

**PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS  $\alpha$ -AMILASE DAN PERTUMBUHAN  
KECAMBAH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI  
MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**VIDYA VISKARA  
1717021075**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS  $\alpha$ -AMILASE DAN PERTUMBUHAN  
KECAMBAH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI  
MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum***

**Oleh**

**VIDYA VISKARA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS $\alpha$ -AMILASE DAN PERTUMBUHAN KECAMBIAH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG DIINFEKSI *Fusarium* *oxysporum*

Oleh

Vidya Viskara

Cabai merupakan tanaman perdu yang kaya manfaat dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi, namun dalam budidayanya cabai seringkali mengalami kendala, salah satunya adalah serangan jamur *Fusarium oxysporum* yang mengakibatkan produksi buah cabai menurun. Penggunaan fungisida yang umum dilakukan dapat menyebabkan rusaknya lingkungan, sehingga diperlukan pengendalian yang lebih ramah lingkungan seperti medan magnet. Medan magnet diinduksikan pada benih untuk meningkatkan daya tahan benih terhadap serangan layu *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh induksi medan magnet pada kecambah cabai yang diinfeksi *Fusarium oxysporum* terhadap profil protein, aktivitas  $\alpha$ -amilase, indeks vigor, tinggi kecambah, berat basah, dan berat kering. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan kombinasi perlakuan pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik dan 15 menit 36 detik dengan infeksi jamur *Fusarium oxysporum* selama 60 menit yang terdiri atas; M<sub>0</sub>F<sub>0</sub> (kontrol), M<sub>7</sub>F<sub>0</sub>, M<sub>15</sub>F<sub>0</sub>, M<sub>0</sub>F<sub>60</sub>, M<sub>7</sub>F<sub>60</sub>, dan M<sub>15</sub>F<sub>60</sub> dengan 5 kali ulangan pada setiap unit perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysys of varience* dan apabila hasil berbeda nyata diuji lanjut dengan uji *Tukey* dengan taraf  $\alpha=5\%$ . Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik pada kecambah lebih efektif dibanding paparan medan magnet 0,2 mT selama 15 menit 36 detik. Hasil berat molekul pada analisis profil protein menunjukkan bahwa pada hari ke-8 berat molekul berkisar dari 111,3 kDa – 19,6 kDa. Sedangkan pada hari ke-14 berat molekul berkisar dari 124,2 kDa – 14 kDa.

**Kata kunci:** Cabai Merah, *Fusarium oxyporum*, Medan Magnet

## ABSTRACT

### PROFILE OF PROTEIN, $\alpha$ -AMYLASE ACTIVITY AND GROWTH OF RED CHILI SUBSTANCE (*Capsicum annuum* L.) RESULTS FROM 0.2 mT MAGNETIC FIELD INDUCTION INFECTED WITH *Fusarium oxysporum*

By

**Vidya Viskara**

Chili is a herbaceous plant that is rich in benefits and has high economic value, but in its cultivation chili often encounters obstacles, one of them is the attack of the fungus *Fusarium oxysporum* which induce chili fruit production to decrease. The use of fungicides that are commonly carried out can cause damage to the environment, so that more environmentally friendly controls are needed, such as magnetic fields. The magnetic field was induced in the seeds to increase the resistance of the seeds against *Fusarium oxysporum* wilt. This study aims to determine the effect of magnetic field induction on chili sprouts infected with *Fusarium oxysporum* on protein profile,  $\alpha$ -amylase activity, vigor index, sprout height, fresh weight, and dry weight. The study was arranged using a completely randomized design (CRD) with a combination of exposure to a magnetic field of 0.2 mT for 7 minutes 48 seconds and 15 minutes 36 seconds with infection with the fungus *Fusarium oxysporum* for 60 minutes consisting of; M0F0 (control), M7F0, M15F0, M0F60, M7F60, and M15F60 with 5 replications for each treatment unit. The data obtained were analyzed using Analysis of variance and if the results were significantly different, they were tested further with the Tukey test. The results of analysis of variance showed that exposure to a magnetic field of 0.2 mT for 7 minutes 48 seconds on sprouts was more effective than exposure to a magnetic field of 0.2 mT for 15 minutes 36 seconds. The results of the molecular weight analysis of the protein profile showed that on the 8th day the molecular weight ranged from 111.3 kDa – 19.6 kDa. While on the 14th day the molecular weight ranges from 124.2 kDa – 14 kDa.

**Key words: Red Chili, *Fusarium oxyporum*, Magnetic Field**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul Skripsi : **PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS  $\alpha$ -AMILASE DAN PERTUMBUHAN KECAMBAH CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET 0,2 MT YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum***

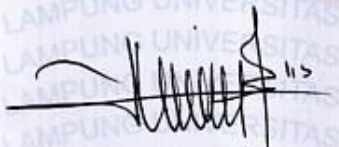
Nama Mahasiswa : Vidya Viskara  
NPM : 1717021075  
Jurusan/ Program Studi : Biologi/ S1 Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Bandar Lampung, 08 Mei 2023

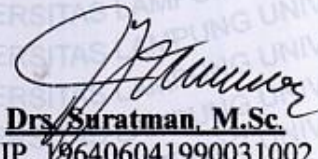
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II




**Dra. Yulianty, M.Si.**  
NIP. 196507131991032002



**Drs. Suratman, M.Sc.**  
NIP. 196406041990031002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi  
FMIPA Universitas Lampung

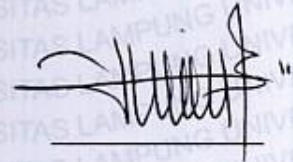


**Dr. Jani Master, M.Si.**  
NIP. 198301312008121001

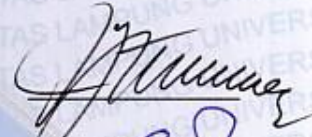
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

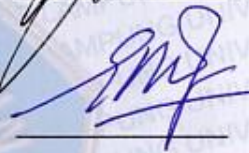
**Ketua** : Dra. Yulianty, M. Si.



**Sekretaris** : Drs. Suratman, M. Sc.



**Anggota** : Dra. Eti Ernawati, M.P.



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si. M.Si.**

**NIP. 197110012005011002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 08 Mei 2023**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vidya Viskara

Nomor Pokok Mahasiswa : 1717021075

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Profil Protein, Aktivitas A-Amilase dan Pertumbuhan Kecambah Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) Hasil Induksi Medan Magnet 0,2 Mt yang Diinfeksi *Fusarium Oxysporum*”**

Adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya ilmiah ciptaan orang lain.

Semua sumber data dan informasi yang diperoleh telah dinyatakan dengan jelas benar apa adanya dan apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh universitas.

Bandar Lampung, 8 Mei 2023

Menyatakan



Vidya Viskara  
NPM. 1717021075

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 21 Juli 1999, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara, dari Bapak Basit Putra dan Ibu Sulastri

Penulis menempuh jenjang pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Kartika II-5 Bandar Lampung diselesaikan tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 1 Segala Mider pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 10 Bandar Lampung pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 9 Bandar Lampung pada tahun 2017.

Tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Unila melalui jalur SBMPTN. Pada Tahun 2020, penulis melakukan kerja praktik di Kebun Raya Liwa Lampung Barat dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Segala Mider.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan atas hadirat Allah SWT, karena Rahmat-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “**PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS  $\alpha$ -AMILASE DAN PERTUMBUHAN KECAMBAH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum***” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si. M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
2. Ibu Dra. Yulianty, M.Si. selaku pembimbing pertama atas bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
3. Bapak Drs. Suratman, M. Sc. selaku pembimbing kedua atas bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi;
4. Ibu Dra. Eti Ernawati, M.P. selaku penguji pada proses skripsi ini, Terima kasih untuk masukan dan saran-saran pada proses penyelesaian skripsi;
5. Ibu Dra. Sri Wahyuningsih, M.Si. selaku pembimbing Akademik;
6. Bapak dan Ibu dosen serta staf Jurusan Biologi;
7. Kedua Orang tua Bapak Basit Putra dan Ibu Sulastri serta Kakak dan adik yang selalu mendukung dan memberikan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
8. Tim penelitian skripsi medan magnet: Amirah Afifah, Feni Kaisah, Essy Dumayanti. Terimakasih sudah saling mendukung dan berkerja sama hingga penelitian ini selesai;

9. Teman-teman semasa kuliah mulai dari mahasiswa baru hingga lulus dan teman teman Biologi angkatan 2017 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Semoga Allah SWT. membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan semoga skripsi ini bisa berguna dan memberi manfaat bagi pembacanya.

Bandar Lampung, 8 Mei 2023

Penulis

**Vidya Viskara**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL DALAM .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>viii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kerangka Pikir .....	4
1.4 Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Taksonomi dan Morfologi Cabai merah ( <i>Capsicum annuum</i> L.) .....	6
2.2. <i>Fusarium oxysporum</i> .....	8
2.3. Pengaruh Medan Magnet Pada Tanaman .....	10
2.4. Profil Protein .....	12
2.5. $\alpha$ -Amilase.....	13
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	14
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	14
3.2.1. Alat-alat penelitian .....	14
3.2.2. Bahan-bahan penelitian .....	14
3.3. Rancangan Penelitian .....	15

3.4. Diagram Alir .....	17
3.5. Pelaksanaan Penelitian .....	18
3.5.1. Persiapan Isolasi Monospora .....	18
3.5.2. Pembuatan Suspensi Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> .....	18
3.5.3. Perlakuan Pemaparan Medan Magnet .....	19
3.5.4. Perkecambahan Benih .....	19
3.5.5. Perlakuan Infeksi Jamur <i>Fusarium</i> sp. ....	19
3.5.6. Persiapan Media Tanam .....	19
3.5.7. penyemaian/Penanaman Kecambah .....	20
3.5.8. Pemeliharaan Tanaman .....	20
3.6. Parameter Penelitian .....	20
3.6.1. Profil Protein .....	20
3.6.2. Aktivitas $\alpha$ -Amilase .....	22
3.6.3. Indeks vigor .....	23
3.6.4. Tinggi kecambah .....	24
3.6.5. Berat basah .....	24
3.6.6. Berat kering .....	24
3.7. Analisis Data .....	25
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil .....	26
4.1.1. Profil Protein .....	26
4.1.2. Aktivitas $\alpha$ -Amilase .....	31
4.1.3. Indeks Vigor .....	33
4.1.4. Tinggi Kecambah .....	34
4.1.5. Berat Basah Kecambah .....	37
4.1.6. Berat Kering Kecambah .....	38
4.2. Pembahasan .....	40
4.2.1. Profil Protein .....	40
4.2.2. Aktivitas $\alpha$ -Amilase .....	41
4.2.3. Indeks Vigor .....	43
4.2.4. Tinggi Kecambah .....	44
4.2.5. Berat Basah Kecambah .....	46
4.2.6. Berat Kering Kecambah .....	47
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1. Simpulan .....	49
5.2. Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak Tanaman Cabai di lapangan .....	16
2. Diagram alir penelitian.....	17
3. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap Profil protein kecambah cabai hari ke-8 .....	27
4. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap Profil protein kecambah cabai hari ke-14 .....	29
5. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap Aktivitas $\alpha$ -Amilase .....	32
6. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap indeks vigor kecambah.....	34
7. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap tinggi kecambah .....	36
8. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap berat basah kecambah.....	38
9. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dan infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> terhadap berat kering kecambah .....	39
10. Koloni <i>Fusarium oxysporum</i> .....	65
11. Pengenceran suspensi jamur menggunakan hamocytometer perbesaran $100\times 10$ dengan kerapatan $10^7$ .....	65
12. Pemaparan medan magnet 0,2 mT.....	66
13. Perkecambahan hari ke-1 .....	66
14. Infeksi <i>Fusarium oxyporum</i> pada kecambah .....	67

15. Hari pertama benih mulai berkecambah .....	67
16. Pengukuran indeks vigor kecambah dan tinggi kecambah. ....	67
17. Berat basah kecambah.....	68
18. Berat kering kecambah dan suhu oven pengeringan.....	68
19. Sampel uji aktivitas enzim $\alpha$ -Amilase kecambah .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Variasi berat molekul kecambah cabai sebelum semai.....	27
2. Variasi berat molekul kecambah cabai sesudah semai .....	29
3. Rata-rata aktivitas enzim $\alpha$ -amilase pada kecambah cabai.....	31
4. Rata-rata indeks vigor kecambah cabai .....	33
5. Rata-rata tinggi kecambah cabai .....	35
6. Rata-rata berat basah kecambah cabai .....	37
7. Rata-rata berat kering kecambah cabai .....	39

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) adalah tanaman perdu berkayu, dan buahnya terasa pedas karena mengandung kapsaisin yang juga berfungsi sebagai obat anti kanker (Santika, 2008). Selain itu kandungan vitamin C pada buah cabai cukup tinggi juga mampu mencegah sariawan. Cabai merah merupakan komoditas sayuran yang memiliki peran penting sebagai bahan baku masakan rumahan maupun industri sehingga nilai ekonomisnya cukup tinggi. Permintaan pasar terhadap cabai juga terus meningkat setiap tahun, seiring dengan meningkatnya industri makanan (Sugiyono *et al.*, 2014). Dengan demikian budidaya cabai menjadi peluang usaha yang menjanjikan, baik untuk pasar lokal maupun untuk ekspor (Santika, 2008).

Gangguan hama dan penyakit merupakan faktor utama yang menyebabkan produktivitas cabai Indonesia tidak optimal. Layu fusarium merupakan salah satu penyakit tanaman yang sering dikeluhkan para petani cabai. Penurunan produksi tertinggi tanaman cabai umumnya terjadi pada musim penghujan, karena curah hujan dan kelembaban tinggi merupakan kondisi optimum untuk perkembangan dan penyebaran patogen fusarium. Kerusakan dan penurunan produksi akibat serangan patogen ini dapat mencapai 70-100% (Rostini, 2011).

Layu fusarium disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. yang bersifat spesifik inang (Fernih *et al.*, 2014). Gejala tanaman yang terserang penyakit layu



fusarium adalah klorosis, perubahan warna pembuluh, dan layu (Sanogo, 2003). Awal serangan penyakit layu *Fusarium* sp. adalah warna tulang-tulang daun terutama daun-daun bagian permukaan atas akan memucat, daun tua menggulung, tangkai daun merunduk sampai akhirnya tanaman menjadi layu secara keseluruhan. Pada tanaman yang masih sangat muda serangan penyakit layu *Fusarium* dapat menyebabkan tanaman cepat mati karena rusaknya pangkal batang. Sedangkan pada tanaman dewasa yang terinfeksi penyakit masih dapat membentuk buah tetapi hasilnya sangat sedikit dan berukuran kecil- kecil (Semangun, 2000).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah faktor internal dan faktor eksternal. Salah satu faktor eksternal yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan yaitu medan magnet. Medan magnet dapat mempengaruhi proses perkecambahan biji (Agustrina, 2008). Gholami *et al.* (2010) mengatakan bahwa medan magnet mampu meningkatkan muatan negatif sel-sel tanaman, akhirnya akar akan mudah menyerap ion-ion yang bermuatan positif, seperti K, P, N, Ca dan Mg. Ion-ion tersebut berperan dalam sintesis protein, pembentuk struktur sel, aktivator enzim, dan penyusun klorofil sehingga tumbuhan akan memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Cakmak *et al.* (2010) membuktikan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi metabolisme tanaman tomat, sehingga medan magnet juga diharapkan dapat diaplikasikan pada tanaman cabai merah. Hasil penelitian Lusiaty (2017) dan Rivera (2018) pada tanaman tomat membuktikan bahwa medan magnet mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Paparan medan magnet pada tanaman tomat juga dapat meningkatkan resistensi tanaman tomat terhadap serangan Fox (Hersianti, 2005).

Protein merupakan suatu polipeptida yang mempunyai berat molekul yang jumlahnya sangat bervariasi. Suatu protein terdiri dari asam amino yang terikat satu sama lain oleh ikatan peptida (Poedjiadi, 1994). Protein pada

tanaman dapat digunakan untuk mengidentifikasi secara farmakogenetik karena beberapa protein pada tanaman memiliki sifat yang dapat melawan infeksi patogen (Kristina dan Nova, 2009). Salah satu cara untuk mengetahui keberadaan protein dapat dilakukan dengan analisis profil protein. Salah satu metode untuk menganalisis profil protein kecambah cabai merah adalah metode elektroforesis, yaitu SDS-PAGE. SDS-PAGE dapat memisahkan molekul-molekul protein berdasarkan ukuran dan bentuk partikelnya serta dapat menentukan berat suatu molekul protein (Pomarenz and Meloan, 1994).

Biji memerlukan enzim-enzim perkecambahan saat berkecambah sebagai katalisator dalam proses biokimia di dalam biji tersebut. Enzim yang sangat penting dalam proses perkecambahan biji adalah  $\alpha$ -amilase. Enzim ini berperan dalam menguraikan cadangan makanan biji yaitu berupa amilum menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk proses perkecambahan. Amilase (*Alpha-amylase*) merupakan enzim yang mengkatalisis hidrolisis dari  $\alpha$ -1, 4- glikosidik amilosa pati menghasilkan glukosa. Jumlah glukosa yang didapatkan selama reaksi enzimatik diukur dengan menggunakan pereaksi *dinitrosalicylic acid* (DNS) pada panjang gelombang 550 nm. Semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan, semakin banyak pula gula pereduksi (glukosa) yang terkandung dalam sampel (Ariandi, 2016).

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT pada kecambah cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada hari ke-4 setelah dipapar medan magnet terhadap profil protein, aktivitas  $\alpha$ -Amilase dan pertumbuhan kecambah cabai merah.

2. Mengetahui pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT infeksi *Fusarium oxysporum* terhadap hasil dari berat molekul protein kecambah sebelum dan sesudah semai.

### 1.3. Kerangka Pemikiran

Cabai merah merupakan tanaman perdu berkayu yang memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan dan minat petani cabai untuk membudidayakan tanaman cabai sangat tinggi, namun sering kali petani menghadapi kendala-kendala yang menyebabkan hasil panen tidak maksimal. Salah satu kendala yang menyebabkan menurunnya produksi tanaman cabai adalah serangan layu *Fusarium*. Jamur *Fusarium oxysporum* menginfeksi tanaman mulai dari tahap perkecambahan yang menyebabkan kematian bagi tanaman karena terjadi kerusakan pada pangkal batang.

Penggunaan fungisida yang umum dilakukan untuk mengatasi hama penyebab penyakit dapat menyebabkan rusaknya lingkungan, sehingga diperlukan pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Medan magnet dapat dimanfaatkan dalam upaya pengendalian layu *Fusarium oxysporum* yang ramah lingkungan. Medan magnet diinduksikan pada benih untuk meningkatkan daya tahan benih terhadap serangan layu *Fusarium oxysporum*. Medan magnet dapat meningkatkan proses metabolisme pada tanaman, menyebabkan tanaman tahan terhadap serangan Fox.

Pada penelitian ini dilakukan dengan menginduksikan medan magnet 0,2 mT pada kecambah cabai yang diinfeksi *Fusarium oxysporum*. Perlakuan infeksi *Fusarium oxysporum* dilakukan pada hari ke-4, yaitu setelah benih berkecambah. Dampak pemberian medan magnet ini kemudian akan dilihat pada profil protein, aktivitas  $\alpha$ -Amilase serta pertumbuhan kecambah cabai merah.

#### 1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Paparan medan magnet 0,2 mT terhadap kecambah cabai merah yang diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada hari ke-4 hari setelah dipapar medan magnet dapat mempengaruhi profil protein, aktivitas  $\alpha$ -Amilase dan pertumbuhan kecambah cabai merah.
2. Hasil berat molekul pada analisis profil protein yang dipapar medan magnet dan diinfeksi *Fusarium oxysporum* menunjukkan bahwa berat molekul pada hari ke-14 (setelah semai) lebih tinggi dari hari ke-8 (sebelum semai).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Taksonomi dan Morfologi Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Cabai merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan maupun industri makanan. Pemanfaatan cabai dalam industri menjadikan cabai sebagai komoditas yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi (Rukmana dan Oesman, 2006). Lahan cabai merah di Indonesia tahun 2008 tercatat seluas 109.178 ha dan meningkat pada tahun 2012 menjadi 120.275 ha (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2012). Bertambahnya luas lahan karena kebutuhan cabai meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan industri yang menggunakan cabai. Secara ekonomis komoditas cabai memiliki peluang yang tinggi untuk dikembangkan (Barus, 2006).

Klasifikasi tanaman cabai menurut Cronquist (1981) sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Bangsa : Solanales

Suku : Solanaceae

Marga : *Capsicum*

Jenis : *Capsicum annuum* L.

Akar cabai merupakan akar tunggang yang terdiri atas akar utama (primer) dan akar lateral (sekunder). Akar lateral memiliki serabut akar yang dapat

menembus kedalam tanah sampai kedalaman 50 cm dan melebar sampai 45 cm. Panjang akar primer mencapai 35 sampai 50 cm dan panjang akar lateral mencapai 35 sampai 45 cm (Pratama dkk., 2017).

Batang cabai berwarna hijau tua dan struktur batangnya berkayu. Panjang batang berkisar antara 30-37,5 cm dengan diameter 1,5- 3 cm. Cabai bercabang lebar dengan jumlah cabang berkisar antara 7- 15 per tanaman. Panjang cabang sekitar 5-7 cm dengan diameter 0,5-1 cm. Pada daerah percabangan terdapat tangkai daun dengan panjang sekitar 2-5 cm (Pratama dkk., 2017).

Daun cabai umumnya berbentuk bulat telur dengan panjang sekitar 9-15 cm dan lebar sekitar 3,5-5cm. Daun cabai berwarna hijau sampai hijau tua, memiliki tulang daun yang menyirip, pangkal daun berbentuk jantung atau membulat dengan ujung daun meruncing dan tepi daun tidak rata (Hewindawati, 2006). Daun muncul di tunas samping secara berurutan di batang utama yang tersusun spiral (Pratama dkk., 2017).

Bunga cabai tumbuh di sekitar ketiak daun. Bunga cabai memiliki putik berwarna kuning, tangkai putik dan tangkai sari berwarna putih dengan panjang sekitar 0,5 cm sedangkan kepala sari berwarna biru atau ungu (Setiada, 1993). Bunga cabai menyerupai bentuk bintang dan kelopaknya menyerupai lonceng. Tergolong bunga sempurna karena alat kelamin jantan dan betina terletak di satu bunga. Letak bunga cabai ada yang menggantung, horizontal, dan tegak (Pratama dkk., 2017).

Buah cabai berbentuk kerucut memanjang, lurus atau bengkok, ujung meruncing, dengan tangkai pendek menggantung (Tjahjadi, 2002). Buah cabai yang matang pada umumnya berwarna merah. Umumnya tekstur daging buah cabai renyah dan ada pula yang lunak. Buah cabai memiliki ukuran mulai dari pendek sampai panjang dengan ujung buah yang tumpul atau runcing (Pratama dkk., 2017). Cabai memiliki biji berwarna putih kekuningan dengan

bentuk pipih dan memiliki ketebalan sekitar 0,2-1 mm dan diameter sekitar 1-3 mm (Suriana, 2012).

## 2.2. *Fusarium oxysporum*

*Fusarium oxysporum* adalah jamur patogen yang dapat menginfeksi berbagai macam tanaman. *Fusarium oxysporum* menginfeksi jaringan bagian vaskuler yang berdampak layunya tanaman inang dengan cara menghentikan aliran air pada jaringan xylem. Salah satu tanaman hortikultura yang dapat diserang oleh *Fusarium oxysporum* adalah tanaman cabai (De Cal *et al.*, 2000).

Laju pertumbuhan koloni *Fusarium* sp. dapat terjadi secara cepat pada suhu 25°C hingga dapat mencapai diameter 4,5-6,5 cm dalam waktu empat hari. Pada tanah *Fusarium* sp. tumbuh dengan baik pada pH 4,5-6,0 (Semangun, 2000). Miselium permukaan *Fusarium* sp. umumnya berwarna putih, krem muda, atau ungu (Soesanto, 2002).

Klasifikasi *Fusarium oxysporum* menurut Alexopoulos *et al.* (1996) adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Fungi  
 Filum : Ascomycota  
 Kelas : Sordariomycetes  
 Bangsa : Hypocreales  
 Suku : Nectriaceae  
 Marga : *Fusarium*  
 Jenis : *Fusarium oxysporum*

*Fusarium oxysporum* adalah fungi aseksual yang menghasilkan tiga jenis spora, yaitu mikrokonodia, makrokonodia, dan klamidospora. Mikrokonodia adalah tipe spora yang paling sering diproduksi oleh *Fusarium oxysporum* di dalam jaringan Xilem inang. Spora mikrokonidia bersel tunggal, tidak

bersekat, tidak berwarna, berdinding tipis, bentuknya bulat telur sampai lurus dengan ukuran  $2 - 5 \times 2,3 - 3,5 \mu\text{m}$ . Makrokonodia biasanya ditemukan dalam permukaan jaringan tanaman yang sudah mati. Makrokonidia berbentuk sabit, bertangkai kecil, hialin, berukuran  $22-36 \times 4-5 \mu\text{m}$ . Klamidospora biasa disebut 'spora-spora yang beristirahat' karena diproduksi oleh miselium yang sudah tua atau dalam makrokonodia. Klamidospora bersel satu, berbentuk jorong atau bulat, berukuran  $7-13 \times 7-8 \mu\text{m}$ , terbentuk di tengah hifa atau pada makrokonidia, dan seringkali berpasangan (Sastrahidayat, 1992).

Daur hidup *Fusarium oxysporum* mengalami fase patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis, jamur hidup sebagai parasit pada tanaman inang. Namun, apabila tidak ada tanaman inang maka jamur akan masuk fase saprogenesis berkembang di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa-sisa tanaman yang akan mengakibatkan timbulnya penyakit pada tanaman lain (Groenewald, 2006). *Fusarium oxyporum* menghambat pertumbuhan tanaman dengan mengeluarkan toksin yang menyebabkan tanaman menjadi layu (Semangun, 2004).

Penyebaran *Fusarium* sp. tergolong cepat dan dapat menyebar ke tanaman lain dengan menginfeksi akar tanaman menggunakan miselium. Akar tanaman dapat terinfeksi langsung melalui jaringan akar, yang kemudian menetap dan berkembang di pembuluh. Setelah memasuki akar tanaman, miselium akan berkembang hingga mencapai jaringan korteks akar. Pada saat miselium jamur mencapai xilem, maka miselium ini akan berkembang hingga menginfeksi pembuluh xilem. Miselium yang telah menginfeksi pembuluh xilem, akan terbawa ke bagian lain sehingga mengganggu peredaran nutrisi dan air pada tanaman yang menyebabkan tanaman menjadi layu (Semangun dan Mangoensoekarjo, 2005).



Penyakit layu fusarium merupakan penyakit tular tanah yang menyerang xilem tanaman inang. Spora *Fusarium oxysporum* masuk ke dalam tanaman melalui penetrasi propagul spora melewati luka pada akar. *Fusarium oxysporum* menghasilkan enzim hidrolisis yang membantu proses penetrasi spora. Spora fungi akan tumbuh membentuk miselium di dalam korteks akar lalu menembus endodermis. Miselium fungi *Fusarium oxysporum* di dalam endodermis akan menghasilkan enzim pektolitik. Enzim pektolitik dapat menguraikan pektin pada dinding sel xilem dan lamela tengah. Hifa fungi kemudian masuk ke dalam xilem melalui jari-jari empulur. Organ reproduksi mikrokonidia akan dihasilkan oleh miselium di dalam xilem, kemudian terbawa aliran air sehingga mikrokonidia tersebar di seluruh saluran xilem. Mikrokonidia tumbuh berkecambah membentuk hifa dan melanjutkan proses kolonisasi (Okungbowa *et al.*, 2016). Akibat adanya hifa di bagian xilem, pengangkutan air dan hara ke bagian atas tanaman terhambat, akibatnya menyebabkan bagian yang tidak mendapatkan nutrisi akan rusak dan tidak berfungsi secara normal. Hal tersebut mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik dan organ-organ tanaman tidak berkembang secara normal (Susanna *et al.*, 2009).

Gejala tanaman yang terkena layu *Fusarium oxyporum* pada umumnya pada permukaan daun bagian atas terlihat memucat, tangkai daun merunduk, tanaman menjadi kerdil. Lama-kelamaan seluruh bagian tanaman akan layu. Jika daerah sekitar pangkal batang dipotong, maka akan terlihat seperti adanya cincin cokelat pada berkas pembuluh (Semangun, 2004).

### **2.3. Medan Magnet dan Pengaruhnya pada Tanaman**

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman terdiri dari faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal). Faktor internal adalah

gen dan hormon. Sedangkan faktor eksternal adalah cahaya, tanah pH, suhu, kelembapan, udara, dan medan magnet. Medan magnet merupakan salah satu factor eksternal yang dapat mempengaruhi proses metabolisme yang terdapat pada sitoplasma, kemudian akan terekspresikan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Shabrangi and Majd, 2009).

Medan magnet berasal dari gerakan elektron yang bermuatan listrik. Kekuatan medan magnet diukur dalam besaran ampere per meter (A/m) atau yang lebih umum para peneliti menentukan kuantitas kerapatan fluks atau yang biasa disebut mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) (Wulansari dkk., 2017). Seiring dengan kemajuan teknologi, pemanfaatan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) di berbagai bidang semakin meningkat, diantaranya di bidang pertanian hortikultura, yaitu sayuran dan buah-buahan. Pengaruh medan magnet terhadap tumbuhan tergantung pada frekuensi medan magnet yang diberikan, jenis tanaman, dan waktu magnetisasi (Agustrina *et al.*, 2008).

Menurut Morejon *et al.* (2007) medan magnet mampu merubah sifat fisika dan kimia air, seperti tekanan permukaan, konduktivitas, daya melarutkan garam-garam, relatif indeks, dan pH. Perubahan tersebut menyebabkan air dapat lebih mudah diserap oleh jaringan biji. Dengan demikian penggunaan medan magnet pada biji yang sedang berkecambah dapat meningkatkan persentase perkecambahan dan masa dormansi menjadi lebih singkat.

Sel pada biji yang mengalami peningkatan kandungan air memacu aktivitas enzim-enzim perkecambahan pada biji seperti enzim  $\alpha$ -amilase sehingga metabolisme pada biji menjadi lebih cepat (Campbell *et al.*, 2003). Enzim amilase berperan dalam menguraikan cadangan makanan pada biji, yaitu amilum menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (Agustrina, 2008). Menurut Aladjadjiyan and Ylieva (2003) interaksi antara medan elektromagnetik luar dengan partikel-partikel yang mengandung muatan listrik pada tanaman dapat menyebabkan energi

medan elektromagnetik terserap. Energi tersebut akan diubah ke dalam bentuk senyawa kimia sehingga dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman.

Penelitian sebelumnya (Angraini dkk., 2013) menunjukkan bahwa aktivitas  $\alpha$ -amilase kotiledon kecambah kedelai putih yang paling tinggi diperoleh dari kecambah yang diberi paparan medan magnet. Sedangkan aktivitas enzim terendah diperoleh dari kotiledon kecambah tanpa perlakuan paparan medan magnet. Hasil penelitian sebelumnya pada tanaman kurma (Fauzia, 2015), kedelai (Saragih dkk., 2010), dan tomat (Lusiati dkk., 2017) membuktikan bahwa medan magnet mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Tanaman tomat yang dipaparkan medan magnet tumbuh lebih cepat dan diameter batang lebih besar dibandingkan tomat yang tidak dipaparkan medan magnet (Yusuf and Ogunlela, 2015). Hasil penelitian Efthimiadou *et al.* (2014) membuktikan bahwa paparan medan magnet pada benih tomat mampu meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan vegetatif yaitu peningkatan jumlah dan luas permukaan daun, panjang akar dan tunas, berat basah dan kering akar, berat basah dan kering batang, serta berat basah dan kering daun.

#### **2.4. Profil Protein**

Protein merupakan suatu polipeptida yang mempunyai berat molekul yang jumlahnya sangat bervariasi. Suatu protein terdiri dari asam amino yang terikat satu sama lain oleh ikatan peptida (Poedjiadi, 1994). Protein pada tanaman dapat digunakan untuk mengidentifikasi secara farmakogenetik karena beberapa protein yang terdapat pada tanaman memiliki sifat yang dapat melawan infeksi patogen (Kristina and Nova., 2009).

Salah satu cara untuk mengetahui keberadaan protein dapat dilakukan dengan analisis profil protein. Salah satu metode untuk menganalisis profil protein

kecambah cabai merah adalah metode elektroforesis, yaitu SDS-PAGE. SDS-PAGE dapat memisahkan molekul-molekul protein berdasarkan ukuran dan bentuk partikelnya serta dapat menentukan berat suatu molekul protein (Pomarenz and Meloan., 1994). Penelitian sebelumnya (Masyitoh dkk., 2016) bahwa dengan menggunakan metode elektroforesis SDS-PAGE dapat menghasilkan perbedaan jumlah pita protein dan ketebalan pita proteinnya.

### **2.5. $\alpha$ -Amilase**

Amilase (*Alpha-amylase*) merupakan enzim yang mengkatalisis hidrolisis dari alpha-1, 4- glikosidik amilosa pati menghasilkan glukosa. Jumlah glukosa yang didapatkan selama reaksi enzimatik diukur dengan menggunakan pereaksi *dinitrosalicylic acid* (DNS) pada panjang gelombang 550 nm. Semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan, semakin banyak pula gula pereduksi (glukosa) yang terkandung dalam sampel (Ariandi, 2016). Aktivitas enzim memerlukan faktor pendukung agar kinerja bisa lebih optimal. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan antara lain suhu, derajat keasaman (pH), konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, dan inhibitor (Wiseman, 1989).

### **III. METODE KERJA**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan mulai Februari 2021 sampai April 2021 di Laboratorium Botani dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1. Alat-alat penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *autoclave*, *laminar air flow*, *beaker glass*, *hot plate*, batang pengaduk, erlenmayer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, sumbat, cawan petri, lampu pembakar spritus, jarum ose, inkubator, *plastic wrap*, gelas benda, gelas penutup, erlenmayer, *haemocytometer*, pipet gondok, pipet tetes, mikroskop, solenoida, plastic es balon 7x3 cm, timbangan digital, mortar dan alu, *microtube*, *sentrifuge*, *waterbath shaker*, *timer*, spektrofotometer, penggaris, silet, kamera, alat tulis dan kertas germinasi.

##### **3.2.2. Bahan-bahan penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Fusarium oxysporum* yang diperoleh dari LIPI Bogor, benih cabai kultivar lado,

alkohol 70%, akuades, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), air, pupuk NPK, tanah bambu humus (3:1), etanol 95%, kertas saring, buffer phospat, substrat enzim (pati), larutan iodine, dan larutan HCl.

### 3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu faktor dengan perlakuan paparan magnet sebesar 0,2 mT dan infeksi *Fusarium oxysporum*. M<sub>0</sub>F<sub>0</sub> (sebagai kontrol, kecambah tidak dipapar medan magnet dan tidak diinfeksi *Fusarium oxysporum*), M<sub>7</sub>F<sub>0</sub> (kecambah dipapar medan magnet selama 7 menit 48 detik dan tidak diinfeksi *Fusarium oxysporum*), M<sub>15</sub>F<sub>0</sub> (kecambah dipapar medan magnet selama 15 menit 36 detik dan tidak diinfeksi *Fusarium oxysporum*), M<sub>0</sub>F<sub>60</sub> (kecambah tidak dipapar medan magnet dan diinfeksi *Fusarium oxysporum* selama 60 menit), M<sub>7</sub>F<sub>60</sub> (kecambah dipapar medan magnet selama 7 menit 48 detik dan diinfeksi *Fusarium oxysporum* selama 60 menit), dan M<sub>15</sub>F<sub>60</sub> (kecambah dipapar medan magnet selama 15 menit 36 detik dan diinfeksi *Fusarium oxysporum* selama 60 menit). Setiap unit perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Parameter yang diukur yaitu kecepatan perkecambahan, tinggi kecambah, berat basah, berat kering, profil protein, dan aktivitas  $\alpha$ -Amilase.

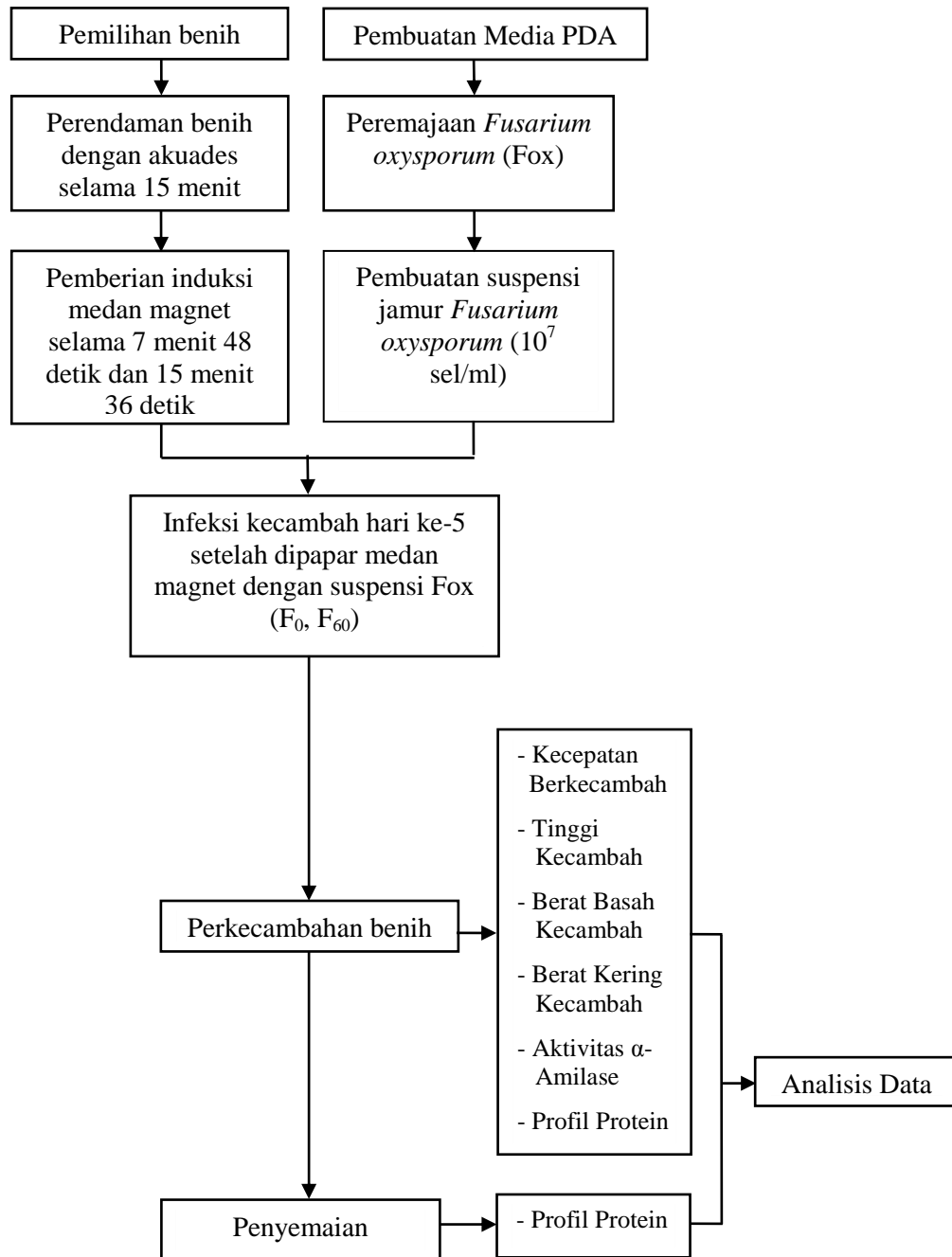


Gambar 1. Tata Letak Tanaman Cabai Percobaan di Lapangan

Keterangan:

- $M_0 F_0$  : pemaparan medan magnet pada benih selama 0 menit dan infeksi *Fusarium oxysporum* pada kecambah selama 0 menit
- $M_7 F_0$  : pemaparan medan magnet pada benih selama 7 menit 48 detik dan infeksi *Fusarium oxysporum* pada kecambah selama 0 menit
- $M_{15} F_0$  : pemaparan medan magnet pada benih selama 15 menit 36 detik dan infeksi *Fusarium oxysporum* pada kecambah selama 0 menit
- $M_0 F_{60}$  : pemaparan medan magnet pada benih selama 0 menit dan infeksi *Fusarium oxysporum* pada kecambah selama 60 menit
- $M_7 F_{60}$  : pemaparan medan magnet pada benih selama 7 menit 48 detik dan infeksi *Fusarium oxysporum* pada kecambah selama 60 menit
- $M_{15} F_{60}$  : pemaparan medan magnet pada benih selama 15 menit 36 detik dan infeksi *Fusarium oxysporum* pada kecambah selama 60 menit
- Ulangan : 1, 2, 3, 4, dan 5

### 3.4. Diagram Alir



Gambar 2. Diagram alir penelitian



### 3.5. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian telah dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

#### 3.5.1. Persiapan Isolasi Monospora

Persiapan isolasi monospora bertujuan untuk memurnikan jamur yang dilakukan dengan cara mengisolasi spora tunggal untuk diinokulasikan pada medium yang baru. Isolat *Fusarium* sp. diambil dengan menggunakan jarum ose yang sudah disterilkan kemudian diinokulasikan dengan cara menggosokkan jarum ose pada cawan petri yang berisi media PDA. Lalu diinkubasi pada suhu 28°-30° C (Hadioetomo, 1993) dan sekeliling cawan petri diberi *plastic wrap* untuk mencegah terjadinya kontaminasi (Endah, 2010).

#### 3.5.2. Pembuatan Suspensi Jamur *Fusarium oxysporum*

Pembuatan suspensi jamur dilakukan dengan cara menambahkan akuades pada permukaan biakan jamur *Fusarium oxysporum* kemudian jamur dikerik dan diaduk hingga larut dalam akuades. Kemudian suspensi akuades dimasukan ke tabung reaksi dan ditambahkan akuades hingga volume suspensi mencapai 10 ml, suspensi divortex hingga homogen. Untuk mendapatkan pengenceran  $10^{-2}$  diambil sebanyak 1ml suspensi dan dimasukan ke dalam 9 ml akuades, lalu dihomogenkan kembali menggunakan vortex. Tahapan tersebut dilakukan secara berulang untuk mendapatkan pengenceran yang tinggi hingga mendapatkan kerapatan  $10^7$  sel/ml yang dihitung menggunakan Haemocytometer. Suspensi dengan kerapatan konidia  $10^7$  sel/ml digunakan untuk menginfeksi benih cabai (Prescott, 2002).

### 3.5.3. Perlakuan Pemaparan Medan Magnet

Sebelum diberi perlakuan, benih direndam terlebih dahulu menggunakan akuades selama 15 menit. Benih kemudian dipapar oleh medan magnet selama 7 menit 48 detik ( $M_7$ ), 15 menit 36 detik ( $M_{15}$ ) dan sebagai kontrol ( $M_0$ ). Benih yang telah terpapar medan magnet kemudian diletakkan pada cawan petri yang sudah dialasi dengan kertas germinasi (Listiana, 2016).

### 3.5.4. Perkecambahan Benih

Benih yang telah diberi perlakuan medan magnet kemudian diletakkan kembali pada cawan petri yang telah dilapisi kertas germinasi basah dan diberi label sesuai perlakuan. Benih dikecambahkan dalam inkubator kayu (enkas). Kelembaban dijaga dengan cara disiram air setiap pagi dan sore (Listiana, 2016).

### 3.5.5. Perlakuan Infeksi Jamur *Fusarium oxysporum*

Pada hari ke-4 benih cabai sudah mulai berkecambah secara merata. Kecambah tersebut diinfeksi *Fusarium oxysporum* dengan cara merendam benih ke dalam suspensi *Fusarium oxysporum* dengan kerapatan spora  $10^7$  sel/ml sesuai perlakuan, yaitu tanpa perlakuan infeksi jamur *Fusarium oxysporum* ( $F_0$ ) dan kelompok dengan perlakuan infeksi jamur *Fusarium oxysporum* ( $F_{60}$ ) dengan cara direndam menggunakan suspensi spora jamur *Fusarium oxysporum* selama 60 menit (Listiana, 2016).

### 3.5.6. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan untuk penanaman adalah campuran tanah humus dengan tanah bambu dengan perbandingan 1:3 ke dalam

plastik berukuran kecil (7x3 cm). Tanah bambu adalah tanah yang terdapat di bawah rumpun bambu yang telah tercampur dengan daun, tangkai daun, dan seludang bambu yang telah rontok dan terdekomposisi secara alami. Humus bambu berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Humus bambu bersifat ringan, porous, dan juga memiliki pH netral (Rahardi, 2009).

#### 3.5.7. Penyemaian Kecambah

Kecambah cabai yang berumur 5 hari kemudian ditanam dalam plastik kecil (7x3 cm) berisi media tanam dan telah diberi label sesuai perlakuan.

#### 3.5.8. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman yang dilakukan sehari dua kali, yaitu pagi dan sore hari. Waktu yang baik untuk melakukan penyiraman adalah pagi hari sebelum pukul 10.00 atau sore hari setelah pukul 17.00 (Nasrullah dkk., 2011).

### **3.6. Parameter Penelitian**

Parameter penelitian yang akan diamati adalah sebagai berikut :

#### 3.6.1. Profil Protein

Protein diekstraksi dari kecambah dengan menggunakan variasi protokol Tada *et al.* (2003). Pengukuran profil protein menggunakan elektroforesis SDS-PAGE pada tegangan 150 V selama 30 menit dan diwarnai dengan pewarna *Coomassie Brilliant Blue*.

Pengukuran profil protein dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama, persiapan gel dengan menyiapkan *separating gel* 12% terdiri dari 3,4 ml ddH<sub>2</sub>O, 4 ml *acrillamida*, 2,5 ml *Gel buffer*, dan 0,1 ml SDS 10%, 1,5 M Tris-HCl pH 8,8, 100 µl 10% APS dan 10µl TEMED kemudian *separating gel* dihomogenkan dengan cepat agar tidak segera mengeras. Campuran *separating gel* dimasukkan pada *gel caster* dengan bantuan pipet, diikuti dengan pemberian aquades agar permukaan gel rata dan tidak ada gelembung udara. Ruang disisakan untuk *stacking gel*. Setelah *separating gel* mengeras, sisa aquades dibuang. Campuran *stacking gel* 4% disiapkan dan dihomogenkan dengan cepat, terdiri dari 6,1 ml ddH<sub>2</sub>O, 1,3 ml *acrillamida*, 2,5 ml *Gel buffer*, dan 0,1 ml SDS 10%, 0,5 M Tris-HCl pH 6,8, 50 µl 10% APS dan 5 µl TEMED. Campuran *stacking gel* dituang di atas *separating gel* dan sisir segera dipasang diatas *stacking gel*. Gel dibiarkan hingga mengeras. Setelah gel mengeras, kaca dilepas dari penjepitnya. Kemudian dilakukan elektroferesis gel. Gel pada kaca dipasang ke alat elektroforesis, *running buffer* dituang lalu sampel protein dimasukkan ke dalam gel melalui ujung atas *stacking gel* sebanyak 1 µl / sumur. Sampel *dirunning* dengan memberikan tegangan listrik sebesar 150 V selama 30 menit. Lalu gel direndam dalam *Coomasie Brilliant Blue* kemudian diletakkan di dalam shaker selama 30 menit. Kemudian gel direndam kembali untuk menghilangkan warna yg pekat dengan 50% methanol; 10 % Asam Asetat Glisial; 40% *aquabidest* (Setiawan, 2018).

Hasil elektroforesis selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Rf (*Reterdation factor*) dari masing masing pita protein dengan rumus Rantam (2003) sebagai berikut:

$$Rf = \frac{\text{Jarak pergerakan protein dari tempat awal}}{\text{Jarak pergerakan warna dari tempat awal}}$$

Kemudian nilai Rf dimasukkan dalam persamaan regresi linear dengan rumus:

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y = berat molekul

X = nilai Rf sampel

### 3.6.2. Aktivitas $\alpha$ -Amilase

Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase kecambah diamati pada hari ke-9 dengan metode Fuwa. Metode Fuwa merupakan metode yang digunakan untuk mengukur aktivitas enzim amilase berdasarkan reaksi antara amilosa dengan iodine yang menghasilkan kompleks heliks dan memberikan warna biru yang khas. Pengukuran absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 575 nm (Skoog and West, 1971). Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dinyatakan dengan U/mL dengan batas satu unit enzim  $\alpha$ -amilase berarti jumlah enzim yang mampu mengkatalis satu  $\mu$  mol substrat (Sari, 2004).

Pertama, ekstrak enzim didapatkan dengan cara sampel kecambah ditimbang sebanyak 0,1 gram lalu digerus menggunakan mortal dengan suhu 4°C (dalam wadah yang berisi es batu) dan ditambah dengan 0,4 mL buffer Phosfat. Kecambah yang sudah dihaluskan dimasukkan ke dalam *microtube* lalu di sentrifuge dengan kecepatan 10.000 rpm selama tiga menit. Bagian supernatan diambil sebagai enzim kasar (Suhari, 2001). Bagian supernatan yang diisolasi itu diukur aktivitas enzim  $\alpha$ -amilasanya, kemudian dapat dilihat karakterisasinya.

Untuk uji kontrol dilakukan dengan cara menambahkan 50  $\mu$ L enzim dengan 50  $\mu$ L HCl 1N di dalam tabung reaksi lalu diinkubasi dalam

waterbath shaker selama 10 menit dengan suhu 30°C. Kemudian, dicampur dengan 50 µL pati lalu 50 µL iodine dan ditambahkan 0,8 mL akuades. Sedangkan untuk uji sampel, sebanyak 50 µL enzim ditambah dengan 50 µL pati di dalam tabung reaksi lalu diinkubasi di waterbath shaker selama 10 menit pada suhu 30°C. Setelah diinkubasi, ditambah dengan 50 µL HCl lalu 50 µL iodine kemudian ditambah dengan 0,8 mL akuades. Setelah semua larutan ditambahkan, kontrol dan sampel kemudian diukur aktivitas enzim α-amilasena dengan spektrofotometri.

Dari data yang diperoleh, nilai absorbansi enzim α-amilase akan dihitung aktivitasnya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Aktivitas} = \frac{\text{Abs Kontrol} - \text{Abs Sampel} \times \text{FP} \times 2 \times 4}{\text{Abs Kontrol}}$$

Keterangan:

FP = Faktor Pengenceran

Perbedaan nilai aktivitas enzim α-amilase yang didapat pada tiap lama pemaparan medan magnet akan dianalisis dengan perbandingan rata-rata aktivitas yang diperoleh dari masing-masing perlakuan.

### 3.6.3. Indeks Vigor Kecambah

Benih cabai yang diletakan dalam cawan untuk dikecambahkan diamati dan dihitung jumlah benih yang berkecambah setiap hari mulai dari hari ke-4 dimana benih mulai berkecambah sampai dengan hari ke-7. Perkecambahan diukur dengan menggunakan parameter indeks germinasi dan indeks vigor dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks germinasi} = \sum \left( \frac{\text{benih yang berkecambah pada hari tertentu}}{\text{hari perkecambahan}} \right)$$

Setiap benih cabai yang berkecambah diukur panjang radikula / akarnya, selanjutnya dihitung menggunakan rumus (Yang *et al.*, 2017):

$$\text{Indeks vigor} = \sum \text{panjang akar (cm)} \times \text{indeks germinasi}$$

#### 3.6.4. Tinggi Kecambah

Tinggi kecambah cabai diukur pada hari ke- 4 sampai hari ke-10. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris/mistar dan seutas benang. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur tinggi kecambah dimulai dari titik tumbuh pucuk apikal hingga ujung akar kecambah cabai setiap dua hari sekali dengan menggunakan benang yang diarahkan ke penggaris sesuai dengan tinggi kecambah yang berada didalam penggaris. Pengukuran tinggi kecambah merupakan sesuatu hal yang menjadi parameter dalam penelitian (Lakitan, 1996).

#### 3.6.5. Berat Basah

Berat basah kecambah cabai diukur pada hari ke- 9. Pengukuran berat basah dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik dan dilakukan saat kecambah berumur 4 hari. Diukur berapa gram yang diperoleh dari 10 kecambah. Satuan pengukurannya dinyatakan dalam gram (g) (Ruzaly dan Irni, 2019).

#### 3.6.6. Berat Kering

Berat kering kecambah cabai diukur pada hari ke- 9. Pengukuran dilakukan dengan membungkus kecambah dengan kertas aluminium

foil dan dikeringkan selama 24 jam pada suhu 80°C dengan menggunakan oven, setelah seluruh bagian kecambah kering kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital (Herliana *et al.*, 2002). .

### **3.7. Analisis Data**

Data yang didapat dari setiap parameter dihomogenkan, kemudian analisis dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dan diuji lanjut dengan BNT pada taraf nyata 5%.



## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Pemaparan medan magnet 0,2 mT meningkatkan hasil rata-rata indeks vigor, tinggi kecambah, berat basah dan aktivitas  $\alpha$ -amilase baik dalam pertumbuhan maupun ketahanan terhadap serangan *Fusarium oxysporum*.
2. Hasil berat molekul pada analisis profil protein menunjukkan bahwa pada hari ke-8 berat molekul berkisar dari 111,3 kDa – 19,6 kDa. Sedangkan pada hari ke-14 berat molekul berkisar dari 124,2 kDa – 14 kDa.

### 5.2. Saran

Disarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi umur berbeda dan pada penelitian kali ini, serangan layu fusarium pada tanaman cabai tidak terlihat jelas gejalanya. Diharapkan pada penelitian selanjutnya digunakan *Fusarium oxysporum* dengan kerapatan spora yang lebih tinggi untuk menginfeksi tanaman, sehingga dapat lebih mudah untuk dibandingkan dan dianalisis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustrina, R. 2008. Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah *Leguminoceae* di Bawah Pengaruh Medan Magnet. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. Universitas Lampung. Lampung.
- Agustrina, R., Berekhya, B. G., Yulianty, dan Irawan, B. 2020. The Effect of Magnetic Induction on Seeds Infected *Fusarium* Sp. Toward Generative Growth of Red Chili (*Capsicum annuum* L). *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. Universitas Lampung.
- Aladjadjian, A., dan Ylieva, T. 2003. Influence of Stationary Magnetic Field on The Early Stages of The Development of Tobacco Sedds (*Nicotiana tabacum* L.). *Journal Central European Agriculture*. 4: 132-138.
- Alexopoulos, J., C. Mims, and M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons. Inc. New York.
- Angraini, W., Sumardi., Handayani, T. T., dan Agustrina, R. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Aktivitas Enzim  $\alpha$ - Amilase pada Kecambah Kedelai Putih (*Glycine max* (L). Merrill) dan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) di Bawah Pengaruh Medan Magnet. *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. Vol. 1: 19-24.
- Appel, D.J., and Gordon, T.R. 1994. Local and regional variation in populations of *Fusarium oxysporum* from agricultural field soils. *Phytopathology*. 84(8):786-791. doi: 10.1094/Phyto-84-786.

- Ariandi. 2016. Pengenalan Enzim Amilase (Alpha-Amylase) dan Reaksi Enzimatiknya Menghidrolisis Amilosa Pati Menjadi Glukosa. *Jurnal Dinamika*. Vol. 07(01): 74-82.
- Azita, S., dan Ahmad, M. 2009. Effect of Magnetic Field on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants. *Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings, Beijing, China*. 23-27 :1142-1147.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2012. *Luas Panen Cabe Besar Menurut Provinsi, 2008 – 2012*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Barus, W. A. 2006. Pertumbuhan dan Produksi Cabai (*Capsicum annum* L.) dengan penggunaan mulsa dan pemupukan PK. *Jurnal Penelitian Bidang Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. 4(1) : 41-44.
- Cakmak, T., R. Dumlupinar, and S. Erdal. 2010. Acceleration of Germination and Early Growth of Wheat and Bean Seedlings Grown Under Various Magnetic Field and Osmotic Conditions. *Bioelectromagnetics*. 31(2): 120–129.
- Campbell, N.A. 2011. *Biology*. 9th Edition. San Fransisco: Pearson Education, Inc.
- Cronquist, A. 1981. *An Intergrated System of Clasification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York.
- De Cal A, Garcia-Lepe R and Melgarejo P. 2000. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*: Histological studies of infected and induced tomato stem. *Phytopathology* 90: 260-268.
- Djoyowasito, G., Ary, M.A., Musthofa, L., dan Alifah, M. 2019. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7 (1) : 8-19.
- Edel, V., Steinberg, C., Gautheron, N., Alabouvette, C. 1997. Populations of non pathogenic *Fusarium oxysporum* associated with roots of four plant species compared to soil- borne populations. *Phytopathology*. 87(7):693697.doi:10.1094/PHYTO.1997.87.7.693.

- Efthimiadou, A., Nikolas, K., Anestis, Panajiota, Ilias, and Dimitrios. 2014. Effects of Presowing Pulsed Electromagnetic Treatment of Tomato Seed on Growth, Yield, and Lycopene Content. *The Scientific World Journal*. 2014;6.doi: 10.1155/2014/369745.369745
- Endah, S. N. 2010. Karakteristik Biologi Isolat-Isolat *Fusarium* sp. pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Asal Boyolali. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fauzia, A. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Biji Kurma Jenis Mojol. Skripsi. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Ferniah, R..S., Daryono, B.S., Kasiamdari, R.S., dan Priyatmojo, A. 2014. Characterization and Pathogenicity of as the Causal Agent *Fusarium oxysporum* of Fusarium Wilt in Chili ( L.). *Microbiol Indonesia*. Vol.8(3)
- Forsyth, L. M., Smith, L. J., and Aitken, E. A. B. 2006. Identification and Characterization of Non Pathogenic And Pathogenic *Fusarium oxysporum* Capable of Increasing and Decreasing Fusarium Wilt Severity. *Mycol Res*. 110:929-925. doi:10.1016/j. mycres.2006.03.008
- Galland, P., and Pazur, A. 2005. Magnetoreception in Plants. *J. Plant Res*. 118, 371–389
- Gholami, A., Saaed S., dan Hamid A. 2010. Effect of Magnetic Field on Seed Germinating of TwoWheat Cultivars. *World Academy of Science Engineering and Technology*. 62 : 279- 282.
- Grasia, R.F. and Arza, P.L. 2011. Influence of Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds Part I: Theoretical Consideration. *Bioelectromagnetics*. 2001 (22): 589-595.
- Groenewald, S. 2006. *Biology, Pathogenicity and Diversity of Fusarium oxysporum* f.sp.cubense. University of Pretoria etd. Disertasi. Tidak dipublikasikan.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Handoko, Sudarti, dan Handayani R. D. 2017. Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol. 5 No. 4.
- Herliana, E. N., Putra, I.K., dan Taniwiryono, D. 2002. Uji Patogenitas *Ganoderma* terhadap Bibit Tanaman Sengon (*Paraserienthes falcataria* (L.) Nielsen). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 03 (1) : 37 – 43.
- Hersianti, 2005. Analisis Aktivitas Enzim Peroksidase dan Kandungan Asam Salisilat dalam Tanaman Cabai Merah yang Diinduksi Ketahanannya Terhadap *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) oleh Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol 11(1) :13-20.
- Hewindawati, Y. T. 2006. *Hortikultura*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Irawan, A. K., Agustrina, R., dan Marpaung, R. R. T. 2014. Pengaruh Medan Magnet 0,1 mT Terhadap Perkecambah Biji Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*. Vol 2 No 9.
- Kristina, dan Nova, N. 2009. Analisis Fitokimia dan Penampilan Pola Pita Protein Tanaman Pegagan Hasil Konservasi inVitro. Bogor. *Bul. Litro*. Vol. 20 No. 1, 11-20.
- Kurniati, M.M.V. dan Wanandi, S.I. 2001. Pemisahan Protein dengan Elektrophoresis Gel Poliakrilamid-SDS. Dalam Soewito, H., Sodikin, M., Kurniati, M.M.V. dan Wanandi, S.I., Retno, G.D., Abadi, S.P., Prijati, L.P. dan Jusman, S.W.A. *Biokimia Eksperimental Laboratorium*. Buku Kedokteran FKUI-EGC. Wiga Medika. Jakarta.
- Lakitan. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lindstrom, E. Lindstrom P, Berglund, A., Mild, K.H. dan Lundgren, E. 1993. Intraceluller Calcium Oscillation Induced In A T-Cell Line By Weak 50 Hz Magnetic Field. *J Cell Physiol*. (156): 395-398.

- Listiana, I. 2016. Pengaruh Medan Magnet 0,2 mT terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) yang Diinfeksi *Fusarium Oxysporum*. Tesis. Universitas Lampung. Lampung.
- Lusiati. 2017. Uji Ketahanan Tomat F1 dari Parental Terpapar Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi *Fusarium oxysporum* terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium. Tesis. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Masyitoh, M. D., Dewanti, I. D. A. R., dan Setyorini, D. 2016. Analisis Profil Protein Ekstrak Aquades dan Etanol Daun Mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) dengan metode SDS-PAGE. *Jurnal*. Universitas Jember.
- Morejon, L. P., Palacio, Castro, J. C., Abad, Velazquez, and Govea, A. P. 2007. *Stimulation of Pinus tropicalis* M. Seeds by Magnetically Treated Water. *International Journal Agrophycs*. 2: 173-177.
- Nagy, I. I., Georgescu, R., Balaceanu, L., and Germene, S. 2005. Effects Of Pulsed Variable Magnetic Field Over Plant Seed. *Romanian Journal of Biophysic*. Bucharest. 133: 1-39
- Nasrullah, E., Trisanto, A., dan Utami, L. 2011. Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. *Electrician*, 5(3), 182-192.
- Okungbowa, F. I., and Shittu, H. O. 2016. Fusarium Wilts: An Overview. *Environmental Research Journal*. 6(2): 83-102.
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-dasar Biokimia* . Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Pomarenz, Y., Meloan, C. L. 1994. *Food Analysis: Theory and Practice*. 3<sup>rd</sup> ed. Champman and Hall An International Thomson Publ. Co. New york.
- Pourakbar, L., and Hatami, S. 2012. Exposure of *Satureia hortensis* L. seeds to magnetic fields:effect on germination, growth characteristic and activity of some enzymes. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 8: 191-198.

- Pratama, D., S, Swastika., T, Hidayat., dan K, Boga. 2017. *Teknologi Budidaya Cabai Merah*. Badan Penerbit Universitas Riau. Riau.
- Prawiranata, W.S., Hairan, dan Tjondronegoro, P. 1995. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Prescott, L.M. 2002. *Prescott-Harley-Klein 's: Microbiology, 5th ed*. The McGraw-Hill Companies., New York.
- Prescott, H. 2002. *Laboratory Exercises in Microbiology*. Fifth Edition. The McGraw-Hill, Companies. Hal. 119.
- Rahardi. 2009. *Bercocok Tanam dalam Pot*. Majalah Flora. Jakarta.
- Rantam, F. A. 2003. *Metode Immunologi*. Surabaya. Airlangga University Press. hal 145 – 162
- Rivera, P.A. 2018. Pengaruh Kuat Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) yang Berasal dari Benih Baru dan Benih Lama. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rostini, N. 2011. *Enam Jurusan Bertanam Cabai Bebas Hama dan Penyakit*. Agromedia. Jakarta.
- Rukmana, R., dan Y.Y. Oesman. 2006. *Bertanam Cabai dalam Pot*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ruzaly, E., dan Irni, J. 2019. Pengaruh Pemberian Sludge Terhadap Pertumbuhan Bibit Stump Mata Tidur Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) di Polybag. *Jurnal Agroprimatech*. 2 (2): 68-77.
- Salisbury, F. B., dan Ross, C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Sanogo, S. 2003. *Chile Pepper and The Treat of Wilt Diseases*. New Mexico State University. Las Cruces.

- Santika, A. 2008. *Agribisnis Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Saragih, H., Tobing J., dan Silaban, O. 2010. Meningkatkan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai dengan Bantuan Medan Magnetik Statik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Universitas Advent Indonesia. Bandung.
- Sari, L. D. A. 2004. Hubungan Aktivitas Enzim Amilase Dengan Perkecambahan Pada Tiga Varietas Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.) yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Biologi. MIPA. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sastrahidayat, I. R. 1992. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Semangun, H. 2000. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H., dan Mangoensoekarjo, S. 2005. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 605.
- Setiada. 1993. *Bertanam Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setiawan, A. 2018. *Elektroforesis Vertical SDS-PAGE*. Laporan Praktikum. Program Magister Ilmu Biomedik. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Malang.
- Shabrangi, A., and Majd, A. 2009. Effect of Magnetic Fields on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants. *PIERS Proceedings*. Beijing. China.
- Shabrangi, Azita., Majd, A., and Sheidai, M. 2011. Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Growth, Cytogenetic, Protein Content and Antioxidant System of *Zea mays* L. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(46), pp. 9362-9369.



- Skoog, D. A., and West, D. M. 1971. *Principles of Instrumental Analysis*. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York.
- Soesanto, L. 2002. Penyakit Busuk Rimpang Jahe di Sentra Produksi Jahe Jawa Tengah : 2. Intensitas dan Pola Sebaran Penyakit. *Proyek Pembinaan Kelembagaan Litbang Pertanian (ARMPH)*. Jawa Tengah.
- Sugiyono, R.B. Mudjiono, G. dan Rachmawati. 2014. Studi Kelimpahan Populasi *Thrips* sp. pada Perlakuan Pengelolaan Hama Terpadu dan Konvensional pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annum*. L). di Desa Bayem Kecamatan Kesambon. Kabupaten Malang. *Thesis*. Universitas Brawijaya.
- Suhari, M. 2001. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Amilase dari Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*). *Skripsi*. Jurusan Kimia. MIPA. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Summerell, B. A., Laurence, M.H., Liew, E. C. Y., dan Leslie, J.F. 2011. Biogeography and Phylogeography of *Fusarium*: a review. *Fungal Divers*. 44:3-13. doi10.1007/s13225-010-0060-2.
- Suriana, N. 2012. *Cabai Kiat dan Berkhasiat*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Susanna, A., and Ulim, J. 2009. Pemanfaatan Kascing untuk Menghambat Perkembangan *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Tomat. *Jurnal Agristra*. 13(3): 173-143.
- Suzanna, Chamzurni, T., dan Pratama, A. 2010. Dosis dan Frekuensi Kascing untuk Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat. *Jurnal Floratek*. 5 (2): 152-163.
- Tada, Y., Utsumi, S., and Takaiwa, F. 2003. Foreign Gene Products Can be Enhanced by Introduction Into Low Storage Protein Mutants. *Plant Biotechnology Journal*. 411-422.
- Tanjung, Y. L. R dan Kusnadi, J. 2014. Biskuit Bebas Gluten dan Bebas Kasein Bagi Penderita Autis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 No. 1 p. 11– 12. Malang: Universitas Brawijaya.

- Tjahjadi, N. 2002. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penerbit Komisius. Yogyakarta.
- Wiseman, A. 1989. *Handbook of Enzymes Biotechnology*. 2nd. Edition. Ellis Howard, New York.
- Wulansari, M., Sudarti dan Handayani, R. D. 2017. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia auricula*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 6 (2) : 181-188.
- Yang, Y., Chen, Y., Meng, G., and Zhou, J. 2017. Study on cadmium tolerance differences of seed germination and seedlings in different varieties of maize. *Agricultural science & technology*. 18 (9): 1615-1618.
- Yusuf, K. O., and Ogunlela, A. O. 2015. Impact of Magnetic Field Treatment of Irrigation Water on the Growth and Yield of Tomato. *Notulae Scientia Biologicae*. 7(3): 345-348.
- Zhang, M., Xu, J.H., Liu, G., Yao, X.F., Li, P.F., and Yang, X.P. 2015. Characterization of The Watermelon Seedling Infection Process by *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant Pathology*. 64 (5): 1076-1084.