperti yang terjadi di negara-negara yang paling merasakan dampak penyakit ini. Misalnya, di Perú 16.500 ha kakao (lebih dari 50%

dari kawasan budidaya), dan di Kosta Rika sekitar 7.000 ha ditinggalkan. Di beberapa daerah di Kolombia, seperti San Vicente del Caguán (Departemen Caquetá), dan di kota yang berbeda dari Departemen Chocó, penyakit ini telah menyebabkan kerugian pada buah dan biji lebih dari 80%, yang mengarah ke ditutupnya banyak perkebunan.

Dalam konteks global, kerugian tahunan dari Frosty Pod Rot kecil, namun potensi bahaya yang disajikan oleh penyakit sangat besar. Peringkat *M. rozeri* jika dibandingkan dengan salah satu patogen utama penyebab penyakit pod kakao lainnya dalam hal dampak ekonomi selama terjadi epidemi. Frosty Pod Rot telah dilaporkan dua kali lebih destruktif dari black pod (*Phytophthora* spp.), dan lebih berbahaya dan sulit dikendalikan dari witches broom (*M. pernicioso*). Di Kolombia, di mana FPR dan witches broom didistribusikan secara luas, Aranzazu mencatat bahwa FPR terus menjadi penyakit yang paling membatasi produksi kakao. Ketika penyakit muncul di Peru pada tahun 1987, dengan cepat menjadi penyakit yang paling penting, menggusur posisi penyakit witches broom. Dampak dari FPR dari Panama ke Meksiko telah menjadi sangat penting, dan menjadi faktor utama penurunan produksi kakao di negara-negara yang terkena dampak, dengan laporan kerugian pod lebih tinggi dari 80% (Phillips M. & Wilkinson, 2007)

Penyakit busuk buah *Moniliothora* sp (*Moniliothora pod rot* atau *Watery disease*) dapat menyebabkan kehilangan hasil yang cukup tinggi, yaitu sekitar 40-70% (O' Connor, 1969; dalam Karantina Pertanian, 1994).

Penelitian di Ekuador menunjukkan bahwa persentase infeksi tertinggi terjadi pada musim penghujan juga waktu tanaman berbuah banyak. Pada tahun 1915-1916, Ekuador masih mampu memproduksi 50.000 ton biji kakao, tapi dengan adanya serangan penyakit ini produksinya pada tahun 1922-1923 turun hingga kurang dari 30.000 ton saja (Thorold, 1975; dalam Warhono, Surachmat dan Andreas, 1993.).

c. Bioekologi Patogen

Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Moniliophthora roreri* (Cliff.) H.C. Evans et al. (sin: *Monilia roreri* Cif. et Parodi) (Holiday, 1970; dalam Karantina Pertanian, 1994). Hyfa cendawan ini hialin, agak berlekuk (genting) pada bagian yang ada septumnya. Didalam jaringan tanaman berdiameter 2-3 μm , diameter bagian luar 4-5 μm , kadang-kadang membesar membentuk sebuah pseudostroma yang longgar. Konidiofora tidak jauh berbeda dengan hifanya, sering kali tidak tegak, hialin, ujungnya kadang-kadang bercabang dua atau tiga, pada bagian yang ada septumnya agak berlekuk, panjangnya bervariasi dari 9-12 μm atau 30-50 μm . Konidium mempunyai bermacam-macam bentuk, bulat seperti tabung dan hampir bulat telur (jorong), hialin, membentuk rantai (catenate), berukuran 7-10 X 9-14 μm .

Moniliophthora roreri adalah jamur parasit (family Marasmiaceae) pada tanaman neotropical yang masih terbatas pada daerah tropis di Amerika. Cendawan ini menyebabkan frosty pod rot (juga dikenal sebagai Moniliasis), merupakan penyakit yang mempunyai nilai ekonomi penting

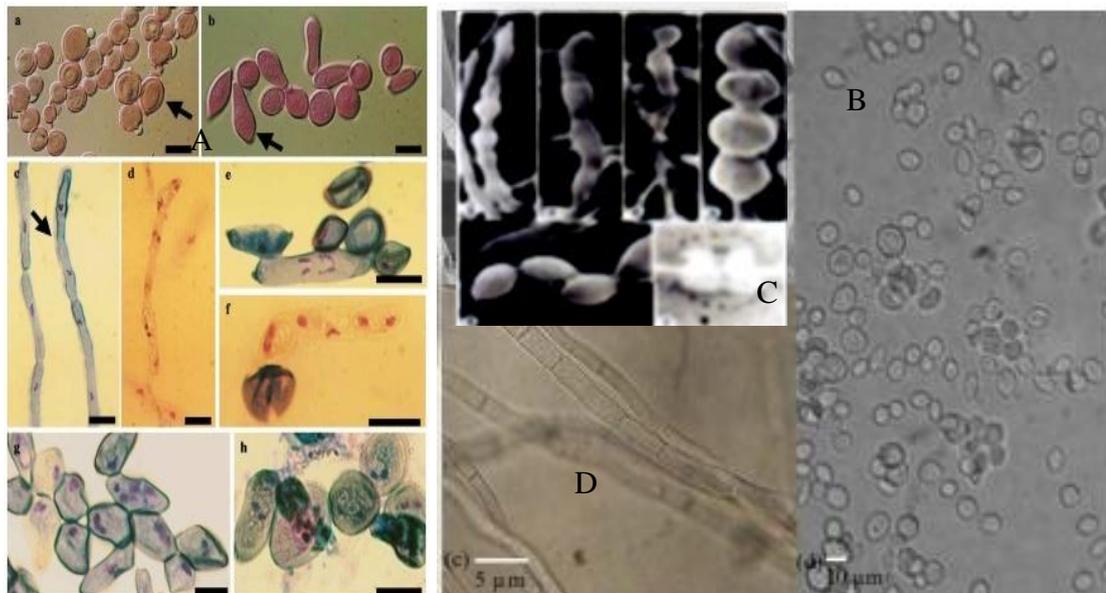
pada kakao (*Theobroma cacao*) yang merupakan ancaman permanen untuk semua negara penghasil kakao. (Phillips M. & Wilkinson, 2007

Moniliophthora roreri mampu berkembang di berbagai kondisi lingkungan, mulai ketinggian 0 – lebih dari 1000 m dpl dan pada daerah yang sangat kering sampai yang sangat lembab. Phillips-Mora (29) mengumpulkan sampel cendawan mulai dari ketinggian 0 sampai 1.520 m dpl dari tempat di mana curah hujan tahunan di kisaran 780 - 5.500 mm dan suhu rata-rata tahunan antara 18 - 28 ° C. Tingkat adaptasi terhadap lingkungan yang berbeda sangat tinggi, dan sejumlah besar spora berumur panjang yang dihasilkan oleh setiap infeksi telah membuat *Moniliophthora roreri* merupakan patogen yang sangat efektif penyebarannya pada wilayah geografis baru.



Gambar 3. A) Biakan *Moniliophthora roreri* dalam PDA, B) Buah kakao yang terserang FPR beserta inang dari *Moniliophthora roreri* lainnya. (Cuervo-Sanches-Ramirez.S-Ramirez.L, 2011. dan Phillips-Mora & Wilkinson, 2007).

Beberapa strain *Monilophthora roreri* tumbuh pada media PDA (25°C) dengan menunjukkan diameter 70 - 77 mm, pertumbuhan miselium awal berwarna putih, kemudian berwarna krem atau kuning pucat dan kemudian berubah warna menjadi coklat tua karena produksi spora yang sangat besar. Hifa dari cendawan *M. Roreri* nampak tegak lurus, berbentuk seperti drum dan berangkai – rangkai, seringkali terbentuk di atas “bantalan” kecil, hifa bersepta dengan ukuran 10-15 x 2-5 mikron (Cuervo-Parra, 2011).



Gambar 4. Bentuk morfologi *Monilophthora roreri*, : A) makrospora B) mikrospora C) klamidospora dan D) hifa. (H. C. Evans, Holmes dan Reid, 2003 ; Cuervo- Sanches -Ramirez. S-Ramirez.L, 2011)

Spora merupakan propagul yang infeksiif untuk *M. roreri*, dan buah kakao merupakan bagian dari tanaman satu-satunya yang rentan terhadap penyebaran penyakit ini. Buah kakao terinfeksi ketika masih muda, berumur 0 – 3 bulan, dan menjadi kurang rentan ketika umur buah

sudah matang. Setelah 3-5 bulan terinfeksi, terjadi gejala eksternal termasuk adanya bercak kecil seperti jenuh air, deformasi, pematangan dini, dan berwarna coklat bintik-bintik. buah akan mengering dan terjadi mumifikasi (Philip-Mora, 2007). Klamidospora berantai, umumnya tersusun khas dengan 4 untaian rantai. Makrospora paling sering berbentuk bulat (subglobose) namun dapat pula berbentuk elips (elipsoidal) ukuran 8 - 19 x 15 - 11 mikron. (Evans, Holmes, and A. P. Reid. 2003).

d. Gejala Serangan *Moniliophthora roreri*

Moniliophthora roreri (Frosty Pod Rot) tidak menunjukkan adanya gejala “sapu setan” pada jaringan meristem, akan tetapi pada buah yang terinfeksi akan mengeras dan tampak seperti buah yang masak tidak sempurna (Aime, 2005) Jika buah di buka akan nampak benang-benang miselium berwarna putih, pada serangan yang parah buah akan diselimuti oleh miselium berwarna putih kemerah-merahan atau putih kekuningan. Pada daging buah terdapat rongga atau garis yang agak berlendir kemerahan, biji buah tidak berkembang dan rusak. Serangan *M. roreri* ditemukan pada kebun/tanaman kakao yang tidak ternaungi (Manthi, 2007).

Buah yang terinfeksi dalam tahap sangat awal biasanya mati. Pada infeksi lanjutan, jaringan pod internal membentuk suatu massa yang kompak seperti dikelilingi oleh air yang merupakan akibat dari maserasi jaringan, yang menyebabkan kerugian total pada biji. Bintik-bintik

berwarna coklat berkembang pada lapisan miselium putih dalam waktu 4-5 menjadi lebih gelap sebagai pertanda spora sudah matang. Setelah 3 bulan, buah mengalami mumifikasi dan mengering di pohon. Buah ini menjadi sumber inokulum utama, Spora diproduksi dalam jumlah yang besar pada buah sakit (lebih dari 7 miliar per buah) (Gambar 4), dan terdistribusi luas setelah mereka dilepaskan. Angin merupakan media utama untuk penyebaran spora, namun penyebaran oleh angin gagal untuk menjelaskan penyebaran FPR dengan jarak yang signifikan dan adanya hambatan geografis. Penyebaran seperti ini lebih mudah dijelaskan karena kegiatan manusia.



Gambar 5. A) kakao yang terserang nampak matang tidak sempurna, B) Buah kakao yang terinfeksi cendawan *Moniliophthora roreri* (H. C. Evans, Holmes dan Reid, 2003).

e. Potensi penyebaran ke daerah lain di dunia.

Secara umum, kerentanan genotipe kakao komersial, agresivitas cendawan yang tersebar oleh udara memiliki kemampuan yang luar biasa untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang berbeda dan penyebaran alami secara cepat dapat terjadi dengan bantuan manusia,

hal tersebut menunjukkan bahwa FPR menjadi ancaman besar untuk budidaya kakao di seluruh dunia (Phillips–Mora dan Wilkinson, 2007)

Hal ini dapat diprediksi bahwa FPR akan terus menyebar kecuali langkah-langkah pencegahan diambil untuk mengurangi ancaman tersebut. Jika tidak ada hambatan geografis yang luas untuk menghambat penyebaran spora, ada upaya lain yang bisa dilakukan untuk mencegah masuknya patogen ini ke wilayah baru. Dengan demikian, hambatan secara geografis sedikit mencegah penyebarannya dari perkebunan yang terkena dampak di Peru ke Brazil. Penyebaran alami *M. royeri* dari Brazil ke Amazon mungkin akan diperlambat karena adanya pertanaman kakao liar yang tersebar di sepanjang wilayah Amazon.

f. Prospek pengendalian.

Phillips–Mora dan Wilkinson (2007) Pencegahan adalah strategi terbaik yang harus diikuti di negara-negara atau daerah yang masih bebas dari penyakit. Karena penyebaran yang difasilitasi manusia ke daerah dan negara baru merupakan ancaman yang paling serius, upaya besar harus dilakukan untuk memperkuat tindakan karantina dan mendidik produsen tentang risiko pod menyebar dari daerah yang terinfeksi. Teknik pengendalian tradisional, kimia, dan biologi telah diuji untuk mengendalikan Frosty Pod Rot.

Beberapa langkah pengendalian yang dinilai sangat efektif dalam skala percobaan teknik budidaya yakni; 1) pemusnahan buah sakit secara berkala, 2) pemangkasan pohon kakao yang rindang, 3) pemeliharaan

sistem drainase, sistem ini sedang diadopsi oleh petani kakao komposional. Para petani kini dirangsang dengan harga kakao yang tinggi, adanya dukungan teknis atau ekonomis yang diterima dari organisasi lokal maupun asing.

Namun, penting untuk dicatat bahwa pengendalian Frosty Pod Rot sulit dilakukan dan kurang menguntungkan. Bahkan, frekuensi dan biaya praktek pengendalian (khususnya, pemusnahan buah sakit setiap minggunya), telah menjadi hambatan, terutama ketika harga kakao rendah. Distribusi genotipe yang tahan ditingkatkan sebagai bagian yang terintegrasi pada pendekatan untuk mengendalikan penyakit ini, teknik ini merupakan strategi ramah lingkungan jangka panjang untuk petani kecil. Genotipe tahan dapat memberikan lebih lama ketahanan dan lebih murah.

Sukses dalam pengembangan dan penyebaran strategi yang efektif untuk pengendalian penyakit tergantung pada pengetahuan secara spesifik aspek biologi cendawan, seperti tingkat dan distribusi keanekaragaman genetik. Dalam kasus ini, analisis genetik dan biogeografis, morfologi, dan penelitian kolektif perilaku reproduksi menunjukkan bahwa *M. royeri* terdiri dari setidaknya lima kelompok variasi genetik infraspecific. Masing-masing kelompok bervariasi dalam distribusi geografis, kemungkinan eksistensi dua atau lebih kelompok genetik dalam satu wilayah akan mempengaruhi strategi pengendalian penyakit yang diterapkan.

3. Witches' broom (*Maramius perniciosus* atau *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer.)

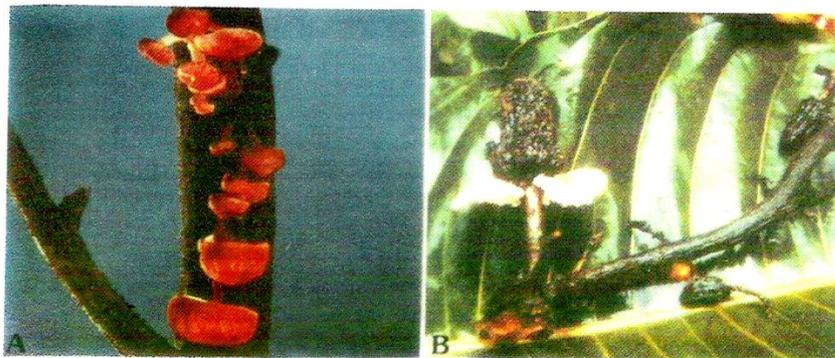
a. Arti Ekonomi

Dari tahun 1870 sampai dengan tahun 1895 produksi kakao di Suriname cukup baik. Sejak tahun 1895 produksinya mulai menurun terus karena beberapa faktor, antara lain karena adanya serangan penyakit sapu penyihir atau "witches' broom" (Stahel, 1945 dan Reyne, 1921; Thorold, 1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994). Bahkan antara tahun 1905 hingga tahun 1912 sejumlah perkebunan kakao di Suriname dibongkar dan diganti dengan tanaman lain, seperti pisang dan kopi. Ekspor kakao dari Guyana terpaksa dihentikan antara tahun 1923 hingga 1930 karena penurunan luas areal perkebunan kakao akibat serangan penyakit ini. Di Trinidad, serangan penyakit ini diketahui pada tahun 1928 ketika dua areal perkebunan kakao mengalami kerusakan (Stell, 1928; Thorold, 1972; *dalam* Warhono dkk Karantina pertanian, 1994).

b. Bioekologi Patogen

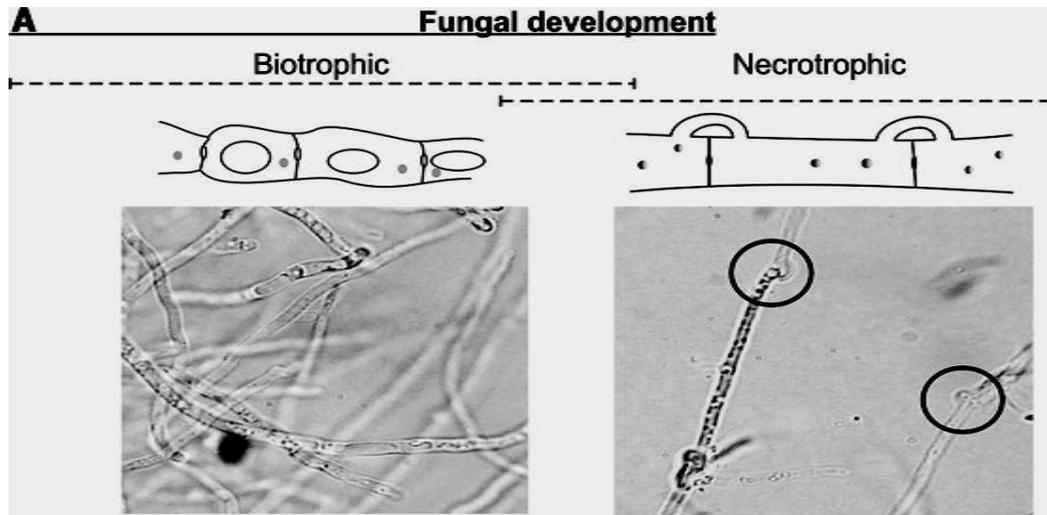
Penyakit ini disebabkan oleh cendawan Basidiomycetes pada tahun 1915 dideskripsikan untuk pertama kalinya oleh Stahel dan diberi nama *Maramius perniciosus*. Pada tahun 1942 oleh Singer diberi nama baru menjadi *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer. Deskripsi cendawan ini dimuat didalam Lilloa, 8, (1942): 503, 1943, reclassifying *Marasmius perniciosus* Stahel (Anonimius, 1989; *dalam* Karantina Pertanian, 1994).

Cendawan ini tidak bersifat sitemik, melainkan tetap berada pada bagian tanaman yang diinfeksi hingga terbentuk tubuh buah. Tubuh buah cendawan terbentuk pada buah dan pembungaan yang terinfeksi dan menunjukkan gejala menyapu (*witches' broom*). Bentuk tubuh buah seperti payung (*mushroom-like body*), bagian atasnya berdiameter 1-2 cm, dan tangkainya mempunyai panjang sekitar 1 cm. Permukaan atas tubuh buah berwarna merah kecoklatan (*pale-crimson*) dengan bintik merah tua pada bagian pusatnya. Tangkai tubuh buah mula-mula berwarna putih, kemudian berubah menjadi kuning – jingga (O'Connor, 1969; dalam Warhono dkk Karantina pertanian, 1994)



Gambar 6. Basidiokarpus *Crinipellis Perniciosus*. A: pada ranting mati. (Anonimus, 1989). B: pada buah yang menyerupai cherimoya (Frison & Feliu, 1989).

Koloni cendawan *Moniliophthora Crinipellis perniciososa* berwarna putih kelabu, dan bertekstur halus. Ada dua tanda khas yang membedakannya dengan morfologi *M. Roreri* yaitu: 1. **biotrophic**; menyerupai rongga – rongga udara yang terdapat didalam hifa, 2. **necrotrophic** (saprotrophic) yaitu lengkungan hifa setengah lingkaran dipermukaan septa (Scarpari, 2005).



Gambar 7. Bentuk morfologi *Crinipellis perniciosus*, Scarpari dkk, 2005

Faktor-faktor penting dalam pembentukan basidiokarpus (tubuh buah) adalah ukuran sapu (broom), tingkat keadaan nekrosis yang terbentuk, curah hujan, dan kelembaban (Thorold, 1975; dalam Karantina Pertanian, 1994). Biasanya sapu mulai mengering 5-6 minggu setelah terbentuk, kemudian diikuti dengan masa dorman selama 20-25 minggu sebelum pembentukan basidiokarpus dimulai.

Produksi basidiokarpus biasanya berlangsung selama sapu tetap melekat pada tanaman. Banyak sapu yang tetap melekat pada pohonnya selama lebih dari satu tahun, bahkan ada yang hingga dua tahun. Sapu yang telah jatuh dari pohon jarang memproduksi basidiokarpus, karena biasanya sapu tersebut ditumbuhi oleh cendawan saprofit dan karena keadaan di atas tanah terlalu basah. Akan tetapi pada kondisi yang sesuai sapu yang kering dan telah jatuh dari pohon akan dapat memproduksi basidiokarpus, bahkan juga sapu yang masih berwarna hijau. Keadaan

basah atau kering yang ekstrim merupakan hambatan bagi pembentukan basidiokarpus.

Di Suriname, basidiokarpus memproduksi spora ketika pileus baru berdiameter 2-3 mm, dan terus berlangsung setelah pileus berkembang penuh (Stahel, 1919; Thorold, 1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994). Di Trinidad (Baker & Crowdy, 1943; Thorold, 1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994). Spora dilepaskan dari basidiokarpus pada temperatur sekitar 14^o -29^oC,, apabila kelembaban cukup tinggi untuk menjaga pileus tetap turgid dan mengembang secara penuh. Pelepasan spora mulai pukul 5 petang hingga pukul 8 malam dan terus berlangsung hingga pagi hari sebelum temperatur menjadi tinggi karena sinar matahari.

Spora *Crinipellis perniciosus* berukuran kecil dan ringan, sehingga mudah diterbangkan angin, tapi mudah kehilangan daya kecambahnya apabila kelembaban udara rendah. Spora cendawan ini mudah berkecambah didalam air atau udara basah (Stahel, 1915; Baker & Crowdy, 1943; Thorold, 1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994).

Perkecambahan mulai terjadi dua jam setelah spora dilepaskan dari Basidiokarpus dan berakhir 4 jam kemudian. Bila spora tidak dapat menginfeksi inangnya pada malam setelah spora tersebut dilepaskan, maka dapat dipastikan spora tersebut akan mati keesokan harinya. (Baker, Cowdy & Thorold, 1941; Thorold, 1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994). Cendawan ini dapat terbawa bersama benih (Anonimus,

1989; *dalam* Karantina Pertanian, 1994), buah dan mata tunas (Gregory, 1977; *dalam* Karantina Pertanian, 1994)

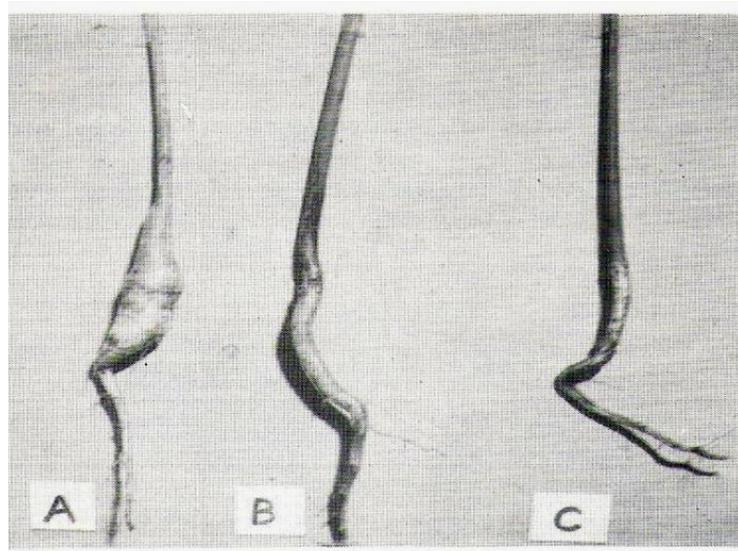
c. Gejala Serangan

Crinipellis pernicioso (Witches' broom) menunjukkan gejala jaringan meristem membentuk “sapu setan”, bunga gugur lebih awal, pada kulit buah terdapat busuk menghitam yang menembus ke dalam biji. (Aime, 2005)

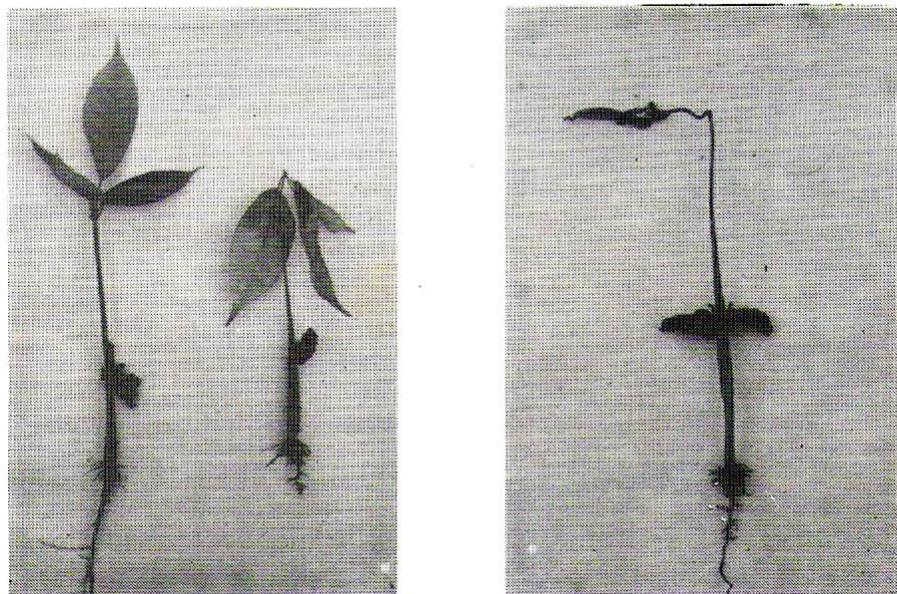


Gambar 8. A). Gejala Serangan pada bunga dan buah, B) Gejala pada tunas dan buah mengering dicabang (Griffith W Gareth, 2004).

Gejala penyakit sapu setan terdapat pada bagian vegetatif dan reproduktif tanaman kakao yang diserangnya (O'Connor, 1969; *dalam* Karantina Pertanian, 1994).



Gambar 9. Gejala hipertrofi pada kecambah. A & B kecambah sakit. C: kecambah sehat (Anonimus, 1989; *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994).



Gambar 10. Kiri, kecambah dengan hipokotil yang bengkak. Kanan: kecambah yang mati dengan hipokotil yang bengkak (Anonimus, 1989; *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994)

d. Gejala pada bagian vegetatif

- Pembengkakan hipokotil

Benih (biji) yang berasal dari buah yang terinfeksi dapat tampak sehat. Apabila benih tersebut ditanam akan tumbuh menjadi kecambah (seedling) dengan (Gambar. 9)

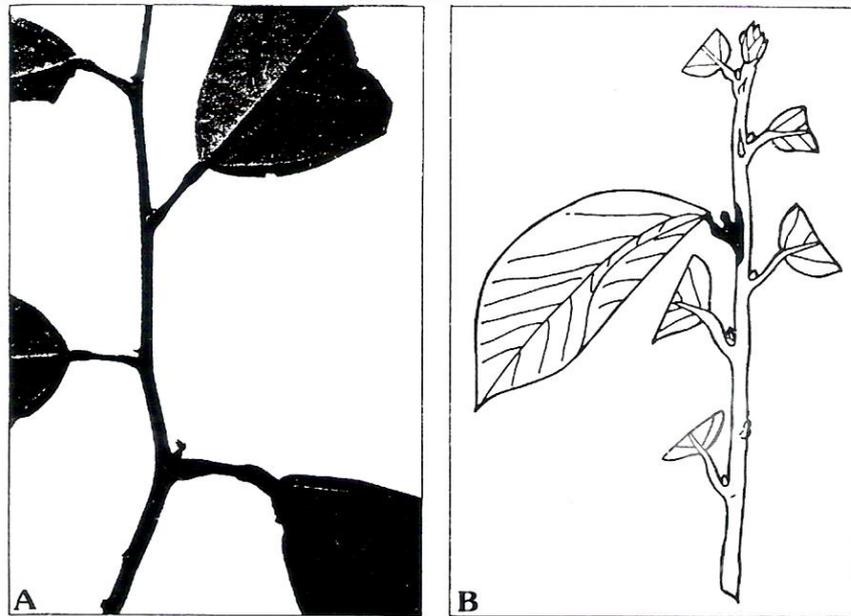
Kotiledon dapat tetap melekat pada kecambah untuk waktu yang cukup lama. Infeksi ini dapat menyebabkan kematian kecambah.

- Pembengkakan plagiotrofik/ortotrofik

Infeksi yang terjadi langsung terhadap tunas, dapat terjadi pada satu atau beberapa tempat. (Gambar 10)

- Nekrotik pada daun

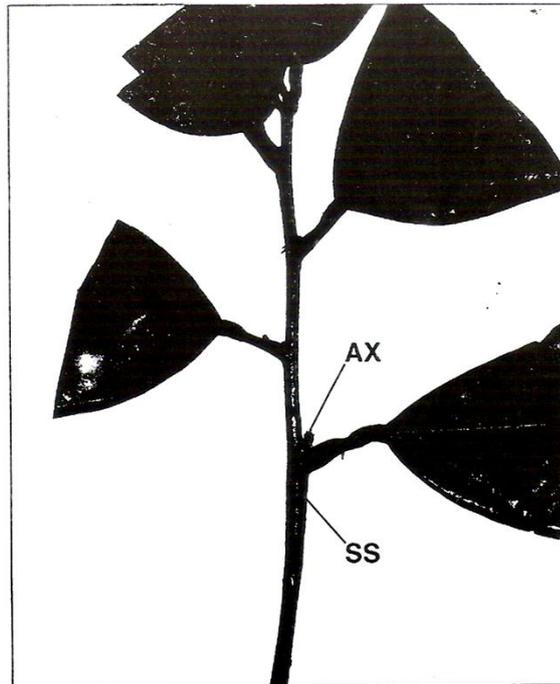
Infeksi pada petiol dan pulvinus dapat menimbulkan pembengkakan yang menyebabkan daun tumbuh dengan sudut yang abnormal. Terkadang tulang dan helai daun membesar. Kematian jaringan tangkai daun menyebabkan daun juga mati, tapi tetap melekat pada rantingnya



Gambar 11. A. Pembengkakan pada petiol dan pulvinus, B. Nekrosis pada petiol dan ranting (Anonimus, 1989; *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994).

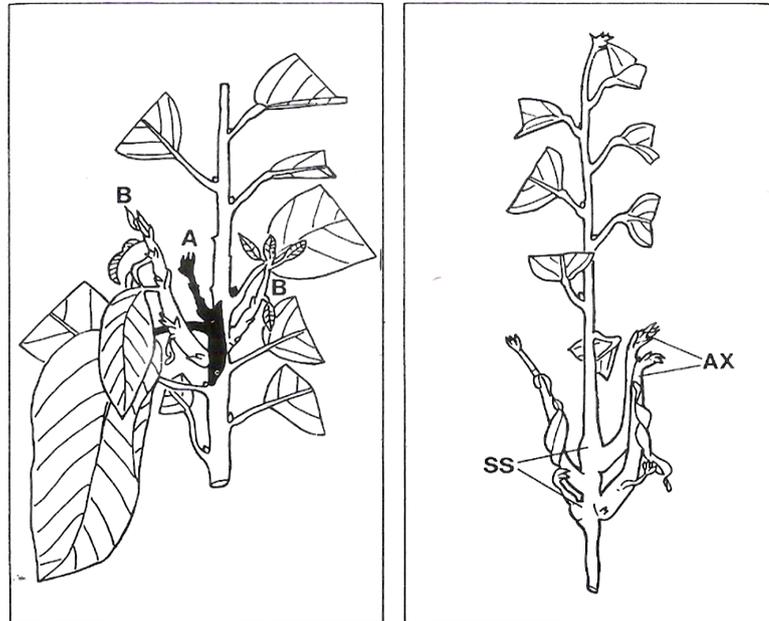
- Pembengkakan pada cabang dan ranting

Infeksi pada internodus maupun pada nodus dapat menyebabkan terjadinya pembengkakan pada bagian yang terinfeksi (Gambar: 11) pembengkakan ini biasanya menyebabkan kematian jaringan hingga terbentuk kanker, kulit kayu mengering dan pecah. Sistem transpor pada jaringan pembuluh yang menuju keujung cabang atau ranting terputus sehingga tunas mati dan terkulai pada bagian yang ada kankernya. Cabang atau ranting tersebut nampak seperti terputar.

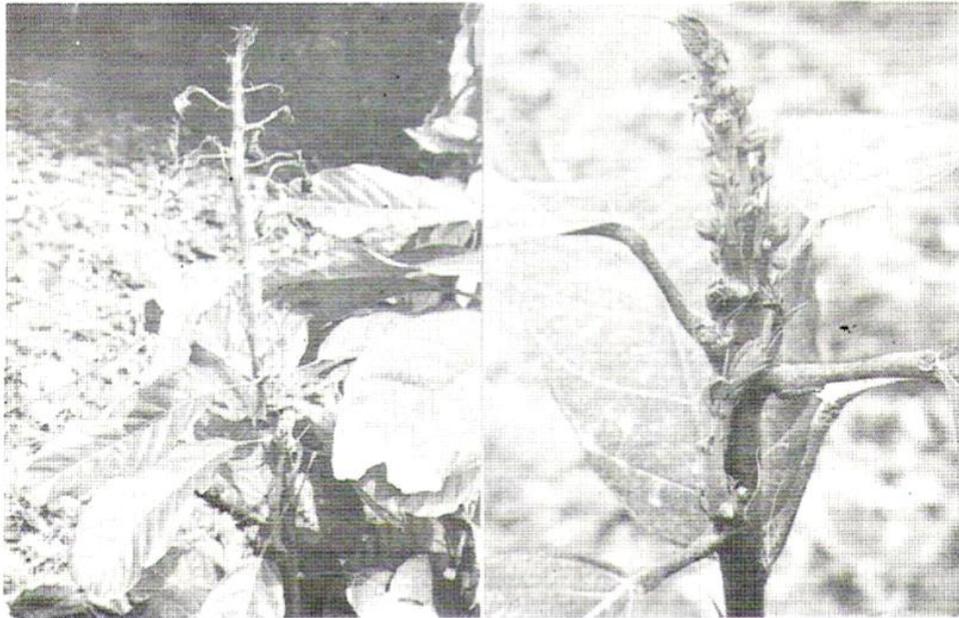


Gambar 12. Pembengkakan pada petiol dan ranting (Anonimus, 1989; dalam Deskripsi OPT Karantina, 1994)

- Pembengkakan tunas samping
 Tunas-tunas samping yang berasosiasi dengan daun-daun yang nekrotik atau dengan cabang atau ranting yang bengkak dapat tumbuh menjadi tunas yang mengalami hipertrofi atau “axillary broom”. Sering kali lebih dari satu tunas pada tempat infeksi yang sama tumbuh membentuk suatu sapu (Gambar: 11 b).
- Pembengkakan tunas apikal
 Infeksi pada tunas apikal aktif menyebabkan hipertrofi (terminal broom), yang biasanya berasosiasi dengan pembengkakan (apical swelling) (Gambar: 12)



Gambar 13. Pembengkakan tunas samping., kiri : A, tunas yang sudah mati; B, tunas yang masih tumbuh, Kanan : AX, sapu tunas samping yang berasosiasi dengan petiol yang bengkak (SS). (Anonimus, 1989, *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994)

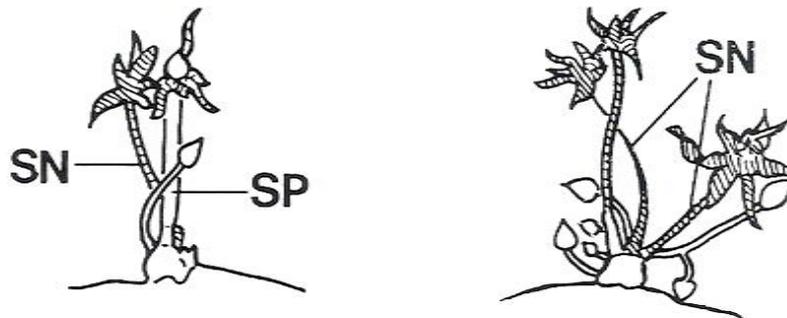


Gambar 14. Pembengkakan tunas apikal (terminal broom). (Frison & Feliu, 1989; *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994).

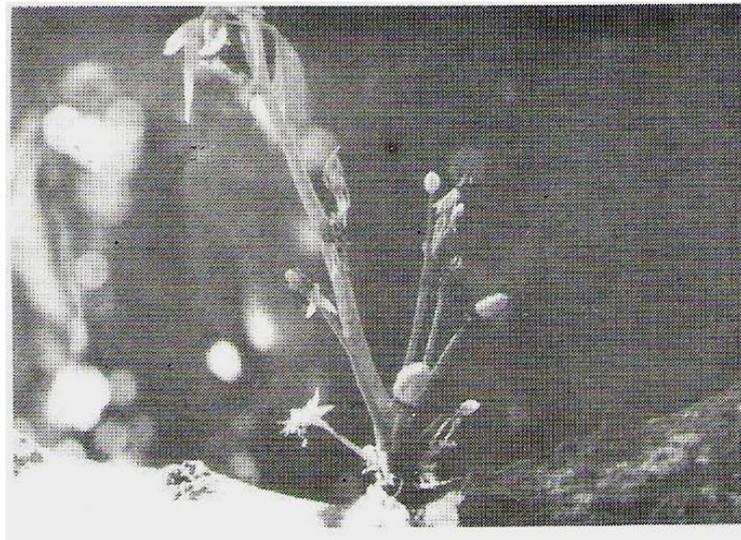
e. Gejala pada pembungaan

- Sapu bunga tunggal (Single flower broom)

Infeksi langsung pada bunga menyebabkan bunga tersebut layu secara progresif mulai dari petal-petanya hingga ke dasar pediselnya. Bunga tersebut tidak menunjukkan gejala hipertrofi dan tetap melekat pada pohon (Gambar. 15 a dan b)



Gambar 15. Gejala sapu pada bunga (SN: Single flower broom, SP: Simple flower broom)(Anonimus, 1989; *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994).



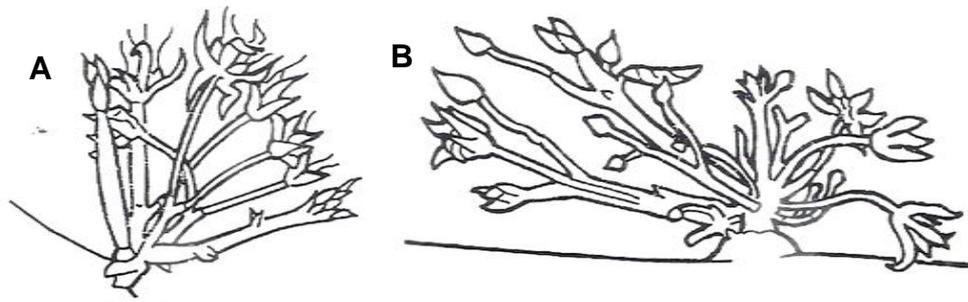
Gambar 16. Infeksi pada pembungaan. Tampak bunga dengan gejala sapu dan buah kecil yang bentuknya seperti cherimoya. (Frinson & Feliu, 1989; *dalam* Deskripsi OPT Karantina, 1994).

- Sapu bunga sederhana (Simple flower broom)

Tangkai bunga tebal dan berwarna hijau, petal besar dan ovarium bengkak (Gambar. 17a). Bunga tetap melekat pada pohon sampai kering. Seringkali dalam satu kelompok banyak bunga yang bergejala seperti ini.

- Sapu bunga majemuk

Beberapa kuntum bunga terbentuk pada suatu pedisel majemuk yang hipertrofi (Gambar. 17 b)



Gambar 17. Gejala sapu majemuk pada bunga (Anonimus, 1989)

- Sapu vegetatif pada pembungaan

Pada pembungaan sering tumbuh tunas yang hipertrofi (Gambar. 18) Tunas-tunas ini mempunyai ciri morfologi yang abnormal seperti halnya gejala sapu pada bagian vegetatif tanaman kakao.



Gambar 18. Gejala sapu vegetatif pada pembungaan (Anonimus, 1989, dalam Deskripsi OPT Karantina, 1994).



Gambar 19. Gejala sapu vegetatif pada pembungaan (Anonimus, 1989; dalam Deskripsi OPT Karantina, 1994).

f. Gejala pada buah

- Infeksi tidak langsung pada cerele

Buah-buah yang mengalami hipertrofi mempunyai tangkai yang tebal dengan bagian pangkal buah yang lebar, kemudian mengecil ke arah ujungnya dan membentuk ujung yang tumpul, sehingga bentuk buah mirip dengan bentuk wortel. Biji terbentuk didalam buah dengan kotiledon yang berair. Nekrosis terjadi dan meluas dengan cepat ke seluruh bagian buah sebelum buah mencapai ukuran maksimum.

- Infeksi langsung pada cerele

Apabila cerele yang terinfeksi mengalami layu fisiologis, maka bagian buah yang terinfeksi tetap berwarna normal, bahkan jaringan-jaringan yang masih sehat telah menguning dan kemudian mati. Bagian yang terinfeksi akan tetap membengkak meskipun bagian lain dari buah tersebut telah mati.

- Kelainan bentuk buah seperti stroberi (cherimoya)

Gejala sapu bunga sederhana dan gejala sapu bunga majemuk dapat membentuk ovary infertil (tidak dibuahi) bengkak yang terus berkembang menjadi buah yang kerdil dan bentuknya hampir bundar, tapi diameternya tidak lebih dari 5 cm (Gambar 20)

- Infeksi langsung pada buah

Nekrosis eksternal terjadi pada buah yang terinfeksi langsung oleh *Crinipellis perniciosus*. Buah yang terinfeksi akan tetap bertahan selama 11-13 minggu sejak terjadinya penetrasi oleh cendawan

tersebut. Bentuk nekrosis tergantung pada umur buah ketika terinfeksi dan juga tergantung pada genotipe tanaman kakao. Ada beberapa macam gejala yang timbul pada buah-buah yang terinfeksi serta dapat juga terjadi berbagai kombinasi.

1. Bentuk buah

- 1) Normal
- 2) Hipertrofi lokal dan distorsi (ukuran buah lebih kecil dari yang normal)

2. Lesio

- 1) Tidak mencapai warna buah dewasa (adanya bagian-bagian/pulau-pulau berwarna hijau)
- 2) Nekrosis, warna gelap dengan tepi/batas yang tidak beraturan, ada beberapa nekrosis pada satu buah.

3. Waktu pematangan

- 1) Normal
- 2) Prematur hingga 6 minggu

4. Musiliasi

- 1) Berupa cairan, berwarna coklat atau kuning
- 2) Padat

5. Biji/benih

- 1) Terpisah satu sama lain
- 2) Tidak terbentuk sebagian atau seluruhnya, membentuk bahan yang kental di dalamnya.



Gambar 20. Gejala penyakit sapu penyihir pada buah, Kiri : buah muda dengan daerah yang menderita hipertrofi. Kanan: Necrosis pada buah dan hipertrofi lokal (LH). (Anonimus, 1989; dalam Deskripsi OPT Karantina, 1994).



Gambar 21. Gejala penyakit sapu penyihir pada buah. Kiri : lesio nekrotik eksternal. Kanan: buah matang secara prematur dan nekrosis pada lesio (Anonimus, 1989 dalam Deskripsi OPT Karantina, 1994).

g. Tanaman Inang dan Media Penyebaran

Tanaman inang *C. Perniciosus* adalah *Theobroma* spp. dan *Herrania* spp. Jenis-jenis tanaman inang yang telah diketahui adalah *T. bicolor*, *T. cacao*, *T. calodesmis*, *T. glauca*, *T. grandiflora*, *T. microcarpa*, *T. obovata*, *T. subincana*, *H. Albiflora*, *H. Nitida* dan *H.purpurea* (Anonimus, 1989; dalam Karantina Pertanian, 1994)



Gambar 22. Irisan membujur buah kakao yang terkena sapu penyihir. Kiri; musilliase cair dan bagian dalam yang kental seperti agar. Kanan : nekrosis internal dan kotiledon yang terbentuk sebagian. (Anonimus, 1989; dalam Karantina Pertanian, 1994)

h. Daerah Sebaran

Penyakit sapu setan telah ditemukan di Bolivia, wilayah Amazon di Brazil, Colombia, Ecuador, Grenada, Panama, Peru, St. Vincent, Trinidad, Tobago, dan Venezuela (Wood & Lass, 1985; Frison & Feliu, 1989; dalam Karantina Pertanian, 1994).

i. Pengendalian Penyakit dan Tindakan karantina

- Tindakan Karantina (Frison & Feliu, 1989; *dalam* Karantina Pertanian, 1994)
 - a. Terhadap benih
 - Benih berasal dari buah yang sehat, dikeluarkan dari buah dan diberi perlakuan dengan fungisida.
 - Di negara pengimpor, benih dikenai tindakan karantina pasca masuk, selama sekurang-kurangnya tanaman yang bersangkutan menghasilkan tiga pucuk (flush)
 - b. Terhadap mata tunas
 - Mata tunas harus berasal dari tanaman sehat dan diberi perlakuan dengan fungisida
 - Mata tunas harus dikirim ke Karantina Antara dan ditumbuhkan selama sekurang-kurangnya hingga menghasilkan tiga pucuk (flush). Mata tunas yang terbukti bebas penyakit dapat dikirimkan lebih lanjut ke negara pengimpor. Di negara pengimpor, mata tunas tersebut juga dikenai tindakan karantina pascamasuk.

Pengendalian di lapangan

- Bagian-bagian tanaman seperti ranting, bunga dan buah yang terserang penyakit dipetik dari pohon, dikumpulkan dan dibakar (Ritzema Bos, 1900; Thorold, 1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994).

- Penyemprotan dengan dinitro-o-cresol (1,5%) cukup efektif untuk mencegah produksi spora didalam basidiokarpus, tapi dirasakan cukup mahal (Desrosiers,1960; Thorold,1975; *dalam* Karantina Pertanian, 1994)

C. Fungisida Golongan Triazol

1. Fungisida Sterol Biosytesis Inhibitor (SBIs)

Fungisida adalah [pestisida](#) yang secara spesifik membunuh atau menghambat pertumbuhan [cendawan](#) penyebab [penyakit](#) tanaman. Fungisida dapat berbentuk [cair](#) (paling banyak digunakan), [gas](#), butiran, dan serbuk. Berdasarkan cara aplikasi penggunaannya, fungisida dapat diaplikasi melalui [injeksi](#) pada [batang](#), semprotan cair secara langsung, dan dalam bentuk [fumigan](#) (berbentuk gas). Fungisida dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu fungisida selektif dan non-selektif. Fungisida selektif meliputi; fungisida [sulfur](#), [tembaga](#), [quinon](#), dan heterosiklik. Sedangkan fungisida non-selektif meliputi; fungisida [hidrokarbon aromatik](#), anti-[oomycota](#), [oxathiin](#), organofosfat, fungisida yang menghambat [sintesis sterol](#), serta fungisida sistemik lainnya (Anonim, 2012)

Menurut Heinrich Lehmann-Danzinger, 1993 ; Triazole adalah senyawa yang memiliki 5 cincin anggota dan tercantum dalam tabel

fungisida-8. Didalam tanah senyawa ini terpecah/terurai membentuk isothiocyanate (-N = C = S) atau dithiocarbamate.

Mode of action (cara kerja): menghambat enzim pada beberapa lokasi. Menonaktifkan kelompok enzim SH dan RH, protein dan asam amino seperti halnya dithiocarbamates. Mengakibatkan terjadinya resistensi silang dengan fungisida dari kelas “subtituted aromatics”.

Tabel 1. Fungisida triazole.

Nama umum	Nama dagang	Penyakit yang dikendalikan
Etridiazol (ethazol)	Terrazole, Terracoat, Aaterra, Koban, Truban	Fungisida tanah untuk mengendalikan penyakit pada pembibitan/persemaian (damping off)
Tricyclazole	Beam	Mengendalikan penyakit blast pada padi (<i>Pyricularia oryzae</i>)

2. Substituted aromatics” merupakan turunan dari benzene sederhana

Cara kerja (mode of action): Anggota kelas ini beragam dalam hal cara kerja. Cara kerja kemungkinan sama dengan asam amino kelompok -SH atau-NH₂, protein atau enzim dalam sel cendawan.

Fungisida kelompok ini tercantum dalam tabel fungisida-9. Chlorothalonil menembus masuk ke daun tetapi tidak tertranslokasi sebagai fungisida sistemik. Berfungsi sebagai pencegahan (kuratif). Chlorothalonil bersifat phytotoxic bila diaplikasi bersama-sama dengan minyak mineral. Minyak mineral dapat meningkatkan penetrasi zat ke

dalam daun. Oleh karena itu penggunaannya harus lebih tinggi dari chlorothalonil. Dampaknya menjadi phytotoxic jika jumlah yang tinggi masuk ke tanaman (Lehmann-Danzinger, 1993)

Tabel 2. Komponen “Substituted aromatics”

Nama umum	Nama dagang	kegunaan
hexachlorobenzene	HCB	Untuk perlakuan benih
pentachlorophenol	PCP	Untuk pengawet kayu, fungisida ini dilarang penggunaannya
Pentachloronitrobenzene PCNB, quintozene	Brassicol, terraclor, Tritisan	Semua sebagai fungisida tanah
Chlorothalonil	Bravo, Daconil	Untuk pencegahan, mengendalikan penyakit sigatoka pada pisang.
Chloroneb	Demosan, Tersan	Untuk perlakuan benih
Dicloran	DCNA, Botran	Fungisida untuk Botrytis, Monilia, Rhizopus, Sclerotinia pada buah

3. Penghambatan fungisida Sterol Biosytesis Inhibitor (SBIs)

Kelompok ini terdiri dari triazole dan Imidazol. Triazoles merupakan kelas terbaru dari fungisida, fungisida ini memiliki efek pelindung dan kuratif dengan tindakan sistemik yang kuat, tercantum dalam tabel Fungisida – 13.

Cara kerja: menghambat biosintesis sterol (1 tempat). Triazoles menghambat sintesis sterol. Khususnya biosintesis ergosterol, suatu senyawa penting dari membran sel cendawan. Fungisida ini mencegah penghapusan kelompok-14 C alpha-metil dalam proses demethylation

prekursor biosintesis ergosterol. Dengan cara ini, alkohol terakumulasi dalam sel dan menyebabkan gangguan pada membran sel. cara ini berbeda dengan jalur biokimia dari biosintesis sterol yang disebabkan oleh Morpholine. Karena itu cendawan tahan terhadap fungisida Morpholine dan tidak tahan terhadap fungisida triazole. Sebagai efek samping, penghambatan sterol oleh fungisida mempengaruhi tanaman inang, dengan terjadinya enkapsulasi haustoria cendawan yang menembus sel tanaman inang untuk menyerap nutrisi. Pengamatan dengan mikroskop elektron telah mengungkapkan bahwa bahan aktif fungisida menutupi dan menyebabkan tanaman tahan terhadap infeksi patogen (membungkus) haustoria patogen diselimuti lapisan tebal dan padat sehingga cendawan tidak dapat menyerap nutrisi dan tidak dapat berkembang dalam tanaman inang.

4. Efek fungisida triazole pada beberapa kelompok cendawan sebagai berikut (Lehmann-Danzinger, 1993)

Cendawan dari subdivision Ascomycotina;

- Cendawan penyebab embun tepung “powdery mildew” pada sereal (*Erysiphe graminis*, *Erysiphales*)
- Penyakit “Black Sigatoka” pada daun pisang (*Mycosphaerella fijiensis*, *Dothideales*)
- Penyakit scab pada apel (*Venturia inaequalis*, *Dothideales*)

Cendawan dari subdivision Basidiomycotina;

- Cendawan “gosong”, Ordo Ustilaginales; *Tilletia* spp., *Ustilago* spp., *Entyloma* spp
- Cendawan “karat”, ordo Uredinales: karat pada kopi (*Hemileia vastatrix*), karat pada kacang-kacangan (*Uromyces phaseoli*), karat pada jagung (*Puccinia polysora*) and karat pada ‘wheat’ (*Puccinia graminis*)

Triazole tidak efektif untuk cendawan dari subdivisi Mastigomycotina (Oomycetes) (downy mildews, *Phytophthora*) dan Zygomycotina. Namun ada beberapa perbedaan efektifitas pada kisaran patogen yang dikendalikan oleh berbagai kelas triazoles (Lehmann-Danzinger, 1993)

Menurut Djojosumarto (2008), kelompok Sterol Biosynthesis Inhibitor (SBI) merupakan salah satu jenis fungisida yang dibedakan berdasarkan mode of actionnya. Fungisida SBI dapat dikelompokkan menjadi ;

- SBI kelas I, yaitu dimethylation inhibitor. Dikenal sebagai kelompok fungisida DMI meliputi semua fungisida dari kelas piperazin (triforin), piridin (pirifenoks), pirimidin (feranimol, naurimol), imidazol (imazalil, pefurazoat, prokloraz) dan kelas triazol (antara lain; azakonazol, bitertanol, bromokonazol, siproconazol, difenokonazol, heksakonazol, metkonazol, penkonazol, tebukonazol, tetrakonazol dan lainnya)

- SBI kelas II (reductase dan isomerase in sterol biosynthesis inhibitor). Grup ini terdiri atas beberapa kelas kimia, seperti morfolin (dedomorf, fenpropimorf, tridemorf), piperidin (fenpropidin, piperalin) dan fungisida spiroksamin.
- SBI kelas III (keto reductase, C4-dimethylaion), seperti fungisida dari kelas hidriksialinid (fenheksamid)
- SBI kelas IV (sequalene-epoxidase in sterol biosynthesis), terdiri dari piributikarb dan fungisida allilamin (naftifin dan terbinafin)

Golongan imidazol (ketokonazol) dan triazol merupakan obat anti cendawan sistemik berspektrum luas, bersifat fungistatik, bekerja dengan mengganggu sintesis ergosterol, sterol utama yang berfungsi mempertahankan integritas membrane sel cendawan dengan menghambat enzim sitokrom P450 14- α demetilase lanosterol yang merupakan enzim esensial dalam sintesis ergosterol membrane sel cendawan (Hanum, 2009)

5. Bahan Aktif golongan Triazol (SBIs) yang digunakan.

Menurut Djojsumarto (2008), penjelasan beberapa bahan aktif yang tergolong dalam fungisida SBI yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

- Difenokonazol

Bahan aktif ini ditemukan pada tahun 1988, bersifat sistemik, ditransportasikan secara akropetal dan memiliki efek translaminar yang kuat. Berspektrum luas untuk mengendalikan jamur dari kelas

Ascomycetes, Basidiomycetes, dan Deuteromycetes termasuk diantaranya *Alternaria*, *Ascocytha*, *Cescospora*, *Colletrotrichum*, *Rhizoctonia* dan *Septoria*. Bahan aktif ini bersifat non-teratogenik dan non-mutagenik.

- Epoksikonazol

Bahan aktif ini ditemukan pada tahun 1993, bersifat sistemik dan digunakan untuk aplikasi preventif dan kuratif. Berspektrum luas untuk kelas Ascomycetes, Basidiomycetes dan fungi imperfecti.

- Heksakonazol

Bahan aktif ini ditemukan pada tahun 1986, digunakan untuk protektan dan eradikan. Efektif untuk mengendalikan cendawan dari kelas Ascomycetes dan Basidiomycetes. Senyawa ini bersifat non-mutagenik.

- Tebukonazol

Bahan aktif ini ditemukan pada tahun 1986, berspektrum sangat luas dan diaplikasikan untuk preventif, kuratif dan eradikatif. Senyawa ini bersifat sistemik dan diserap sangat cepat oleh bagian vegetatif tanaman. Senyawa ini sangat baik digunakan untuk perlakuan benih dan penyemprotan.

- Flusilazol

Bahan aktif ditemukan pada tahun 1987, bersifat sistemik, berbentuk pekatan berwarna hijau transparan yang dapat diemulsikan, Fungisida ini dapat menghambat enzim sitokrom kompleks, aplikasi preventif dan

kuratif untuk mengendalikan penyakit embun tepung (Leotiomycetess), Busuk buah Monilia (Basidiomycetes), dan penyakit layu pada anggur (Sordariomycetes)

D. Kerangka Pikir



Gambar 23. Bagan Kerangka Pikir Karakter Morfologi *Moniliophthora sp* dan Uji Efikasi Fungisida Golongan Triazol secara In Vitro.