

**PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS α -AMILASE, DAN PERTUMBUHAN
BENIH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN
MAGNET 0,2 mT DAN DIINFEKSI *Fusarium oxysporum***

(Skripsi)

Oleh

**AMIRAH AFIFAH MELTA
NPM 1717021017**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

**PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS α -AMILASE, DAN PERTUMBUHAN
BENIH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN
MAGNET 0,2 mT DAN DIINFEKSI *Fusarium oxysporum***

Oleh

AMIRAH AFIFAH MELTA

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS α -AMILASE, DAN PERTUMBUHAN BENIH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET 0,2 mT DAN DIINFEKSI *Fusarium oxysporum*

Oleh

Amirah Afifah Melta

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) mengandung senyawa *capsaicin* yang menyebabkan rasa pedas pada cabai. Namun, produksi terkendala salah satunya oleh jamur *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu fusarium. Oleh sebab itu perlu dicari pengendalian yang ramah lingkungan. Salah satunya dengan menggunakan medan magnet. Perlakuan medan magnet pada benih cabai dapat mempercepat masuknya air ke dalam biji, sehingga memacu aktivitas α -amilase serta metabolisme menjadi lebih cepat. Akibatnya laju perkecambahan meningkat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yaitu M₀F₀ (tanpa medan magnet dan tanpa infeksi *F. oxysporum*), M₇F₀ (pemaparan medan magnet 7 menit dan tanpa infeksi *F. oxysporum*), M₁₅F₀ (pemaparan medan magnet 15 menit dan tanpa infeksi *F. oxysporum*), M₀F₆₀ (tanpa medan magnet dan infeksi *F. oxysporum*), M₇F₆₀ (pemaparan medan magnet 7 menit dan infeksi *F. oxysporum*), dan M₁₅F₆₀ (pemaparan medan magnet 15 menit dan infeksi *F. oxysporum*). Masing-masing perlakuan diulang 5 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet 0,2 mT dengan infeksi *Fusarium oxysporum* meningkatkan aktivitas α -amilase, indeks vigor, dan tinggi kecambah. Aktivitas α -amilase memiliki rata-rata tertinggi dari M₁₅F₆₀ pada hari ke-3 sebesar 2,78 U/ml dan hari ke-9 sebesar 5,28 U/ml. Indeks vigor memiliki rata-rata tertinggi dari M₇F₆₀ pada hari ke-4, 5, 6, berturut-turut yaitu 0,48; 2,06; 4,04; serta M₀F₆₀ pada hari ke-7 yaitu 2,08. Tinggi kecambah memiliki rata-rata tertinggi dari M₇F₆₀ pada hari ke-4, 5, 6, 7, 8, 9, berturut-turut yaitu 0,34 cm; 0,66 cm; 1,22 cm; 1,40 cm; 1,66 cm; 2,04 cm. Mobilitas pita protein hari ke-8 yaitu 112,8-50,4 kDa dan hari ke-14 yaitu 122,0-17,7 kDa.

Kata kunci: Cabai merah, *Fusarium oxysporum*, medan magnet 0,2 mT.

Judul Skripsi

**: PROFIL PROTEIN, AKTIVITAS α -AMILASE,
DAN PERTUMBUHAN BENIH CABAI MERAH
(*Capsicum annuum* L.) HASIL INDUKSI MEDAN
MAGNET 0,2 mT DAN DIINFEKSI *Fusarium
oxysporum***

Nama Mahasiswa

: Amirah Afifah Melta

Nomor Pokok Mahasiswa : 1717021017

Program Studi

: Biologi

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Dra. Yulianty, M.Si.
NIP 196507131991032002

Wawan Abdullah S., S.Si., M.Si.
NIP 197912302008121001

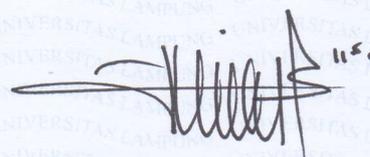
2. Ketua Jurusan Biologi

Dra. M. Kanedi, M.Si.
NIP 196101121991031002

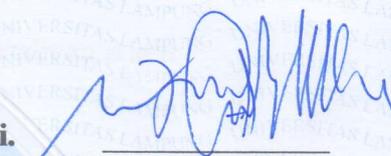
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

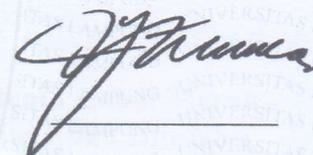
Ketua : Dra. Yulianty, M.Si.



Sekretaris : Wawan Abdullah S., S.Si., M.Si.



Anggota : Drs. Suratman, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Sripto Dwi Yuwono, M.T.

NIP. 197407052000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Agustus 2021

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Amirah Afifah Melta
NPM : 1717021017
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan bagian dari penelitian Dra. Yulianty, M.Si., dkk. dengan judul:

“Profil Protein, Aktivitas α -amilase, dan Pertumbuhan Benih Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Hasil Induksi Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi *Fusarium oxysporum*”

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 40%.

Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 23 Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Amirah Afifah Melta
NPM 1717021017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 25 Oktober 1999, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak Muhammad Taufik dan Ibu Meliyanti.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Al-Kautsar diselesaikan tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) Al Kautsar diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Ar-Raihan 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 SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Universitas Lampung sebagai anggota Bidang Sains dan Teknologi pada periode 2018 – 2019. Selain itu, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Embriologi Tumbuhan dan Botani Ekonomi dan Etnobotani. Pada tahun 2020, penulis melaksanakan kerja praktik di Kebun Raya Liwa (KRL) selama 30 hari pada bulan Januari sampai Februari dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Gunung Terang, Bandar Lampung selama 40 hari pada bulan Juli sampai Agustus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi yang berjudul “Profil Protein, Aktivitas α -amilase, dan Pertumbuhan Benih Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Hasil Induksi Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi *Fusarium oxysporum*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung;
2. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung;
3. Ibu Dra. Yulianty, M.Si. selaku pembimbing utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Wawan Abdullah S., S.Si., M.Si. selaku pembimbing kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku pembahas atas masukan dan saran dalam penulisan skripsi;
6. Ibu Dra. Elly Lestari Rustiati, M.Sc. selaku pembimbing akademik atas dukungan dan saran selama penulis menjalani perkuliahan;

7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Biologi atas bantuan yang telah diberikan;
8. Kedua orang tua ku, Meliyanti dan Muhammad Taufik. Adik-adikku Ikrom dan Maritza serta nenekku Hinaida terima kasih atas do'a, dukungan, dan nasehat kepada penulis;
9. Teman-teman penelitian skripsi Vidya Viskara, Feni Kaisah, dan Essy Dumayanti. Terimakasih sudah saling mendukung hingga usainya penelitian;
10. Teman-teman tersayang selama kuliah Anggi Anggreiny, Yusifa Arsy Variani, Ketut Lestari, Hanin Shafira, Mitha Valentina, dan Ni Kadek Marniasih;

Bandar Lampung, Agustus 2021

Amirah Afifah Melta

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Kerangka Pemikiran.....	3
1.5. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	6
2.2. <i>Fusarium oxysporum</i>	8
2.3. Medan Magnet	11
2.4. Pengaruh Medan Magnet Pada Tanaman	13
2.5. Profil Protein.....	15
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.2.1 Alat Penelitian.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian.....	18
3.3. Rancangan Penelitian.....	18
3.3.1. Peremajaan Isolat <i>F. oxysporum</i>	18
3.3.2. Pembuatan Suspensi Konidia <i>F. oxysporum</i>	19
3.3.3. Perlakuan Pada Benih Cabai	20
3.3.4. Penyiapan Media Tanam.....	21
3.3.5. Penyemaian dan Pemeliharaan.....	22
3.4. Parameter Penelitian	22

3.4.1. Aktivitas Enzim α -amilase	22
3.4.2. Indeks Vigor.....	23
3.4.3. Tinggi Kecambah.....	23
3.4.4. Profil Protein Total	24
3.4.5. Bobot Basah Kecambah.....	25
3.4.6. Bobot Kering Kecambah.....	25
3.5. Analisis Data.....	25
3.6. Diagram Alir	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil	27
4.1.1. Aktivitas Enzim α -amilase.....	27
4.1.2. Indeks Vigor.....	29
4.1.3. Tinggi Kecambah.....	31
4.1.4. Profil Protein Total	33
4.1.5. Bobot Basah Kecambah.....	36
4.1.6. Bobot Kering Kecambah.....	37
4.2. Pembahasan.....	38
4.2.1. Aktivitas α -amilase	38
4.2.2. Indeks Vigor.....	40
4.2.3. Tinggi Kecambah.....	42
4.2.4. Profil Protein Total	44
4.2.5. Bobot Basah Kecambah.....	45
4.2.6. Bobot Kering Kecambah.....	46
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1. Simpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata aktivitas enzim α -amilase pada benih dan kecambah cabai (<i>C. annuum</i> L.).....	28
2. Rata-rata indeks vigor kecambah cabai (<i>C. annuum</i> L.).....	30
3. Rata-rata tinggi kecambah cabai (<i>C. annuum</i> L.).....	32
4. Variasi pita protein dari kecambah cabai (<i>C. annuum</i> L.) sebelum semai hari ke-8.....	35
5. Variasi pita protein dari kecambah cabai (<i>C. annuum</i> L.) setelah semai hari ke-14.....	35
6. Hasil anova taraf nyata 5% pada aktivitas α -amilase benih hari ke-3.....	64
7. Hasil anova taraf nyata 5% pada aktivitas α -amilase kecambah hari ke-9.....	64
8. Hasil anova taraf nyata 5% pada indeks vigor hari ke-4.....	64
9. Hasil anova taraf nyata 5% pada indeks vigor hari ke-5.....	64
10. Hasil anova taraf nyata 5% pada indeks vigor hari ke-6.....	64
11. Hasil anova taraf nyata 5% pada indeks vigor hari ke-7.....	64
12. Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-4.....	65
13. Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-5.....	65
14. Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-6.....	65
15. Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-7.....	65
16. Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-8.....	65

17.	Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-9.....	65
18.	Hasil anova taraf nyata 5% pada tinggi kecambah hari ke-10.....	65
19.	Hasil anova taraf nyata 5% pada bobot basah kecambah.....	66
20.	Hasil anova taraf nyata 5% pada bobot kering kecambah.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman cabai	7
2. Reproduksi jamur <i>F. oxysporum</i>	10
3. Kaidah tangan kanan	12
4. Tata letak sampel di lapangan	19
5. Diagram alir penelitian	26
6. Rata-rata pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dengan infeksi <i>F. oxysporum</i> terhadap aktivitas α -amilase.....	29
7. Rata-rata pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dengan infeksi <i>F. oxysporum</i> terhadap indeks vigor.....	31
8. Rata-rata pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dengan infeksi <i>F. oxysporum</i> terhadap tinggi kecambah.....	33
9. Profil protein kecambah cabai hari ke-8.....	34
10. Profil protein kecambah cabai hari ke-14.....	34
11. Rata-rata pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dengan infeksi <i>F. oxysporum</i> terhadap bobot basah kecambah.....	37
12. Rata-rata pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dengan infeksi <i>F. oxysporum</i> terhadap bobot kering kecambah.....	38
13. <i>F. oxysporum</i> makroskopis.....	67
14. Infeksi jamur <i>F. oxysporum</i> selama 60 menit.....	67
15. Pemaparan medan magnet 0,2 mT.....	68
16. Perkecambahan hari ke-1	68

17. Penyemaian ke dalam plastik es balon.....	69
18. Indeks vigor hari ke-4.....	69
19. Tinggi kecambah hari ke-4.....	70
20. Kecambah cabai hari ke-9.....	70
21. Kecambah cabai hari ke-9 setelah di oven.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk tanaman penting di Indonesia karena memiliki kandungan nutrisi antara lain vitamin A, K, dan C yang bermanfaat bagi kesehatan (Suriana, 2012). Selain kandungan nutrisi, cabai juga mengandung senyawa *capsaicin* yang menyebabkan rasa pedas pada cabai. Rasa pedas tersebut yang membuat cabai banyak dikonsumsi dan dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga maupun industri makanan (Amaliah, 2017; Nurlenawati dkk., 2010). Di Indonesia, cabai termasuk ke dalam 5 komoditas sayuran semusim dengan produksi terbesar selain bawang merah, kubis, kentang, dan cabai rawit (BPS, 2017).

Meskipun termasuk 5 komoditas sayuran semusim dengan produksi terbesar, budidaya cabai sering terkendala oleh kondisi iklim, serangan hama, dan penyakit yang mengakibatkan produksi panen menjadi turun sehingga merugikan petani (Hidayati dan Dermawan, 2012). Salah satu jenis patogen yang menyerang cabai yaitu penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Jamur ini dapat mengakibatkan kematian pada tanaman yang diinfeksi dalam waktu beberapa minggu setelah infeksi (Zhang *et al.*, 2008).

Upaya petani saat ini umumnya masih menggunakan fungisida. Penggunaan fungisida secara berlebihan berdampak negatif baik terhadap manusia maupun lingkungan sekitar. Salah satu dampak negatif terhadap

lingkungan yaitu adanya residu fungisida di dalam tanah sehingga meracuni organisme yang hidup di dalamnya. Selain itu, residu fungisida yang tertinggal pada tanaman juga dapat terbawa ke konsumen sehingga dapat meracuni konsumen, baik manusia maupun hewan (Djunaedy, 2009). Menurut WHO (2014) sekitar 1-5 juta kasus keracunan karena fungisida terjadi setiap tahun khususnya di bidang pertanian. Sebanyak 80% kasus terjadi di negara berkembang dengan total 220.000 korban jiwa.

Sehubungan dengan upaya mengurangi penggunaan fungisida, maka perlu dilakukan pengendalian penyakit tanaman dengan cara lain yang lebih ramah lingkungan. Untuk penyakit layu fusarium, sejauh ini sudah digunakan ekstrak daun nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) pada tanaman tomat (Muljowati dan Mumpuni, 2007); ekstrak daun sirih (*Piper betle*) pada tanaman cabai (Mi'rajyiah, 2020); dan ekstrak daun mamon ungu (*Cleome rutidospermae*) pada tanaman cabai (Robbiya, 2020).

Sementara itu, pengendalian penyakit layu fusarium dengan menggunakan medan magnet belum banyak dilakukan. Gholami *et al.* (2010) menerangkan bahwa medan magnet dapat meningkatkan proses biosintesis molekul organik sel yang mengakibatkan meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang diberi perlakuan pemaparan medan magnet. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya pada tanaman tomat (Nastiti, 2017), diketahui bahwa pemaparan medan magnet 0,2 mT dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *F. oxysporum* antara lain dengan adanya peningkatan enzim peroksidase dan ketebalan lignin. Namun, penelitian mengenai pengaruh pemaparan medan magnet pada benih cabai belum diketahui.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk:

1. Mengetahui pengaruh pemaparan medan magnet 0,2 mT pada benih cabai (*C. annuum* L.) dengan infeksi *F. oxysporum* 2 hari setelah dikecambahkan terhadap profil protein, aktivitas α -amilase, dan pertumbuhan cabai.
2. Mengetahui lama pemaparan medan magnet 0,2 mT terbaik pada benih cabai (*C. annuum* L.) dengan infeksi *F. oxysporum* 2 hari setelah dikecambahkan terhadap profil protein, aktivitas α -amilase, dan pertumbuhan cabai.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat diaplikasikan sebagai salah satu metode alternatif yang lebih ramah lingkungan dalam mengendalikan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* pada benih tanaman cabai (*C. annuum* L.).

1.4. Kerangka Pemikiran

Pengendalian penyakit tanaman cabai yang dilakukan petani saat ini masih menggunakan fungisida dengan kandungan bahan kimia yang berdampak negatif terhadap manusia dan lingkungan sekitar. Oleh karena itu perlu dicari cara pengendalian lain yang tidak berdampak negatif, salah satunya yaitu menggunakan medan magnet. Sel tanaman di dalamnya terdapat partikel bermuatan listrik yang memiliki massa dan bergerak dengan kecepatan tertentu. Interaksi antara medan elektromagnetik luar dengan partikel bermuatan listrik menyebabkan terserapnya energi medan elektromagnetik ke

dalam sel. Energi yang dihasilkan tersebut diinduksi dalam bentuk senyawa kimia sehingga membantu mempercepat proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa medan magnet dapat meningkatkan enzim peroksidase dan ketebalan lignin yang berperan dalam sistem pertahanan tanaman terhadap serangan penyakit layu fusarium. Nastiti (2017) menjelaskan bahwa pemaparan medan magnet 0,2 mT dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *F. oxysporum* antara lain dengan adanya peningkatan enzim peroksidase dan ketebalan lignin pada tanaman tomat. Peningkatan aktivitas enzim peroksidase dapat meningkatkan laju polimerisasi senyawa fenolik yaitu lignin (He *et al.*, 2002). Lignin pada dinding sel tanaman yang meningkat dapat menghambat penetrasi patogen, memblokir penyebaran toksin dan enzim yang dikeluarkan patogen, serta menghambat pasokan nutrisi yang dibutuhkan patogen. Hal tersebut menyebabkan tanaman menjadi lebih resisten terhadap patogen (Vance *et al.*, 1980).

Profil protein, aktivitas α -amilase, dan pertumbuhan hasil induksi medan magnet dengan infeksi *F. oxysporum* pada benih cabai belum diketahui. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemaparan medan magnet 0,2 mT pada benih dengan infeksi *F. oxysporum* setelah 2 hari dikecambahkan terhadap profil protein; aktivitas α -amilase; dan pertumbuhan benih cabai yang meliputi indeks vigor, tinggi kecambah, bobot basah kecambah, serta bobot kering kecambah.

1.5. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pemaparan medan magnet 0,2 mT dengan infeksi *F. oxysporum* 2 hari setelah dikecambahkan berpengaruh terhadap profil protein berupa pita-

pita protein kecambah serta bibit cabai, aktivitas α -amilase, dan pertumbuhan benih cabai (*C. annuum* L.).

2. Terdapat waktu pemaparan medan magnet 0,2 mT terbaik yang berpengaruh terhadap profil protein berupa pita-pita protein kecambah serta bibit cabai, aktivitas α -amilase, dan pertumbuhan benih cabai (*C. annuum* L.) terhadap infeksi *F. oxysporum* 2 hari setelah dikecambahkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Cabai merah termasuk ke dalam suku terong-terongan (*Solanaceae*) yang bernilai ekonomi tinggi. Cabai mengandung minyak atsiri *capsaicin* ($C_{18}H_{27}NO_3$), yang menimbulkan rasa pedas jika digunakan sebagai bumbu dapur serta menjadi salah satu pemicu nafsu makan (Prayudi, 2010). Selain itu, cabai juga dapat dimanfaatkan untuk terapi kesehatan. Hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa cabai dapat menyembuhkan alergi, sakit tenggorokan, kejang otot, dan rematik (Cahyono, 2003).

Klasifikasi tanaman cabai menurut Cronquist (1981) yaitu:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Solanales
Suku	: Solanaceae
Marga	: <i>Capsicum</i>
Jenis	: <i>Capsicum annuum</i> L.

Cabai merupakan tanaman perdu dengan perakaran tunggang yang tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berwarna coklat, dan dapat mencapai kedalaman hingga ± 200 cm (Harpenas dan Dermawan, 2010). Akar tanaman cabai terdiri atas akar primer yang panjangnya mencapai

35-50 cm dan akar sekunder dengan panjang akar berkisar 35-45 cm (Prajnanta, 2007). Cabai memiliki batang yang tegak dan berkayu dengan tinggi mencapai 20-28 cm dan diameter 1,5-2,5 cm. Percabangan cabai bersifat dikotomi, berwarna hijau dengan panjang mencapai 5-7 cm dengan diameter 0,5-1 cm. Daun cabai berbentuk oval dan ujungnya meruncing. Pertulangan daun menyirip, dengan permukaan atas daun berwarna hijau tua dan permukaan bawah daun berwarna hijau muda. Daun berukuran panjang sekitar 9-15 cm dan lebar 3,5-5 cm (Hewindati, 2006).

Bunga tanaman cabai merupakan bunga tunggal yang tumbuh di ujung tunas dan berbentuk seperti bintang dengan kelopak menyerupai lonceng. Alat kelamin jantan dan betina berada dalam satu bunga sehingga termasuk bunga sempurna (Agriflo, 2012). Bunga cabai memiliki tangkai putik dan tangkai sari berwarna putih dengan kepala putik berwarna kuning kehijauan, serta kepala sari berwarna biru keunguan (Prajnanta, 2007). Buah cabai berbentuk kerucut memanjang, lurus, atau bengkok, meruncing, dan bagian ujungnya menggantung.

Buah cabai bertangkai pendek dengan permukaan buah yang licin. Buah cabai yang telah matang berwarna kuning hingga merah. Bijinya berukuran kecil, berbentuk bulat pipih, dan berwarna kuning kecoklatan (Sunaryono, 2003). Diameter buah sekitar 1-2 cm dengan panjang mencapai 4-17 cm. (Harpenas dan Dermawan, 2010). Tanaman cabai ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman cabai (East West Seed Indonesia, 2016).

Pertumbuhan tanaman cabai dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal terdiri atas gen dan hormon. Sedangkan faktor eksternal terdiri atas air, temperatur, cahaya, oksigen, dan unsur hara (Campbell dkk., 2003). Medan magnet termasuk salah satu faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Agustrina, 2008). Tanaman cabai dapat tumbuh di segala jenis tanah, namun tanah yang cocok adalah tanah yang memiliki kandungan unsur N dan K. Selain itu, cabai tidak cocok pada air yang menggenang (Tjahjadi, 1991). Suhu pertumbuhan cabai yaitu berkisar 24-28° C. Suhu yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman cabai, sehingga pertumbuhan dan perkembangan bunga serta buah menjadi kurang sempurna (Tarigan dan Wirayanta, 2003).

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman cabai adalah serangan penyakit layu yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum*. Serangan penyakit ini dapat menyebabkan gagal panen pada budidaya cabai dan kerugian hingga mencapai 50% (Rostini, 2011). Upaya mengatasi penyakit layu fusarium yang dilakukan dengan pemakaian fungisida berbahan kimia menyebabkan lingkungan tercemar dan patogen menjadi resisten (Susanna dkk., 2010).

2.2. *Fusarium oxysporum*

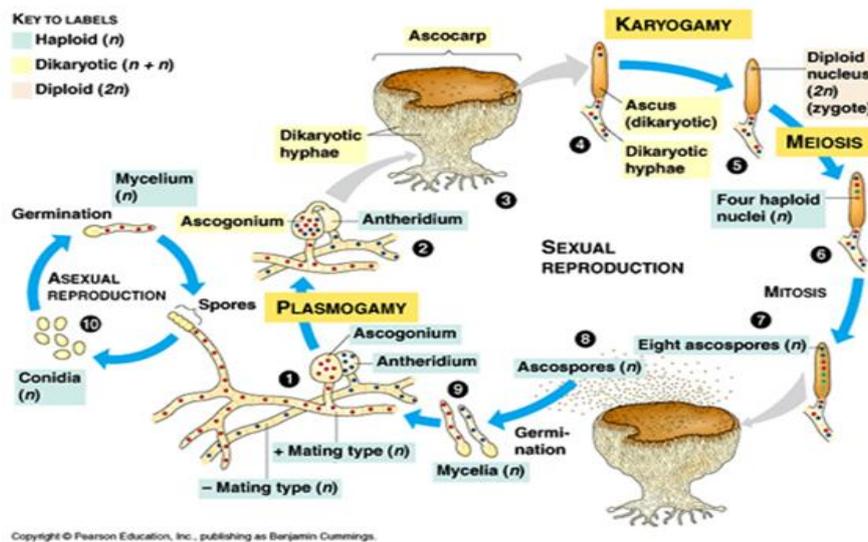
Jamur *F. oxysporum* merupakan patogen yang dapat bertahan hidup relatif lama dengan cara membentuk miselium atau spora. Penyebaran konidia atau spora berlangsung melalui angin, air hujan, dan serangga (Soenartiningih *et al.*, 2016). Selain itu dapat pula menyebar melalui tanah, alat pertanian, maupun manusia (Djaenuddin, 2011). *F. oxysporum* adalah salah satu jamur patogen yang menyebabkan penyakit layu fusarium pada tanaman (Saragih dan Silalahi, 2006). Selain tanaman cabai, *F. oxysporum* juga menyerang berbagai jenis tanaman pertanian, diantaranya tomat, kentang, dan tanaman hias seperti krisan, anyelir, tulip, gladiol, dan lili (Nelson, 1981). Koloni *F. oxysporum* dapat tumbuh pada suhu 25°C dalam

waktu empat hari dengan diameter 4,5 – 6,5 cm. Miselium permukaan *F. oxysporum* umumnya berwarna putih, krem muda, atau ungu (Soesanto dkk., 2002).

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

Kerajaan	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Bangsa	: Hypocreales
Suku	: Netriaceae
Marga	: <i>Fusarium</i>
Jenis	: <i>Fusarium oxysporum</i>

Patogen penyebab layu fusarium cepat berkembang pada tanah yang basah atau becek, serta kelembaban dan temperatur udara yang tinggi (Tjahjadi, 1989). Jamur *F. oxysporum* cocok pada tanah asam dengan pH 4,5 – 6,0 (Sastrahidayat, 1989). Siklus hidup *F. oxysporum* dibagi ke dalam dua fase, yaitu fase patogenesis dan saprogenesis. Fase patogenesis pada *F. oxysporum* hidup sebagai parasit bagi tanaman inang. Jika tidak terdapat tanaman inang, *F. oxysporum* akan masuk ke fase saprogenesis yang hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa-sisa tanaman dan menjadi sumber inokulum penyebab penyakit tanaman (Djaenuddin, 2011). Reproduksi jamur *F. oxysporum* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Reproduksi jamur *F. oxysporum* (Campbell *et al.*, 1946).

Penyakit layu fusarium sulit dikendalikan karena inangnya yang beragam dan mampu bertahan dalam waktu yang lama di dalam tanah sebagai saprofit. Penyakit tersebut biasanya baru diketahui ketika serangannya telah berlanjut (Djaenuddin, 2011). Berbagai upaya dalam mengendalikan penyakit layu fusarium diantaranya dengan menggunakan benih yang berkualitas dan pemakaian fungisida (Widnyana, 2011). Penggunaan fungisida dalam mengendalikan penyakit layu fusarium menyebabkan dampak yang merugikan yaitu patogen menjadi resisten dan lingkungan menjadi tercemar (Susanna *et al.*, 2010).

Infeksi awal dari *F. oxysporum* pada tumbuhan terjadi melalui rambut akar. Setelah tanaman terinfeksi, miselium tumbuh menuju xilem melalui intraseluler korteks akar. Saat miselium mencapai xilem, miselium menyerang jaringan pembuluh floem melalui lubang xilem. Sebagai pertahanan diri dalam mencegah infeksi jamur masuk ke dalam rimpang, tumbuhan mensintesis gel dan tilosis namun terjadi penyumbatan pada jaringan pengangkut sehingga tanaman mengalami berkurangnya pasokan air untuk batang dan daun (Swarupa *et al.*, 2014).

Gejala awal penyakit layu fusarium dapat terlihat pada permukaan daun bagian atas dan bawah yang pucat. Tanaman selanjutnya menjadi kerdil,

tangkainya merunduk, dan diakhiri dengan kelayuan. Serangan *F. oxysporum* pada tumbuhan yang masih sangat muda akan menyebabkan tanaman mati secara mendadak. Sedangkan serangan pada tumbuhan dewasa, umumnya tumbuhan dapat terus tumbuh menghasilkan buah namun produksinya sedikit dan buahnya berukuran kecil (Semangun, 2007). Tanaman yang sehat, umumnya dapat berbuah hingga 6-7 kali, sedangkan tanaman yang terinfeksi *F. oxysporum* hanya dapat berbuah 2 kali, setelah itu tanaman mati (Prajnanta, 2001).

2.3. Medan Magnet

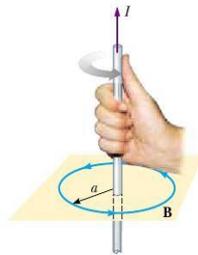
Medan magnet pertama kali ditemukan sekitar 4.000 tahun yang lalu yaitu dengan ditemukannya batu yang dapat menarik besi, baja, atau logam. Batu tersebut dikenal dengan magnet. Magnet berasal dari kata *magnesia* yaitu nama daerah di Asia (Suryatin, 2008).

Medan magnet merupakan daerah yang dipengaruhi gaya magnet. Gaya magnet adalah gaya yang disebabkan oleh adanya kutub-kutub yang memiliki gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak (Sari dkk., 2015). Gaya tarik menarik antar medan magnet terjadi apabila kutub yang berbeda jenis didekatkan, sebaliknya apabila kutub yang berjenis sama didekatkan akan terjadi gaya tolak menolak (Ishaq, 2007). Berdasarkan sumbernya, medan magnet dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Medan magnet alami terdapat di dalam tanah berupa biji besi magnet yang dikenal dengan besi oksida (Fe_3O_4), medan magnet alami tersebut terjadi karena adanya pengaruh medan magnet dari planet bumi. Sedangkan medan magnet buatan berasal dari arus listrik yang dihasilkan melalui kumparan yang dikenal dengan solenoida (Giancoli, 1999).

Solenoida merupakan kumparan dari lilitan kawat tembaga yang bila dialiri oleh arus listrik akan menghasilkan medan magnet (Giancoli, 2001). Medan

magnet paling kuat pada solenoida terletak di pusat solenoida. Besarnya kuat medan magnet yang berada di ujung-ujungnya adalah setengah dari kuat medan magnet pusat, sehingga semakin jauh jaraknya dari pusat maka besar kuat medan magnetnya semakin menurun (Young dan Freedman, 2003). Oleh sebab itu pada solenoida sebagai sumber medan magnet, satu ujungnya berperan sebagai kutub utara dan ujung yang lainnya berperan sebagai kutub selatan (Supiyanto, 2002).

Arah medan magnet dan arah arus listrik yang mengalir pada solenoida dapat diketahui menggunakan kaidah tangan kanan yaitu ibu jari sebagai arah arus listrik dan empat jari melingkar sebagai arah medan magnet (Ishaq, 2007). Kaidah tangan kanan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kaidah tangan kanan (Supiyanto, 2002).

Medan magnet berdasarkan sensitivitas terhadap tanaman dibedakan menjadi 4 jenis yaitu: medan magnet homogen lemah ($0-100 \mu\text{T}$), medan magnet homogen kuat (miliTesla-Tesla), medan magnet kuat tidak homogen, dan medan magnet lemah (ribu μT) (Galland and Pazur, 2005). Dalam penelitian ini menggunakan medan magnet $0,2 \text{ mT}$ yang termasuk ke dalam medan magnet homogen kuat.

Menurut Tripler (2001) sifat kemagnetan digolongkan ke dalam 3 jenis yaitu: feromagnetik merupakan benda yang bersifat kemagnetan kuat, bila benda tersebut berada di sekitar medan magnet maka akan bergerak ke arah medan magnet. Paramagnetik merupakan benda yang bersifat kemagnetan lemah, bila benda tersebut berada di sekitar medan magnet maka akan bergerak dengan kekuatan yang lebih lemah dibandingkan feromagnetik ke arah medan magnet. Diamagnetik merupakan benda yang tidak bersifat

kemagnetan, meskipun di sekitar terdapat benda diamagnetik namun tidak akan bergerak ke arah medan magnet.

2.4. Pengaruh Medan Magnet Pada Tanaman

Pengaruh medan magnet pada tanaman diketahui pertama kali pada tahun 1980-an oleh Fujio Shimazaki, orang Jepang yang bekerja di *Shimazaki Seed Company*. Fujio berpendapat bahwa medan magnet dapat mempercepat pertumbuhan tanaman serta memaksimalkan perkecambahan dan hasilnya (Wo'jcik, 1995). Medan magnet berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia air seperti pH air, konduktivitas, dan daya larut terhadap garam. Dalam proses perkecambahan, biji lebih mudah menyerap air setelah diberi pemaparan medan magnet. Sehingga dormansi biji akan lebih singkat dan persentase perkecambahan menjadi meningkat (Morejon *et al.*, 2007).

Sel tanaman di dalamnya terdapat partikel bermuatan listrik yang memiliki massa dan kecepatan tertentu. Interaksi antara medan elektromagnetik luar dengan partikel bermuatan listrik menyebabkan energi medan elektromagnetik terserap ke dalam sel. Energi yang dihasilkan dari interaksi tersebut, diinduksi dalam bentuk senyawa kimia yang kemudian membantu mempercepat proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Aladjajjiyan, 2007).

Peningkatan air dalam biji memacu aktivitas enzim perkecambahan seperti enzim α -amilase, sehingga metabolisme biji menjadi lebih cepat (Campbell dkk., 2003). Satuan aktivitas enzim α -amilase yaitu U/ml (unit/ml) dimana satu unit enzim α -amilase berarti jumlah enzim yang mampu mengkatalis satu μ mol substrat (Sari, 2004). Medan magnet mampu meningkatkan muatan negatif sel tumbuhan yang dapat menginduksi akar untuk lebih mudah dalam menyerap ion bermuatan positif seperti N, P, K, Ca, dan Mg. Ion-ion tersebut berperan membentuk struktur sel, aktivator enzim, dan

sebagai penyusun klorofil oleh sebab itu tumbuhan memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi (Bilalis *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian Sari (2011) membuktikan bahwa perendaman biji tomat dan paparan medan magnet 0,2 mT dapat meningkatkan ukuran sel parenkim, xilem, dan lebar stomata tanaman tomat. Lusiati (2017) membuktikan bahwa tomat yang dipapar medan magnet 0,2 mT menghasilkan buah yang lebih banyak dibandingkan kontrol. Penelitian Listiana (2016) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet 0,2 mT mampu menghambat patogenitas pada fase generatif sejak pembentukan bunga hingga produksi tanaman tomat.

Handoko (2017) membuktikan bahwa frekuensi pemaparan medan magnet yang rendah yaitu 300 μ T selama 60 dan 90 menit dapat mempengaruhi tinggi tanaman cabai (*C. annuum* L.) Penelitian Nastiti (2017) membuktikan bahwa perlakuan medan magnet 0,2 mT dapat meningkatkan vigor tanaman tomat diantaranya yaitu meningkatnya persentase germinasi, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan berat kering tanaman, serta aktivitas peroksidase. Peroksidase adalah enzim oksidase yang mampu mengkatalisis reaksi kimia antara substrat dengan molekul oksigen (Anita dan Mulyani, 2014). Meningkatnya aktivitas peroksidase pada tanaman sebagai akibat dari infeksi patogen yang menyebabkan tanaman menjadi tahan terhadap serangan patogen penyebab penyakit (Zhou *et al.*, 1992).

Pengaruh medan magnet terhadap tanaman yang terserang penyakit dibuktikan pada hasil penelitian sebelumnya bahwa paparan medan magnet 0,2 mT dapat meningkatkan jumlah bunga dan produksi buah tanaman tomat, meningkatnya vigor tanaman tomat yang ditunjukkan oleh peningkatan panjang akar, tinggi tanaman, jumlah daun, dan aktivitas peroksidase (Agustrina *et al.*, 2018; Nastiti, 2017). Meningkatnya hal-hal yang disebutkan diatas maka secara tidak langsung membuat tanaman menjadi resisten terhadap penyakit. Masing-masing tanaman memiliki respon yang berbeda terhadap medan magnet, bergantung pada intensitas pemaparan medan magnet serta jenis dan umur tanaman (Putra, 2003).

2.5. Profil Protein

Analisis profil protein menggunakan elektroforesis sebagai salah satu cara untuk mengetahui adanya protein yang dalam hal ini berkaitan dengan perbedaan jumlah protein yang dihasilkan (Jemal *et al.*, 1998). Metode yang digunakan adalah SDS-PAGE (*Sodium Dodecyl Sulfate Poly Acrilamide Gel Electrophoresis*) (Sattayasai, 2012). Prinsip SDS-PAGE adalah terjadinya denaturasi protein oleh sodium dodesil sulfat lalu dilanjutkan dengan memisahkan protein berdasarkan migrasi berat protein yang dalam hal ini menggunakan gel poliakrilamid (Janson and Ryden, 1998). Migrasi protein ditentukan oleh muatan molekul serta dipengaruhi oleh ukuran molekulnya. Protein yang telah dipisahkan dapat dikarakterisasi dengan satuan yaitu kilodalton (kDa) (Bintang, 2010).

SDS-PAGE terdiri atas 2 gel poliakrilamid yaitu *separating gel* dan *stacking gel*. *Separating gel* adalah tempat protein untuk bermigrasi menuju anoda (positif), sedangkan *stacking gel* adalah tempat sampel diletakkan dimana terdapat beberapa sumuran. *Separating gel* dan *stacking gel* memiliki komposisi yang sama, perbedaannya hanya pada konsentrasi dan pH yang digunakan dimana konsentrasi *separating gel* lebih besar dibandingkan *stacking gel* (Fatchiyah dkk., 2011).

Pewarnaan gel dapat menggunakan *Silver Nitrat* (AgNO_3) dan *Coomassie Brilliant Blue*. Tetapi pewarnaan dengan *silver nitrat* lebih sensitif dan memiliki kepekaan yang sangat tinggi dibandingkan dengan *Coomassie Brilliant Blue* dimana 50 kali lebih kuat daripada *Coomassie Brilliant Blue* (Nazarudin, 2017).

Protein yang lebih kecil akan bergerak cepat sampai bagian bawah gel, sedangkan protein dengan yang lebih besar akan tinggal di bagian atas gel (Utami dkk., 2007). Menurut Sinlae dkk. (2014) suatu pita protein yang memiliki ketebalan dan intensitas warna lebih besar disebut pita mayor, sehingga memiliki konsentrasi yang lebih tinggi. Tebal tipisnya pita protein

yang telah diwarnai menandakan bahwa banyaknya kandungan di dalam protein tersebut (Pasila, 2008). Penipisan dan hilangnya pita protein menunjukkan terjadinya perubahan sifat pada protein (Ilminingtyas, 2000).

III. METODE PENELITIAN

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 Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *autoclave*, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, oven, sumbat, lampu spritus, kertas label, *vortex*, *plastic wrap*, *waterbath shaker*, *micropipet*, *microtube*, *haemocytometer*, *hot plate*, *object glass*, *cover glass*, timbangan analitik, solenoida, *timer*, enkas, baki plastik, plastik es balon, cangkul, sentrifuge, spektrofotometer, alat tulis, kamera, penggaris, mortar dan alu, *aluminium foil*, erlenmeyer 1000 ml, erlenmeyer 100 ml, dan gelas beaker 1000 ml.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *F. oxysporum* yang diperoleh dari Indonesian Culture Collection (InaCC), benih cabai kultivar, alkohol 70%, akuades, *dextrose*, kentang, agar batang, kertas germinasi, air, tanah humus, tanah bambu, tisu, kapas, buffer fosfat, pati, larutan iodine, larutan HCl, dan es batu.

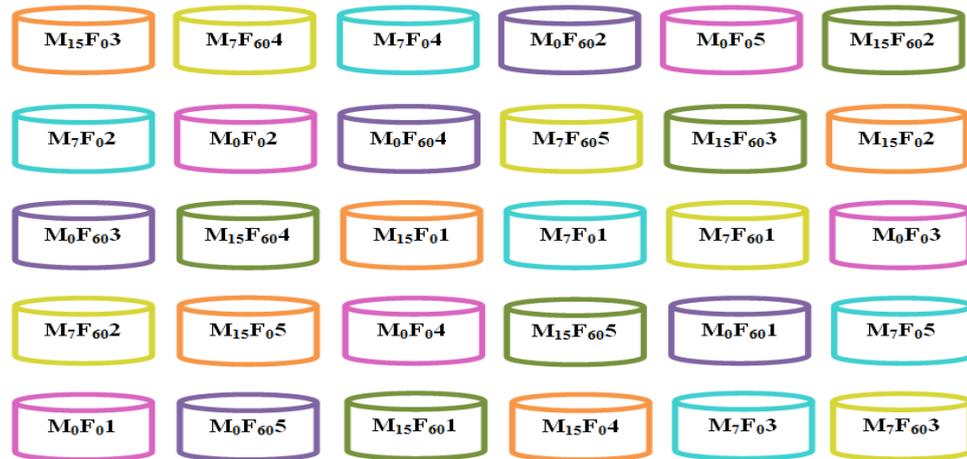
3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali terdiri atas M₀F₀ (tanpa medan magnet dan tanpa infeksi *F. oxysporum*), M₇F₀ (pemaparan medan magnet 7 menit dan tanpa infeksi *F. oxysporum*), M₁₅F₀ (pemaparan medan magnet 15 menit dan tanpa infeksi *F. oxysporum*), M₀F₆₀ (tanpa medan magnet dan infeksi *F. oxysporum* 60 menit), M₇F₆₀ (pemaparan medan magnet 7 menit dan infeksi *F. oxysporum* 60 menit), dan M₁₅F₆₀ (pemaparan medan magnet 15 menit dan infeksi *F. oxysporum* 60 menit). Parameter yang diukur yaitu aktivitas enzim α -amilase, indeks vigor, tinggi kecambah, profil protein total, bobot basah kecambah, dan bobot kering kecambah. Tata letak sampel di lapangan ditunjukkan pada Gambar 4.

3.3.1. Peremajaan Isolat *F. oxysporum*

Peremajaan isolat *F. oxysporum* dilakukan secara aseptis. Isolat *F. oxysporum* yang diperoleh dari InaCC diambil menggunakan jarum

ose steril lalu diinokulasikan dengan cara menggoreskan jarum ose pada cawan petri berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Selanjutnya sekeliling cawan petri diberi *plastic wrap* untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Diinkubasi pada suhu 28°-30° C (Endah, 2010 dan Hadioetomo, 1993).



Gambar 4. Tata letak sampel di lapangan.

Keterangan:

- M₀, M₇, M₁₅ : pemaparan medan magnet pada benih selama 7, 15, dan kontrol.
- F₀, F₆₀ : infeksi *F. oxysporum* pada benih selama 60 menit dan kontrol.
- Ulangan : 1, 2, 3, 4, dan 5.

3.3.2. Pembuatan Suspensi Konidia *F. oxysporum*

Pembuatan suspensi konidia dengan cara menuangkan akuades pada permukaan biakan konidia *F. oxysporum* dan diaduk hingga terbentuk suspensi yang homogen. Suspensi dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 10 ml akuades dan di *vortex* hingga homogen. Untuk mendapatkan pengenceran 10⁻², suspensi diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam 9 ml akuades, lalu di *vortex* kembali hingga homogen. Tahap pengenceran ini diulang agar mendapatkan tingkat

pengenceran yang lebih tinggi. Setiap tingkat pengenceran dihitung jumlah konidianya menggunakan *haemocytometer*. Tingkat pengenceran yang mengandung makrokonidia *F. oxysporum* dengan kerapatan 10^7 konidia/ml akan digunakan untuk menginfeksi benih cabai (Prescott, 2002).

3.3.3. Perlakuan Pada Benih Cabai

Sebelum benih diberi perlakuan, benih direndam terlebih dahulu dengan akuades selama 15 menit (Rohma, 2013). Setelah itu, benih cabai diberi pemaparan medan magnet 0,2 mT sesuai lama pemaparan masing-masing perlakuan. Kemudian, benih cabai dikecambahkan di dalam enkas dan diinfeksi konidia *F. oxysporum* pada saat 2 hari dikecambahkan.

3.3.3.1. Perlakuan Pemaparan Medan Magnet

Setelah direndam, benih cabai dibagi kedalam tiga kelompok perlakuan pemaparan medan magnet 0,2 mT yaitu benih yang diberi pemaparan selama 7 menit 48 detik (M_7), 15 menit 36 detik (M_{15}), dan 0 menit (M_0). Benih diletakan pada cawan petri lalu diberikan induksi medan magnet selama 7 menit 48 detik dan 15 menit 36 detik (Listiana, 2016).

3.3.3.2. Perkecambahan Benih

Benih yang telah diberikan perlakuan medan magnet dan infeksi *F. oxysporum*, diletakkan pada cawan petri yang telah dilapisi kertas germinasi lembab dan label sesuai perlakuan. Cawan petri diinkubasi di dalam enkas yang kelembabannya dijaga sampai berkecambah (Listiana, 2016).

3.3.3.3. Perlakuan Infeksi Konidia *F. oxysporum*

Perlakuan infeksi konidia *F. oxysporum* diberikan pada benih yang telah diberi pemaparan medan magnet dan dibiarkan berkecambah selama 2 hari. Benih yang akan diberi perlakuan infeksi konidia *F. oxysporum* dibagi dua yaitu infeksi konidia *F. oxysporum* selama 0 menit (F_0) dan dengan infeksi konidia *F. oxysporum* selama 60 menit (F_{60}) dengan cara direndam menggunakan suspensi konidia *F. oxysporum* dengan kerapatan spora 10^7 konidia/ml (Listiana, 2016).

3.3.4. Penyiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan untuk penanaman adalah campuran tanah bambu dan tanah humus dengan perbandingan 3:1 di dalam plastik es balon.

3.3.5. Penyemaian dan Pemeliharaan

Kecambah yang berumur hari ke-9 ditanam di dalam plastik es balon yang telah berisi media tanam kemudian diletakkan pada baki plastik dan disimpan pada tempat yang cukup cahaya dan tidak terik.

Tanaman diamati dan disiram sebanyak 2 kali sehari yaitu pagi dan sore untuk menjaga agar tanah tetap lembab.

3.4. Parameter Penelitian

Parameter pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1. Aktivitas Enzim α -amilase

Pengukuran aktivitas enzim α -amilase diukur pada benih hari ke-3 dan kecambah hari ke-9. Sebanyak 0,1 g sampel benih dan kecambah digerus menggunakan mortar pada suhu 4° C dan ditambah 400 μ l buffer fosfat. Benih yang telah halus dimasukkan ke dalam *microtube* di sentrifuge selama 3 menit. Bagian supernatan diambil sebagai enzim kasar (Suhari, 2001). Penentuan aktivitas enzim α -amilase dilakukan menggunakan metode Fuwa (1954). Tahapan pengujian aktivitas enzim α -amilase diawali dengan menambahkan 50 μ l enzim kasar ditambah 50 μ l pati dalam tabung reaksi, lalu diinkubasi di *waterbath shaker* dengan suhu 30° C selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 50 μ l HCl, 50 μ l iodine, dan 800 μ l akuades. Sedangkan pada uji kontrol dilakukan sama seperti uji sampel, namun 50 μ l HCl ditambahkan terlebih dahulu pada 50 μ l enzim setelah itu diinkubasi (Angraini dkk., 2013). Selanjutnya kontrol dan sampel

diukur aktivitasnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm (Skoog dan West, 1971) dan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Aktivitas} = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times \text{FP} \times 2 \times 4$$

FP adalah faktor pengenceran. Aktivitas enzim α -amilase dinyatakan dengan U/ml.

3.4.2. Indeks Vigor

Perkecambahan diukur dengan menggunakan parameter indeks germinasi dan indeks vigor. Benih cabai yang dikecambahkan dalam cawan petri diamati untuk di hitung jumlah benih yang berkecambah setiap hari hingga hari ke-7, dan dihitung menggunakan 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 atau akarnya, dan dihitung menggunakan rumus Yang *et al.* (2017):

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

3.4.3. Tinggi Kecambah

Pengukuran dilakukan pada saat hari ke-4 hingga hari ke-10.

Pengukurannya menggunakan penggaris, mulai dari titik tumbuh pucuk apikal hingga ujung akar cabai (Astari dkk., 2014).

3.4.4. Profil Protein Total

Pengukuran profil protein dilakukan sesuai dengan Tada *et al.* (2003) saat kecambah sebelum disemai hari ke-8 dan setelah disemai hari ke-14 dengan metode elektroforesis SDS-PAGE. Sebanyak 0,025 g sampel digerus. Selanjutnya 10 ml *separating gel* 12% (4,8 ml 30% polyacrylamide; 3 ml 1,5 M Tris pH 8,8; 0,12 ml 10% SDS; 4,08 ml aquabidest steril), ditambah 10 µl Temed, dan 100 µl APS 10% dihomogenkan hingga mengeras. Serta 5 ml *stacking gel* 5% (3,333 ml 30% polyacrylamide; 1,5 ml Tris pH 6,8; 0,3 ml 10% SDS; 13,847 ml aquabidest), ditambah 5 µl Temed, dan 50 µl APS 10% dihomogenkan, dituang di atas *separating gel*, dan dibiarkan hingga mengeras. Gel dipasang pada elektroforesis, running buffer dituang (100 mM Tris HCL pH 8,5; 4% SDS; 2% mercaptoetanol; 20 % gliserol), sampel dan marker dimasukkan kedalam sumuran gel, running sampel pada tegangan 150 V selama 30 menit. Gel yang sudah di running, direndam dalam 0,2% *Coomasie Brilliant Blue* dan diletakkan di *shaker* selama 30 menit. Kemudian gel direndam kembali untuk dihilangkan warna (50% methanol; 10% asam asetat glasial; 40% aquabidest) menggunakan *shaker* selama 1 jam (Setiawan, 2018).

Hasil elektroforesis berupa pita protein dilakukan perhitungan Rf (*Retardation factor*) dari masing-masing pita protein menggunakan 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

3.4.5. Bobot Basah Kecambah

Pengukuran bobot basah dilakukan pada saat hari ke-9 menggunakan timbangan analitik (Ruzaly dan Irni, 2019). Satuan pengukurannya dinyatakan dalam gram (g).

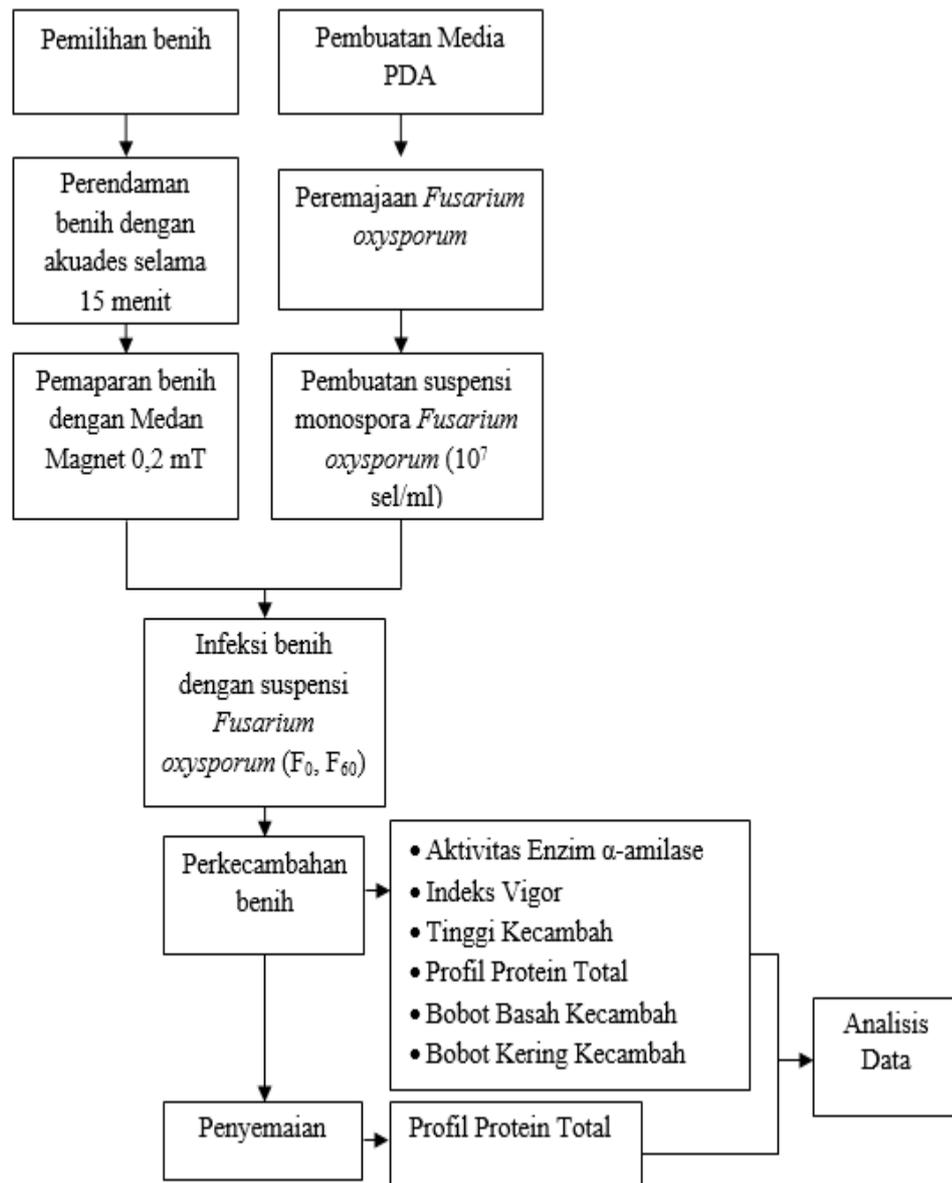
3.4.6. Bobot Kering Kecambah

Kecambah cabai hari ke-9 dimasukkan ke dalam wadah lalu dikeringkan selama 24 jam pada suhu 80° C dengan menggunakan oven sampai berat tanaman tidak berubah (konstan), setelah seluruh kecambah kering ditimbang menggunakan timbangan analitik.

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari masing-masing parameter dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* atau Anova. Jika hasil anova berbeda nyata, diuji lanjut dengan BNT pada taraf nyata 5%.

3.6. Diagram Alir



Gambar 5. Diagram alir penelitian.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Induksi medan magnet 0,2 mT dengan infeksi *Fusarium oxysporum* 2 hari setelah dikecambahkan memiliki pengaruh terhadap aktivitas α -amilase baik pada hari ke-3 maupun hari ke-9, indeks vigor, dan tinggi kecambah.
2. Paparan medan magnet 0,2 mT pada profil protein total memiliki mobilitas hari ke-8 yaitu 112,8 kDa – 50,4 kDa dan hari ke-14 yaitu 122,0 kDa – 17,7 kDa; paparan medan magnet 15 menit 36 detik efektif dalam meningkatkan aktivitas α -amilase; paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik dengan infeksi *Fusarium oxysporum* 2 hari setelah dikecambahkan efektif meningkatkan indeks vigor dan tinggi kecambah yang merupakan parameter pertumbuhan cabai.

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai parameter lain seperti kadar glukosa yang diamati serta variasi umur kecambah.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Agriflo. 2012. *Cabai : Prospek Bisnis dan Teknologi Manca Negara*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Agustrina, R. 2008. Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Leguminosae di bawah Pengaruh Medan Magnet. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. Universitas Lampung. Lampung.
- Agustrina, R., Nurcahyani, E., dan Irawan, B. 2018. Tomato Generative Growth from The Seeds Exposed to 0,2 mT of Magnetic Field and Infected by *Fusarium* sp. *Journal of Physics: SEMIRATA-International Conference on Science and Technology*. 1-7.
- Agustrina, R., Himmah, N., Irawan, B., Wahyuningsih, S., Sumardi, and Kanedi, M. 2020. Effect of 0,2 mT Magnetic Field Exposure on The Growth of Red Chili (*Capsicum annum* L.) Infected with Pathogenic Fungus *Fusarium oxysporum*. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 5 (2): 11-18.
- Agustrina, R., Nurcahyani, E., Irawan, B., Pramono, E., Listiani, I., Nastiti, E., and Hadi, S. 2020. The Resistance of Tomato Plants from Seed Treated with a Magnetic Field of 0,2 mT Against *Fusarium* sp. *Ecology, Environment, and Conservation*. 26 (3): 1036-1042.
- Aladjadjian, A. 2007. The Use of Physical Methods for Plant Growing Stimulation in Bulgaria. *Journal of Central European Agriculture*. 8 (3): 369-380.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. and Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology 4th edition*. John Wiley & Sons. Inc. New York.

- Amaliah, N. 2017. Penentuan Kadar Capsaicin Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) pada Cabai Katokkon. *Jurnal Sains Terapan*. 4 (1): 49-56.
- Amaliah, N. 2017. Penentuan Kadar Capsaicin Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) pada Cabai Katokkon. *Jurnal Sains Terapan*. 4 (1): 49-56.
- Ambar, A.A. 2012. Peran Berat Molekul Protein Enzim Ekstraseluler *Fusarium oxysporum* fs.p. *cubense* sebagai Faktor Virulensi pada Tanaman Pisang. *Jurnal Galung Tropika*. 1 (1): 30-35.
- Angraini, W., Sumardi., Handayani, T.T., dan Agustrina, R. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Aktivitas Enzim α -Amilase pada Kecambah Kedelai Putih (*Glycine max* (L.) Merrill.) dan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) di bawah Pengaruh Medan Magnet. *Jurnal Ilmiah: Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 1 (1): 19-24.
- Anita, Y. dan Mulyani, H. 2014. *Brassica juncea* Peroksidase sebagai Biokatalisis Dalam Sintesis Kopling Oksidatif Senyawa Guaiakol. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 12 (1): 99-103.
- Astari, M., Purwani, K.I. dan Anugerahani, W. 2014. Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Var. Tombatu di PT. Petrokimia Gresik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2 (1): 1-4.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2017*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Beck, E. and Ziegler, P. 1989. Biosynthesis and Degradation of Starch in Higher Plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 40: 95-117.
- Bilalis, D., Katsenios, N., Efthimiadou, A., Karkanis, A., Khah, E.M., and Mitsis, T. 2013. Magnetic Field Pre-Sowing Treatment as an Organic Friendly Technique to Promote Plant Growth and Chemical Elements Accumulation in Early Stages of Cotton. *Australian Journal of Crop Science*. 7(1): 46-50.

- Bintang, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Erlangga. Jakarta.
- Cahyono, B. 2003. *Cabai Rawit Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Kansius. Yogyakarta.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Mitchell L.G., and Taylor, M.R. 1946. *Biology: Concepts and Connections 4th edition*. Benjamin Cummings. San Fransisco.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., dan Mitchell L.G. 2003. *Biologi Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York.
- Darmawan, A.C., Respatijarti., dan Soetopo, L. 2014. Pengaruh Tingkat Kemasakan Benih Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L.) Varietas Comexio. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2 (4): 339- 346.
- Djaenuddin, N. 2011. Bioekologi dan Pengelolaan Penyakit Layu *Fusarium oxysporum*. *Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI*. 67-71.
- Djunaedy, A. 2009. Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Embryo*. 6 (1): 88-95.
- East West Seed Indonesia. 2016. *Produk Laba F1*.
<http://www.panahmerah.id/product/laba-f1>. Diakses pada 30 Desember 2020.
- Endah, S.N. 2010. Karakteristik Biologi Isolat-Isolat *Fusarium* sp. pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Asal Boyolali. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fatchiyah., Arumingtyas, E.L., Widyarti, S., dan Rahayu, S. 2011. *Biologi Molekular : Prinsip Dasar Analisis*. Erlangga. Jakarta.

- Fauzia, A. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Tanaman Kurma (*Phoenix dactylifera*) Jenis Majol. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Firdaus, P. dan Rohmawati. 2008. Observasi Pengaruh Air Termagnetisasi Sistem Dipol Terhadap Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiate* Linn.). Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Serang.
- Fitriyah, N.L., Azizah, N., dan Widaryanto, E. 2017. Analisis Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Air (*Nasturtium officinale*) pada Tingkat Pemberian Air yang Berbeda dan Dua Macam Bahan Tanam. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5 (12): 2008-2016.
- Fuwa, H. 1954. A New Method for Micro Determination of Amylase Activity by The Use of Amylase as The Substrate. *J. Biochem.* 41: 583-603.
- Garuba, T., Abdulrahman, A.A., Olan, G.S., Abdulkareem, K.A., and Amadi, J.E. 2014. Effects of Fungal on Seed Germination and Leaf Anatomy of Maize Seedlings (*Zea mays* L., Poaceae). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 18 (4): 662-667.
- Galland, P. and Pazur, A. 2005. Magnetoreception in Plants. *Journal of Plant Research*. 118 (6): 371– 389.
- Gholami, A., Saaed, S., dan Hamid, A. 2010. Effect of Magnetic Field on Seed Germinating of Two Wheat Cultivars. *World Academy of Science Engineering and Technology*. 4 (8): 675-677.
- Giancoli, D.C. 1999. *Fisika, Edisi Keempat*. Erlangga. Jakarta.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika, Edisi Keempat*. Erlangga. Jakarta.
- Gudeva, L.K. and Veselinovska, S.S. 2011. Some Physiological Characteristics of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Produced *in vitro*. *Electronic Journal of Biology*. 7 (1): 1-5.

- Hadioetomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Haggag, W.M. and Mohamed, H.A. 2007. Biotechnological Aspects of Microorganisms Used in Plant Biological Control. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. 1(1): 7-12.
- Handoko, S. 2014. Kajian Epidemi Penyakit Kanker Batang Duku di Provinsi Jambi. *Disertasi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- 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*. 5 (4): 370 – 377.
- Harjadi, S.S. 2007. *Pengantar Agronomi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Harpenas, A. dan Dermawan, R. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- He, C.Y., Hsiang, T., and Wolyn, D.J. 2002. Induction of Systemic Disease Resistance and Pathogen Defence Responses in *Asparagus officinalis* Inoculated with Pathogenic Strains of *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathology*. 51 (2): 225-230.
- Heitz, T., Geoffroy, P., Fritig, B., and Legrand, M. 1991. Two Apoplastic α -Amylase are Induced in Tobacco by Virus Infection. *Plant Physiology*. 97 (2): 651-656.
- Hewindati, Y.T. 2006. *Hortikultura*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Hidayat, T., dan Marjani. 2017. Teknik Pematihan Dormansi untuk Meningkatkan Daya Berkecambah Dua Aksesori Beni Yute (*Corchorus olitorius* L.). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. 9 (2): 73-81.
- Hidayati, N. dan Dermawan, R. 2012. *Tomat Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Ilminingtyas, D., Hadiwiyoto, S., Wisesa, D., dan Naruki, S. 2000. Pembentukan Fraksi-Fraksi Protein Selama Fermentasi Peda. *Agrosains*. 13 (1): 1-17.
- Ishaq, Mohammad. 2007. *Fisika dasar ; Elektrisitas dan Magnetisme*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Janson, J.C. and Ryden, L. 1998. *Protein Purification: Principles, High Resolution Methodes, and Applications 2nd edition*. A John Wiley & Sons Inc. Canada.
- Jemal, F., Didierjean, L., Ghir, R., Ghorbal, M.H., and Burkard, G. 1998. Characterization of Cadmium Binding Peptides from Pepper (*Capsicum annuum*). *Plant Science*. 137: 143-154.
- Justice, O.L. dan Bass, L.N. 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Kusumaningrum, I., Hastuti, R.B., dan Haryanti, S. 2007. Pengaruh Perasan *Sargassum crassifolium* dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 15 (2): 17-23.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lette, S.Y., Refli., Tanesib, J.L., dan Amalo, D. 2019. Stimulasi Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Penggunaan Medan Magnet. *Seminar Nasional Sains dan Teknik FST UNDANA (SAINSTEK-IV)*. Nusa Tenggara Timur. 512-520.
- 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*. Program Pascasarjana Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Matwijczuk, A., Kornarzynski, K., and Pietruszewski, S. 2012. Effect of Magnetic Field on Seed Germination and Seedling Growth of Sunflower. *International Agrophysics*. 26 (3): 271-278.
- Mi'rajyyah, I.S. 2020. Efektivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*) Terhadap Perkembangan Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp *capsici*) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Varietas Tanjung 2. *Skripsi*. Jurusan Agroteknologi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Morejon, L.P., Palacio, J.C., Abad, L.V., and Goeva, A.P. 2007. Stimulation of Pinus Tropicalis M. Seed by Magnetically Treated Water. *International Journal Agrophysics*. 21: 173-177.
- Muljowati, J.N. dan Mumpuni, A. 2007. Pemanfaatan Ekstrak Daun Nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Biosfera*. 24 (2): 71-75.
- Mulyani, W. 2011. Sistem Pengolahan Pati Kulit Singkong dengan Hidrolisis Enzimatis Untuk Menghasilkan Glukosa. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Nagy, P. 2005. The Effect of Low Inductivity Static Magnetic Field on Some Plant Pathogen Fungi. *Journal of Central European Agriculture*. 6 (2): 167-171.
- Nastiti, E. 2017. Efektifitas Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Resistensi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) yang Diinfeksi *Fusarium* sp. *Tesis*. Universitas Lampung. Lampung.
- Nazarudin. 2017. Aktivitas dan SDS-PAGE Xilanase. *Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*. 1 (2): 78-84.
- Nelson, P.V. 1981. *Greenhouse Operation and Management 2nd edition*. Reston Publishing Company, Inc. Virginia.

- Nurlenawati, N., Jannah, A., dan Nimih. 2010. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Varietas Prabu Terhadap Berbagai Dosis Pupuk Fosfat dan Bokashi Jerami Limbah Jamur Merang. *Agrika*. 4 (1): 9-20.
- Pasila, A.R. 2008. Identifikasi Protein Sekresi-Ekskresi dari *Haemonchus contortus* Dewasa dengan SDS-PAGE. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Prajnanta, F. 2001. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prajnanta, F. 2007. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prawitasari, T. 2006. *Teknik Persemaian yang Efektif*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Prayudi, B. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Cabai Merah (Capsicum annuum L.)* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Tengah.
- Prescott, L.M. 2002. *Prescott-Harley-Klein's: Microbiology, 5th ed.* The McGraw-Hill Companies,. New York.
- Putra, Y. 2003. Observasi Perkecambah dan Pertumbuhan Kecambah Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* Linn.) di dalam Medan Magnet. *Skripsi*. FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Rahayuniati, R.F. dan Mugiastuti, E. 2009. Pemanfaatan Jamur Antagonis dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Tomat. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 9 (1): 25-34.
- Rantam, F.A. 2003. *Metode Immunologi*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Rauf, A.W., Syamsuddin., dan Sihombing, S.R. 2000. Peranan Pupuk NPK pada Tanaman Padi. *Departemen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Irian Jaya.

- Robbiya, H.I. 2020. Potensi Ekstrak Daun Maman Ungu (*Cleome rutidospermae*) Sebagai Pengendali Patogen *Colletotrichum* sp., *Fusarium oxysporum*, dan *Phytophthora capsici* pada Tanaman Cabai. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian Peternakan. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rohma, A., Sumardi., Ernawati, E., dan Agustrina, R. 2013. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Enzim α -Amilase pada Kecambah Kacang Merah dan Kacang Buncis Hitam (*Phaseolus vulgaris* L.). *Seminar Nasional Sains & Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung*. Lampung.
- Roniyus, M.S. 2005. Pertumbuhan dan Perkembangan Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata Pers.*) di sekitar Medan Listrik, Medan Magnet, dan Gelombang Elektromagnetik. Laporan Penelitian Proyek Pengembangan Diri. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rostami, Z.E., Majd, A., and Arabian, S. 1995. Effect of Electromagnetic Fields on Seed Germination in *Urtica Dioica* L. *International Journal of Scientific & Technology Reasearch*. 3 (4): 365-368.
- Rostini, N. 2011. *Enam Jurusan Bertanam Cabai Bebas Hama dan Penyakit*. Agromedia. Jakarta.
- 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 3*. ITB Pess. Bandung.
- Saragih, Y.S dan Silalahi, F.H. 2006. Isolasi dan Identifikasi Spesies *Fusarium* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Markisa Asam. *Jurnal Hortikultura*. 16 (4): 336-344.
- Sari, L.D.A. 2004. Hubungan Aktivitas Enzim Amilase dengan Perkecambahan pada Tiga Varietas Kedelai (*Glycine max (L) Merill.*) yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Biologi. MIPA. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Sari, E.N. 2011. Pengaruh Perendaman dan Lama Pemaparan Medan Magnet Terhadap Indeks Mitosis Akar dan Anatomi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sari, R.E., Prihandono, T., dan Sudarti. 2015. Aplikasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 100 μ T dan 300 μ T pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4 (2): 164-170.
- Sastrahidayat, I.R. 1989. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sattayasai, N. 2012. Protein Purification. *Intech Open Science*.
<https://www.intechopen.com/books/chemical-biology/protein-purification>. Diakses pada 5 Mei 2021.
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setiawan, A. 2018. Elektroforesis Vertical SDS-PAGE. Laporan Praktikum. Program Magister Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang.
- Sinlae, R.N., Suwiti, N.K., dan Suardana, I.W. 2014. Karakteristik Protein dan Asam Amino Daging Sapi Bali dan Wagyu pada Penyimpanan Suhu Dingin 4°C. *Buletin Veteriner Udayana*. 7 (2): 146-156.
- Skoog, D.A. and West, D.M. 1971. *Principles of Instrumental Analysis*. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.
- Soenartingsih., Aqil, M., dan Andayani, N. 2016. Strategi Pengendalian Cendawan *Fusarium* sp. dan Kontaminasi Mikotoksin pada Jagung. *IPTEK Tanaman Pangan*. 11 (1): 85-93.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., dan Rahayuniati. 2002. Kajian Mekanisme Antagonis *Pseudomonas Fluorescens* P60 Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tanaman Tomat *In Vivo*. *J.HPT Tropika*. 10 (2): 108-115.

Stanley, D., Farnden, K.J., and Macrae, E.A. 2005. Plant α -Amylase: Functions and Roles in Carbohydrate Metabolism. *Bratislava*. 16: 65-71.

Suarni dan Patong, R. 2007. Potensi Kecambah Kacang Hijau sebagai Sumber Enzim α -amilase. *Indo. J.Chem.* 7 (3): 332-336.

Suhari, M. 2001. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Amilase dari Ubi Jalar (*Ipomea batatas*). *Skripsi*. Jurusan Kimia. MIPA. Universitas Diponegoro. Semarang.

Sunaryono, H.H. 2003. *Budidaya Cabai Merah*. Sinar Baru Algesindo. Cetakan Ke V. Bandung.

Supiyanto. 2002. *Fisika*. Erlangga. Jakarta.

Suriana, N. 2012. *Cabai Sehat dan Berkhasiat*. CV. Andi Offset. Yogyakarta.

Suryatin. 2008. Efek Waktu Miling Terhadap Karakteristik Sinter dari Magnet Permanen Barium Heksaferite. *Prosiding Pertemuan Ilmiah*. Banten.

Susanna, T., Chamzurni., dan Pratama, A. 2010. Dosis dan Frekuensi Kascing untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat. *J. Floratek*. 5 (2): 152-163.

Susanti, W.I. 2015. Kajian Sifat Kimia dan Biologi Tanah Rizosfer Bambu sebagai Disease Suppressive Soil. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Swarupa, V., Ravishankar, K.V., and Rekha, A. 2014. Plant Defense Response Against *Fusarium oxysporum* and Strategies to Develop Genotypes in Banana. *Planta Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 239: 735-751.

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. 2015. Biskuit Bebas Gluten dan Bebas Kasein Bagi Penderita Autis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (1): 11-22.

- Tarigan, M.M., dan Wirayanta, W. 2003. *Bertanam Cabai Hibrida Secara Intensif*. Agromedia. Jakarta.
- Tjahjadi, N. 1989. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tjahjadi, N. 1991. *Bertanam Cabai*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tripler, P.A. 2001. *Fisika Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Ulgen, C., Yildirim, A.B., and Turker, A.U. 2017. Effect of Magnetic Field Treatments on Seed Germination of *Melissa officinalis* L. *International Journal of Secondary Metabolite*. 4 (3): 43-49.
- Utami, E.S., Soemardi, I., Taryono., dan Semiarti, E. 2007. Sintesis Protein Selama Embriogenesis Somatik Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). *Jurnal Biodiversitas*. 8 (3): 188-191.
- Vance, C.P., Krik, T.K., and Sherwood, R.T. 1980. Lignification as a Mechanism of Disease Resistance. *Annual Review of Phytopathology*. 18 (1): 259-288.
- WHO. Maternal Mortality: World Health Organization; 2014.
- Wibowo, A. 2002. Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Pisang dengan Menggunakan Isolat Nonpatogenik *Fusarium* sp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 6: 65-70.
- Widnyana, I.K. 2011. Uji Aplikasi Bakteri *Pseudomonas alcaligenes* Terhadap Kandungan Asam Salisilat dan Total Fenol dalam Upaya Menekan Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Mahasaraswati. Denpasar.
- Winandari, O.P. 2011. Perkecambah dan Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) di bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet yang Berbeda. *Skripsi*. FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Wo'jcik, S. 1995. Effect of The Pre-Sowing Magnetic Biostimulation of The Buckwheat Seeds on The Yield and Chemical Composition of Buckwheat Grain. *Buckwheat Res.* 93: 667-674.
- Yama, D.I. dan Kartiko, H. 2020. Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Pakcoy (*Brassica rappa* L) pada Beberapa Konsentrasi Ab Mix dengan Sistem Wick. *Jurnal Teknologi.* 12 (1): 21-30.
- 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.
- Young dan Freedman. 2003. *Fisika Universitas Jilid I.* Erlangga. Jakarta.
- Zhang, S., Raza, W., Yang, X., Hu, J., Huang, Q., Xu, Y., Liu, X., Ran, W., and Shen, Q. 2008. Control of *Fusarium* wilt Disease of Cucumber Plants with The Application of A Bioorganic Fertilizer. *Biol Fertil Soils.* 44: 1073-1080.
- 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.
- Zhou, B.W., Liu, S.Y., Chen, D.Y., Yu, Q., Yang J., and Wang, C. 1992. Peroxidase in Relation to Varietal Resistance to Virus Diseases in Rapeseed (*Brassica napus*). *Oil crops China.* 2: 52-54.