

**PENGUJIAN EFEKTIVITAS FUNGISIDA GALBEN M 73 WP
(BA: BENALAKSIL 8% DAN MANKOZEB 65 %) TERHADAP
PENYAKIT BUSUK BUAH *Phytophthora palmivora* Butl. PADA
TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SECARA *IN VIVO*
DAN *IN VITRO***

Oleh
ILHAM FAJAR SUTRISNO



**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENGUJIAN EFEKTIVITAS FUNGISIDA GALBEN M 73 WP
(BA: BENALAKSIL 8% DAN MANKOZEB 65 %) TERHADAP
PENYAKIT BUSUK BUAH *Phytophthora palmivora* Butl. PADA
TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SECARA *IN VIVO*
DAN *IN VITRO***

Oleh:
ILHAM FAJAR SUTRISNO
115040201111335

SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 21 Mei 2015

Ilham Fajar Sutrisno



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengujian Efektivitas Fungisida Galben M 73 WP (Ba: Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%) Terhadap Penyakit Busuk Buah *Phytophthora palmivora* Butl. pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Secara *In vivo* dan *In vitro*.**

Nama Mahasiswa : **Ilham Fajar Sutrisno**
NIM : 115040201111335
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi : Agroekoteknologi
Laboratorium : Mikologi
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui
Pembimbing Utama, Pembimbing Kedua,

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

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

Diketahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Ir. Liliek Sulistyowi, Ph.D.
NIP. 19551212 198003 2003

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1006

Penguji III

Penguji IV

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Lulus :

LEMBAR PERSEMBAHAN

Kupersembakan hasil keringat ini kepada Orangtua yang jauh disana
sebagai penghormatan dan perjuangan

“This sweat results presented to parents as a tribute and struggle”



RINGKASAN

ILHAM FAJAR SUTRISNO. 115040201111335. Pengujian Efektivitas Fungisida Galben M 73 WP (Ba: Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%) Terhadap Penyakit Busuk Buah *Phytophthora palmivora* Butl. Pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Secara *In vivo* dan *In vitro*. Dibimbing Oleh Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.* dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.

Tanaman kakao merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi yang mampu meningkatkan penghasilan petani, selain itu kakao juga mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan yang berperan menghasilkan devisa negara. Permasalahan dalam pertanaman kakao, meningkatnya areal perkebunan kakao tidak diikuti dengan produktifitas buahnya. Salah satu penyebabnya adalah serangan penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* yang merupakan penyakit penting kakao. Pengendalian paling umum dilakukan petani kakao adalah pengendalian secara kimiawi menggunakan fungisida sintetik. Penggunaan fungisida sintetik dengan bahan aktif tunggal kontak dan sistemik telah banyak digunakan petani dalam mengendalikan *P. palmivora*, tetapi untuk fungisida dengan dua bahan aktif gabungan antara kontak dan sistemik belum banyak dilakukan penelitian, sehingga efektivitasnya belum diketahui. Penggunaan fungisida berbahan aktif tunggal secara terus-menerus dapat menimbulkan resistensi patogen sasaran, solusi yang dianjurkan adalah dengan menggunakan campuran beberapa jenis fungisida dengan cara kerja yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas fungisida Galben M 73 WP dalam menekan penyakit busuk buah kakao *P. palmivora*. Fungisida Galben M 73 WP memiliki dua bahan aktif benalaksil (sistemik) dan mankozeb (kontak). Fungisida dengan lebih dari satu bahan aktif atau campuran dua bahan aktif yang bersifat kontak dan sistemik diharapkan mampu memberikan hasil lebih baik dibanding dengan fungisida berbahan aktif tunggal.

Penelitian di lapang (*in vivo*) dilaksanakan di Kelurahan Wlingi, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar. Penelitian *in vitro* dilaksanakan di Laboratorium Penyakit, Sub Laboratorium Mikologi dan Laboratorium Toksikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian mulai bulan Oktober 2014 sampai Maret 2015. Dalam penelitian di lapang dilakukan pengujian fungisida terhadap penyakit busuk buah kakao dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pada taraf 4 konsentrasi diulang sebanyak 5 kali, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf kepercayaan 5%. Variabel yang diamati adalah intensitas serangan, tingkat hambatan, bunga, buah muda dan tingkat efikasi fungisida. Penelitian di laboratorium dilakukan pengujian fungisida terhadap pertumbuhan *P. palmivora* dengan metode umpan beracun yaitu menumbuhkan jamur *P. palmivora* pada media *V8 Juice* agar yang telah dicampur dengan larutan fungisida. Variabel yang diamati adalah diameter

koloni, tingkat hambatan relatif, sifat aktivitas fungisida majemuk dan berat kering miselium. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pada taraf 4 konsentrasi dengan 12 perlakuan dari 3 jenis fungisida diulang sebanyak 3 kali, kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur pada taraf kepercayaan 5%.

Hasil penelitian dilapang menunjukkan perlakuan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP dapat menghambat penyakit busuk buah *P. palmivora* pada tanaman kakao. Pengaruh hambatan tertinggi adalah perlakuan G3 (1,5 g/l), G2 (1,0 g/l), G1 (0,5 g/l) dan G4 (2,0 g/l), dengan persentase secara berturut-turut sebesar 49,44%, 30,23%, 30,09% dan 24,23%. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan perlakuan fungisida (Galben M 73 WP, Mankozebe dan Benalaksil) dapat menekan pertumbuhan koloni dan berat kering miselium jamur *P. palmivora*. Pengaruh hambatan fungisida paling baik terhadap koloni jamur adalah Galben M 73 WP dan Mankozebe, dilanjutkan Benalaksil sebesar 94,44%, 94,44% dan 31,48%. Sedangkan, pengaruh fungisida terhadap berat kering miselium jamur adalah Galben M 73 WP dan Mankozebe, dilanjutkan Benalaksil sebesar 0 g, 0 g dan 0,055 g. Hasil analisis sifat aktivitas fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozebe 65%) di laboratorium memiliki cara kerja sinergistik ($NK \geq 1$) dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora*.



SUMMARY

ILHAM FAJAR SUTRISNO. 115040201111335. Testing the Effectiveness of fungicides Galben M 73 WP (Benalaxyl 8% and Mancozeb 65%) Against *Phytophthora palmivora* Butl. Pod Rot Disease in Plants Cocoa (*Theobroma cacao* L.) In vivo and In vitro. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.* dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.

Cocoa plant is a plant that has a high economic value that can increase farmers' income, besides cocoa also have good prospects for development that contributes to a country's foreign exchange. Problems in the cultivation of cocoa, cocoa plantations increased not followed with his productivity. One reason is the cocoa fruit rot disease caused by the fungus *Phytophthora palmivora* which is an important disease of cocoa. The most common control cocoa farmers are chemically control using synthetic fungicides. The use of synthetic fungicides with a single active ingredient contact and systemic been widely used by farmers in controlling *P. palmivora*, but for fungicides with two active ingredient combination of contact and systemic research has not been done, so its effectiveness is unknown. The use of a single fungicide active ingredient continuously can cause the target pathogen resistance, the recommended solution is to use a mixture of several types of fungicides with different ways of working. This study was conducted to determine the effectiveness of fungicides Galben M 73 WP in suppressing *P.palmivora* cocoa black pod disease. Galben M 73 WP fungicide has two active ingredients benalacxyl (systemic) and mancozeb (contact). Fungicides with more than one active ingredient or mixture of two active ingredients that are contact and systemic expected to give better results than a single fungicide active ingredient.

The field studies (in vivo) has conducted in the Village Wlingi, District Wlingi, regency Blitar. In vitro studies carried out in the Laboratory of Disease, Sub Mycology Laboratory and Laboratory of Toxicology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya. The study began in October 2014 to March 2015. In a field studies conducted testing fungicides against black pod disease of cocoa using a randomized block design at level 4 concentration is repeated 5 times, followed by Least Significant Difference test at 5% confidence level. The variables measured were the intensity of the attacks, the level of barriers, flowers, young fruit and levels of fungicide efficacy. In a laboratory studies testing fungicides on the growth of *P. palmivora* with poisoned bait method of growing the fungus *P. palmivora* on V8 juice agar medium was mixed with a solution of fungicide. The variables analyzed were the diameter of the colony, the relative resistance level, the nature of the activity of the fungicide compound and mycelium dry weight. The experimental design used was a completely randomized design at level 4 with a concentration of 12 from 3 types of fungicide treatment was repeated 3 times, followed by Honestly Significant Difference test at 5% confidence level.

Results of field studies showed that Galben M 73 WP fungicide inhibit *P. palmivora* fruit rot disease on cocoa crops. The influence of the highest barriers are treated G3 (1.5 g/l), G2 (1.0 g/l), G1 (0.5 g/l) and G4 (2.0 g/l), with the percentage in succession contributed by 49.44%, 30.23%, 30.09% and 24.23%. Results of laboratory studies showed fungicide treatment (Galben M 73 WP, Mancozeb and Benalaxyl) can suppress the growth of the colony and the dry weight of mycelium fungus *P. palmivora*. Influence best fungicide barriers against fungal colonies are Galben M 73 WP and Mancozeb, followed by 94.44% Benalaxyl, 94.44% and 31.48%. Meanwhile, the effect of fungicides against fungal mycelium dry weight is Galben M 73 WP and Mancozeb, followed Benalaxyl of 0 g, 0 g and 0.055 g. Results of the analysis of the nature of the activity Galben M 73 WP fungicide active ingredient compound (Benalaxyl 8% and Mancozeb 65%) in the laboratory have a way of working synergistically ($NK \geq 1$) in inhibiting the growth of fungi *P. palmivora*.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-NYA, penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pengujian Efektivitas Fungisida Galben M 73 WP (ba: Benalaksil 8% dan Mankozeb 65 %) Terhadap Penyakit Busuk Buah *Phytophthora palmivora* Butl. Pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Secara *In vivo* dan *In vitro*”.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas segala bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan akhir magang kerja ini, mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
2. Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku dosen pembimbing II atas saran, bimbingan, opini dan koreksi dalam pengerjaan penulisan skripsi ini.
3. Antok Wahyu S., SP., MP. Selaku pembimbing penelitian lapang atas saran, bantuan dan bimbingan pada saat penelitian skripsi ini.
4. Tomo Agus S., ST dan Catur Probowo Widodo, ST. selaku Pranata Laboratorium serta Istaniyah Huda, A.Md selaku Laboran Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang selalu senantiasa membantu penelitian di Laboratorium.
5. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar yang selalu memberi semangat, doa, material, dan motivasi untuk kesuksesan penulis.
6. HIMAPTA, Teman-teman terdekat atas bantuan dan sarannya, serta semua pihak penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan dan semangatnya.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir magang kerja ini masih terdapat kekurangan sehingga penyusun masih membutuhkan kritik maupun saran yang dapat membangun agar laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Malang, Januari 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 3 Oktober 1993 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dengan ayah bernama Amriyadi dan Ibu Rita Afrianti.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Islamiyah Sekayu pada tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan ke sekolah menengah pertama di SMPN 6 Sekayu pada tahun 2005 sampai tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011, penulis melanjutkan studi ke sekolah menengah atas di SMAN 2 Sekayu. Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi mengambil jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN Undangan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten mata kuliah Bahasa Indonesia, Teknologi Produksi Tanaman dan Teknologi Benih pada tahun 2013-2014. Penulis pernah aktif dalam kelembagaan kegiatan mahasiswa yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa selama 2 periode tahun 2011-2013 sebagai Kepala Biro Kewirausahaan dan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman periode 2013-2014 sebagai Ketua Departemen Pengembangan Sumberdaya Anggota. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan kegiatan mahasiswa seperti PROTEKSI, Klinik Tanaman, Ekspedisi dan lainnya.

DAFTAR ISI

Teks	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	2
3. Tujuan Penelitian.....	3
4. Hipotesis Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
1. Tanaman Kakao.....	4
2. Penyakit Busuk Buah Kakao <i>P. palmivora</i>	5
3. Pengendalian Penyakit.....	8
4. Uji Efikasi.....	9
5. Fungisida.....	10
6. Benalaksil, Mankozeb dan Fungisida Majemuk.....	11
III. BAHAN DAN METODE.....	13
1. Tempat dan Waktu.....	13
2. Alat dan Bahan.....	13
3. Metode Penelitian.....	14
4. Pelaksanaan Penelitian.....	15
5. Variabel Pengamatan.....	20
6. Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
1. Pengujian Lapangan (<i>In Vivo</i>).....	23
2. Pengujian Laboratorium (<i>In Vitro</i>).....	33
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
1. Kesimpulan.....	44

2. Saran44

DAFTAR PUSTAKA.....45

LAMPIRAN48



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Penampakan Buah Kakao Membujur (A) dan Melintang (B).....	4
2.	Penampakan Mikroskopis Klamidospora (A), Sporangium (B) Jamur <i>P. palmivora</i>	6
3.	Daur Hidup Jamur <i>P. palmivora</i>	7
4.	Gejala Penyakit Busuk Buah disebabkan Oleh Jamur <i>P. palmivora</i> , Buah utuh (A) dan dibelah (B).	8
5.	Fungisida berdasarkan waktu aplikasinya.	10
6.	Struktur Molekul Kimia IUPAC Benalaksil.....	11
7.	Struktur Molekul Kimia IUPAC Mankozeb	12
8.	Denah Percobaan Efikasi Fungisida Lapang.....	14
9.	Gejala Serangan Busuk Buah Kakao <i>P. palmivora</i> (A) dan Biji yang Rusak (B).....	23
10.	Rata-rata Intensitas Serangan (%) <i>P. palmivora</i> pada Tanaman Kakao dengan Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP secara <i>In vivo</i>	25
11.	Rata-rata Tingkat Hambatan (%) pada Berbagai Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP terhadap <i>P. palmivora</i> secara <i>In vivo</i>	27
12.	Tingkat Efikasi Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP terhadap Jamur <i>P. palmivora</i> pada Tanaman Kakao.....	28
13.	Pola Linier Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP dan Tingkat Efikasi di Lapang.	28
14.	Bunga Kakao (A) dan Keseluruhan Pohon (B).	29
15.	Bunga yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.	30

16.	Buah Muda Kakao yang Terserang Busuk Buah <i>P. palmivora</i> (A) dan Sehat (B).....	31
17.	Buah Muda yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP	32
18.	Tanaman Kakao Tidak Mengalami Fitotoksisitas.....	32
19.	Penampakan Makroskopis Koloni Jamur <i>P. palmivora</i> pada Media V8 Juice Agar; bagian atas (A) dan bagian bawah (B) cawan petri.....	33
20.	Penampakan Mikroskopis Jamur <i>P. palmivora</i> ; hifa (A), sporangium (B), kladiospora (C) dan papilla (D).....	34
21.	Diameter Koloni Jamur <i>P. palmivora</i> pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara <i>In vitro</i> ; Perlakuan Fungisida Galben (A), Mankozeb (B) dan benalaksil (C).....	35
22.	Rata-rata Diameter Koloni jamur <i>P. palmivora</i> pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara <i>In vitro</i>	37
23.	Daya Hambatan (%) pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Terhadap <i>P. palmivora</i> secara <i>In vitro</i>	39
24.	Pola Polinomial Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Majemuk Galben M 73 WP dan Tingkat Hambatan Relatif (THR).....	40
25.	Pola Polinomial Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Tunggal Mankozeb dan Tingkat Hambatan Relatif (THR).....	40
26.	Pola Polinomial Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Tunggal Benalaksil dan Tingkat Hambatan Relatif (THR).....	41
27.	Rata-rata Berat Kering Miselium jamur <i>P. palmivora</i> pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara <i>In vitro</i>	43

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Cara Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao pada beberapa Intensitas Serangan.	8
2.	Perlakuan Konsentrasi Penyemprotan Fungisida pada Pengujian Lapangan...14	14
3.	Perlakuan Fungisida pada Pengujian Laboratorium terhadap Jamur <i>P. palmivora</i>	15
4.	Rata-rata Intensitas Serangan (%) <i>P. palmivora</i> pada Tanaman Kakao dengan Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP secara <i>In vivo</i>	24
5.	Rata-rata Tingkat Hambatan (%) pada Berbagai Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP terhadap <i>P. palmivora</i> secara <i>In vivo</i>	26
6.	Rata-rata Bunga yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.	29
7.	Rata-rata Buah Muda yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.	31
8.	Rata-rata Diameter Koloni jamur <i>P. palmivora</i> pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara <i>In vitro</i>	35
9.	Rata-rata Daya Hambatan Relatif (%) pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Terhadap <i>P. palmivora</i> secara <i>In vitro</i>	38
10.	Perhitungan Nilai Nisbah Ko-toksistas (NK) dalam Penentuan Sifat Aktivitas Fungisida Majemuk Galben M 73 WP	42
11.	Rata-rata Bobot Kering Miselium <i>P. palmivora</i> pada hari ke-7 setelah Inokulasi pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara <i>In vitro</i> ..43	43

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel Analisis Ragam Intensitas Serangan Jamur <i>P. palmivora</i> setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan Minggu ke-1 sampai Minggu ke-7	48
2.	Tabel Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida Terhadap Jamur <i>P. palmivora</i> di Lapang dari Pengamatan Minggu ke-1 sampai minggu ke-7..	49
3.	Tabel Analisis Ragam Pertumbuhan Buah Muda Kakao setelah Aplikasi Fungisida Pengamatan Minggu ke-1 sampai Minggu ke-7.....	51
4.	Tabel Analisis Ragam Pertumbuhan Bunga Kakao setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan Minggu ke-1 sampai Minggu ke-7.....	53
5.	Tabel Analisis Ragam Pertumbuhan Diameter Koloni <i>P. palmivora</i> dengan Metode Umpan Beracun setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan 1 HSI sampai 7 HSI.....	54
6.	Tabel Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Terhadap <i>P. palmivora</i> dengan Metode Umpan Beracun setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan 1 HSI sampai 7 HSI.....	56
7.	Tabel Analisis Berat Kering Miselium <i>P. palmivora</i> dengan Metode Umpan Beracun setelah Aplikasi Fungisida Pada Pengamatan 7 HSI.....	57
8.	Dokumentasi Pengujian Efikasi Fungisida Majemuk Galben M 73 WP Terhadap <i>P. palmivora</i> di Lapang (<i>In vivo</i>).....	58
9.	Dokumentasi Pengujian Efikasi Fungisida Majemuk Galben M 73 WP Terhadap <i>P. palmivora</i> di Laboratorium (<i>In vitro</i>).....	62

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman kakao merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi yang mampu meningkatkan penghasilan petani, sehingga kakao perlu untuk dikembangkan. Produksi kakao di dunia sebagai bahan baku utama pembuat cokelat ini mengalami peningkatan selama beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2010 – 2011 produksi kakao dunia telah mencapai 4,01 juta ton dan diprediksi akan mencapai 4,2 juta ton pada tahun 2015 – 2016 (Rachbini *et al.*, 2011).

Kakao merupakan salah satu komoditi tanaman perkebunan yang berperan penting bagi pertumbuhan perekonomian Indonesia, terutama dalam menghasilkan devisa bagi negara (Rahardjo, 1999). Pada tahun 2011, luas perkebunan kakao di Indonesia sebesar 1.732.641 ha dan pada tahun 2012 meningkat menjadi 1.732.954 ha. Meningkatnya areal pertanaman kakao ini tidak diikuti dengan meningkatnya produktivitas. Pada tahun 2011, produktivitas kakao sebesar 821 kg/ha sedangkan, pada tahun 2012 menurun menjadi 820 kg/ha (Deptan, 2012). Belum meningkatnya produktivitas dan mutu kakao disebabkan oleh banyak faktor, antara lain adanya serangan penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* Butl. (Pythiales: Pythiaceae) (Sukamto, 2003).

P. palmivora menyerang jaringan internal buah menyebabkan biji kakao berkerut, busuk, lunak dan berwarna hitam sehingga menurunkan kualitasnya. Kerugian yang ditimbulkan akan lebih tinggi bila penyakit ini terjadi didaerah endemis yang beriklim basah (Drenth dan Guest, 2004).

Penyakit busuk buah kakao sampai saat ini masih sulit dikendalikan terutama di kebun kakao yang beriklim basah. Umumnya pengendalian patogen dilakukan dengan mengurangi kelembaban kebun kakao dengan pemangkasan, memperbaiki saluran air, sanitasi, membenamkan buah kakao dan bagian tanaman yang terinfeksi ke dalam tanah dan menggunakan varietas unggul, namun hal ini belum menjamin tanaman kentang tahan terhadap serangan *P. palmivora*. Pengendalian paling umum dilakukan oleh petani kakao adalah pengendalian secara kimiawi menggunakan

fungisida sintetik yang mengandung bahan aktif tembaga seperti *copper oxychloride*, *maneb*, *mankozeb*, *metiram* dan *propineb* (Semangun, 2004).

Menurut Untung (1993) sampai saat ini penggunaan fungisida sintetik digunakan petani untuk mengatasi masalah penyakit busuk buah kakao karena dapat diaplikasikan dengan cepat, praktis dan seringkali efektif. Pengendalian dengan fungisida sintetik dapat efektif jika diaplikasikan sesuai dengan aturan dan dosis yang dianjurkan. Namun, banyak petani mengabaikan aturan tersebut, sehingga dapat memicu masalah baru yaitu terjadinya ketahanan *P. palmivora* terhadap fungisida.

Beberapa fungisida sintetik dengan bahan aktif kontak dan sistemik telah banyak digunakan petani untuk mengendalikan *P. palmivora*, tetapi untuk fungisida dengan dua bahan aktif gabungan antara kontak dan sistemik belum banyak dilakukan penelitian, sehingga efektivitasnya belum diketahui. Penggunaan fungisida berbahan aktif tunggal secara terus-menerus dapat menimbulkan resistensi patogen sasaran, solusi yang dianjurkan adalah dengan menggunakan campuran beberapa jenis fungisida dengan cara kerja yang berbeda (Priyono, 2002). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas fungisida Galben M 73 WP dalam menekan penyakit busuk buah kakao *P. palmivora*. Fungisida Galben M 73 WP mengandung dua bahan aktif benalaksil (sistemik) dan mankozeb (kontak). Fungisida dengan lebih dari satu bahan aktif atau campuran dua bahan aktif yang bersifat kontak dan sistemik diharapkan mampu memberikan hasil lebih baik dibanding dengan fungisida berbahan aktif tunggal.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut;

1. Apakah fungisida berbahan aktif majemuk (benalaksil 8% dan mancozeb 65%) efektif dalam menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara *In vivo* dan *In vitro*?
2. Apakah fungisida berbahan aktif majemuk (benalaksil 8% dan mancozeb 65%) bersifat sinergistik?

3. Apakah semakin tinggi konsentrasi fungisida berbahan aktif majemuk (benalaksil 8% dan mancozeb 65%) semakin menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara *In vivo* dan *In vitro*?

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efektivitas fungisida bahan aktif majemuk (benalaksil 8% dan mankozeb 65%) dalam menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara *In vivo* dan *In vitro*.
2. Mengetahui efek dari campuran dua bahan aktif (benalaksil 8% dan mankozeb 65%) yang terkandung dalam fungisida majemuk.
3. Mengetahui korelasi konsentrasi dan tingkat hambatan relatif fungisida berbahan aktif majemuk (benalaksil 8% dan mankozeb 65%) dalam menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora*.

Hipotesis Penelitian

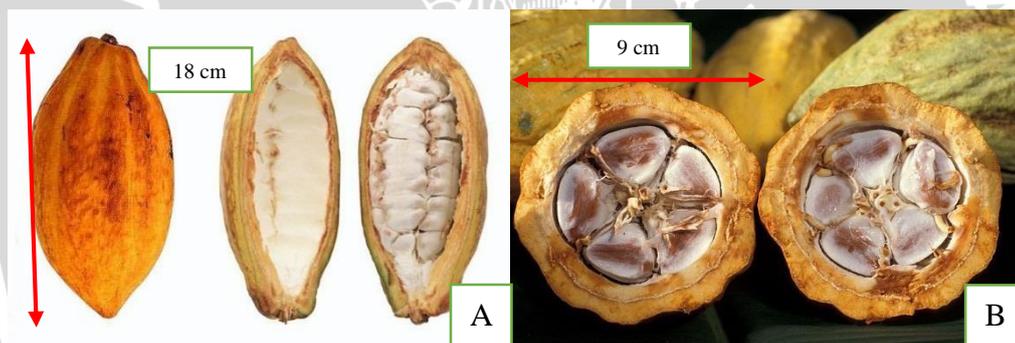
Berdasarkan rumusan masalah diatas dapat dikemukakan suatu hipotesis bahwa:

1. Fungisida berbahan aktif majemuk (benalaksil 8% dan mankozeb 65%) dapat menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora*.
2. Bahan aktif Benalaksil dan Mankozeb yang terkandung dalam fungisida majemuk (benalaksil 8% dan mankozeb 65%) bersifat sinergistik.
3. Semakin besar konsentrasi fungisida semakin menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Kakao

Kakao merupakan tanaman perkebunan yang menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar di Indonesia dan meningkatkan pendapatan petani sebagai mata pencaharian. Tanaman kakao memerlukan lingkungan khusus untuk dapat berproduksi secara baik. Lingkungan alami kakao adalah hutan hujan tropis. Di daerah itu suhu udara tahunan tinggi dengan variasi kecil, curah hujan tahunan tinggi dengan musim kemarau pendek, kelembaban udara tinggi dan intensitas cahaya matahari rendah (Hartobudoyo, 1995). Menurut Syamsulbahri (1996) bahwa kakao dapat berproduksi tinggi dan menguntungkan jika diusahakan pada lingkungan yang sesuai. Faktor lahan mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam mendukung tingkat produktivitas kakao.



Gambar 1. Penampakan Buah Kakao Membujur (A) dan Melintang (B).

Iklim. Sebaran curah hujan lebih berpengaruh terhadap produksi kakao dibandingkan dengan jumlah curah hujan yang tinggi. Jumlah curah hujan mempengaruhi pola pertunasan kakao (*flush*). Curah hujan yang tinggi dan sebaran yang tidak merata akan berpengaruh terhadap pertunasan kakao dan berakibat terhadap produksi kakao. Pertumbuhan dan produksi kakao banyak ditentukan oleh ketersediaan air sehingga kakao dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di tempat yang jumlah curah hujannya relatif sedikit tetapi merata sepanjang tahun (Soenaryo, 1983).

Tanah dan Topografi. Menurut Widya (2008), keasaman (pH) tanah yang baik untuk kakao adalah netral berkisar 5,6 – 6,8. Sifat ini khusus berlaku untuk tanah atas (*top soil*), sedangkan pada tanah bawah (*sub soil*) keasaman tanah

sebaiknya netral, agak asam atau agak basah. Menurut Sastrosayono (2005), tanaman kakao membutuhkan tanah berkadar bahan organik tinggi, yaitu diatas 3%. Kakao tumbuh baik pada lahan datar atau kemiringan tanah kurang dari 15%. Suhu udara harian idealnya sekitar 28°C, sehingga semakin tinggi tempat semakin rendah tingkat kesesuaiannya.

Penyakit Busuk Buah Kakao *P. palmivora*

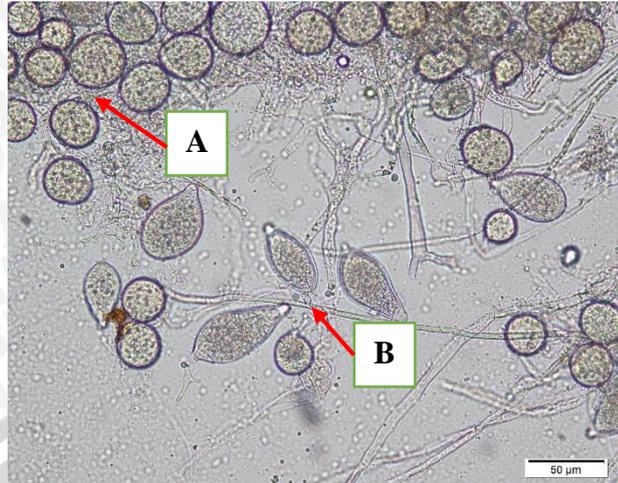
Klasifikasi *P. palmivora*

Penyakit busuk buah pada tanaman kakao disebabkan oleh *P. palmivora*. Menurut Semangun (2004), jamur ini tergolong dalam: Kingdom: Stramenophiles; Kelas: Oomycetes; Ordo: Peronosporales; Famili: Pythiaceae; Genus: *Phytophthora*; dan Spesies: *Phytophthora palmivora*.

P. palmivora memiliki kisaran inang yang luas dapat menyerang 138 spesies tumbuhan yang termasuk ke dalam bermacam-macam famili (Chee, 1969). Untuk dapat berkembang-biak, jamur ini memerlukan suhu dan kelembaban udara tertentu. Perkembangan penyakit makin tinggi pada suhu optimum 31°C dan kelembaban berkisar 65 – 90%. Jamur ini telah dikenal sejak tahun 1886 di Indonesia dan menjadi penyakit penting pada tanaman perkebunan (Agrios, 1996). *P. palmivora* dapat menyerang bermacam-macam tanaman, dengan demikian sumber inokulum selalu ada di lapangan.

Morfologi *P. palmivora*

P. palmivora memiliki sporangium yang jelas berbentuk seperti buah jeruk nipis dengan tonjolan di ujungnya. Sporangium ini tidak tahan kering, jika ada air maka sporangium ini akan melepaskan zoosporanya. Zoospora akan berkecambah dengan menghasilkan hifa yang pipih yang masuk ke dalam jaringan inang (Gregory *et al.*, 1984).

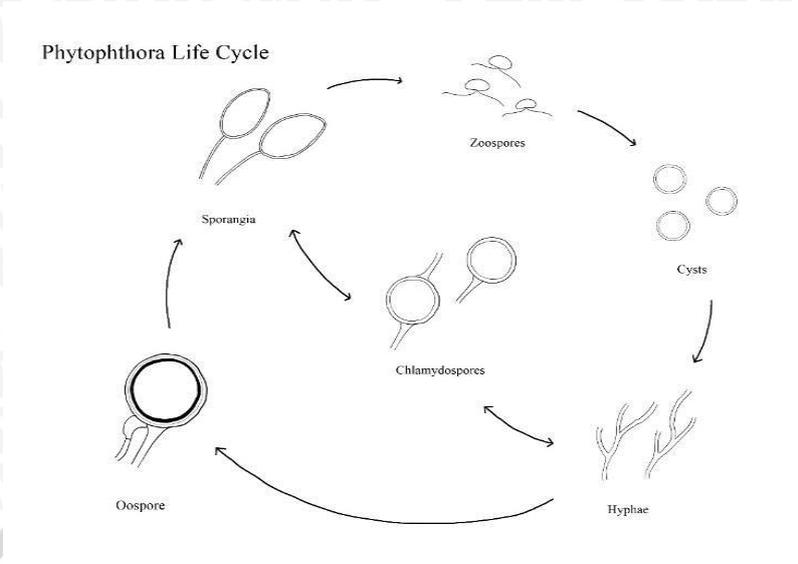


Gambar 2. Penampakan Mikroskopis Klamidospora (A), Sporangium (B) Jamur *P. palmivora*.

Jamur *P. palmivora* mempunyai miselium yang menghasilkan klamidiospora dan sporangium. Zoospora mempunyai bulu cambuk. Spora seksual (klamidiospora) dihasilkan oleh penyatu gamet yang berbeda secara morfologi (Agrios, 1996). Sporangium dihasilkan sepanjang hifa somatik atau pada ujung hifa dan seperangkat hifa bebas. Sporangium berukuran 36-80 x 26-40 μm . Oogonium berkisar 26-36 dan 22-32 μm . Klamidiospora siap dibentuk yang memiliki ukuran 32-48 μm (McMahon *et al.*, 2004). Zoospora keluar satu persatu melalui papilia yang terdapat pada ujung sporangium. Jenis *P. palmivora* membentuk klamidiospora bulat, ber dinding agak tebal dan hialin (Semangun, 2000).

Daur Hidup *P. palmivora*

P. palmivora bertahan dalam tanah terbawa oleh percikan air hujan dan menginfeksi buah-buah yang dekat tanah. Dalam waktu beberapa hari *P. palmivora* pada buah menghasilkan sporangium. Sporangium dapat terbawa oleh percikan air, angin dan serangga sehingga mencapai buah-buah yang tinggi (Semangun, 1996). Jamur ini dapat bertahan dalam berbulan-bulan di dalam tanah dalam bentuk Klamidiospora. Dari buah yang terserang *P. palmivora* dapat berkembang melalui tangkai, bantalan bunga dan batang sehingga menyebabkan penyakit kanker batang. Buah dan biji kakao yang terserang jamur *P. palmivora* akan rusak berkisar 15 hari setelah terinfeksi (Semangun, 2008).

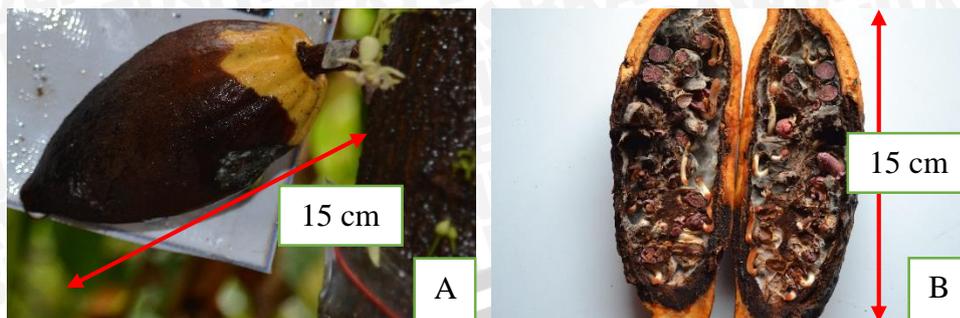


Gambar 3. Daur Hidup Jamur *P. palmivora* (forestphythopthoras, 2015).

P. palmivora dapat menyerang bermacam-macam tanaman. Meskipun demikian belum diketahui dengan pasti dari berbagai tanaman tadi semuanya dapat menimbulkan penyakit pada kakao (Stamps *et al.*, 1990). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sumber infeksi selalu ada. Namun yang dianggap sebagai sumber infeksi paling utama adalah tanah. Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengendalikan *P. palmivora* di dalam tanah tetapi tidak memberikan hasil yang memuaskan (Ramlan, 2010).

Gejala Serangan *P. palmivora*

Infeksi *P. palmivora* dicirikan dengan adanya bercak berwarna coklat kehitaman yang mulai dari bagian mana saja. Jaringan yang tidak terinfeksi tampak jelas dan dibatasi oleh permukaan kasar dan bercak coklat kehitaman (Afriyeni *et al.*, 2013). Biasanya bercak tersebut menyerang ujung buah dan kemudian seluruh permukaan berubah menjadi warna hitam. Buah dan biji yang terserang akan membusuk dan lunak. Pembentukan spora terlihat dengan adanya warna putih di atas bercak hitam yang telah meluas. Pada permukaan buah juga banyak ditemukan sporangiofor dan sporangium jamur. Penyakit busuk buah kakao dapat ditemukan pada semua tingkatan buah, dari buah muda hingga buah menjelang masak (Cook, 1978).



Gambar 4. Gejala Penyakit Busuk Buah disebabkan Oleh Jamur *P. palmivora*, Buah utuh (A) dan dibelah (B).

Kerusakan oleh *P. palmivora* dapat bervariasi mulai ringan, sedang sampai buah tidak dapat dipanen. Kerusakan berat bila jamur ini masuk kedalam buah dan menyebabkan pembusukan pada biji. Bila menyerang buah muda menyebabkan pertumbuhan biji terganggu yaitu menjadi lunak, berwarna coklat kehitaman, termumifikasi dan akibatnya terjadi penurunan kualitas biji (Darmono *et al.*, 2001). Serangan pada buah yang hampir masak, biji menjadi lembek dan penurunan aroma biji (Semangun, 1996).

Pengendalian Penyakit

Penyakit busuk buah kakao di Indonesia sampai saat ini belum dapat dikendalikan secara tuntas, terutama di kebun-kebun kakao beriklim basah. Menurut Evan & Priori (1987), cara pengendalian penyakit busuk buah kakao, yaitu dengan memadukan tindakan sanitasi, penyemprotan fungisida dan memperbaiki lingkungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Cara Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao pada beberapa Intensitas Serangan (Evan & Priori, 1987).

Intensitas Serangan	Cara Pengendalian
Ringan (< 5%)*	Sanitasi
Sedang (5-25%)*	Sanitasi + Fungisida
Berat (25%)*	Sanitasi + Fungisida + Lingkungan

A. Sanitasi

Sanitasi dapat dilakukan dengan cara memetik busuk buah yang dilakukan bersamaan pemangkasan dan membenamkannya sedalam 30 cm dibawah

permukaan tanah. Apabila musim hujan, sanitasi dilakukan satu minggu sekali (Evan & Priori, 1987).

B. Fungisida

Fungisida dilakukan sebagai tindakan preventif, yakni dengan cara disemprotkan pada buah sehat setelah dilakukan sanitasi. Penyemprotan fungisida yang berbahan aktif tembaga seperti metalaksil dan mankozeb dengan konsentrasi 0,2 - 0,3% interval penyemprotan satu minggu. Penyemprotan menggunakan *knapsack sprayer* dengan volume semprot 500 liter/ha dilakukan pada saat sebagian besar buah telah berumur 3 bulan dengan panjang buah ± 10 cm (Evan & Priori, 1987).

C. Lingkungan

Perbaiki lingkungan bertujuan menjaga kelembaban sehingga penyakit tidak berkembang. Tindakan pengaturan pohon penanung dan pemangkasan tanaman juga dapat dilakukan untuk mengurangi kelembaban yang terlalu tinggi. Di lokasi yang cekung dan biasanya sering menjadi tempat genangan air sehingga perlu adanya pembuatan saluran untuk memperbaiki drainase (Evan & Priori, 1987).

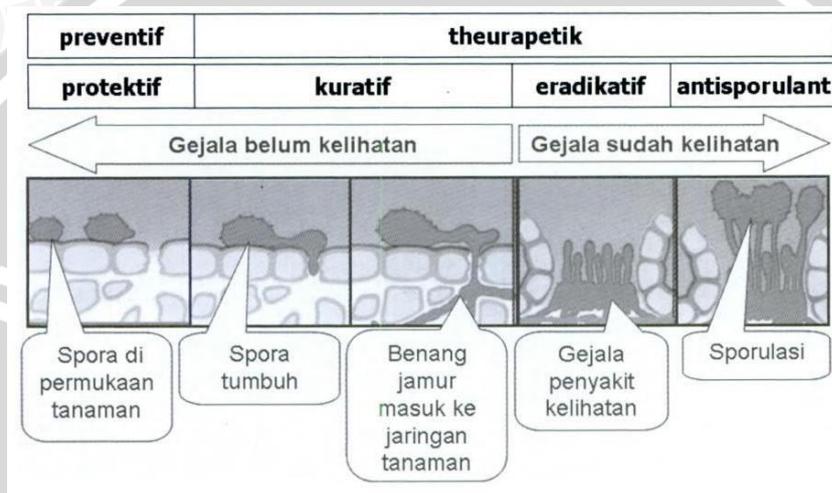
Uji Efikasi

Uji efikasi dilakukan untuk mengetahui efek senyawa kimia yang sudah disintetis terhadap berbagai OPT atau efek-efek lain yang bisa ditimbulkan. Tahap ini juga merupakan penyaringan (*Screening*) tahap pertama. Dari ribuan bahan kimia yang diuji, terdapat beberapa bahan yang akan dikembangkan menjadi insektisida, fungisida, akarisisida, herbisida atau pestisida lainnya. Semua data yang diperoleh dikumpulkan dan diproses lebih lanjut. Tahap selanjutnya adalah seleksi atau penyaringan tahap kedua. Dalam tahap ini, senyawa-senyawa yang lolos dari pengujian tahap awal kemudia diuji kemampuannya dalam mengendalikan OPT sasaran. Tahap ini juga memulai mempelajari takaran penggunaan dan cara aplikasinya. Mula-mula pengujian dilakukan pada tanaman dalam pot. Dalam proses ini, sejumlah kandidat fungisida mungkin gugur. Kandidat yang lolos kemudian diuji lagi di petak-petak percobaan kecil, lalu ke petak yang lebih besar.

Calon pestisida juga diuji di multilokasi, yaitu di daerah-daerah yang potensial dan endemis (Panut, 2008).

Fungisida

Fungisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun dan bisa digunakan untuk memberantas, mencegah dan menghambat pertumbuhan jamur. Selain untuk mengendalikan serangan jamur di areal pertanaman, fungisida juga banyak diterapkan pada buah dan sayur pascapanen (Sudarmo, 1991).



Gambar 5. Fungsi Fungisida berdasarkan waktu aplikasinya (Panut, 2008).

Adapun menurut Panut (2008) fungsi fungisida berdasarkan waktu aplikasinya dan perkembangan penyakit, yaitu sebagai berikut:

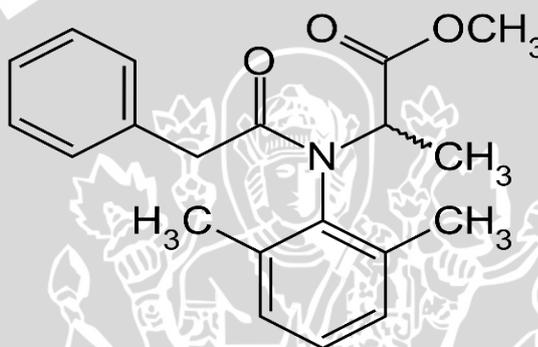
1. **Preventif/Protektif.** Fungisida kelompok ini berfungsi untuk mencegah infeksi jamur. Oleh karena itu, fungisida ini hanya efektif jika diaplikasikan sebelum ada infeksi. Fungisidanya disebut protektan. Kebanyakan fungisida kontak (non-sistemik, residual protektif) masuk dalam kategori ini.
2. **Kuratif.** Fungisida diaplikasikan setelah terjadi infeksi, tetapi sebelum gejala serangan muncul. Kebanyakan fungisida sistemik bisa digunakan sebagai fungisida protektif dan kuratif.
3. **Eradikatif.** Fungisida eradikatif disebut eradikan diaplikasikan sesudah gejala serangan muncul. Kebanyakan fungisida eradikatif juga berfungsi sebagai fungisida protektif dan kuratif.

4. **Antisporulan.** Fungisida antisporulan digunakan untuk mencegah produksi spora suatu jamur secara luas.

Benalaksil, Mankozeb dan Fungisida Majemuk

Benalaksil

Benalaksil, Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) menyetujui nama untuk metil N- (2,6-dimethylphenyl) -N- (fenilasetil) -DL-alaninate (campuran rasemat), adalah spektrum phenylamide fungisida yang menghambat pertumbuhan miselium jamur dan perkecambahan zoospora (Donovan, 2009). Struktur molekul dari benalaksil adalah sebagai berikut:



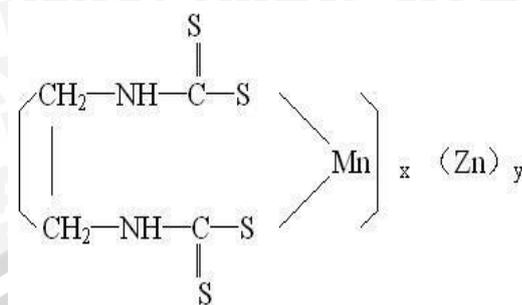
Gambar 6. Struktur Molekul Kimia IUPAC Benalaksil (Donovan, 2009).

Benalaksil ditemukan pada tahun 1981. Benalaksil bersifat sistemik, diserap lewat akar, batang dan daun serta ditransportasikan secara akropetal ke bagian-bagian tanaman lainnya. Fungisida ini diaplikasikan baik secara protektif, kuratif dan eradikatif. Sebagai fungisida protektif, benalaksil mencegah perkecambahan spora dan pertumbuhan miselium, aplikasi kuratif berfungsi untuk menghambat pertumbuhan miselium dan aplikasi eradikatif berfungsi untuk menghalangi sporulasi. Benalaksil efektif untuk mengendalikan jamur dari kelas Oomycetes (Panut, 2008).

Mankozeb

Mankozeb merupakan penggabungan anatar maneb dengan ion seng yang berfungsi untuk menurunkan fitotoksisitas maneb dan meningkatkan daya racun fungisidanya (Agrios, 1996). Mankozeb adalah kompleks polimer mengandung 20% mangan dan 2,5% seng. Keseluruhan tubuh data toksikologi yang berasal dari

sejumlah *in vitro* dan *in vivo* tes menunjukkan bahwa tidak ada kekhawatiran (Heuberger *et al.*, 1999). Struktur molekul dari mankozeb adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Struktur Molekul Kimia IUPAC Mankozebe (Heuberger *et al.*, 1999).

Formulasi dari mankozeb adalah tepung berwarna kuning keabuan seperti lumut. Cara kerjanya dengan mengganggu sistem metabolisme lipid dan enzimatik biokimia sel jamur. Aktivitas biologis dan pengaruh langsung mankozeb pada proses biokimia adalah penghambatan spora jamur (Keinath dan Dubose, 2004). Fungisida kontak dari kelompok dithiokarbamat mempunyai spektrum yang sangat luas yaitu mengendalikan jamur dari kelas *Ascomycetes*, *Oomycetes*, *Basidiomycetes* dan *Deutromyhcetes* (Djojsumarto, 2008).

Fungisida Majemuk

Fungisida majemuk merupakan fungisida yang mengandung dua bahan aktif atau lebih dengan cara kerja yang berbeda atau sama seperti kontak-sistemik dan kontak-kontak. Tujuan dibentuk formulasi fungisida dengan lebih dari satu bahan aktif adalah untuk mengurangi ketahanan jamur penyebab penyakit terhadap fungisida berbahan aktif (Calvo *et al.*, 2006).

Menurut Prijono (2002), sifat dari fungisida majemuk ada 2 macam yaitu sinergistik dan antagonistik. Sinergistik dicirikan oleh toksisitas campuran lebih besar daripada toksisitas tunggal dan antagonistik sebaliknya. Untuk mengetahui sifat toksisitas fungisida majemuk, kedua bahan aktif tersebut perlu diujikan secara terpisah.

III. BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Pengujian lapang (*in vivo*) dilaksanakan di Kelurahan Wlingi, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar. Pengujian fungisida secara *in vitro* dilaksanakan di Laboratorium Penyakit, Sub Laboratorium Mikologi dan Toksikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2014 sampai Maret 2015.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengujian lapang (*in vivo*) ini adalah *Knapsack sprayer*, gunting, alat tulis, pulpen OHP, spidol, penggaris, *cutter*, tabung ukuran 1000 ml, pisau, botol plastik, *stirrer* dan ember.

Alat yang digunakan dalam pengujian laboratorium (*in vitro*) adalah mikroskop, cawan petri dengan diameter 6 cm dan 9 cm, *Laminar Air Flow Cabinet*, *centrifuge*, tabung *centrifuge*, bunsen, autoklaf, jarum ose, pinset, *beaker glass* 1000 ml, spatula, jarum steril, botol kecil, botol media, gunting, pisau, *scalpel*, *cork borer*, penggaris 30 cm, timbangan, tabung reaksi 10 g, mikroskop, kertas saring, mikropipet dan kompor listrik.

Bahan yang digunakan dalam pengujian lapang (*in vivo*) ini adalah semua varietas kakao yang umum dibudidayakan di lokasi percobaan, fungisida Galben M 73 WP, label, tali rafia, air, plastik, botol plastik dan kertas mika.

Bahan yang akan digunakan dalam laboratorium (*in vitro*) ini adalah inokulum jamur *P. palmivora* yang diisolasi dari tanaman kakao yang menunjukkan gejala dari tanda penyakit busuk buah dimana sampel diambil dari kebun petani kakao Kelurahan Wlingi, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar. Media yang digunakan untuk isolasi, perbanyakan dan pengujian jamur *P. palmivora* adalah media V8 *juice* (7,5 gram agar, 150 ml V8 *juice*, 2,25 gram CaCO₃, 1 kapsul *chloramphenicol*, dan 30 mikrolit pimarinin) yang ditempatkan di petridish. Fungisida yang diuji adalah GALBEN M 73 WP (Bahan aktif benalaksil 8% dan mankozeb 65%). Fungisida pembanding yang digunakan adalah benalaksil dan

mankozeb. Adapun bahan lain yang digunakan adalah plastik *wrapping*, aluminium foil, kapas steril, tisu, selotif, natrium hipoklorit (NaOCl) 10%, alkohol 96%, alkohol 70%, aquades dan kertas.

Metode Penelitian

Penelitian lapang (*in vivo*) ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 25 satuan perlakuan. Setiap pohon yang dipilih terdiri dari 5 sampel buah sehingga keseluruhan sampel buah yang dibutuhkan sebanyak 125 buah. Perlakuan yang akan dilakukan yaitu pemberian dosis fungisida berbahan aktif benalaksil 8% dan mankozeb 65% (GALBEN M 73 WP) dengan volume semprot 600 L/ha, taraf perlakuan konsentrasi fungisida yang diaplikasikan ialah sebagai berikut:

Tabel 2. Perlakuan Konsentrasi Penyemprotan Fungisida pada Pengujian Lapang.

No	Perlakuan	Konsentrasi (g/l)	
1	Galben M 73 WP	$\frac{1}{4}$ A	0.5
2	Galben M 73 WP	$\frac{1}{2}$ A	1.0
3	Galben M 73 WP	$\frac{3}{4}$ A	1.5
4	Galben M 73 WP	A	2.0
5	Kontrol	-	-

A = Volume air yang akan ditambahkan dengan konsentrasi fungisida.



Gambar 8. Denah Percobaan Efikasi Fungisida Lapang

Penelitian laboratorium (*in vitro*) ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 13 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga total keseluruhan yang dibutuhkan sebanyak 39 cawan petri. Pembuatan media dilakukan dengan cara mencampurkan fungisida dan *V8 Juice* tiap dosisnya.

Tabel 3. Perlakuan Fungisida pada Pengujian Laboratorium terhadap Jamur *P. palmivora*

Kode	Perlakuan	Konsentrasi
G1	Galben M 73 WP	1,0 g/l
G2	Galben M 73 WP	0,8 g/l
G3	Galben M 73 WP	0,6 g/l
G4	Galben M 73 WP	0,4 g/l
M1	Mankozeb	1,0 g/l
M2	Mankozeb	0,8 g/l
M3	Mankozeb	0,6 g/l
M4	Mankozeb	0,4 g/l
B1	Banalaksil	1,0 g/l
B2	Banalaksil	0,8 g/l
B3	Banalaksil	0,6 g/l
B4	Banalaksil	0,4 g/l
G0, M0, B0	Kontrol	0

Pelaksanaan Penelitian

Pengujian Lapang (*In vivo*)

1. Penentuan pohon sampel

Pengaturan tata letak perlakuan dan kelompok dilakukan dengan metode pengambilan sampel acak sistematis (*Systematic Random Sampling*) dimana metode untuk mengambil sampel secara sistematis dengan interval atau jarak tertentu dari suatu kerangka percobaan yang telah diurutkan. Selanjutnya, dilakukan penandaan dan penomoran pohon (1=G1, 2=G2, 3=G3, 4=G4, 5=G0) menggunakan plastik mika, hal ini bertujuan untuk mempermudah petani kakao dalam menentukan penyemprotan fungisida setiap dosis perlakuannya.

2. Penentuan buah contoh

Penentuan buah contoh dilakukan sebelum aplikasi dimulai pada setiap tanaman diambil secara acak 5-10 buah contoh (tergantung jumlah rata-rata buah

dari keseluruhan pohon) yang tumbuh dibagian batang dengan ukuran panjang buah kurang lebih 10-15 cm dan diberi tanda/label. Penelitian ini mengambil buah contoh sebanyak 5 buah.

3. Aplikasi Fungisida

Aplikasi dilakukan dengan menggunakan alat semprot punggung (*Knapsack sprayer*) dengan volume semprot setara dengan 600L/ha. Aplikasi pertama dilakukan apabila sudah ditemukan serangan penyakit sasaran lebih kurang merata. Interval aplikasi dilakukan setiap seminggu sekali dengan banyak aplikasi sejumlah 6 kali. Berdasarkan hasil perhitungan dosis semprot fungisida diperoleh yaitu: G0: Kontrol (Tanpa disemprot Fungisida), G1: Galben M 73 WP dengan dosis formulasi 0.27 g; G2: Galben M 73 WP dengan dosis formulasi 0.54 g; G3: Galben M 73 WP dengan dosis formulasi 0.81 g; dan G4: Galben M 73 WP dengan dosis formulasi 1.08 g. Satuan perlakuan berupa 1 pohon tanaman kakao dengan jarak tanam 3 x 3 meter sehingga volume semprot yang dikonversikan per pohonnya sebanyak 540 ml.

4. Waktu pengamatan

Pengamatan intensitas penyakit pertama dilakukan secara bersamaan dengan penentuan pohon dan buah contoh sebelum aplikasi. Selanjutnya, pengamatan dimulai setelah aplikasi fungisida sehingga total pengamatan sebanyak 7 kali.

Pengujian Laboratorium (*In vitro*)

1. Sterilisasi Alat

Metode sterilisasi alat dilakukan dengan dua cara, yaitu untuk alat-alat gelas yang akan digunakan terlebih dahulu dicuci bersih dengan sabun, selanjutnya dikeringkan menggunakan tisu, kemudian dibungkus dengan kertas, dan selanjutnya disterilkan menggunakan metode pemanasan basah, yaitu autoklaf pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm selama 20 menit. Peralatan yang tidak tahan panas disterilkan dengan menggunakan alkohol 70%.

2. Pembuatan media *V8 Juice*

Media buatan yang digunakan untuk isolasi jamur patogen, yaitu media selektif *V8 juice*. Metode pembuatan media *V8 juice*, yaitu pertama mencampurkan

2,25 gram CaCO_3 dengan 150 ml jus V8 dan mengaduknya sampai rata, selanjutnya larutan tersebut di sentrifugal dengan kecepatan 3000 rpm. Kemudian 100 ml larutan hasil sentrifugal ditambahkan aquades sampai volumenya 1 liter dan direbus. Setelah panas ditambahkan 7,5 gram agar dan diaduk sampai rata, kemudian ditambahkan 1 kapsul *chlorampenicol* sebagai antibakteri. Lalu media dimasukkan ke dalam botol media dan ditutup menggunakan kapas steril dan aluminium foil untuk mengurangi adanya kontaminasi mikroorganisme yang tidak dikehendaki, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm, setelah itu media dikeluarkan dari autoklaf dan dibiarkan sampai tidak terlalu panas, kemudian ditambahkan 30 mikrolit pimaricin sebagai anti jamur bersekat dan diplatting.

3. Isolasi jamur *P. palmivora*

Proses isolasi dilakukan dengan cara mengambil bagian buah tanaman yang sakit permukaannya dan dicuci dengan air mengalir, kemudian memotong jaringan tanaman dengan setengah bagian sakit dan setengah bagian sehat. Selanjutnya, permukaan potongan jaringan tanaman disterilisasi dengan NaOCl 10% selama 1 menit, kemudian alkohol 70% selama 1 menit, dan dibilas dengan aquades sebanyak dua kali dengan masing-masing ulangan selama 1 menit. Lalu ditiriskan pada tisu steril sampai benar-benar kering. Setelah kering, potongan jaringan tanaman tersebut ditanam pada media V8 juice. Kemudian diinkubasikan selama 7 hari, koloni jamur yang diduga *P. palmivora* berdasarkan ciri morfologi dimurnikan dengan memindahkan pada media yang baru. Selanjutnya, dilakukan pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop dan diidentifikasi. Setelah diidentifikasi, koloni *P. palmivora* dipindah ke media V8 Juice untuk mengetahui pertumbuhannya pada media V8 Juice.

4. Identifikasi jamur *P. palmivora*

Identifikasi *P. palmivora* secara morfologi dilakukan berdasarkan bentuk dan ukuran sporangia (Stamps *et al.*, 1990). Penelitian dilakukan dengan mengamati karakteristik morfologi Jamur. Jamur ditumbuhkan pada media V8 Juice selama 5-7 hari pada suhu kamar ($25-27^\circ\text{C}$) (Ribeiro, 1978).

Karakteristik morfologi yang diamati adalah panjang sporangium, sporangiosfor dan kladiospora, serta lebar sporangium yang dilakukan dibawah mikroskop. Sporangium dan tangkai sporangium (Sporangiosfor) dipisahkan dari koloni dengan cara menyemprot permukaan koloni dengan air steril (Godwin *et al.*, 1992). Suspensi sporangium dan tangkai sporangium yang telah terlepas diambil dengan pipet dan diletakkan di gelas preparat untuk diamati bentuk dan ukurannya.

Tipe percabangan sporangium diamati dengan mengambil sebagian potongan agar yang telah ditumbuhi isolat *P. palmivora*, tipe percabangan sporangium yang terbentuk diamati pada bagian petri yang telah diambil media agarnya. Bentuk dan tipe percabangan yang terbentuk dikelompokkan dan dibandingkan dengan buku identifikasi jamur Burnett (1960).

5. Perbanyak jamur *P. palmivora*

Purifikasi adalah proses pemurnian atau pemisahan sejumlah koloni patogen yang ditumbuhkan bersama koloni lain pada media tertentu (Abadi, 2011). Proses purifikasi merupakan suatu hal yang penting dalam mempelajari patogen tanaman untuk mengidentifikasi morfologi dan fisiologi. Prinsip kerja purifikasi cukup sederhana yakni dengan mengambil sejumlah kecil patogen pada suatu medium tertentu dan ditumbuhkan kembali untuk mendapat biakan murni. Tujuan dilakukannya purifikasi yaitu untuk mendapatkan biakan murni serta memisahkan pathogen dari media asal dari koloni jamur tersebut sehingga media dengan mudah dapat diidentifikasi. (Agrios, 1996).

Ketika melakukan purifikasi, yang pertama dilakukan adalah memastikan bahwa kondisi di lingkungan sekitar steril dan dilakukan di LAFC, sterilisasi ini dilakukan dengan cara menyemprot meja tempat kerja dengan menggunakan alkohol dan memastikan bahwa alat yang digunakan untuk purifikasi juga steril dengan cara merendamnya di dalam alkohol. Untuk proses sterilisasi sendiri, yang dilakukan adalah mengambil spora jamur yang telah diinokulasi di dalam media *V8 Juice* dan ditanam di media *V8 Juice* yang baru. Caranya adalah ambil jamur menggunakan *cork borer* dan jarum ose yang telah disterilkan dengan alkohol kemudian dibakar dengan api bunsen namun tidak terlalu lama tujuannya agar jarum tidak terlalu panas sehingga tidak mematikan jamur yang akan diambil.

Jamur yang diambil adalah jamur yang akan dipurifikasi dan bukan jamur kontaminan. Ketika mengambil jamur, media *V8 Juice* yang telah dibuka harus didekatkan dengan api bunsen, tujuannya adalah agar menghindari terjadinya kontaminasi saat purifikasi. Kemudian tanam jamur yang telah di ambil dengan jarum ose tersebut ke media yang baru. Setelah jamur selesai ditanam, panaskan kembali pinggir cawan petri dan bungkus dengan plastik wrapping. Kemudian diberi label dan diamati pertumbuhan jamur hasil purifikasi setiap hari selama satu minggu dan didokumentasikan.

6. Pengujian Fungisida terhadap *P. palmivora*

Pengujian fungisida secara *in vitro* dilakukan dengan menggunakan metode umpan beracun (Sarville, 1979). Larutan fungisida dicampurkan dengan media *V8 juice* Agar seelum memadat. Konsentrasi fungisida yang dicampurkan sesuai dengan metode perlakuan. Biakan *P. palmivora* berdiameter 0.5 cm disiapkan dengan menggunakan *cork borer* dan jarum ose dipindahkan kedalam *V8 Juice* yang telah dicampur dengan fungisida pada berbagai konsentrasi dan diusahakan diletakkan ditengah-tengah cawan petri.

7. Perhitungan Berat Kering Miselium *P. palmivora*

Data berat kering miselium *P. palmivora* diperoleh dengan menimbang miselium pada akhir pengamatan pengukuran diameter jamur. Penimbangan miselium jamur dilakukan untuk mengetahui besarnya penghambatan terhadap pertumbuhan biomassa. Prosedur penimbangan sebagai berikut:

- a. Inokulasi Jamur *P. palmivora*. Siapkan isolat CC murni kemudian purifikasi. Siapkan kertas yang sudah dipotong dengan ukuran sama dengan bentuk persegi panjang + botol selai (tidak boleh diwrapping) + pinset lalu sterilkan. Pada tahap purifikasi ditunggu beberapa hari sampai koloni miselium setengah memenuhi cawan, kemudian tanam kertas secara melingkar sampai petri penuh dengan kertas tersebut. Tunggu sampai koloni memenuhi kertas. Siapkan media *V8* cair, lalu masukkan sesuai perhitungan berapa ml ke dalam botol selai sesuai koloni perlakuan. Sterilkan akuades pada tube seperti prosedur diatas, keluarkan lalu campur fungisida. Lalu masukan pada botol selai yang sudah ada media *V8* cair (kondisi hangat). Masukkan kertas yang berisi

miselium, ketika pengelentekan kertas dari media V8 agar harus hati-hati agar media tidak ikut, pengelentekan dilakukan dengan pinset steril. Ketika memasukkan kertas berisi miselium, kertas tersebut dimungkinkan tenggelam atau mengapung. Hal ini tidak berpengaruh karena nantinya ketika miselium tumbuh maka ia akan mengapung di permukaan V8 cair. Lalu tutup dengan *aluminium foil* dan *wrapping*. Semua kegiatan ini dilakukan secara aseptis di LAFC. Pada prosedur ini tidak ada data diameter koloni.

- b. Menghitung Berat Kering Miselium. Sediakan kertas saring dengan bentuk bulat dan ukuran yang sama serta ditimbang. Setelah perlakuan kontrol memenuhi botol selai, langkah selanjutnya adalah mengeluarkan miselium yang mengapung pada V8 cair dengan pinset. Lalu letakkan pada kertas saring dan dicuci dengan aquades agar sisa media hilang. Lalu oven pada suhu 70°C selama 1x24 jam lalu timbang. Data yang diperoleh adalah efektivitas fungisida dilihat dari berat kering miselium.

Variabel Pengamatan

Pada pengamatan Lapangan (*in vivo*), variabel pengamatan yang diamati adalah menghitung intensitas kerusakan oleh penyakit busuk buah *P. palmivora* dengan rumus:

$$IP = \frac{\sum(nv)}{NV} \times 100\%$$

Keterangan: IP = tingkat kerusakan buah (%); n = jumlah buah dalam tiap kategori serangan; v = nilai skala tiap kategori serangan; N = jumlah buah contoh yang diamati; V = nilai skala dari kategori yang tertinggi.

Nilai skala serangan (v) ditentukan berdasar persentase kerusakan (x) pada daun contoh sebagai berikut: $v = 0$ bila $x = 0$; $v = 1$ bila x antara 0 sampai dengan 10%; $v = 2$ bila x antara 10 sampai dengan 20%; $v = 3$ bila x antara 20 sampai dengan 30%; $v = 4$ bila x kurang lebih 50%; $v = 5$ bila x antara 50 sampai dengan 75%; $v = 6$ bila x lebih besar dari 75%.

Pengamatan pertama dilakukan satu hari sebelum aplikasi dan enam hari setelah aplikasi terakhir. Pengamatan data penunjang yang diamati yaitu menghitung perkembangan bunga dan buah muda tanaman kakao.

Pada pengamatan Laboratorium (*in vitro*), biakan *P. palmivora* yang telah ditumbuhkan pada media *V8 Juice* dengan berbagai konsentrasi fungisida tersebut kemudian diinkubasikan dalam inkubator. Pengukuran diameter biakan dilakukan setiap hari dengan menggunakan penggaris. Pengukuran diameter koloni dihentikan sampai koloni *P. palmivora* telah memenuhi cawan petri dalam satu minggu masa inkubasi.

Tingkat hambatan relatif (THR) yang diperoleh sebagai pengaruh dari konsentrasi fungisida yang ditambahkan ke media *V8 Juice* dihitung dengan rumus:

$$THR = \frac{dk - dp}{dk} \times 100\%$$

Keterangan: THR = tingkat hambatan relatif (%); dk = diameter koloni jamur pada kontrol; dp = diameter koloni jamur pada perlakuan.

Tingkat konsentrasi yang diuji untuk menentukan THR untuk fungisida Galben M 73 WP, Mankozeb dan Benalaksil merupakan konsentrasi yang sudah diturunkan dua kali kisaran konsentrasi yang ditetapkan (Tabel 1). Untuk fungisida yang diuji, kisaran konsentrasi yang diuji merupakan kisaran konsentrasi yang ditetapkan, pada semua kelompok kisaran konsentrasi yang diturunkan menunjukkan penghambatan yang stabil dalam menekan pertumbuhan koloni *P. palmivora*. Data hambatan pertumbuhan koloni *P. palmivora* uji pada tiap perlakuan fungisida (tunggal dan majemuk) diolah dengan analisis probit.

Analisis Data

Analisis Data Pengamatan Lapang (*in vivo*), pengolahan data ditransformasikan (Akar, Logaritma dan Arcsin) dan dilakukan sesuai dengan rancangan acak kelompok (RAK) dengan tingkat perbedaan antar perlakuan menggunakan uji BNT pada taraf 5%. Tingkat efikasi (TE) fungisida uji diharapkan lebih dari 50% yang dihitung dari hasil pengamatan terakhir dengan menggunakan rumus:

$$TE = (IS_K - IS_P) (IS_K)^{-1} \times 100\%$$

Keterangan: TE = tingkat efikasi; IS_K = intensitas serangan pada kontrol; IS_P = intensitas serangan pada perlakuan

Analisis Data Pengamatan Laboratorium (*in vitro*), Pengolahan data dilakukan sesuai dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tingkat perbedaan antar perlakuan menggunakan uji BNJ pada taraf 5%. Untuk menganalisa sifat aktivitas fungisida majemuk atau interaksi kedua bahan aktif suatu fungisida campuran adalah sebagai berikut:

1. Hitung nisbah ko-loksisitas (NK) fungisida campuran yang diuji, sebagai ukuran ada tidaknya efek antagonistik.

$$NK = \frac{LC \text{ Tunggal}}{LC \text{ Majemuk}}$$

Kriteria sifat aktivitas fungisida campuran:

- Bila $NK \geq 1$, maka formulasi fungisida campuran yang diuji memiliki aktivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan fungisida tunggal. Untuk campuran dengan kerja bersama bebas, persyaratan ini harus dipenuhi untuk NK pada taraf LC95. Bila persyaratan tersebut dipenuhi fungisida campuran tersebut dapat diuji lebih lanjut di lapangan.
- Bila $NK \leq 0,95$ maka formulasi fungisida campuran yang diuji memiliki aktivitas yang lebih buruk jika dibandingkan dengan fungisida tunggal.
- Bila NK antara 0,95 dan 1 ($0,95 < NK < 1$), pengujian dapat diulangi dan hasilnya dirata-ratakan dengan hasil pengujian sebelumnya.

2. LC95 harapan dapat dihitung dengan persamaan probit

$$y_1 = a_1 + b_1 \log c_1$$

$$y_2 = a_2 + b_2 \log c_2$$

$$y_m = a_m + b_m \log c_m$$

Keterangan:

y_1, y_2 dan y_m = probit THR pada perlakuan fungisida 1, fungisida 2, dan fungisida campuran.

a_1, a_2 dan a_m = *intersep regresi probit* untuk fungisida 1, fungisida 2 dan fungisida campuran.

b_1, b_2 dan b_m = kemiringan (slope) *regresi probit* untuk fungisida 1, fungisida 2 dan fungisida campuran.

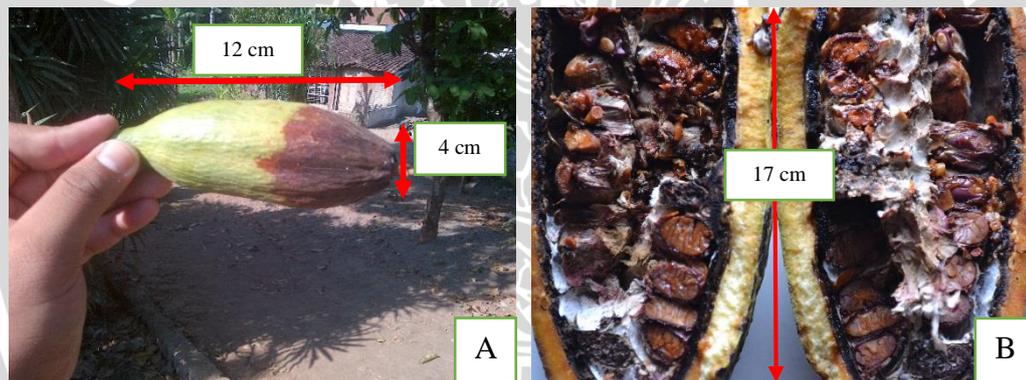
c_1, c_2 dan c_m = konsentrasi fungisida 1, fungisida 2 dan fungisida campuran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Lapang (*In Vivo*)

Gejala Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao *P. palmivora*

Gejala yang ditimbulkan oleh infeksi jamur *P. palmivora* di lapang yaitu permukaan kulit kakao membusuk berwarna coklat kehitaman yang dimulai dari pangkal, tengah dan ujung buah. Buah yang terinfeksi menjadi lunak dan terdapat kumpulan miselium berwarna putih yang hampir menutupi seluruh permukaan kulit buah. *P. palmivora* menyerang jaringan internal buah kakao. Jamur ini menyerang buah muda hingga tua dengan rata - rata buah kakao menjadi busuk dalam waktu 14 - 22 hari. Pada serangan berat, jamur ini dapat menyebabkan seluruh permukaan kulit buah menjadi hitam, mengalami mumifikasi dan mengakibatkan biji kakao membusuk (Gambar 9).



Gambar 9. Gejala Serangan Busuk Buah Kakao *P. palmivora* (A) dan Biji yang Rusak (B).

Penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *P. palmivora* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman kakao. Hal ini sesuai dengan Drenth dan Guest (2004) yang menyatakan jamur patogen *P. palmivora* dapat menyebabkan tiga jenis penyakit pada tanaman kakao yaitu busuk buah, kanker batang dan layu daun. Penyakit yang paling penting adalah busuk buah. Jamur menginfeksi dari berbagai sisi buah baik ujung, tengah maupun pangkal buah. Perkembangan gejala sangat cepat sehingga dapat menutupi seluruh permukaan buah. Pada kebun yang memiliki kelembaban tinggi (80-90%), perkembangan miselium *P. palmivora* relatif cepat. Menurut Keane dan Putter (1992), bagian buah yang terserang *P. palmivora*

menjadi hitam dan mengalami mumifikasi. Semangun (2008) menyatakan bahwa *P. palmivora* dapat menginfeksi berbagai fase perkembangan buah dari muda hingga menjelang matang.

Pengaruh Pemberian Fungisida Galben M 73 WP Terhadap Intensitas Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao *P. palmivora*

Lahan yang diaplikasikan fungisida Galben M 73 WP merupakan lahan endemis penyakit busuk buah kakao dengan luas sekitar 300 m². Kondisi lahan pengamatan buah kakao memiliki kelembaban berkisar 70 - 85%, naungan rapat ditumbuhi dengan pohon nangka, kelapa, pisang, sengon dan tanaman pohon lainnya sehingga pencahayaan matahari kurang. Selain itu, sanitasi dan pemangkasan tidak dilakukan sehingga lahan pengamatan tidak dipengaruhi oleh kegiatan pengendalian penyakit busuk buah kakao lainnya. Umur tanaman kakao berumur 4 tahun. Pengaplikasian fungisida dilakukan dengan cara menyemprotkan campuran fungisida keseluruhan bagian tanaman, khususnya buah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas penyakit busuk buah *P. palmivora* pada tanaman kakao mulai dari pengamatan minggu I sampai dengan minggu VII (Lampiran 1-8). Rata-rata hasil uji lanjut perbedaan intensitas serangan antar perlakuan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP terhadap serangan *P. palmivora* dari minggu I sampai dengan minggu VII disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Intensitas Serangan (%) *P. palmivora* pada Tanaman Kakao dengan Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP secara *In vivo*.

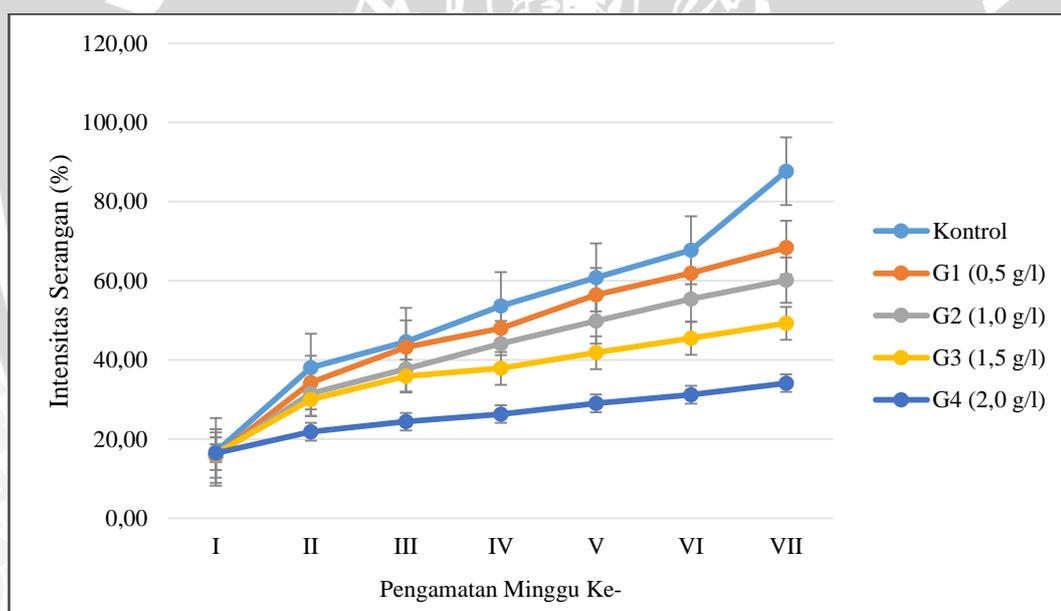
Perlakuan	Pengamatan Minggu Ke-						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kontrol	16,78a	38,04c	44,58d	53,62d	60,83d	67,71e	87,66e
G1 (0,5 g/l)	15,77a	34,26bc	43,25cd	48,01c	56,46d	61,92d	68,38d
G2 (1,0 g/l)	15,98a	31,53b	37,73bc	44,08c	49,82c	55,41c	60,13c
G3 (1,5 g/l)	16,35a	30,05b	35,93b	37,90b	41,84b	45,48b	49,24b
G4 (2,0 g/l)	16,48a	21,88a	24,41a	26,34a	29,05a	31,23a	34,16a

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- Data telah ditransformasikan ke dalam Arcsin akar.

- G merupakan Fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%).

Pada Tabel 4, perlakuan penyemprotan dengan beberapa konsentrasi fungisida secara keseluruhan menunjukkan intensitas serangan *P. palmivora* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol dari minggu I sampai dengan VII. Perlakuan fungisida dengan konsentrasi G4 (2,0 g/l) paling baik dalam menekan intensitas serangan *P. palmivora* sebesar 34,16% diikuti dengan perlakuan konsentrasi G3 (1,5 g/l) dengan intensitas serangan 49,24%. Hal ini sesuai dengan Novariyanthy dan Deden (2007) menjelaskan efektifitas fungisida terhadap mikroorganisme sasaran dapat dinilai adanya penurunan tingkat perkembangan penyakit dibandingkan dengan tanaman yang tidak diperlakukan dengan fungisida. Untuk melihat kecenderungan pola perkembangan intensitas serangan penyakit busuk buah *P. palmivora* untuk setiap perlakuan dari minggu I sampai minggu VII disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Rata-rata Intensitas Serangan (%) *P. palmivora* pada Tanaman Kakao dengan Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP secara *In vivo*.

Tingkat Hambatan Fungisida Galben M 73 WP Terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao *P. palmivora*

Hasil penelitian di lapang menunjukkan bahwa perlakuan fungisida Galben M 73 WP dapat menghambat penyakit busuk buah *P. palmivora* pada tanaman kakao. Setiap perlakuan konsentrasi fungisida memberikan pengaruh nyata terhadap penghambatan penyakit busuk buah kakao. Pada pengamatan pertama, perlakuan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh nyata, hal tersebut menunjukkan bahwa sebaran penyakit busuk buah kakao merata. Rata-rata hasil uji lanjut perbedaan tingkat hambatan antar perlakuan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP terhadap *P. palmivora* dari minggu I sampai dengan minggu VII disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Tingkat Hambatan (%) pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP terhadap *P. palmivora* secara *In vivo*.

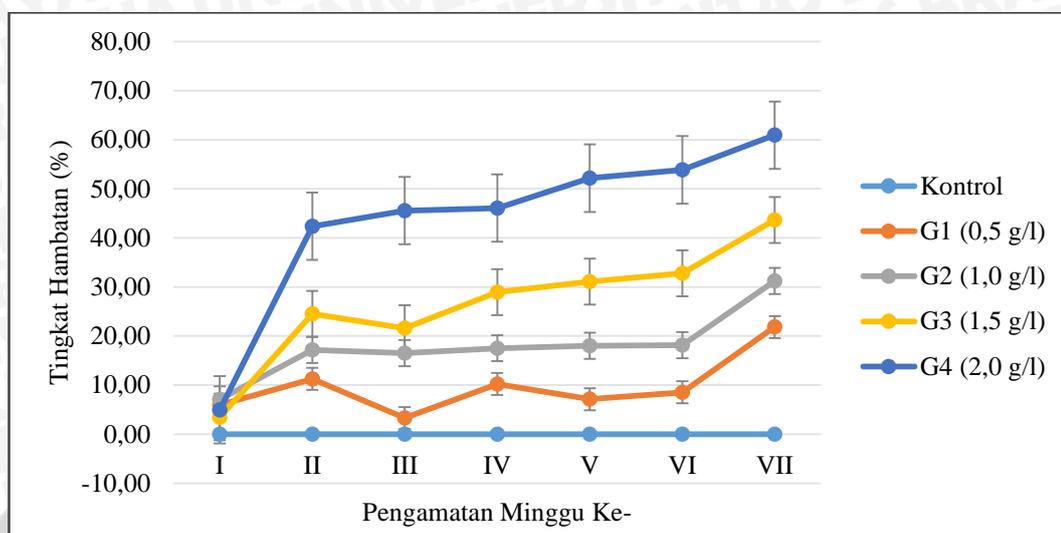
Perlakuan	Pengamatan Minggu Ke-						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kontrol	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
G1 (0,5 g/l)	5,97b	11,26b	3,29b	10,28b	7,12b	8,55b	21,85b
G2 (1,0 g/l)	7,09b	17,16bc	16,51c	17,53c	17,99c	18,14c	31,25c
G3 (1,5 g/l)	3,41b	24,55c	21,57c	28,96d	31,10d	32,78d	43,64d
G4 (2,0 g/l)	4,95b	42,38d	45,55d	46,08e	52,19e	53,86e	60,94e

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- Data telah ditransformasikan ke dalam Arcsin akar.
- G merupakan fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%)

Pada Tabel 5 terlihat seluruh perlakuan memberikan pengaruh dalam menekan perkembangan penyakit busuk buah kakao *P. palmivora* di lapang, tingkat hambatan tertinggi adalah perlakuan G4 (2,0 g/l) sebesar 60,94%, dilanjutkan dengan G3 (1,5 g/l) sebesar 43,64%, kemudian G2 (1,0 g/l) sebesar 31,25% dan G1 (0,5 g/l) merupakan tingkat hambatan terendah sebesar 21,85%. Hubungan perlakuan konsentrasi fungisida dengan tingkat hambatan terhadap jamur *P. palmivora* disajikan pada Gambar 11. Tingkat hambatan fungisida dapat terintervensi oleh kelembaban, curah hujan, kerentanan varietas dan interval waktu penyemprotan. Menurut suhardi (2002) aplikasi fungisida yang efektif dan efisien

dapat bertumpu pada informasi cuaca, kerentanan kultivar, dan stadia tumbuh tanaman berdasarkan populasi spora di udara, intensitas kerusakan dan lain-lain.



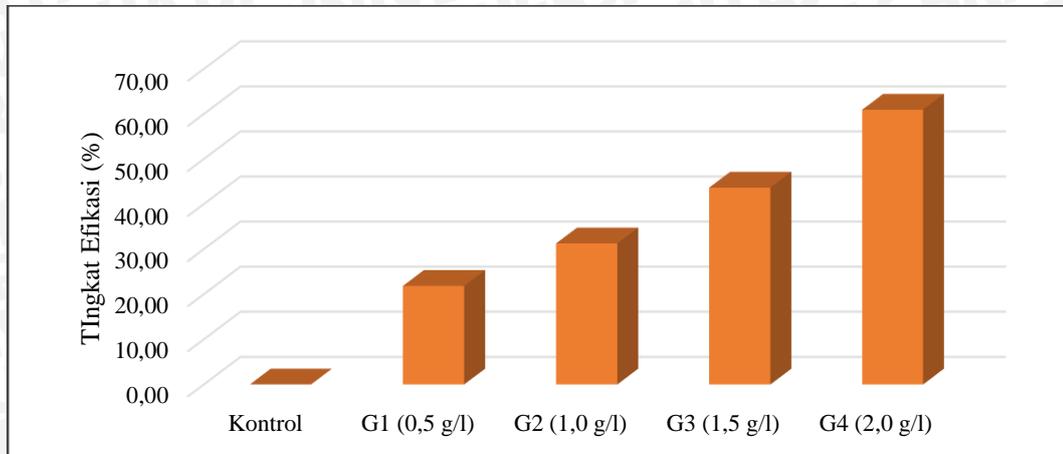
Gambar 11. Rata-rata Tingkat Hambatan (%) pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP terhadap *P. palmivora* secara *In vivo*.

Tingkat Efikasi Fungisida Galben M 73 WP Terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao *P. palmivora*

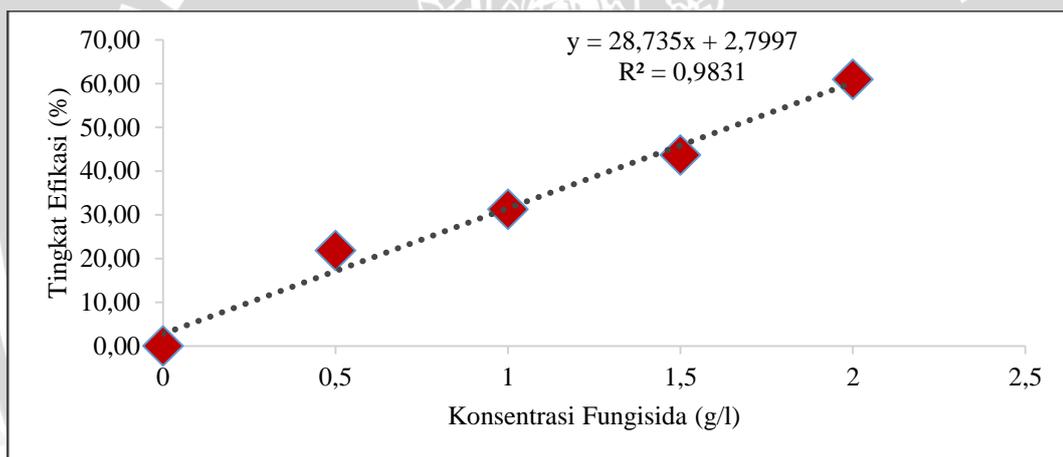
Tingkat efikasi fungisida bertujuan untuk mengetahui efektivitas suatu fungisida dalam mengendalikan atau menekan pertumbuhan jamur. Tingkat efikasi dianalisis pada pengamatan terakhir di dalam pengujian fungisida. Hasil analisis hubungan konsentrasi fungisida dengan tingkat efikasi fungisida disajikan pada Gambar 12.

Pola hubungan konsentrasi fungisida dengan tingkat efikasi dilakukan analisis persamaan regresi polinomial dan korelasi. Hasil analisis diperoleh persamaan linier regresi $y = 28,735x + 2,7997$ dengan koefisien determinan $R^2 = 0,9831$. Berdasarkan analisis persamaan linier, setiap penambahan konsentrasi fungisida 0,1 g/l dapat meningkatkan tingkat efikasi sebesar 2,8735%. Nilai koefisien determinan sebesar 0,9831 yakni kemampuan dan hubungan yang erat antara konsentrasi fungisida dengan tingkat efikasi sebesar 98,31% terhadap penyakit busuk buah kakao *P. palmivora* di lapang (Gambar 13). Dari Gambar 13 dapat disimpulkan

bahwa semakin besar konsentrasi fungisida menentukan semakin besarnya efektifitas dalam mengendalikan jamur *P. palmivora*.



Gambar 12. Tingkat Efikasi Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP terhadap Jamur *P. palmivora* pada Tanaman Kakao.

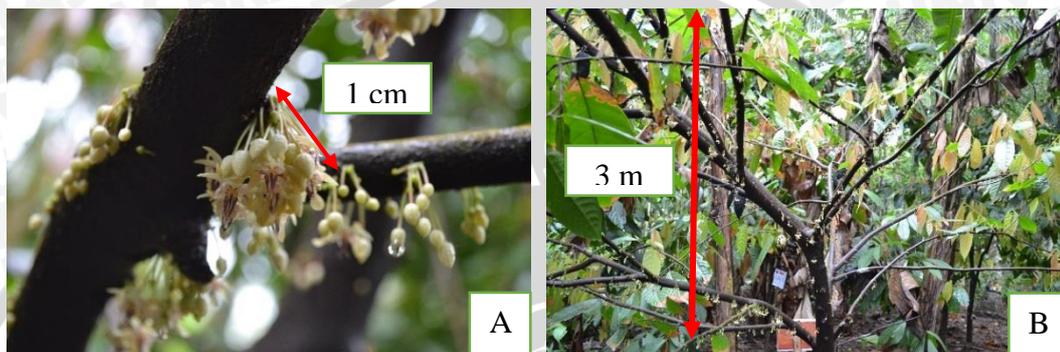


Gambar 13. Pola Linier Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP dan Tingkat Efikasi di Lapang.

Pengaruh Pemberian Fungisida Galben M 73 WP Terhadap Jumlah Bunga Kakao

Bunga tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Tempat tumbuh bunga tersebut semakin lama semakin membesar dan menebal atau biasa disebut dengan bantalan bunga. Bunga kakao yang telah diamati berwarna putih atau kuning muda. Bunga biasanya berkembang setiap tahunnya sebanyak 2 - 4 kali tergantung dari faktor lingkungan yang mendukung. Biasanya

bunga yang tumbuh dalam satu pohon jumlahnya hingga ratusan bunga dan akan berkembang menjadi buah hanya 20% dari total bunga yang tumbuh. Bunga berkembang menjadi buah muda berkisar 21 hari. Tangkai bunga memiliki panjang 1 - 1,5cm. Bunga yang kuncup berbentuk *avoid* seperti buah pir (Gambar 14) dan bunga yang sudah mekar berbentuk seperti kuku binatang terdapat garis merah (Lampiran 9).



Gambar 14. Bunga Kakao (A) dan Keseluruhan Pohon (B).

Penyemprotan fungisida dilakukan untuk mencegah patogen masuk ke dalam tanaman inangnya. Selain itu, pemberian perlakuan fungisida diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan bunga. Rata-rata hasil uji lanjut perbedaan penambahan bunga kakao antar perlakuan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP dari minggu I sampai dengan minggu VII disajikan pada Tabel 6. Pada Tabel 6, perlakuan fungisida Galben M 73 WP mengalami peningkatan jumlah bunga kakao dari minggu III sampai dengan minggu VII.

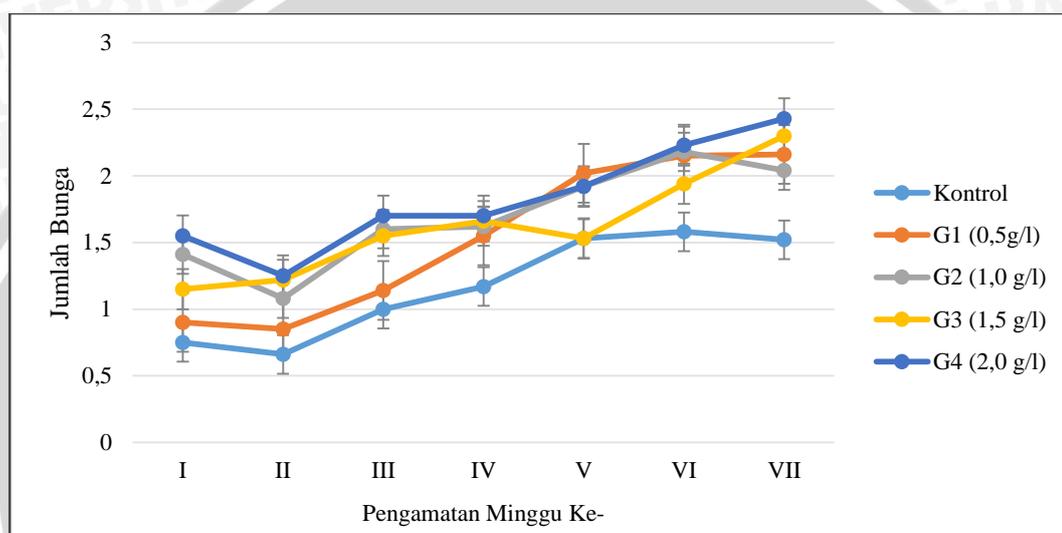
Tabel 6. Rata-rata Bunga yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.

Perlakuan	Pengamatan Ke-						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kontrol	0,75a	0,66a	1,00a	1,17a	1,53a	1,58a	1,52a
G1 (0,5g/l)	0,90a	0,85a	1,14ab	1,55a	2,02a	2,15a	2,16ab
G2 (1,0 g/l)	1,41a	1,08a	1,60b	1,62a	1,92a	2,18a	2,04ab
G3 (1,5 g/l)	1,15a	1,22a	1,55b	1,66a	1,53a	1,94a	2,30ab
G4 (2,0 g/l)	1,55a	1,25a	1,70b	1,70a	1,92a	2,23a	2,43b

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- Data telah ditransformasikan ke dalam Log (X+1).
- G merupakan fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%).

Berdasarkan hasil analisis perlakuan fungisida Galben M 73 WP terhadap bunga kakao dapat terlihat bahwa pada pengamatan minggu III dan minggu VII memberikan pengaruh yang nyata penambahan bunga jika dibandingkan dengan kontrol. Dari berbagai perlakuan konsentrasi fungisida, hasil paling baik adalah perlakuan G4 (2,0 g/l) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hubungan perlakuan konsentrasi fungisida Galben M 73 WP terhadap bunga kakao disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Bunga yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.

Pengaruh Pemberian Fungisida Galben M 73 WP Terhadap Jumlah Buah Muda Kakao

Buah yang ketika muda berwarna hijau, hijau agak putih dan merah. Buah yang berwarna hijau ketika masak akan berwarna kuning, sedangkan buah yang berwarna merah ketika masak akan berubah menjadi warna jingga. Kulit buah kakao tebal tetapi lunak dan permukaannya kasar. Ukuran buah muda kakao yang diamati beragam, dari panjang 4 hingga 15 cm (Gambar 16B). Pengamatan buah muda dilakukan dengan cara menghitung buah yang tidak terkena serangan atau sehat setiap minggunya. Pada Gambar 16A, buah muda yang terserang penyakit busuk buah *P. palmivora* berwarna hitam dan mengalami mumifikasi, hal ini dimungkinkan karena banyaknya jumlah buah dalam satu pohon sehingga terjadi

penyebaran spora antara buah sakit dan sehat. Semangun (2000) menjelaskan bahwa penyakit busuk buah berbanding lurus dengan jumlah buah dan curah hujan. Busuk buah lebih banyak terdapat pada pohon yang lebat buahnya.



Gambar 16. Buah Muda Kakao yang Terserang Busuk Buah *P. palmivora* (A) dan Sehat (B)

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan buah muda untuk setiap perlakuan konsentrasi fungisida tidak mengalami perbedaan yang nyata atau pemberian fungisida tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan buah muda dari minggu I hingga VII. Dari Tabel 7 diperoleh hasil pertumbuhan buah muda paling tinggi adalah G4 (2,0 g/l). Rata-rata hasil uji lanjut perlakuan konsentrasi fungisida Galben M 73 WP dengan buah muda yang tumbuh disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Buah Muda yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.

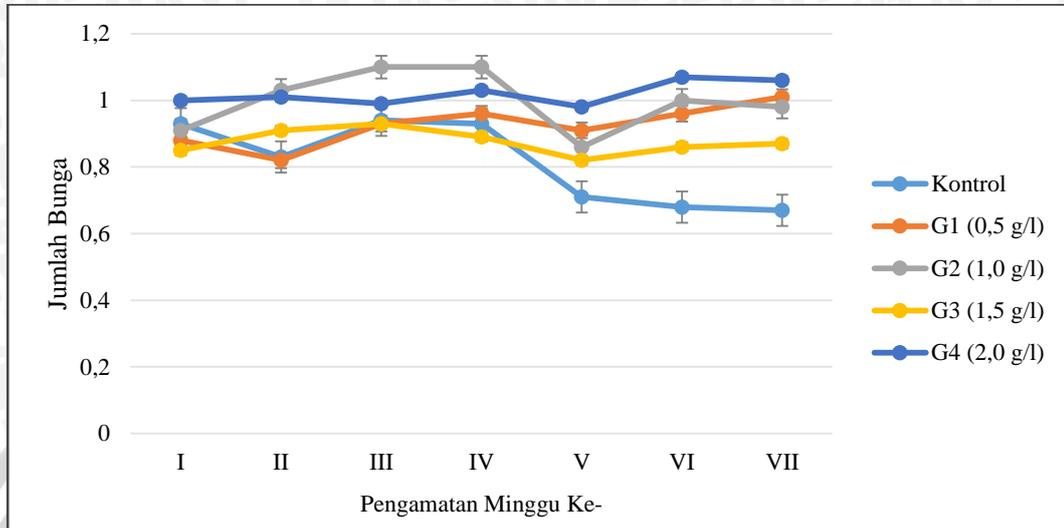
Perlakuan	Pengamatan Minggu Ke-						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kontrol	0,93a	0,83a	0,94a	0,93a	0,71a	0,68a	0,67a
G1 (0,5g/l)	0,88a	0,82a	0,93a	0,96a	0,91a	0,96a	1,01a
G2 (1,0 g/l)	0,91a	1,03a	1,10a	1,10a	0,86a	1,00a	0,98a
G4 (2,0 g/l)	0,85a	0,91a	0,93a	0,89a	0,82a	0,86a	0,87a
G3 (1,5 g/l)	1,00a	1,01a	0,99a	1,03a	0,98a	1,07a	1,06a

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- Data telah ditransformasikan ke dalam Log (X+1).
- G merupakan fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%).

Perlakuan fungisida diharapkan dapat menjadikan tanaman tetap terjaga dan sehat. Dari hasil uji lanjut perbandingan antara perlakuan tidak menunjukkan

pengaruh nyata terhadap pertumbuhan buah muda, mungkin dikarenakan adanya serangan penyakit busuk buah pada tiap minggunya. Berikut hubungan perlakuan konsentrasi fungisida terhadap buah muda disajikan pada Gambar 17.



Gambar 17. Buah Muda yang Tumbuh pada Tanaman Kakao untuk Setiap Perlakuan Konsentrasi Fungisida Galben M 73 WP.

Fitotoksitas

Fitotoksitas ditunjukkan oleh adanya gejala penguningan, nekrosis, malformasi, kerontokan daun atau terhambatnya pertumbuhan tanaman. Selama percobaan tidak terjadi gejala fitotoksitas pada pohon yang diberi perlakuan fungisida Galben M 73 WP yang diuji (Gambar 18).

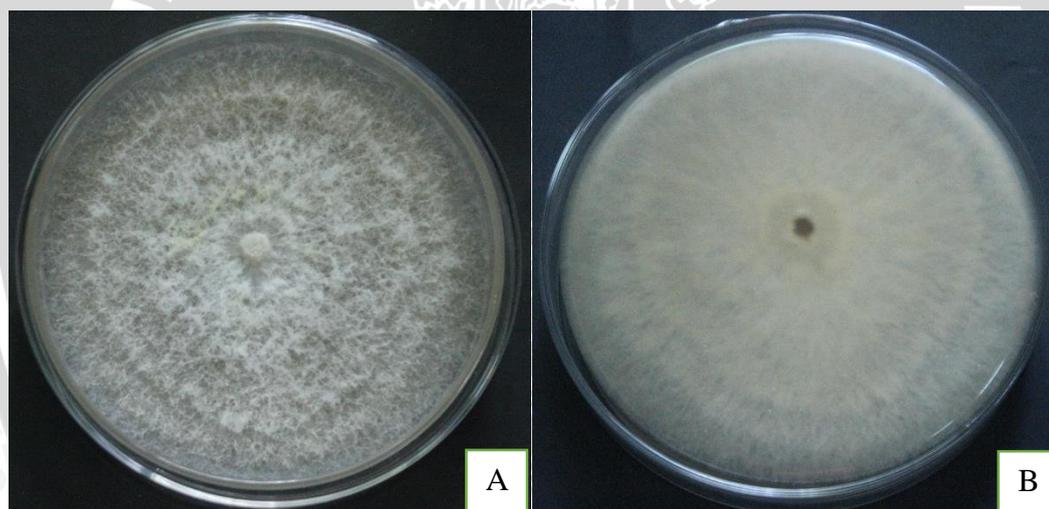


Gambar 18. Kakao Tidak Mengalami Fitotoksitas Fungisida Galben M 73 WP.

Pengujian Laboratorium (*In Vitro*)

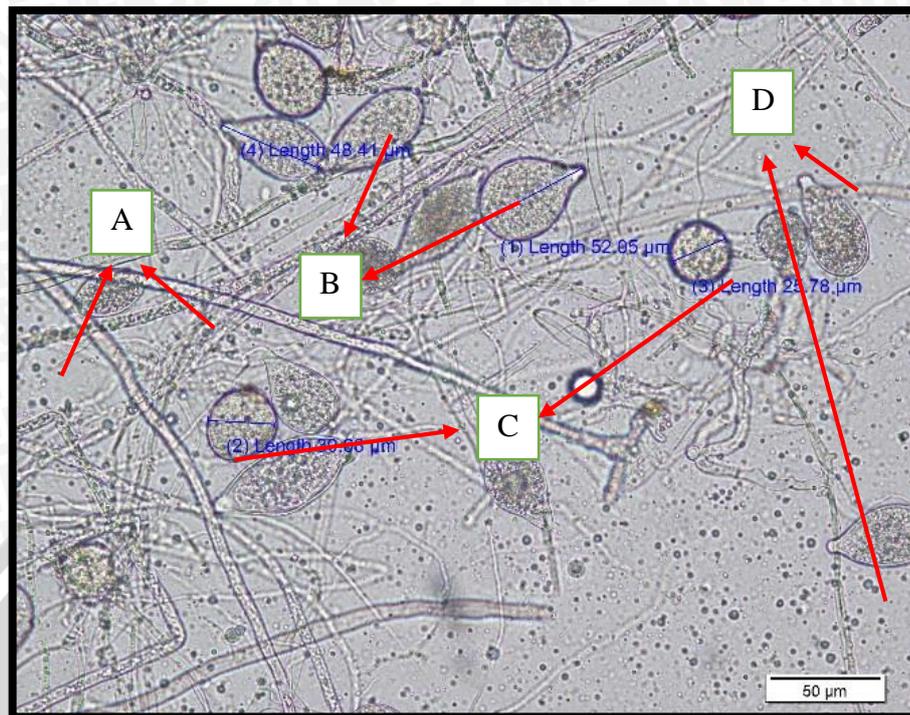
Jamur *P. palmivora* pada Media V8 Juice Agar

Pengamatan jamur *P. palmivora* dilakukan dengan mengamati penampakan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis seperti permukaan, bentuk dan warna koloni, sedangkan secara mikroskopis seperti kantong sporangium, klamidiospora, papilla dan hifa jamur. Berdasarkan pengamatan secara makroskopis pada media V8 Juice Agar, didapatkan biakan murni jamur *P. palmivora* dengan sebaran koloni berbentuk bulat konsentris dan pinggiran tidak rata. Koloni berwarna putih baik bagian atas maupun bagian bawah cawan petri. Tekstur koloni lebih halus dan tipis. Koloni jamur *P. palmivora* telah memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm dalam waktu ± 7 hari, yang disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19. Penampakan Makroskopis Koloni Jamur *P. palmivora* pada Media V8 Juice Agar; bagian atas (A) dan bagian bawah (B) cawan petri.

Hendrawati (1997) menjelaskan bahwa koloni beberapa isolat *P. palmivora* asal kakao berbentuk bulat dengan pinggiran tidak rata. Menurut Afriyeni *et al.* (2013), jamur *P. palmivora* dimurnikan pada medium V8 memiliki ciri makroskopis koloni berwarna putih, permukaannya halus dan seperti menyatu dengan medium.



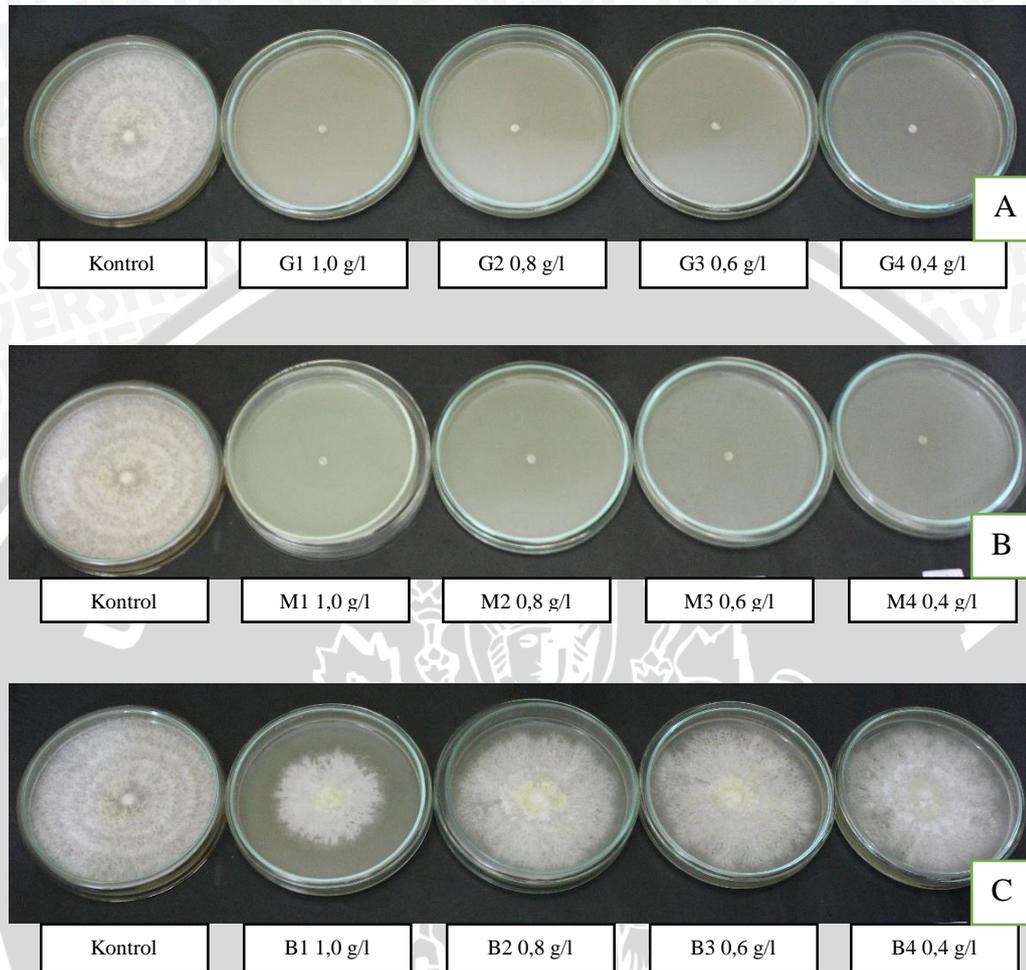
Gambar 20. Penampakan Mikroskopis Jamur *P. palmivora*; hifa (A), sporangium (B), klamidiospora (C) dan papilla (D).

Pengamatan mikroskopis jamur *P. palmivora* menunjukkan hifa jamur hialin (tidak berwarna) dan tidak bersekat. Sporangium jamur ini berbentuk seperti buah pir dengan panjang 48,41 µm – 52,85 µm dan diujungnya memiliki papilla. Selain sporangium juga terdapat klamidiospora yang berdiameter 25,78 µm – 30,68 µm (Gambar 20). Hal ini sesuai dengan Semangun (2008), pada buah kakao jamur membentuk banyak sporangium (zoosporangium), berbentuk buah pir dengan ukuran 35 – 60 x 20 – 40 µm. sporangium dapat berkecambah secara langsung dengan membentuk pembuluh kecambah, tetapi dapat juga berkecambah secara tidak langsung dengan membentuk zoospora. Jamur dapat membentuk klamidiospora yang bulat, dengan garis tengah 30 – 60 µm serta mempunyai papilla yang jelas. Menurut Drenth & Sendall (2001), variasi ukuran sporangium diantaranya disebabkan oleh perbedaan kondisi medium, inang, umur biakan, kelembaban dan cahaya.

Pengaruh Pemberian Fungisida Terhadap Diameter Koloni *P. palmivora*

Pengamatan diameter koloni jamur *P. palmivora* dilakukan selama 7 hari. Berdasarkan hasil pengujian pada media *V8 Juice* agar dalam cawan petri terdapat

pengaruh yang berbeda dari pemberian konsentrasi tiap fungisida terhadap diameter koloni *P. palmivora* yang disajikan pada Gambar 21 dan Tabel 9.



Gambar 21. Diameter Koloni Jamur *P. palmivora* pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara *In vitro*; Perlakuan Fungisida Galben M 73 WP (A), Mankozeb (B) dan benalaksil (C).

Berdasarkan Gambar 21, hasil terlihat bahwa setiap perlakuan konsentrasi tiap fungisida menunjukkan penekanan pertumbuhan jamur. Pada perlakuan konsentrasi fungisida Galben M 73 WP dan Mankozeb memperoleh hasil tidak adanya tanda pertumbuhan jamur jika dibandingkan dengan konsentrasi fungisida benalaksil. Seluruh perlakuan konsentrasi fungisida Majemuk Galben M 73 WP dan tunggal Mankozeb baik tinggi maupun rendah mampu menekan pertumbuhan diameter jamur *P. palmivora*. Formulasi dari mankozeb adalah tepung berwarna kuning keabuan seperti lumut. Cara kerjanya dengan mengganggu sistem metabolisme lipid dan enzimatis biokimia sel jamur. Aktivitas biologis dan

pengaruh langsung mankozeb pada proses biokimia adalah penghambatan spora jamur (Keinath dan Dubose, 2004). Menurut Ram *et.al* (1973), dalam uji efikasi secara *in vitro* dengan delapan fungisida menunjukkan bahwa oksida tembaga, *cycloheximide* dan mankozeb sangat efektif menurunkan pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora*.

Pada perlakuan konsentrasi fungisida tunggal Benalaksil mengalami pertambahan diameter koloni jamur *P. palmivora*. Pada perlakuan konsentrasi 1,0 g/l, 0,8 g/l dan 0,6 g/l selalu memberikan pengaruh nyata terhadap kontrol. Jika dilihat dari perubahan penampakan makroskopis, yakni pertumbuhan koloni tidak konsentris, pinggiran tidak merata, permukaan koloni menjadi kasar dan tebal. Menurut Panut (2008), benalaksil dapat menghambat perkecambahan spora (sporulasi), pertumbuhan miselium dan mengganggu metabolisme sel jamur sehingga berubahnya bentuk koloni jamur. Benalaksil efektif untuk mengendalikan jamur dari kelas Oomycetes.

Rata-rata hasil uji lanjut perbedaan diameter koloni jamur *P. palmivora* antar perlakuan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP dari pengamatan I (1 HSI) sampai dengan VII (7 HSI) disajikan pada Tabel 8.

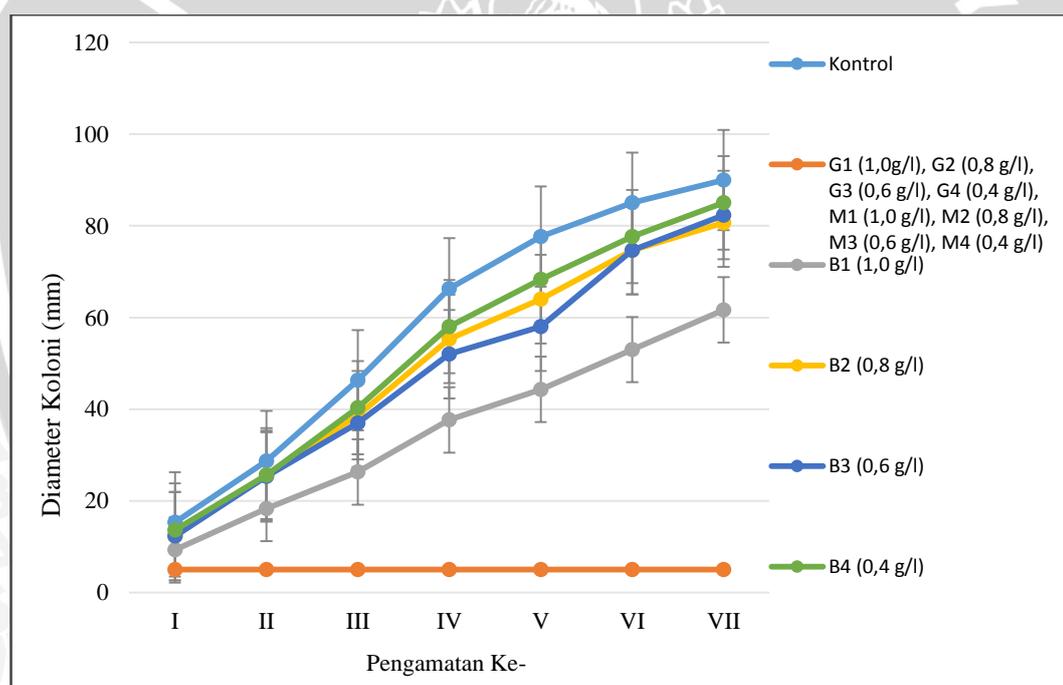
Tabel 8. Rata-rata Diameter Koloni jamur *P. palmivora* pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara *In vitro*.

Perlakuan	Pengamatan Ke- (HSI)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kontrol	15,33d	28,67d	46,33e	66,33e	77,67e	85,00d	90,00e
G1 (1,0 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
G2 (0,8 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
G3 (0,6 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
G4 (0,4 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
M1 (1,0 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
M2 (0,8 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
M3 (0,6 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
M4 (0,4 g/l)	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a
B1 (1,0 g/l)	9,33b	18,33b	26,33b	37,67b	44,33b	53,00b	61,67b
B2 (0,8 g/l)	12,33c	25,67c	38,67bc	55,33cd	64,00d	74,67c	80,67c
B3 (0,6 g/l)	12,33c	25,33c	37,00c	52,00c	58,00c	74,67c	82,33cd
B4 (0,4 g/l)	13,67cd	25,67c	40,33d	58,00d	68,33d	77,67c	85,00d

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- G (Galben M 73 WP), M (Mankozebe) dan B (Benalaksil).
- HSI (Hari Setelah Inokulasi).

Pada Tabel 8, diameter koloni *P. palmivora* pada media *V8 Juice Agar* dari seluruh perlakuan konsentrasi fungisida lebih kecil dibandingkan dengan diameter koloni jamur pada media kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga fungisida mampu menekan koloni *P. palmivora*. Diantara beberapa perlakuan fungisida yang dicampur pada media *V8 Juice Agar*, perlakuan seluruh konsentrasi fungisida majemuk Galben M 73 WP dan tunggal Mankozebe merupakan fungisida yang dapat menekan pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora* yaitu 5 mm, diikuti oleh fungisida tunggal Benalaksil pada konsentrasi 1,0 g/l dengan diameter 61,67 mm. Hubungan perlakuan konsentrasi fungisida dengan diameter koloni *P. palmivora* disajikan dalam Gambar 22.



Gambar 22. Rata-rata Diameter Koloni jamur *P. palmivora* pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida secara *In vitro*.

Daya Hambatan Fungisida terhadap Jamur *P. palmivora*

Penghitungan Tingkat Hambatan Relatif (THR) dapat diketahui potensi tertinggi dari fungisida dalam menghambat pertumbuhan koloni *P. palmivora*. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan fungisida menghambat pertumbuhan koloni jamur serta besarnya hambatan tergantung dari konsentrasi dan jenis fungisida. Berdasarkan hasil pengamatan koloni maka dapat ditentukan persentase penghambatan pertumbuhan jamur *P. palmivora*. Pada perlakuan konsentrasi fungisida majemuk Galben M 73 WP dan tunggal Mankozeb memperoleh hasil penghambatan paling signifikan terhadap perlakuan kontrol jika dibandingkan dengan konsentrasi fungisida tunggal Benalaksil. Rerata persentase daya hambat konsentrasi fungisida terhadap jamur *P. palmivora* dari pengamatan I (1 HSI) sampai dengan VII (7 HSI) disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata Daya Hambatan Relatif (%) pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Terhadap *P. palmivora* secara *In vitro*.

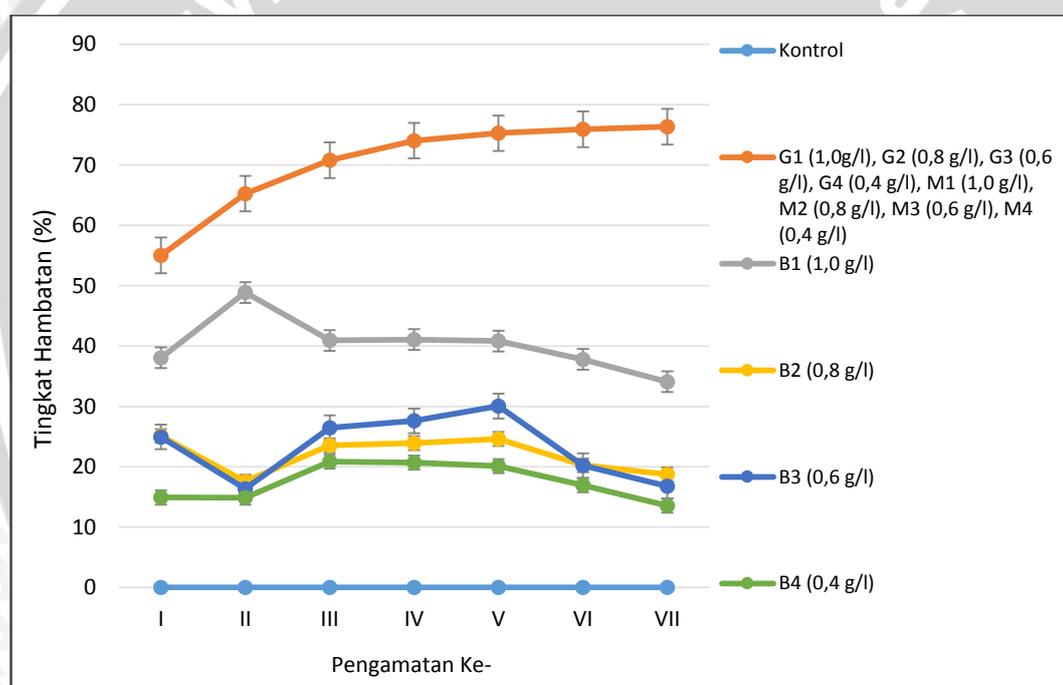
Perlakuan	Pengamatan Ke-..... (HSI)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kontrol	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
G1 (1,0 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
G2 (0,8 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
G3 (0,6 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
G4 (0,4 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
M1 (1,0 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
M2 (0,8 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
M3 (0,6 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
M4 (0,4 g/l)	67,18d	82,50c	89,19d	92,46e	93,55f	94,12d	94,44e
B1 (1,0 g/l)	38,28cd	56,53c	43,02c	43,19d	42,81e	37,63c	31,48d
B2 (0,8 g/l)	19,17bc	10,07b	16,37b	16,56bc	17,52c	12,17b	10,37c
B3 (0,6 g/l)	18,85bc	11,21b	20,02b	21,62c	25,22d	12,14b	8,52c
B4 (0,4 g/l)	10,07b	9,91b	12,84b	12,55b	11,95b	8,16b	5,56b

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- Data telah ditransformasikan ke dalam Arcsin akar.
- G (Galben M 73 WP), M (Mankozeb) dan B (Benalaksil).
- HSI (Hari Setelah Inokulasi).

Pada Tabel 9, persentase penghambatan tertinggi adalah fungisida majemuk Galben M 73 WP dan tunggal Mankozeb jika dibandingkan dengan fungisida

tunggal Benalaksil. Hasil tingkat hambatan relatif terbesar yang telah diperoleh yaitu berkisar 67% - 94% baik pada konsentrasi tinggi hingga yang paling rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan dengan kombinasi dua bahan aktif (Benalaksil dan Mankozeb), yaitu perlakuan fungisida Galben M 73 WP dan Mankozeb mempunyai daya hambat yang tinggi. Hal ini dikarenakan kedua fungisida tersebut terdapat bahan aktif beracun yang tinggi sehingga mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora*. Menurut Agrios (1996), dithiokarbamat merupakan senyawa yang sangat beracun terhadap metabolisme dan fungsi sel jamur terhambat. Hubungan perlakuan konsentrasi fungisida dengan tingkat hambatan relatif (THR) terhadap jamur *P. palmivora* disajikan dalam Gambar 23.

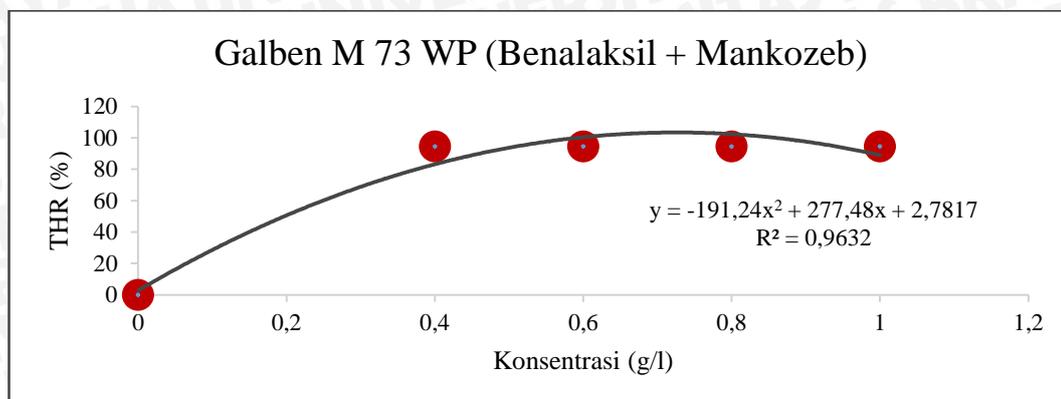


Gambar 23. Daya Hambatan (%) pada Berbagai Perlakuan Konsentrasi Fungisida Terhadap *P. palmivora* secara *In vitro*.

Sifat Aktivitas Fungisida

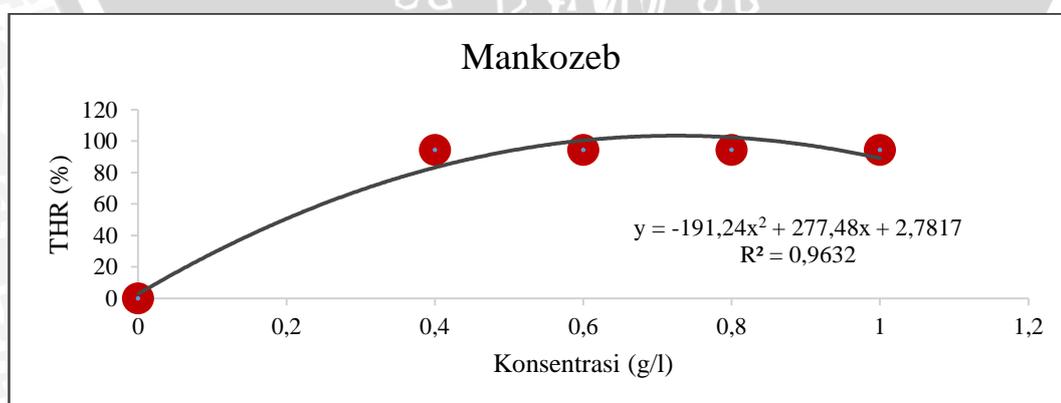
Kerja sinergistik dicirikan oleh toksisitas campuran yang lebih besar daripada yang dapat diramalkan dari toksisitas komponennya, tetapi toksisitas campuran tidak dapat diduga secara langsung dari toksisitas masing-masing komponen tersebut secara terpisah. Berikut disajikan gambar pola hubungan linear antar THR

dan konsentrasi pada fungisida berbahan aktif majemuk dan tunggal pada pengamatan terakhir (7 HSI) disajikan pada Gambar 24, 25 dan 26.



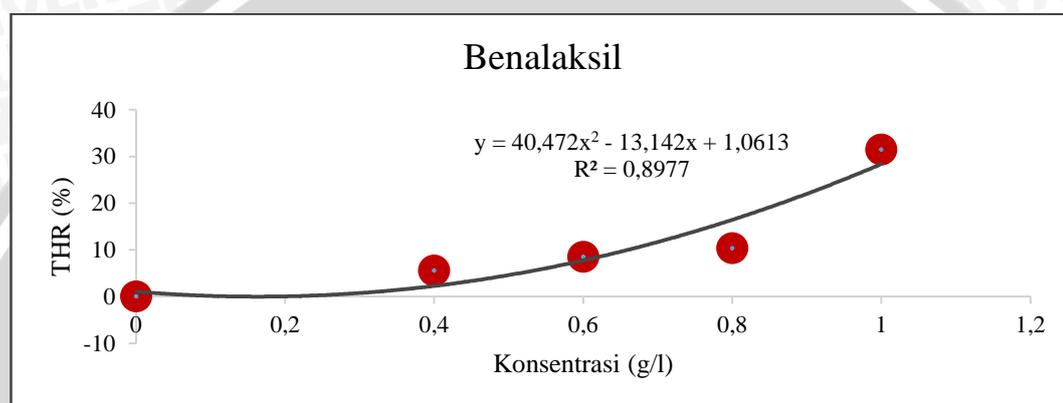
Gambar 24. Pola Polinomial Hubungan Konsentrasi Fungisida Majemuk Galben M 73 WP dan Tingkat Hambatan Relatif (THR).

Gambar 24 menunjukkan bahwa persamaan regresi polinomial dari fungisida majemuk Galben M 73 WP adalah $Y = -191,24X^2 + 277,48X + 2,7817$ dengan koefisien determinan $R^2 = 0,9632$ dan mempunyai nilai koefisien korelasi $R = 0,9814$. Hal ini berarti nilai koefisien determinasi sebesar 0,9632 menunjukkan kemampuan konsentrasi fungisida majemuk dalam mempengaruhi tingkat hambatan relatif sebesar 96,32%, sedangkan sisanya sebesar 3,68% dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai koefisien korelasi diperoleh sebesar 0,9814 berarti adanya hubungan positif antara konsentrasi fungisida majemuk dengan tingkat hambatan relatif, jika dilihat dari nilai korelasi hubungan variabel tersebut memiliki hubungan yang kuat. Dengan demikian berarti konsentrasi fungisida majemuk memiliki hubungan yang kuat terhadap tingkat hambatan relatif *P. palmivora*.



Gambar 25. Pola Polinomial Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Tunggal Mankozeb dan Tingkat Hambatan Relatif (THR).

Gambar 25 menunjukkan bahwa hubungan antara fungisida majemuk Galben M 73 WP dengan tingkat hambatan relatif (THR) adalah $Y = -191,24X^2 + 277,48X + 2,7817$ dengan koefisien determinan $R^2 = 0,9632$ dan mempunyai nilai koefisien korelasi $R = 0,9814$. Nilai koefisien determinan sebesar 0,9632 memiliki kemampuan mempengaruhi tingkat hambatan relatif dengan persentase 96,32%. Sedangkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,9814 memiliki hubungan yang kuat antara konsentrasi fungisida tunggal mankozeb dengan tingkat hambatan relatif pertumbuhan *P. palmivora*.



Gambar 26. Pola Polinomial Hubungan antara Konsentrasi Fungisida Tunggal Benalaksil dan Tingkat Hambatan Relatif (THR).

Pada Gambar 26 menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan yang erat antara konsentrasi fungisida tunggal benalaksil dengan tingkat hambatan relatif (THR). Hal ini diindikasikan oleh persamaan regresi $Y = 40,472X^2 - 13,142X + 1,0613$ dengan nilai determinan $R^2 = 0,8977$ dan memiliki nilai koefisien korelasi $R = 0,9474$. Hal ini berarti nilai koefisien determinan 0,8977 menunjukkan kemampuan konsentrasi fungisida tunggal Benalaksil dapat mempengaruhi tingkat hambatan relatif dengan persentase 89,77%. Sedangkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,9474 menyatakan hubungan yang kuat antara konsentrasi fungisida tunggal Benalaksil dengan tingkat hambatan relatif *P. palmivora*. Hasil analisis Gambar 23, 24 dan 25 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi fungisida maka akan semakin besar tingkat hambatan relatifnya.

Fungisida Galben M 73 WP yang diuji memiliki cara kerja yang berbeda, yaitu kontak (mankozebe) dan sistemik (benalaksil). Data analisis regresi polinomial antara konsentrasi fungisida dengan tingkat hambatan relatif (THR) digunakan

untuk menentukan LC₅₀ dan LC₉₀ melalui analisis probit manual. Nilai LC₅₀ dan LC₉₀ digunakan untuk menentukan nilai nisbah Ko-toksisitas (NK), tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Nilai Nisbah Ko-toksisitas (NK) dalam Penentuan Sifat Aktivitas Fungisida Majemuk Galben M 73 WP

Fungisida	Lethal Concentrate (LC)		Nisbah Ko-toksisitas (NK)	
	50	90	50	90
Galben M 73 WP	0,27	0,72	-	-
Mankozeb	0,27	0,72	1,00	1,00
Benalaksil	2,01	0,72	7,44	4,88

Dari perhitungan didapatkan nilai $NK \geq 1$, hal ini berarti kedua bahan aktif yang terdapat pada fungisida majemuk tersebut tidak memiliki efek antagonis atau bersifat sinergis dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora*. Hal ini sesuai dengan Wudianto (2001), yaitu dua macam pestisida bila dicampur dapat menimbulkan interaksi sinergistik, jika tidak terjadi penurunan daya bunuh dari masing-masing pestisida. Ada juga menurut Natawigena (1989), pencampuran dua pestisida atau lebih yang mengakibatkan toksisitas meningkat disebut sinergistik. Pada Tabel 10 menunjukkan tidak adanya penurunan daya hambat fungisida terhadap koloni jamur *P. palmivora*.

Pengaruh Pemberian Fungisida Terhadap Berat Kering Miselium Jamur *P. palmivora*

Perhitungan berat kering miselium hanya dilakukan pada pengamatan terakhir (7 HSI) dengan cara menimbang miselium menggunakan timbangan digital. Penimbangan berat kering miselium dilakukan untuk mengetahui biomassa *P. palmivora*. Hasil analisis ragam berat kering miselium *P. palmivora* menunjukkan perbedaan secara nyata terhadap kontrol. Rata-rata dari berat kering miselium *P. palmivora* disajikan pada Tabel 11.

Hasil analisis berat kering miselium *P. palmivora* menunjukkan perbedaan yang nyata antara kontrol dengan perlakuan, baik perlakuan dengan fungisida berbahan aktif maupun tunggal. Perlakuan fungisida terhadap miselium paling baik adalah perlakuan fungisida majemuk Galben M 73 WP dan tunggal Manckozeb, miselium pada perlakuan tersebut tidak mengalami pertumbuhan. Seperti dalam pengujian diameter koloni, semakin tinggi konsentrasi fungisida yang diuji maka

akan semakin kecil diameter koloni jamur *P. palmivora*. Pada berat kering miselium *P. palmivora* yang diamati memperoleh hasil yang sama dengan pengukuran diameter koloni.

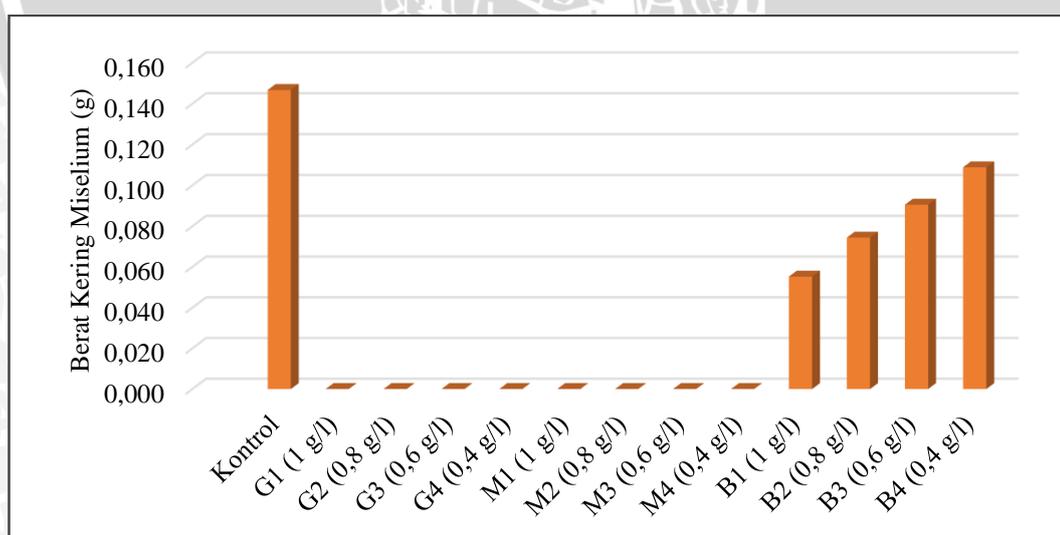
Tabel 11. Rata-rata Berat Kering Miselium (g) *P. palmivora* pada hari ke-7 setelah Inokulasi pada Perlakuan Berbagai Konsentrasi Fungisida secara *In vitro*

Perlakuan	Konsentrasi (g/l)			
	0,4	0,6	0,8	1,0
Galben M 73 WP	0 a	0 a	0 a	0 a
Mankozeb	0 a	0 a	0 a	0 a
Benalaksil	0,055 b	0,074 c	0,091 d	0,109 e
Kontrol	0,147 f			

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kepercayaan 5%.
- Data telah ditransformasi akar + 1.
- Hasil dalam satuan gram (g).

Kerapatan miselium berpengaruh terhadap berat kering miselium, semakin rapat dan padat miseliumnya maka semakin besar berat kering miseliumnya. Kerapatan miselium dapat diamati dengan cara membandingkan miselium perlakuan dengan miselium kontrol, akan terlihat pertumbuhan miselium tidak hanya mendatar tetapi vertikal. Hubungan perlakuan fungisida terhadap miselium *P. palmivora* disajikan pada Gambar 27.



Gambar 27. Rata-rata Berat Kering Miselium jamur *P. palmivora* pada Perlakuan Berbagai Konsentrasi Fungisida secara *In vitro*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian di lapang dan di laboratorium menunjukkan beberapa konsentrasi fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%) dapat menekan penyakit busuk buah *P. palmivora* pada tanaman kakao.
2. Hasil analisis sifat aktivitas fungisida Galben M 73 WP berbahan aktif majemuk (Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%) di laboratorium memiliki cara kerja sinergistik ($NK \geq 1$) dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora*.
3. Hasil analisis di lapang dan di laboratorium menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara konsentrasi dengan tingkat hambatan relatif, semakin tinggi konsentrasi fungisida maka pertumbuhan jamur *P. palmivora* menjadi semakin rendah.

Saran

Pada penelitian pengujian fungisida Galben M 73 WP ini, semua konsentrasi dapat menghambat perkembangan penyakit busuk buah *P. palmivora* pada tanaman kakao baik di lapang maupun di laboratorium, sehingga para petani dapat mengaplikasikan beberapa macam konsentrasi fungisida tersebut secara rotasi/bergantian dan mencegah resistensi patogen.

Dalam penelitian ini, fungisida diaplikasikan pada tanaman kakao mengetahui besarnya intensitas serangan, diameter koloni dan tingkat hambatan, berat kering miselium dan NK, namun belum diketahui adanya hubungan produksi buah tanaman kakao. Aplikasi fungisida sebaiknya dilakukan pada saat musim kemarau sehingga meminimalisir intervensi curah hujan tinggi, selain itu untuk memudahkan pengamatan dilakukan sanitasi dan pemangkasan tiap minggunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2011, Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, UB Press. Malang. 116 hal.
- Afriyeni, Y., N. Nasir., Periadnadi, & Jumjunidang. 2013. Jenis-jenis Jamur pada Pembusukan Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi*. FMIPA Universitas Andalas. Sumatera Barat.
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. *Terjemahan* Munzir Busnia. UGM Press. Yogyakarta. 716 hal.
- Barnet, H. L., & B. B. Hunter. 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Brgess Publishing Company. USA.
- Calvo, J.L., D. Bartlett, C. Sanders, A. Tally & X. Wen. 2006. Fungicide Mixture Formulations. Patent and Trademark Departement. Greensboro. USA.
- Chee, S. S., H. Zawiah., & M. N. Ismail. 1969. Antropometry, Dietary Patterns and Nutrient intakes of Malaysian Estate Workers. *Mal J Nutr*. Malaysia.
- Cook, R. J., & K. F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological society. St. Paul. Minnesota. p 539.
- Darmono, T. W., & A. Purwantara. 2001. Practical Work on Detection of *Phytophthora*. *Training Course on early detection of woody plant diseases with latent infection*. Biotechnology Research Unit for Estate Crops. Bogor.
- Departemen Pertanian (Deptan). 2012. Produksi, Luas Areal dan Produktivitas Perkebunan di Indonesia. Jakarta.
- Djojosumarto, P. 2008. Pestisida dan Aplikasinya. PT Agromedia Pustaka. Jakarta. 63 hal.
- Donovan, W. 2009. Benalaxyl (155). United States Environmental Protection Agency. Washington DC. USA.
- Drenth, A., & B. Sendall. 2001. Practical Guide to Detection and Identification of *Phytophthora*. *CRC for Tropical Plant Protection*. Brisbane. Australia.
- Drenth, A., & Guest. 2004. Diversity and Management of *Phytophthora* in Shoutheast Asia. ACIAR. Canberra.
- Evan, H. C., & C. Priori. 1987. Cocoa Pod Diseases. Causal Agents and Control. *Outlock on Agricul*. 16: p 35-41.
- Forestphytophthora. 2015. *Phytophthora* Life Cycle. <http://forestphytophthoras.org/phytophthora-basics>. Diakses pada tanggal 8 Febuari 2015.

- Gregory, P. H., M. J. Griffin., A. C. Maddison., & M.R. Ward. 1984. Cocoa Black Pod. Cocoa Growers Bulletin. p 21 – 35.
- Hartobudoyo. 1995. Bertanam Kakao. Kansius. Yogyakarta.
- Hendrawati. 1997. Analisis DNA *Phytophthora spp.* Penyebab Penyakit Busuk pada Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan teknik RAPD. *Skripsi*. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Pakuan. Bogor.
- Heuberger, J. W., & D. O. Wolfenbarger. 1999. Zinc Dimethyl Dithiocarbamate and the Control of Early Blight and Antracnose on Tomatoes and of Leaf Hoppers and Early Blight on Potatoes. *Jakarta. Phytopathology* 34: p 1003.
- Keane, P.J., & C.A. Putter. 1992. Cocoa and Disease Management in South Asia and Australasia. Food and Agriculture Organization Plant Production and Protection Paper. FAO. Rome.
- Keinath, A. P., & V. B. Dubose. 2004. Evaluation of Fungicides for Prevention and Management of *Powdery Mildew* on Watermelon. *Crop Prot.* 23: p 35-42.
- McMahon, P., & A. Purwantara. 2004. *Phytophthora* on Cocoa: Diversity and Management of *Phytophthora* in Shoutheast Asia. ACIAR Monograph. 144: p 104-115.
- Natawigena, H. 1989. Pestisida dan Kegunaannya. CV. Armico. Bandung. 129 hal.
- Novariyanthy, M. & I.T.M. Deden. 2007. Pedoman Pengamatan dan Pengendalian OPT Utama Tanaman Kakao. Direktorat Perlindungan Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Panut, D. 2008. Pestisida dan Aplikasinya. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Prijono, D. 2002. Bahan Penelitian Pengujian Toksisitas dan Efikasi Pestisida Berbahan Aktif Majemuk. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu IPB. Bogor.
- Rachbini, D.J., A. Bustanul, E.Y. Ahmad, S.H. Enny, H.F. Abra, T. Ghani & A. Imaduddin. 2011. *Outlook* Industri 2012: Strategi Percepatan dan Perluasan Agroindustri. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
- Rahardjo, P. 1999. Perkembangan Bahan Tanam di Indonesia. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember.
- Ram, A., Rocha, H. M. & Ram, C. 1973. Screening of Fungicides against *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. *in vitro*. CEPEC Itabuna, Brazil. 3: p 14-21.
- Ramlan. 2010. Pengelolaan Penyakit Busuk Buah Kakao. *Prosiding seminar ilmiah dan pertemuan Tahunan ZPEI dan PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. 27 Mei 2010. Sulawesi Selatan.

- Ribeiro, O.K. 1978. A Source Book of the Genus *Phytophthora*. Cramer. Vaduz. Liechtenstein. p 417.
- Sarville, E. G. 1979. Plant Diseases Control. Avi Publishing Company Inc. Westport. Connecticut. p 331.
- Sastrosayono, S. 2005. Budidaya Tanaman Kakao. PT. Agromedia Pustaka.
- Semangun, H. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. UGM Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2008. Penyakit – penyakit Penting Tanaman Perkebunan di-Indonesia. UGM Press. Yogyakarta.
- Soenaryo. 1983. Upaya Meningkatkan Produksi Kakao. Erlangga. Jakarta.
- Stamps, D. J., G. M. Waterhouse., F. J. Newhook., & G. S. Hall. 1990. Tabular Key to the Species of *Phytophthora*. *Common Agric. Bur. Int. Mycol. Inst. Mycol. Pap.* p 162. 28.
- Sudarmo, S. 1991. Pestisida. Kanisius Media. Yogyakarta. 130 hal.
- Suhardi. 2007. Efektivitas Fungisida untuk Pengendalian Penyakit Berdasarkan Curah Hujan Pada Mawar. *Balai Penelitian Tanaman Hias. Cianjur.* 17(4): 355-364 hal.
- Sukamto. 2003. Pengendalian Secara hayati Penyakit Busuk Buah Kakao dengan Jamur *Trichoderma harizianum*. Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional PFI XVI. Bandung. 6-8 Agustus 2003.
- Syamsulbahri. 1996. Bercocok Tanam Perkebunan Tahunan. UGM Press. Yogyakarta.
- Untung, K. 1993. Konsep Pengendalian Hama Terpadu. Andi Offset. Yogyakarta.
- Widya, Y. 2008. Budidaya Bertanam Coklat. Tim Bima Karya Tani. Bandung.
- Wudianto, R. 2001. Petunjuk Penggunaan Fungisida. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 63 hal.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Analisis Ragam Intensitas Serangan Jamur *P. palmivora* setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan Minggu ke-1 sampai Minggu ke-7

1. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-1

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	3,25	4	0,81	1,38	3,01
Kelompok	0,32	4	0,08	0,14	3,01
Galat	9,45	16	0,59		
Total	13,02	24			

*) berbeda nyata

2. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-2

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	305,63	4	76,41	14,70	3,01
Kelompok	35,41	4	8,85	1,70	3,01
Galat	83,17	16	5,20		
Total	424,21	24			

*) berbeda nyata

3. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-3

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	305,63	4	76,41	14,70	3,01
Kelompok	35,41	4	8,85	1,70	3,01
Galat	83,17	16	5,20		
Total	424,21	24			

*) berbeda nyata

4. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-4

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	1097,53	4	274,38	39,57	3,01
Kelompok	23,29	4	5,82	0,84	3,01
Galat	110,93	16	6,93		
Total	1231,76	24			

*) berbeda nyata

5. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-5

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	1670,34	4	417,58	72,02	3,01
Kelompok	6,63	4	1,66	0,29	3,01
Galat	92,77	16	5,80		
Total	1769,74	24			

*) berbeda nyata

6. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-6

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	2228,63	4	557,16	189,39	3,01
Kelompok	5,44	4	1,36	0,46	3,01
Galat	47,07	16	2,94		
Total	2281,14	24			

*) berbeda nyata

7. Analisis Ragam Intensitas Serangan pada Pengamatan ke-7

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	5608,46	4	1402,12	206,28	3,01
Kelompok	45,47	4	11,37	1,67	3,01
Galat	108,75	16	6,80		
Total	5762,68	24			

*) berbeda nyata

Lampiran 2. Tabel Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida Terhadap Jamur *P. palmivora* di Lapang dari Pengamatan Minggu ke-1 sampai minggu ke-7.

1. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-1

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	36,71	3	12,24	1,38	3,49
Kelompok	160,79	4	40,20	4,53	3,26
Galat	106,48	12	8,87		
Total	303,98	19			

*) berbeda nyata

2. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-2

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	2735,18	3	911,73	43,36	3,49
Kelompok	36,45	4	9,11	0,43	3,26
Galat	252,31	12	21,03		
Total	3023,94	19			

*) berbeda nyata

3. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-3

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4673,43	3	1557,81	63,14	3,49
Kelompok	528,70	4	132,18	5,36	3,26
Galat	296,06	12	24,67		
Total	5498,20	19			

*) berbeda nyata

4. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-4

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	3657,94	3	1219,31	51,75	3,49
Kelompok	634,02	4	158,51	6,73	3,26
Galat	282,76	12	23,56		
Total	4574,73	19			

*) berbeda nyata

5. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-5

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	5636,45	3	1878,82	127,14	3,49
Kelompok	118,16	4	29,54	2,00	3,26
Galat	177,33	12	14,78		
Total	5931,94	19			

*) berbeda nyata

6. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-6

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	5834,42	3	1944,81	308,80	3,49
Kelompok	40,91	4	10,23	1,62	3,26
Galat	75,58	12	6,30		
Total	5950,90	19			

*) berbeda nyata

7. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Fungisida pada Pengamatan ke-7

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4283,11	3	1427,70	327,48	3,49
Kelompok	153,51	4	38,38	8,80	3,26
Galat	52,32	12	4,36		
Total	4488,93	19			

*) berbeda nyata

Lampiran 3. Tabel Analisis Ragam Pertumbuhan Buah Muda Kakao setelah Aplikasi Fungisida Pengamatan Minggu ke-1 sampai Minggu ke-7.

1. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-1

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,06132	4	0,015	0,148	3,007
Kelompok	0,39392	4	0,098	0,949	3,007
Galat	1,66096	16	0,104		
Total	2,1162	24			

*) berbeda nyata

2. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-2

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,184016	4	0,046	0,621	3,007
Kelompok	0,427736	4	0,107	1,442	3,007
Galat	1,186144	16	0,074		
Total	1,797896	24			

*) berbeda nyata

3. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-3

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,109936	4	0,027	0,727	3,007
Kelompok	0,523836	4	0,131	3,464	3,007
Galat	0,604937	16	0,038		
Total	1,238709	24			

*) berbeda nyata

4. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-4

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,145423	4	0,036	0,718	3,007
Kelompok	0,359362	4	0,090	1,775	3,007
Galat	0,809698	16	0,051		
Total	1,314483	24			

*) berbeda nyata

5. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-5

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,201353	4	0,050	0,380	3,007
Kelompok	0,153319	4	0,038	0,290	3,007
Galat	2,116963	16	0,132		
Total	2,471635	24			

*) berbeda nyata

6. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-6

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,446236	4	0,112	1,216	3,007
Kelompok	0,081906	4	0,020	0,223	3,007
Galat	1,467389	16	0,092		
Total	1,995532	24			

*) berbeda nyata

7. Analisis Ragam Buah Muda Pada Pengamatan Ke-7

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,493378	4	0,123	1,370	3,007
Kelompok	0,393792	4	0,098	1,093	3,007
Galat	1,440707	16	0,090		
Total	2,327877	24			

*) berbeda nyata

Lampiran 4. Tabel Analisis Ragam Pertumbuhan Bunga Kakao setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan Minggu ke-1 sampai Minggu ke-7.

1. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-1

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	2,26614	4	0,57	2,02	3,01
Kelompok	0,94618	4	0,24	0,84	3,01
Galat	4,48669	16	0,28		
Total	7,69902	24			

*) berbeda nyata

2. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-2

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	1,26129	4	0,32	1,31	3,01
Kelompok	0,44313	4	0,11	0,46	3,01
Galat	3,84842	16	0,24		
Total	5,55284	24			

*) berbeda nyata

3. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-3

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	1,88627	4	0,47	3,24*	3,01
Kelompok	0,73447	4	0,18	1,26	3,01
Galat	2,33174	16	0,15		
Total	4,95247	24			

*) berbeda nyata

4. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-4

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,9149	4	0,23	1,58	3,01
Kelompok	0,53689	4	0,13	0,93	3,01
Galat	2,31507	16	0,14		
Total	3,76687	24			

*) berbeda nyata

5. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-5

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	1,11679	4	0,28	0,99	3,01
Kelompok	0,23137	4	0,06	0,21	3,01
Galat	4,49214	16	0,28		
Total	5,8403	24			

*) berbeda nyata

6. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-6

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	1,42927	4	0,36	2,24	3,01
Kelompok	0,27943	4	0,07	0,44	3,01
Galat	2,5516	16	0,16		
Total	4,2603	24			

*) berbeda nyata

7. Analisis Ragam Bunga Pada Pengamatan Ke-7

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	2,47349	4	0,62	3,63*	3,01
Kelompok	0,15333	4	0,04	0,23	3,01
Galat	2,72496	16	0,17		
Total	5,35178	24			

*) berbeda nyata

Lampiran 5. Tabel Analisis Ragam Pertumbuhan Diameter Koloni *P. palmivora* dengan Metode Umpan Beracun setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan 1 HSI sampai 7 HSI.

1. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 1 HSI

Sumber Kergaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	591,44	12	49,29	96,11*	2,15
Galat	13,33	26	0,51		
Total	604,77	38			

*) berbeda nyata

2. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 2 HSI

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	3770,10	12	314,18	422,51*	2,15
Galat	19,33	26	0,74		
Total	3789,44	38			

*) berbeda nyata

3. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 3 HSI

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	10526,77	12	877,23	924,65*	2,15
Galat	24,67	26	0,95		
Total	10551,44	38			

*) berbeda nyata

4. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 4 HSI

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	23364,36	12	1947,03	1205,30*	2,15
Galat	42,00	26	1,62		
Total	23406,36	38			

*) berbeda nyata

5. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 5 HSI

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	32333,59	12	2694,47	1129,94*	2,15
Galat	62,00	26	2,38		
Total	32395,59	38			

*) berbeda nyata

6. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 6 HSI

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	44397,08	12	3699,76	1717,74*	2,15
Galat	56,00	26	2,15		
Total	44453,08	38			

*) berbeda nyata

7. Analisis Ragam Diameter Koloni *P. palmivora* 7 HSI

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	53231,74	12	4435,98	4119,12*	2,15
Galat	28,00	26	1,08		
Total	53259,74	38			

*) berbeda nyata

Lampiran 6. Tabel Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Terhadap *P. palmivora* dengan Metode Umpan Beracun setelah Aplikasi Fungisida dari Pengamatan 1 HSI sampai 7 HSI.

1. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 1 HSI

Sumber Kergaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	7667,63	11	697,06	18,65*	2,22
Galat	896,85	24	37,37		
Total	8564,48	35			

*) berbeda nyata

2. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 2 HSI

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	15742,79	11	1431,16	33,82*	2,22
Galat	1015,68	24	42,32		
Total	16758,47	35			

*) berbeda nyata

3. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 3 HSI

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	15396,21	11	1399,66	260,50*	2,22
Galat	128,95	24	5,37		
Total	15525,16	35			

*) berbeda nyata

4. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 4 HSI

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	17426,20	11	1584,20	918,18*	2,22
Galat	41,41	24	1,73		
Total	17467,61	35			

*) berbeda nyata

5. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 5 HSI

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	17902,92	11	1627,54	554,50*	2,22
Galat	70,44	24	2,94		
Total	17973,36	35			

*) berbeda nyata

6. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 6 HSI

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	22542,10	11	2049,28	756,70*	2,22
Galat	65,00	24	2,71		
Total	22607,10	35			

*) berbeda nyata

7. Analisis Ragam Tingkat Hambatan Relatif (THR) Fungisida 7 HSI.

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	25413,03	11	2310,28	1820,50*	2,22
Galat	30,46	24	1,27		
Total	25443,49	35			

*) berbeda nyata

Lampiran 7. Tabel Analisis Berat Kering Miselium *P. palmivora* dengan Metode Umpan Beracun setelah Aplikasi Fungisida Pada Pengamatan 7 HSI.

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	0,09823	12	0,00819	225,61*	2,15
Galat	0,00094	26	3,6E-05		
Total	0,09917	38			

*) berbeda nyata

Lampiran 8. Dokumentasi Pengujian Efikasi Fungisida Majemuk Galben M 73 WP Terhadap *P. palmivora* di Lapang (*In vivo*).

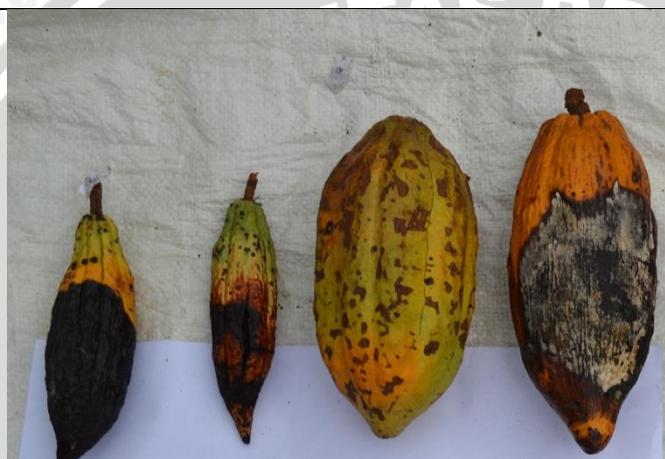
No	Dokumentasi	Keterangan
1.		<p>Papan penelitian lapang yang terletak pada Desa Wlingi, Kec. Wlingi, Blitar.</p>
2.		<p>Wadah yang berisi fungisida Galben M 73 WP (1/G1, 2/G2, 3/G3, 4/G4)</p>

<p>3.</p>		<p>Campuran fungisida Galben M 73 WP (540 ml)</p>
<p>4.</p>		<p>Pengenceran fungisida Galben M 73 WP dengan air 540 ml</p>
<p>5.</p>		<p>Pengaplikasian fungisida Galben M 73 WP pada tanaman kakao</p>

<p>12.</p>		<p>Bunga kakao yang telah mekar</p>
		<p>Kondisi buah kakao pada perlakuan kontrol (0 g/l)</p>
		<p>Kondisi buah kakao pada perlakuan G1 (0,5 g/l)</p>



Kondisi buah kakao pada perlakuan G2 (1,0 g/l)



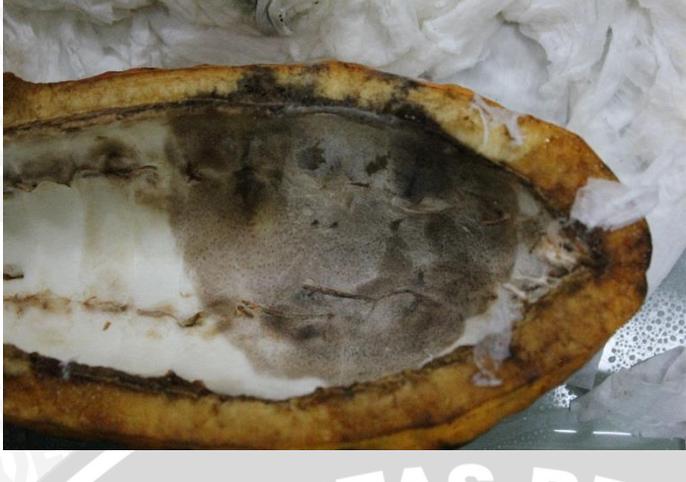
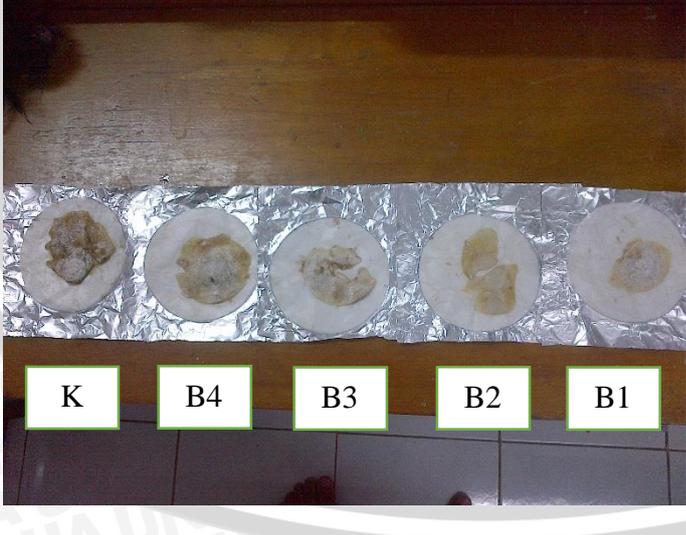
Kondisi buah kakao pada perlakuan G3 (1,5 g/l)



Kondisi buah kakao pada perlakuan G4 (2,0 g/l)

Lampiran 9. Dokumentasi Pengujian Efikasi Fungisida Majemuk Galben M 73 WP Terhadap *P. palmivora* di Laboratorium (*In vitro*).

No.	Dokumentasi	Keterangan
1.		Isolasi jamur <i>P. palmivora</i> dari buah kakao yang terinfeksi
2.		Uji <i>Postulat's Koch</i> pada buah kakao sehat
3.		Gejala busuk buah kakao dari hasil pengujian <i>Postulat's Koch</i>

<p>4.</p>		<p>Gejala <i>P. palmivora</i> pada bagian dalam buah kakao</p>
<p>5.</p>		<p>Pengujian <i>in vitro</i> fungisida tunggal Benalaksil terhadap miselium <i>P. palmivora</i></p>
<p>6.</p>		<p>Berat basah miselium <i>P. palmivora</i> pada perlakuan fungisida tunggal benalaksil</p>

