

**PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN WIJEN (*Sesamum indicum* L.) YANG DIINFEKSI
PATOGEN *Fusarium***

SKRIPSI

Oleh:
VIRANITA OUROTUL AINI
NIM. 16640038



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN WIJEN (*Sesamum indicum l.*) YANG DIINFEKSI
PATOGEN *Fusarium***

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

VIRANITA QUROTUL AINI
NIM. 16640038

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN WIJEN (*Sesamum indicum L.*) YANG DIINFEKSI
PATOGEN *Fusarium***

SKRIPSI

Oleh:
Viranita Qurotul Aini
NIM. 16640038

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal: 18 Juni 2020

Pembimbing I

Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Pembimbing II

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

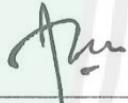
PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN WIJEN (*Sesamum indicum L.*) YANG DIINFEKSI
PATOGEN *Fusarium*

SKRIPSI

Oleh:

Viranita Qurotul Aini
NIM. 16640038

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 26 Juni 2020

Ketua Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Penguji Utama	: <u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	: <u>Dr. H. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	: <u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	



Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika


Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Viranita Qurotul Aini
NIM : 16640038
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Juni 2020
Yang Membuat Pernyataan



Viranita Qurotul Aini
NIM. 16640038

MOTTO

وَإِذَا سَأَلَكَ عِبَادِي عَنِّي فَإِنِّي قَرِيبٌ ۖ أُجِيبُ دَعْوَةَ الدَّاعِ إِذَا دَعَانِ ۖ فَلْيَسْتَجِيبُوا لِي وَلْيُؤْمِنُوا بِي لَعَلَّهُمْ يَرْشُدُونَ

“ Dan apabila hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah), bahwasanya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang berdoa apabila ia memohon kepada-Ku, maka hendaklah mereka itu memenuhi (segala perintah-Ku) dan hendaklah mereka beriman kepada-Ku, agar mereka selalu berada dalam kebenaran” Q.S Al-Baqarah (2:186).

‘Karena Rahmat Allah mendahului takdirNya’



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur Alhamdulillah

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak Suratno, S.Pd dan Ibu Anita Mustika Sari, S.Pd untuk kasih sayang dan motivasi, serta doa yang tiada henti. Sehingga saya dapat menjalani dan melewati segala rintangan dalam kehidupan.
2. Adikku salma dan shima serta kakakku lusiana, untuk motivasi serta doanya untukku.
3. Para dosen dan pembimbing, yang telah membantu dalam membuka cakrawala dunia melalui keluasan ilmu pengetahuan. Semoga dapat bermanfaat di Dunia dan di Akhirat.
4. Teman-teman seperjuanganku di program studi S1 Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2016 yang selalu membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Sahabat dakwahku yang senantiasa memberikan doa dan motivasi untuk segera menyelesaikan kewajiban ini karena banyak target yang harus dicapai.

Terima kasih atas motivasi yang telah diberikan selama ini, semoga Allah SWT membalas budi baik kalian semua, Amiin...

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul **“Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum indicum L.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang pencerahan dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga tersayang, tercinta dan yang selalu memberikan semangat, motivasi dan limpahan doa yang membuat saya bisa gigih dan semangat hingga saat ini.
2. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. H. M. Tirono, M.Si dan Erna Hastuti, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Segenap dosen Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Segenap Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.

8. Sahabat-sahabat Rumah Bahasa dan Tahfidz (RBT) Al Khansa' yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat *Back to Muslim Identity Comunity* (BMIC) terutama Ustadzah farah yang selalu memberi semangat dan nasihat setiap harinya untuk memanfaatkan waktu sebaik-baiknya dalam berdakwah dan mencari ilmu.
10. Sahabat dan teman-teman jurusan fisika terutama angkatan 2016 dan 2015 yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
11. Sahabat-sahabat kamar Aisyah yang selalu memberikan kenyamanan sehingga dalam proses penulisan skripsi ini lancar.
12. Serta terimakasih semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, aamiin. Penulisan berharap semoga Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 04 Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Medan Magnet	8
2.2 Morfologi Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	13
2.2.1 Batang	14
2.2.2 Daun	14
2.2.3 Bunga	15
2.2.4 Buah	16
2.2.5 Biji	17
2.2.6 Kandungan Tanaman Wijen	18
2.2.7 Jenis Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	19
2.3 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	20
2.4 Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	21
2.5 Jamur <i>Fusarium</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan	28
3.3.1 Alat	28
3.3.2 Bahan	28
3.4 Bagan Alir Penelitian	29
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	30
3.5.1 Perbanyak Isolat Monospora <i>Fusarium</i>	30
3.5.2 Pemilihan dan Pembenihan Biji Wijen Didalam Tanah	31
3.5.3 Perlakuan Medan Magnet	32
3.5.4 Penanaman dan Perawatan Tanaman di Polybag Besar	33

3.5.5 Penyuntikan Tanaman dengan Isolat <i>Fusarium</i>	33
3.5.6 Pengambilan Data	34
3.6 Analisis Data	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian.....	40
4.1.1 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Panjang Batang Tanaman Wijen	40
4.1.2 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Panjang Batang Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	43
4.1.3 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen	45
4.1.4 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	49
4.1.5 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen	52
4.1.6 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	54
4.1.7 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Berat Segar Buah Wijen	56
4.1.8 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Berat Segar Buah Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	58
4.2 Pembahasan	60
4.3 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	65
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Desain Kumputan Helmholtz	9
Gambar 2.2	Geometri untuk Menghitung Kuat Medan Magnet Disuatu Titik pada Kawat Melingkar	10
Gambar 2.3	Kumputan Penyusun Kumputan Helmholtz yang Terpisah dengan Jarak S	11
Gambar 2.4	Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	13
Gambar 2.5	Kapsul Buah Wijen	17
Gambar 2.6	Biji Wijen	18
Gambar 2.7	<i>Fusarium</i>	26
Gambar 3.1	Isolat Monospora <i>Fusarium</i> yang Berumur 1 Bulan	31
Gambar 4.1	Grafik Panjang Batang Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	42
Gambar 4.2	Grafik Panjang Batang Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	44
Gambar 4.3	Grafik Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	48
Gambar 4.4	Grafik Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	51
Gambar 4.5	Grafik Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	53
Gambar 4.6	Grafik Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	55
Gambar 4.7	Grafik Berat Segar Buah Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	57
Gambar 4.8	Grafik Berat Segar Buah Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Biji Wijen Berkulit Per100 Gram	19
Tabel 3.1	Panjang Batang Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	34
Tabel 3.2	Panjang Batang Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	35
Tabel 3.3	Kadar Klorofil Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>).....	36
Tabel 3.4	Kadar Klorofil Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	36
Tabel 3.5	Waktu Awal Berbunga Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	37
Tabel 3.6	Waktu Awal Berbunga Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	37
Tabel 3.7	Berat Segar Buah Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)	38
Tabel 3.8	Berat Segar Buah Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>) yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	38
Tabel 4.1	Data Panjang Batang Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum l.</i>)..	41
Tabel 4.2	Data Panjang Batang Tanaman Wijen yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	43
Tabel 4.3	Nilai Absorbansi Larutan Daun Wijen	46
Tabel 4.4	Data Kadar Klorofil a dan b Daun Wijen	47
Tabel 4.5	Nilai Absorbansi Larutan Daun Wijen yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	49
Tabel 4.6	Data Kadar Klorofil a dan b Daun Wijen yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	50
Tabel 4.7	Data Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen	52
Tabel 4.8	Data Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	54
Tabel 4.9	Data Berat Segar Buah Tanaman Wijen	56
Tabel 4.10	Data Berat Segar Buah Tanaman Wijen yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Hasil Penelitian
- Lampiran 2 Bukti Penelitian
- Lampiran 3 Bukti Konsultasi



ABSTRAK

Aini, Viranita qurotul. 2020. **Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*.** Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Erna Hastuti, M.Si.

Kata Kunci : Pertumbuhan Tanaman Wijen, Medan Magnet, Patogen *Fusarium*

Budidaya tanaman wijen dengan kualitas bibit yang rendah mengakibatkan tanaman wijen mudah terserang penyakit salah satunya yaitu patogen *Fusarium*, patogen ini menyebabkan layu pada tanaman. Beberapa cara untuk memusnakan penyakit ini yaitu merakit penahan kultivar dan pemakaian fungisida. Metode ini kurang efektif karena patogen akan membentuk tipe baru dengan patogenitas yang lebih kuat. Selain itu, penggunaan fungisida dari senyawa kimia sintetik dapat merusak lingkungan dan membunuh organisme non target. Maka perlu dilakukan suatu usaha pemanfaatan teknologi yang ramah lingkungan untuk meminimalkan penggunaan pestisida kimia sintesis. Pemberian medan magnet mampu meningkatkan produksi auksin pada tanaman sehingga mampu mengatasi infeksi patogen *Fusarium*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang, kadar klorofil, waktu awal berbunga, berat segar buah tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*. Penelitian ini menggunakan benih wijen Winas 1 yang diperoleh dari BALITTAS (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat). Terdapat 6 variasi intensitas medan magnet (0 mT, 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, 0.5 mT). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa medan magnet berpengaruh positif dalam meningkatkan panjang batang, kadar klorofil, waktu awal berbunga, dan berat segar buah tanaman wijen. Selain itu, paparan medan magnet mampu mengurangi kerusakan tanaman yang disebabkan patogen *Fusarium*. Tanaman yang dipapari medan magnet dengan intensitas terlalu tinggi dan terlalu rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman wijen tidak maksimal. Oleh karena itu dapat ditarik kesimpulan bahwa intensitas medan magnet yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi kerusakan yang disebabkan patogen *Fusarium* pada tanaman wijen adalah 0.3 mT. Pada pemaparan medan magnet intensitas 0.3 mT ini tanaman wijen terlihat lebih segar dan kuat dengan batang yang tumbuh tegak.

ABSTRACT

Aini, Viranita qurotul. 2020. **Effects of Magnetic Fields on the Growth of Sesame (*Sesamum indicum L.*) Plants Infected by Pathogens *Fusarium***. Thesis. Program Study of Physics. Faculty of Science and Technology. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si. (II) Erna Hastuti, M.Si.

Keywords: Sesame Plant Growth, Magnetic Field, Pathogens *Fusarium*

Cultivation of sesame plants with low quality seeds results in sesame plants susceptible to disease, one of which is the *Fusarium* pathogen, this pathogen causes wilting in plants. Some ways to eradicate this disease are assembling cultivars and using fungicides. This method is less effective because the pathogen will form a new type with a stronger pathogenicity. In addition, the use of fungicides from synthetic chemical compounds can damage the environment and kill non-target organisms. It is necessary to make an effort to use environmentally friendly technology to minimize the use of synthetic chemical pesticides. Giving a magnetic field can increase the production of auxin in plants so that they can overcome the *Fusarium* pathogen infection. The purpose of this study was to determine the effect of magnetic field intensity on stem length, chlorophyll content, initial flowering time, fresh weight of sesame (*Sesamum indicum l.*) infected by *Fusarium* pathogens. This study uses Winas 1 sesame seeds obtained from BALITTAS (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat). There are 6 variations in the intensity of the magnetic field (0 mT, 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, 0.5 mT). The results of this study indicate that the magnetic field has a positive effect on increasing stem length, chlorophyll content, time of flowering, and fresh weight of sesame plants. In addition, exposure to magnetic fields can reduce plant damage caused by *Fusarium* pathogens. Plants exposed to magnetic fields with intensity too high and too low cause the growth of sesame plants is not optimal. Therefore it can be concluded that the intensity of the magnetic field that is most effective in increasing growth and reducing damage caused by *Fusarium* pathogens in sesame plants is 0.3 mT. On exposure to the magnetic field intensity of 0.3 mT this sesame plant looks fresher and stronger with stems that grow upright.

مستخلص

عين، فيرانيتا قورانتول، 2020. تأثير ميدان المغنطس على نمو نبات السمسم (*Sesamum indicum l.*) المعدئ بالآفة (*Fusarium*). البحث العلمي. شعبة علم الطبيعة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف: (1) الدكتور محمد طيرانو، (2) إرنا حستوتى الماجستير.

الكلمات المفتاحية: نمو نبات السمسم، ميدان المغنطس، الآفة (*Fusarium*).

تكثر مزرعة السمسم بجودة البذور القبيحة بسبب دخول الآفات إليه بسرعة منها آفة *Fusarium*. هذا المرض يذبل النبات. من الطرق لمنعه حوكمة مصد الأصناف واستعمال سائل الكيمياء الصناعية. هذان الطريقتان لمنع المرض غير فعال لأن المرض يكيق دائما بنمو أجناسه المجددة القوية. بجانب الآخر، استعمال السائل الذي يصدر من امتزاج الكيمياء الصناعية يميمت تركيب عضوي غير المهذوف وراسبه يفسد البيئة المحيطة به. وبإجراء المحاولة لتقليل استعمال سائل الكيمياء الصناعية، يلزم استعمال التكنولوجيا الذي لا يلوث البيئة. إستعمال الميدان المغنطسي يستطبع أن يرفع إنتاج هورمون أوكسين (*Auksin*) للنبات حتى يزيل منه إعداء الآفة *Fusarium*. هدف هذا البحث هو (1) لمعرفة تأثير قوة ميدان المغنطس على طول جذع نبات السمسم (*Sesamun Indicum l.*) المعدئ بالآفة *Fusarium*. (2) لمعرفة تأثير قوة ميدان المغنطس على مقدار كلوروفيل في نبات السمسم (*Sesamun Indicum l.*) المعدئ بالآفة *Fusarium*. (3) لمعرفة تأثير قوة ميدان المغنطس على وقت الزاهر الأول في نبات السمسم (*Sesamun Indicum l.*) المعدئ بالآفة *Fusarium*. لمعرفة تأثير قوة ميدان المغنطس على وزن الثمر الطري في نبات السمسم (*Sesamun Indicum l.*) المعدئ بالآفة *Fusarium*. هذا البحث يستخدم بذر السمسم ويناس 1 (*Winas 1*) الذي يصدر من *BALITTAS* (دار البحث للنبات الحلوي والليفي). كانت ستة قوة ميدان المغنطس المختلفة (0 mT و 0.1 mT و 0.2 mT و 0.3 mT و 0.4 mT و 0.5 mT). هذه نتائج البحث تدل على أن ميدان المغنطس يآثر إيجابيا على ارتفاع طول جذع السمسم ومقدار كلوروفيله ووقت زاهره الأول ووزن ثمره الطري. بجانب الآخر، لمس ميدان المغنطس يقدر على تقليل فساد النبات الذي تعديه الآفة *Fusarium*. كان نبات السمسم الذي يلمسه ميدان المغنطس بقوة الأعلى أو الأدنى لا ينمو بالتمام. لذلك، يستخلص من هنا أن قوة ميدان المغنطس الأفضل فعليا لارتفاع نمو نبات السمسم ولتقليل فساده من الآفة *Fusarium* تقدر 0.3 mT.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir jumlah laporan penelitian elektromagnetik yang berfokus pada pemanfaatan medan magnet untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman semakin bertambah. Penelitian ini menjadi bukti bahwa tanaman merupakan objek yang menarik untuk diteliti dan dipelajari efek biologisnya ketika terkena medan magnet (Creangia, 2005). Diperoleh data dari penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa, pada paparan medan magnet 125 mT dan 250 mT menghasilkan biostimulasi pada tahap awal pertumbuhan dan peningkatan laju perkecambahan beberapa biji seperti beras dan gandum (Marinez, 2000). Pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan dan kualitas hasil tanaman terlihat dari awal pembibitan hingga pemanenan. Hal ini dibuktikan oleh ISTA (*International Seed Testing Association*) pada tahun 2004 yang memperoleh peningkatan hasil pada perkecambahan biji yang terpapar medan magnet. Efek positif dari medan magnet pada perkecambahan dan kemunculan kultivar kacang (munculnya tanaman dari biji) pada 2-3 hari lebih awal dari tanaman kontrol. Peningkatan hasil yang terjadi pada tanaman terlihat dari jumlah polong pada setiap tanaman lebih banyak (Podlesna, 2004).

Tanaman wijen yang mudah tumbuh sangat cocok untuk dibudidaya dalam rotasi tanaman. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan minyak tinggi dalam biji. Produk ini tidak hanya digunakan untuk tujuan kuliner tetapi juga dalam berbagai aplikasi seperti di bidang industri, teknik, dan farmasi. Etno-botani dan penggunaan obat ini penting secara komersial, biji

wijen yang diolah menjadi minyak memiliki nutrisi tinggi sehingga perlu dieksplorasi untuk pemanfaatan yang lebih baik. Tumbuhan wijen memiliki kapasitas untuk meningkatkan proses pembakaran lemak dan lipatan penyimpanan lemak dalam tubuh dengan memodifikasi exgen penekanan enzim oksidasi asam lemak (Raghavan, 2010). Hasil tanaman wijen dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, teknik budidaya dan varietas yang digunakan (Ram, 1990). Kekurangan wijen dalam negeri pada tahun 2001 sekitar 10.265 ton, sedangkan produksi dalam negeri baru sekitar 10.000 ton (Anonim, 2006). Faktor yang menyebabkan penurunan produksi wijen yaitu berkurangnya luas lahan wijen serta penurunan hasil produksi wijen karena teknik budidaya yang tradisional dan kualitas bibit yang rendah (Suprijono, 2004).

Budidaya tanaman wijen dengan kualitas bibit yang rendah mengakibatkan tanaman wijen mudah terserang penyakit salah satunya yaitu patogen *Fusarium*. Di Indonesia penyakit layu pada tanaman wijen ini sering ditemukan di daerah Boyolali, Ngawi, dan Lumajang. Patogen ini menyebabkan layu pada tanaman. Satu atau dua daun berubah kekuningan kemudian mengering. Kadang-kadang pucuk mengalami perubahan bentuk karena pertumbuhannya terhambat. Penyakit menyebar dari tanaman satu ke tanaman lainnya melalui perantara angin dan serangga.

Al Quran telah menjelaskan bahwa Allah SWT menyebarkan dimuka bumi ini berbagai jenis serangga. Ada beberapa jenis serangga yang merugikan bagi manusia contohnya kutu yang dapat merusak beberapa tanaman pertanian, misalnya tanaman wijen. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-A'raf ayat 133 yang berbunyi :

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالدَّمَ مِثْقَالَ حَبِّ خَمِيرٍ فَأَسْتَكْبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا مُّجْرِمِينَ

“Maka kami kirimkan kepada mereka taufan, belalang, kutu, katak dan darah sebagai bukti yang jelas, tetapi mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum yang berdosa” QS Al-A'raf (7:133).

Tafsir Al Muyassar menjelaskan makna dari ayat ini yaitu akibat keburukan sikap manusia, Allah mengirimkan kepada mereka kumpulan belalang yang memakan tanaman mereka sehingga kebun mereka menjadi tandus, kutu yang memakan biji-bijian dan segala makanan yang mereka simpan dalam rumah, katak-katak yang merusak kehidupan dan mengganggu tidur mereka dan darah yang mengalir pada air minum dan air sungai mereka sehingga tidak dapat mereka manfaatkan (Mokhtasr, 2015). Hama yang menyerang tanaman wijen salah satunya disebabkan oleh patogen *Fusarium*. Patogen ini mampu menyebar sangat cepat dengan bantuan serangga dan angin. Selain itu, jika tanaman sudah terserang *Fusarium* maka akan semakin banyak kutu yang bersarang didalam tanah dan persentase gagal panen akan semakin besar.

Beberapa cara untuk memusnakan penyakit ini yaitu dengan merakit penahan kultivar (Utomo, 2005) dan pemakaian fungisida (Chandra, 1998). Pembasmian penyakit menggunakan metode ini kurang efektif karena patogen akan selalu beradaptasi membentuk tipe-tipe baru dengan patogenisitas yang lebih kuat (Kurniawan, 2008). Penggunaan fungisida yang berasal dari senyawa kimia sintetik dapat menyebabkan kematian pada organisme nontarget dan merusak lingkungan akibat residu yang dihasilkan. Pada umumnya manusia lebih menyukai penggunaan bahan-bahan yang bersifat praktis dan instan tanpa memperhatikan akibat dan dampak yang akan terjadi. Dalam Al Quran surat Ar-Ruum ayat 41 Allah berfirman:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” QS Ar-Ruum (30:41).

Tafsir Al Muyassar menjelaskan makna dari “*bahri*” adalah perkotaan dan pedesaan yang berada di atas laut atau sungai. Sedangkan “*barri*” adalah perkotaan dan pedesaan yang tidak berada di atas laut atau sungai. Dan pada “*Zubdatut Tafsir Min Fathil Qadir*”, Syaikh Sulaiman menafsirkan bahwa telah tampak kerusakan di berbagai hal seperti kegersangan, kekeringan, kebakaran, banjir, penyakit, kegelisahan, dan ditawan oleh musuh akibat kemaksiatan dan dosa manusia. Supaya Allah membuat mereka merasakan balasan dari sebagian perbuatan mereka di dunia sebelum dihukum di akhirat dan supaya mereka bisa kembali dari kemaksiatan mereka dan bertaubat atas dosa-dosa (mereka) (Mokhtasr, 2015).

Dan pada surat Al-A’raf ayat 56 Allah menegaskan agar manusia tidak berbuat kerusakan di muka bumi setelah Allah memperbaikinya. Allah berfirman:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ
الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadaNya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik” QS Al-A’raf (7:56).

Tafsir Al Muyassar menjelaskan makna dari “*وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ*” yaitu janganlah membuat kerusakan di muka bumi dengan membunuh manusia, menghancurkan rumah-rumah, membunuh hewan-hewan, menebang pepohonan dan mengeringkan sungai-sungai (Mokhtasr, 2015).

Sehubungan dengan upaya meminimalkan penggunaan pestisida kimia sintesis, maka perlu dilakukan suatu usaha pemanfaatan teknologi yang ramah lingkungan. Recuenco (2005) melaporkan bahwa produksi auksin dapat membantu tanaman untuk mengatasi infeksi patogen. Medan magnetik diketahui dapat memberikan efek pada peningkatan metabolisme tanaman (Cakmak, 2010). Pemberian medan magnet mempengaruhi struktur membran sel, sehingga permeabilitas dan transport ion yang dapat mempengaruhi jalur metabolisme pun meningkat (Iqbal, 2012). Maka diperlukan cara untuk meningkatkan produksi auksin pada tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) untuk mengatasi infeksi patogen *Fusarium*.

Penelitian terbaru menjelaskan bahwa pemaparan medan magnet 0.2 mT dapat mempertahankan daya produksi tomat dari serangan layu *Fusarium* dengan lama pemaparan 7 menit 48 detik (Listiana, 2016). Selain itu pemaparan medan magnet 0.2 mT dapat menghambat patogenitas *Fusarium oxysporum* pada fase generatif sejak pembentukan bunga sampai produksi tomat (Listiana, 2016). Penelitian selanjutnya ini akan dilakukan terhadap tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium* untuk mengetahui pengaruh pemaparan medan magnet pada ketahanan tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapatkan rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian kali ini antara lain yaitu :

1. Pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.
2. Pengaruh intensitas medan magnet terhadap kadar klorofil daun tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.
3. Pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu awal berbunga tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.
4. Pengaruh intensitas medan magnet terhadap berat segar buah wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.
2. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap kadar klorofil tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.
3. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu awal berbunga tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.
4. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap berat segar buah wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.

1.4 Manfaat Penelitian

Data dan metode dari penelitian ini bermanfaat sebagai solusi untuk mengatasi tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang terinfeksi patogen *Fusarium*.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan ini ada beberapa hal yang perlu dibatasi, diantaranya :

1. Benih wijen (*Sesamum indicum l.*) yang digunakan adalah benih wijen (*Sesamum indicum l.*) varietas Winas 1 kelas benih pokok.
2. Data yang diambil adalah pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang, kadar klorofil daun, awal waktu berbunga dan berat segar buah wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium* dengan tanaman wijen yang tidak terinfeksi patogen *Fusarium*.
3. Medan magnet yang digunakan adalah medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz.
4. Patogen *Fusarium* yang digunakan dari daerah Tulung Agung dan diisolasi oleh BALITTAS (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat).
5. Media tanam menggunakan tanah murni pH 7.
6. Pengukuran panjang batang dilakukan setiap minggu satu kali pada hari sabtu selama 7 minggu.
7. Uji kadar klorofil daun menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

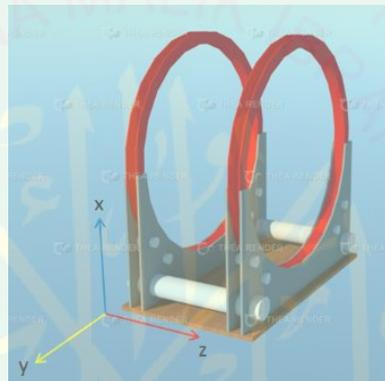
2.1 Medan Magnet

Bumi adalah medan magnet alami (Halliday, 1999), dengan demikian semua benda yang berada di bumi dipengaruhi oleh medan magnet (Reitz, 1994). Medan magnet adalah suatu area disekitar benda magnet yang masih dapat dipengaruhi oleh gaya atau energi benda magnet tersebut (Giancoli, 2001). Area disekitar benda magnet memiliki gaya tarik atau tolak magnet (Soedoyo, 2000).

Setiap batang magnet mempunyai 2 kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan (Halliday, 1999). Jika dua batang magnet didekatkan, masing-masing akan memberikan gaya pada yang lainnya. Jika kutub utara magnet didekatkan pada kutub utara magnet, kedua gaya yang dihasilkan tolak menolak. Tetapi jika kutub utara didekatkan pada kutub selatan, maka akan dihasilkan gaya tarik menarik (Giancoli, 2001). Menurut Soedoyo (2000), jenis bahan di alam dapat dikelompokkan berdasarkan sifat kemagnetannya yaitu berdasarkan arah momen dipol magnet suatu bahan terhadap arah medan magnet yang ada disekitarnya. Berdasarkan sifatnya tersebut, jenis bahan dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu yang bersifat diamagnetik, paramagnetik dan feromagnetik.

Bahan diamagnetik adalah bahan yang memiliki arah dipol magnet yang berlawanan dengan arah medan magnet luar. Ketika diberi magnet dari luar maka arah momen dwikutub unsur diamagnetik menjadi berlawanan arah dengan arah medan magnet luar, contoh: bismut, tembaga, emas, perak, seng, garam dapur (Alonso, 1992). Bahan paramagnetik adalah bahan yang sebagian momen dipol magnetnya searah dengan arah medan magnet luar dan sebagian lagi tidak. Bila ada

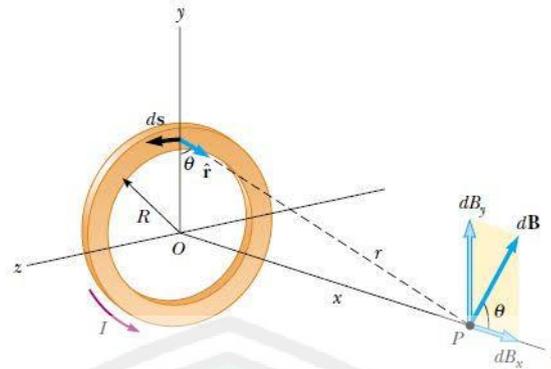
magnet di sekitarnya, maka arah momen dwikutubnya akan searah dengan arah medan magnet luar tersebut, contoh: aluminium, magnesium, wolfram, platina, kayu (Alonso, 1992). Bahan feromagnetik adalah bahan yang jika diberi medan magnet dari luar, semua momen dipolnya searah dengan arah medan magnet luar. Bila ada magnet disekitarnya, maka arah momen dwikutubnya akan searah dengan arah medan magnet luar tersebut (Alonso, 1992). Bahan feromagnetik menunjukkan efek magnetik yang lebih kuat dari pada bahan paramagnetik, contohnya pada besi, kobalt, nikel dan gadolinium (Giancoli, 2001).



Gambar 2.1 Desain Kumparan Helmholtz (Prastio, 2015)

Lingkarana warna merah pada gambar 2.1 merupakan kumparan yang dibalut dengan lilitan kawat yang sama jumlahnya pada masing-masing lingkaran. Jika kumparan tersebut diberikan arus listrik maka akan timbul medan magnet yang sejajar dengan sumbu x. Besar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan ini dapat dihitung menggunakan persamaan penyelesaian hukum Biot-Savart (Prastio, 2015).

Besar kuat medan magnet pada kawat kumparan Helmholtz dapat digambarkan pada gambar 2.2 dengan mengambil titik acuan bahwa medan magnet pada titik P (Tipler, 2001).



Gambar 2.2 Geometri untuk Menghitung Kuat Medan Magnet Disuatu Titik pada Kawat Melingkar (Tipler, 2001).

Pada keadaan seperti gambar 2.2 setiap elemen dB tegak lurus dengan arah vektor r sehingga untuk setiap elemen $|dl \times \hat{r}| = (dl)(1) \sin \theta = dl \sin \theta$. Semua elemen dl memiliki arah yang sama terhadap titik P yang dinyatakan dengan (Tipler, 2001):

$$r^2 = x^2 + R^2 \quad (2.1)$$

Besar medan magnet dB yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir pada lilitan kawat dl dapat dihitung dengan persamaan (Tipler, 2001):

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|dl \times \hat{r}|}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{x^2 + R^2} \quad (2.2)$$

Ketika dijumlahkan semua elemen pada kawat berarus ini komponen dB yang tegak lurus dengan sumbu simpalnya, seperti dB_y pada gambar 2.2 disamakan dengan nilai 0 karena setiap elemen pada loop akan saling menghilangkan, sehingga hanya menyisakan komponen dB_x yang berarti resultan medan magnet pada titik P yang tidak bernilai nol hanyalah pada sumbu x , kemudian besar medan magnet pada sumbu x dapat ditentukan melalui persamaan (Tipler, 2001):

$$dB_x = dB \sin \theta = dB \left(\frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) \quad (2.3)$$

$$dB_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{x^2 + R^2} \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \quad (2.4)$$

Medan magnet pada keseluruhan kawat berarus dapat didapatkan dengan mengintegalkan seluruh elemen dB_x (Tipler, 2001):

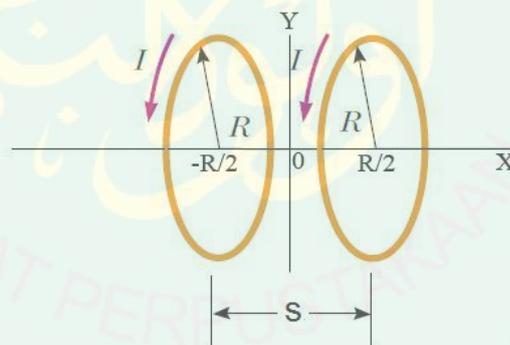
$$B_x = \oint \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{(x^2+R^2)^{3/2}} \quad (2.5)$$

$$B_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{(x^2+R^2)^{3/2}} \oint dl \quad (2.6)$$

Karena integral dl pada seluruh kawat berarus sama dengan $2\pi R$ sehingga persamaan diatas menjadi (Tipler, 2001):

$$B_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR(2\pi R)}{(x^2+R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{(x^2+R^2)^{3/2}} \quad (2.7)$$

Kumparan Helmholtz dibuat dengan dua kumparan dengan bentuk dan ukuran sama yang disusun secara paralel sebagaimana gambar 2.2 pada gambar jika titik P diambil sebagai acuan ditengah kumparan, maka medan magnet pada titik P merupakan hasil penjumlahan dari masing-masing kumparan (Prastio, 2015).



Gambar 2.3 Kumparan Penyusun Kumparan Helmholtz yang Terpisah dengan Jarak S (Prastio, 2015).

Berdasarkan gambar 2.3 medan magnet pada sumbu x dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Prastio, 2015):

$$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2} = \left[\frac{1}{\left(\left(x+\frac{1}{2}\right)^2 + R^2\right)^{3/2}} + \frac{1}{\left(\left(x-\frac{1}{2}\right)^2 + R^2\right)^{3/2}} \right] \quad (2.8)$$

Agar medan magnet yang diperoleh dapat seragam diantara dua kumparan, maka turunan dari B terhadap x di sekitar titik nol haruslah nol juga. Sehingga turunan pertama didapatkan (Prastio, 2015):

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = 0 \quad (2.9)$$

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = -\frac{3}{2} \frac{\mu_0 I R^2}{2} \left[\left(\left(x + \frac{1}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{\frac{3}{2}} 2 \left(x + \frac{1}{2} \right) + \left(\left(x + \frac{1}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{\frac{3}{2}} 2 \left(x + \frac{1}{2} \right) \right] \quad (2.10)$$

Karena $x=0$ maka turunan pertama akan diperoleh hasil nol. Agar dapat mencapai medan magnet yang seragam pada kedua kumparan maka turunan kedua juga harus memiliki nilai akhir sama dengan nol, sehingga didapatkan (Prastio, 2015):

$$\left. \frac{d^2B}{dx^2} \right|_{x=0} = -\frac{3}{2} \mu_0 I R^2 \left[2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{5/2} - \frac{5}{2} l^2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{7/2} \right] \quad (2.11)$$

$$0 = -\frac{3}{2} \mu_0 I R^2 \left[2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{5/2} - \frac{5}{2} l^2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{7/2} \right] \quad (2.12)$$

$$2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{5/2} = \frac{5}{2} l^2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{7/2} \quad (2.13)$$

$$\left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{-5} = \left(\frac{5}{4} l^2 \right)^2 \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{-7} \quad (2.14)$$

$$\left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right)^{-2} = \left(\frac{5}{4} l^2 \right)^2 \quad (2.15)$$

$$\frac{l^2}{4} + R^2 = \frac{5}{4} l^2 \quad (2.16)$$

$$R^2 = \frac{5}{4} l^2 - \frac{l^2}{4} \quad (2.17)$$

$$R^2 = l^2 \quad (2.18)$$

$$R = l \quad (2.19)$$

Hasil yang diperoleh berarti bahwa medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz akan seragam antara kumparan yang satu dengan yang lain jika jarak antar keduanya sebanding dengan nilai jari-jari kumparan.

2.2 Morfologi Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) termasuk jenis tanaman setahun yang tingginya sekitar 1.5-2.0 meter dengan tipe pertumbuhan tegak. Wijen terbagi menjadi dua jenis yaitu wijen berbiji putih (wijen sapi) dan wijen berbiji kecoklatan atau hitam (wijen kerbau) (Juanda, 2009). Adapun klasifikasi tanaman wijen sebagai berikut :



Gambar 2.4 Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)
(Schuster, 1992)

- Divisi : Spermatophyta.
 Sub-divisi : Angiospermae.
 Class : Dicotyledoneae.
 Famili : Pedaliaceae.
 Genus : *Sesamum*.
 Spesies : *Sesamum indicum l.*

2.2.1 Batang

Batang wijen sedikit berkayu, tumbuh tegak, berlekuk empat, beralur, berbuku-buku, berbulu halus (Steenis, 1975), dan umumnya bercabang. Berdasarkan tempat kedudukan cabang, wijen dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu: cabang terbentuk mulai dari bawah dan yang lain terbentuk setelah tanaman agak tinggi. Warna batang dan cabang dari kuning sampai ungu (Weiss, 1971).

2.2.2 Daun

Susunan daun umumnya berselang-seling, dengan bentuk dan ukuran antara daun bawah, tengah, dan atas berbeda, panjang antara 3-17.5 cm, lebar 1-7 cm, panjang tangkai daun 1-5 cm. Daun bawah berhadapan, bertangkai panjang, berbentuk agak lebar, bagian tengah lebar atau sering kali berlekuk, sedangkan bagian atas berbentuk lanset. Pada permukaan bawah daun berbulu. Kedudukan daun umumnya menggantung, tetapi ada juga yang tegak dan horizontal. Warna daun bervariasi dari hijau, hijau tua, sampai hijau keunguan. Warna hijau pada tanaman juga dijelaskan dalam Al Quran surat Al An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالرَّيُّونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْجِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak, dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” Q.S Al An'am (6:99).

Shihab (2001) menafsirkan bahwa kata khodiron bermakna bagian pohon yang berwarna hijau, terutama pada daun. Daun itu ibarat pabrik yang mengolah komposisi zat-zat tadi untuk didistribusikan kebagian-bagian pohon yang lain, termasuk biji dan buah.

2.2.3 Bunga

Tanaman wijen tergolong tanaman menyerbuk sendiri bunganya bersifat *hermafrodit*, yakni kepala putik diserbuki oleh tepung sari dari bunga yang sama. Tetapi dapat juga terjadi penyerbukan silang oleh serangga, dan tidak pernah terjadi penyerbukan oleh angin. Serangga yang biasa membantu penyerbukan adalah jenis kumbang. Tanaman wijen bersifat fotosensitif, yaitu pembungaan dipengaruhi oleh panjang hari. Artinya tanaman wijen akan berbunga lebih awal jika mendapat penyinaran yang lebih pendek dari periode kritisnya (Beech, 1981).

Bunga wijen tumbuh pada ketiak daun, baik pada batang maupun cabang. Setiap ketiak biasanya hanya menghasilkan 1-3 bunga yang bertangkai pendek dengan nektar pada dasar bunga. Kelopak bunga kompak, terletak pada bagian basal bunga. Mahkota bunga bentuknya menyerupai tabung atau terompet ada lima buah lekukan yang saling menyatu. Kedalaman lekukan tidak sama tergantung varietas, dan ada juga yang tanpa lekukan. Mahkota bunga berbulu, terutama pada permukaan luar. Warna mahkota bunga bervariasi, biasanya putih sampai ungu. Pada permukaan bagian dalam terdapat bintik-bintik merah. Ada hubungan antara warna bunga dengan warna kulit biji. Tanaman yang berbunga gelap menghasilkan biji yang berwarna gelap pula (Weiss, 1971).

Benang sari berjumlah lima, menempel pada tabung mahkota bunga, empat diantaranya fertil sedangkan yang satu steril. Keempat benang sari yang fertil tersebut tersusun berhadapan, sepasang diantaranya lebih pendek dari yang lain (Steenis, 1975). Mahkota bunga wijen mekar pada waktu pagi hari, mulai layu pada tengah hari, dan gugur pada sore hari. Setelah bunga mekar kepala sari menjulur, membuka dan selanjutnya mengeluarkan tepung asri. Kepala putik matang sehari sebelum bunga mekar dan bertahan sampai hari berikutnya (Weiss, 1971).

2.2.4 Buah

Buah wijen berbentuk kapsul atau polong, dindingnya terdiri dari dua lapisan. Lapisan luar tersusun dari sel-sel parenkim, dan lapisan dalam tersusun dari serat-serat panjang. Lokul (ruang polong) adalah tempat kedudukan biji, jumlah lokul 4 atau 8, tergantung varietasnya. Bentuk dan ukuran kapsul bervariasi, biasanya yang berlokul 4 lebih panjang dan lebih kecil dari yang berlokul 8 (Weiss, 1971). Perkembangan ukuran kapsul berlangsung sampai dengan 24 hari, tetapi perkembangannya yang paling cepat terjadi 9 hari pertama setelah bunga mekar. Perkembangan berat kapsul berlangsung sampai dengan 21 hari, tetapi perkembangannya paling cepat pada 12 hari pertama setelah bunga mekar (Weiss, 1971). Sifat kepecahan kapsul berbagai varietas berbeda. Jika kapsulnya terlalu mudah pecah, maka resiko kehilangan hasil akibat terlambat panen sering dialami, karena setelah buah pecah biji akan keluar dan jatuh (Abajoglou, 1981).



Gambar 2.5 Kapsul Buah Wijen
(Abajoglou, 1981)

2.2.5 Biji

Biji wijen berukuran kecil, oval, dan salah satu ujungnya runcing. Berat 1.000 biji bervariasi yaitu antara 2-4 gram. Biji wijen yang ditanam dilahan akan lebih tumbuh subur dibandingkan ditanam pada polybag. Dalam Al Quran surat Abasa ayat 27 Allah berfirman :

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا

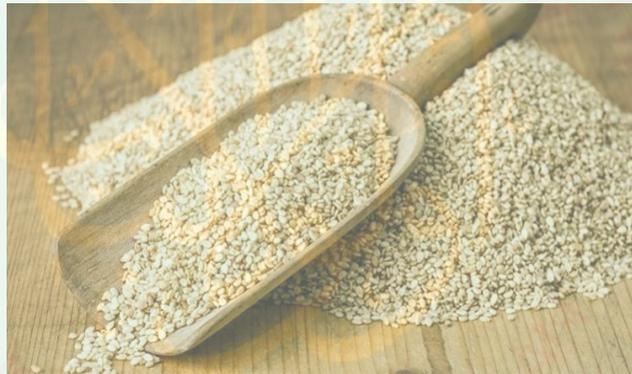
“Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu “ QS Abasa (80:27).

Pada tafsir Al Muyassar dijelaskan makna dari ayat diatas yaitu Allah menumbuhkan biji-bijian di bumi yakni biji-bijian yang kalian makan. Dan pada tanaman itu terus tumbuh dan berkembang sampai menjadi biji kembali (Qarni, 2007). Kulit biji umumnya halus dan ada beberapa varietas berkulit kasar. Ada korelasi antara kekasaran kulit biji dengan kandungan minyak, makin kasar kulit biji kandungan minyak makin rendah. Kulit biji semakin tipis, mutu wijen dinilai semakin baik. Warna kulit biji bervariasi tergantung varietasnya yaitu putih, kuning, coklat, abu-abu, dan hitam. Warna biji juga berpengaruh terhadap kandungan air, minyak, albumin, karbohidrat, serat kasar, dan abu pada bijinya (Weiss, 1971). Koleksi plasma nutfah wijen di BALITTAS berat 1.000 bijinya

berkisar antara 2-3.5 gram, umumnya berkulit halus dan warna kulit adalah putih, coklat dan hitam.

2.2.6 Kandungan Tanaman Wijen

Wijen (*Sesamum indicum l.*) merupakan tanaman asal Afrika yang kaya manfaat (Juanda, 2009). Adapun benih wijen (*Sesamum indicum l.*) mengandung 50.53% minyak nabati, 20% protein 7-8 serat kasar, 15% residu bebas nitrogen 4.5-6.5 % abu. Minyak wijen yang diproduksi dari benih wijen mengandung vitamin E. Selain itu, minyak wijen juga mengandung lemak tak jenuh dan sama sekali tidak mengandung asam linoleat. Ampas benih wijen juga mengandung protein sehingga bagus untuk pakan hewan ternak (Hariyono, 2005).



Gambar 2.6 Biji Wijen [*Natural Food Series*]
(Setyowati, 2018)

Menurut Handajani dan Hastuti (2002), Weiss (1971) dalam Handajani (2006) komposisi kimia benih wijen dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Biji Wijen Berkulit Per100 Gram

No	Komposisi Kimia	Varietas Putih		Varietas Hitam	
		1	2	1	2
1	Air (g)	8.3	4.9	5.4	5.4
2	Protein (g)	17.8	22.5	17.8	25
3	Lemak (g)	48.4	48.1	48	46.5
4	Karbohidrat (g)	15.5	14.5	15.3	9.1
5	Ca (mg)	1.13	–	–	–
6	P (mg)	614	–	–	–
7	Fe (mg)	9.5	–	–	–
8	Vitamin B (μ g)	0.93	0.98	–	–
9	serat	8.5	6.3	8.3	6.5
10	Abu	1.4	5.3	0.6	6.7

Sumber : Handajani dan Hastuti (2002), Weiss (1971) dalam Handajani (2006)

2.2.7 Jenis Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Ada 2 jenis tanaman wijen unggulan yang tahan pada lahan kering yaitu Winas 1 dan Winas 2. Winas 1 merupakan varietas unggul wijen genjah (± 101 hari) berpotensi hasil 2.2 ton per hektare dengan kandungan minyak > 50%. Keunggulan dari varitas ini adalah toleran terhadap kekeringan. Umumnya yang genjah menyebabkan varietas Winas 1 dapat dibudidayakan mengikuti pola pergiliran tanaman pada lahan sawah sesudah padi. Pengembangan varietas ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan petani pada musim kemarau (Sudarmo, 2012)

Ukuran biji pada varietas Winas 1 lebih kecil sehingga lebih efisien untuk bahan baku industri makanan. Selain itu rasanya lebih gurih dibandingkan wijen impor dan risiko gagal panen lebih kecil dari pada tanaman lain (Purnomo, 2015).

2.3 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman diawali dari fase vegetatif yang dimulai dari biji. Biji memiliki tiga bagian yaitu embrio, kulit biji dan endosperma (Mulyani, 2006). Biji dapat mengalami masa dormansi, dimana embrio berhenti tumbuh dan metabolismenya hampir berhenti. Didalam biji embrio dan suplai makanannya terbungkus oleh selaput biji yang berupa pelindung yang keras, terbentuk dari integumen oval. Lamanya biji dormansi berbeda-beda tergantung pada spesies tumbuhan dan kondisi lingkungan. Germinasi diawali oleh imbibisi yang menyebabkan biji mengembang dan selaput biji mekah dan diikuti dengan pemicuan perubahan-perubahan metabolisme didalam embrio yang membuat embrio kembali tumbuh. Setelah hidrasi, enzim-enzim mulai mencerna material-material simpanan endosperma atau kontiledon, dan *nutrien butrien* ditransfer kebagian-bagian embrio yang sedang tumbuh. Organ pertama yang muncul pada germinasi biji adalah radikula atau akar embrionik (Campbell, 2008).

Pertumbuhan dan perkembangan benih tanaman juga dibahas dalam Al Quran yang kemudian terbukti secara ilmiah oleh para ilmuwan di dunia. Pada Q.S Al-An'am [6]:95 Allah berfirman :

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَالِقُ نُوْفُكُوْ

“*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang*

mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling ?” (Q.S Al-An'am [6]:95).

Pada tafsir Al Muyassar menjelaskan bahwa dalam ayat ini menegaskan tentang ke-Esaan Allah dan kehebatan penciptaan Allah yang dapat dilihat. Allah menegaskan hal ini dengan jumlah ismiyah yang berfungsi untuk menjelaskan ketetapan dan konsistensi sifat-Nya. Pada proses penumbuhan dimulai dengan pecahnya biji, lalu keluarnya sesuatu yang hidup (tanaman) dari sesuatu yang mati (biji). Benih yang terdapat pada tanaman dengan tempat yang sempit yang juga terdapat didalamnya zat-zat yang tidak hidup berakumulasi. Ketika benih menjadi tunas, benih akan mencari makanan sendiri melalui zat-zat kandungan yang ada didalam tanah dan tanaman tersebut (Qarni, 2007).

Fase generatif tanaman dimulai dari terbentuknya bunga. Bunga merupakan tunas reproduktif *sporofit angiosperma*, umumnya terdiri dari empat lingkaran daun termodifikasi membentuk organ bunga yang terpisah oleh interodus pendek. Organ bunga terdiri dari sepal, petal, stamen dan karpel. Stamen dan karpel merupakan organ reproduktif, sementara sepal dan petal bersifat steril. Stamen terdiri dari sebatang tangkai yang disebut anter. Di dalam anter terdapat ruang-ruang yang disebut mikrosporangium atau kantong polen yang menghasilkan polen. Karpel memiliki sebuah ovarium (ovari), di dalamnya terdapat satu ovul atau lebih. Jumlah ovul bergantung pada jenis spesiesnya (Campbell, 2008).

2.4 Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Carbonell. (2000) membuktikan bahwa medan magnet menyebabkan peningkatan germinasi benih. Pemberian medan magnet pada air yang digunakan

untuk merendam biji menyebabkan peningkatan permeabilitas dinding membran biji terhadap air, mengaktifkan ion kalsium, dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam air yang berbahaya pada germinasi biji serta pertumbuhan tanaman (Matwijczuk, 2012). Pemaparan medan magnet mempengaruhi molekul-molekul air dan meningkatkan potensial listrik air (Aladjadiyan, 2002). Potensial listrik menyebabkan peningkatan konsentrasi elemen yang tinggi pada daun yang diberi pemaparan medan magnet, elemen Ca, K, Fe dan Zn di daun menunjukkan konsentrasi yang signifikan yang dapat mengindikasikan kualitas pertumbuhan dari tanaman yang menggunakan air yang diberi medan magnet, adanya stabilitas dari elemen serapan di dalam tanaman menyebabkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Pemaparan medan magnet pada air dapat meningkatkan pertumbuhan dan peningkatan akumulasi elemen di dalam tanaman yang akan berhubungan dengan peningkatan kualitas makanan (El Shokali, 2015). Shabrangi dan Majd (2009) membuktikan bahwa medan magnet mempengaruhi pertumbuhan akar, tunas dan peningkatan aktivitas enzim. Iqbal. (2012) juga membuktikan bahwa enzim yang diperlukan untuk perkecambahan dan pertumbuhan ditemukan lebih tinggi pada tanaman kacang yang diberi perlakuan medan magnet. Paparan medan magnet dapat meningkatkan germinasi benih dan pertumbuhan pada fase awal selada (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) serta aktivitas enzim peroksidase (Mousavizadeh, 2013). Peroksidase merupakan enzim yang terlibat dalam respon tanaman terhadap patogen (Lagrimini *et al.*, 1997). Zheng *et al.* (2005) membuktikan bahwa aktivitas peroksidase dapat meningkatkan sintesis lignin pada tanaman lada (*Piper nigrum*). Lignin berfungsi untuk menghambat penetrasi patogen (Vance, 1980). Rochalska

dan Grabowska (2007) menyatakan bahwa pemaparan medan magnetik menyebabkan reduksi dalam aktivitas enzim α - dan β -amilase yang sangat penting dalam pemuliaan dan produksi biji dalam bidang pertanian dan industri makanan. Tanaman yang tumbuh dari biji yang diberi pemaparan medan magnet akan lebih resisten dimasa depan. Medan magnet juga menyebabkan aktivitas yang lebih tinggi pada enzim *glutathione* S-transferase, peningkatan aktivitas enzim ini menyebabkan tumbuhan memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap serangan patogen, stres oksidatif, dan toksisitas logam berat.

Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap kemagnetan suatu bahan atau molekul yang ada didalam tumbuhan baik yang tersusun dari unsur-unsur maupun yang tersusun dari ion-ion. Bahan yang ada disekitar medan magnet akan terpolarisasi dalam hal ini terjadi proses pensejajaran dipol magnet karena adanya pengaruh medan magnet secara eksternal. Peristiwa ini terjadi karena dalam suatu bahan ada spin dan elektron yang tidak berpasangan sehingga dengan adanya medan magnet dari luar maka spin tersebut akan mengalami torsi dan momen dipolnya cenderung berorientasi dengan medan magnet yang berasal dari luar bahan tersebut (Wijayanto, 2008). Menurut Sutrisno dan Gie (1979), magnetisasi suatu bahan yang disimbolkan dengan M sebanding dengan intensitas magnetiknya (H), dapat dituliskan dalam rumus :

$$M = X_m H \quad (2.20)$$

X_m disini sebagai simbol suseptibilitas magnetik. Medan magnet yang dapat mempengaruhi bahan yang ada disekitar adalah berasal dari medan magnet yang dipaparkan dan berasal dari medan magnet akibat adanya magnetisasi, sehingga persamaan diatas dapat ditulis sebagai berikut (Sutrisno dan Gie, 1979):

$$B = \mu_0 H + \mu_0 M \quad (2.21)$$

Persaman 2.21 dapat disubstitusikan kedalam persamaan 2.22 sehingga:

$$B = \mu_0 H + \mu_0 X m H \quad (2.22)$$

$$B = \mu_0 (1 + X m) H \quad (2.23)$$

Ion K^+ , Na^+ , dan Ca^{2+} merupakan kandungan yang juga terdapat dalam tumbuhan. Ketiga ion tersebut memiliki suseptibilitas yang berbeda. Jika suseptibilitas ion adalah negatif maka pengaruh yang diberikan akan cenderung lebih kecil. Ketika nilai suseptibilitas positif dengan posisi bahan dalam kategori paramagnetik maka pengaruh yang diberikan akan lebih besar dan cenderung berpengaruh terhadap momen magnetik ion akan menjadi searah, hal inilah yang kemudian menyebabkan pergerakan suatu ion dalam bahan (Tipler, 2001).

Pada tahun 1747 Wittenberg dari Jerman memperoleh kesimpulan bahwa air yang dialirkan dari pipa kapiler tetes demi tetes akan mengalir dengan konstan jika dialiri arus listrik. Penelitian ini dilanjutkan oleh Jean Antione Nollet yang kemudian melakukan eksperimen ulang terhadap penelitian Wittenberg, kemudian beliau memperoleh sebuah kesimpulan bahwa aliran listrik sebenarnya memiliki sebuah efek yang luar biasa terhadap sesuatu. Kemudian diletakkan sebuah tumbuhan dengan pot logam disekitar bahan konduktor dan Nollet menyimpulkan bahwa penguapan tanaman tersebut semakin naik (Tompkin, 2008).

2.5 Jamur *Fusarium*

Sebagian besar spesies *Fusarium* merupakan jamur tanah yang menyebar diseluruh dunia. Beberapa adalah patogen tanaman, menyebabkan busuk akar dan batang, layu pembuluh atau buah busuk (Sari, 2017). Pada layu *Fusarium* warna

pada pangkal batang dan garis-garis pada berkas pembuluh cenderung berwarna coklat. Pada kondisi lembab terlihat miselia putih pada bagian yang busuk. Kulit batang yang sakit akibat layu *Fusarium* lebih mudah dikupas dibandingkan layu bakteri (Yulianti, 2016).

Layu *Fusarium* memiliki beberapa *strain* yang memiliki inang berbeda. Jamur ini mampu bertahan dalam tanah puluhan tahun dalam bentuk *khlamidospora*. *Fusarium* juga mampu hidup sebagai saprofit dalam sisa-sisa tanaman atau bahan organik lainnya. *Khlamidospora* berkecambah ketika ada eksudat akar tanaman. Jamur akan masuk ke dalam jaringan tanaman melalui luka, baik yang ditimbulkan oleh serangan nematoda atau alat pertanian juga luka akibat retaknya akar ketika akar sekunder muncul (Yulianti, 2016).

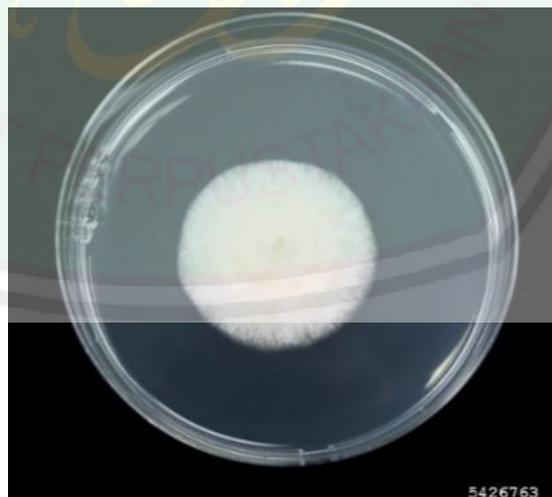
Ketika jamur sudah mencapai pembuluh kayu, maka jamur akan menyebar dan berkembang baik. Miselia jamur menghasilkan *khlamidospora* dan *mikrokonidia*. Tanaman akan menghasilkan tilosa untuk menghambat pertumbuhan dan penyebaran jamur, akibatnya transportasi hara terhambat dan menyebabkan tanaman layu.

Kingdom	: <i>Fungi</i>
Divisi	: <i>Ascomycota</i>
Ordo	: <i>Hypocreales</i>
Genus	: <i>Fusarium</i>
Spesies	: <i>Fusarium</i>

Penyakit menyebar dari kebun ke kebun melalui alat-alat pertanian yang membawa tanah atau sisa tanaman yang mengandung jamur. Sementara

khlamidospora bisa tersebar bersama dengan debu yang terbawa angin atau percikan air hujan. Terkadang bibit sudah terkontaminasi jamur, namun belum menunjukkan gejala. *Fusarium* tumbuh dengan baik dan menyebar dengan cepat pada suhu sekitar 28⁰C. Penyakit cenderung lebih parah pada tanah lempung berpasir. Serangan menjadi lebih parah jika didahului dengan serangan nematoda pada akar.

Pengendalian jamur *Fusarium* ini dapat dilakukan dengan rotasi tanaman untuk mengurangi sumber inokulum. Pencegahan bisa dilakukan dengan menggunakan fungisida seperti benomil yang diberikkan dipembibitan, saat tanam, dan 4 MST. Selain itu alat-alat pertanian harus dibersihkan dari tanah untuk menghindari tersebarnya jamur. Jika tanaman sudah terinfeksi maka bisa dilakukan sanitasi dan membongkar tanaman yang sakit agar tidak menjadi sumber inokulum. Membenamkan sisa tanaman tidak akan mengurangi sumber inokulum karena jamur bisa bertahan hidup sebagai saprofit atau bisa mengendalikan nematoda dan memilih varietas yang tahan terhadap serangan layu *Fusarium*.



Gambar 2.7 *Fusarium* (Barnet dan Hunter, 1998)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian untuk mengetahui pertumbuhan tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diberi perlakuan medan magnet dengan lama pemaparan 20 menit selama 5 hari yang diinfeksi jamur *Fusarium* disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama, perlakuan pemaparan intensitas medan magnet terdiri dari 6 taraf perlakuan: 0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT. Faktor kedua, infeksi benih oleh *Fusarium* yang terdiri dari benih tanpa infeksi *Fusarium* dan benih yang diinfeksi *Fusarium* dengan kerapatan 10^7 konidia/ml. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 5 kali dan ulangan dijadikan satu kelompok.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul “Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*” dilaksanakan pada bulan Februari 2020 di laboratorium Medan Magnet dan Biofisika jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Selanjutnya tanaman ditanam dan diteliti di daerah Tumpang dengan ketinggian 597 mdpl.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

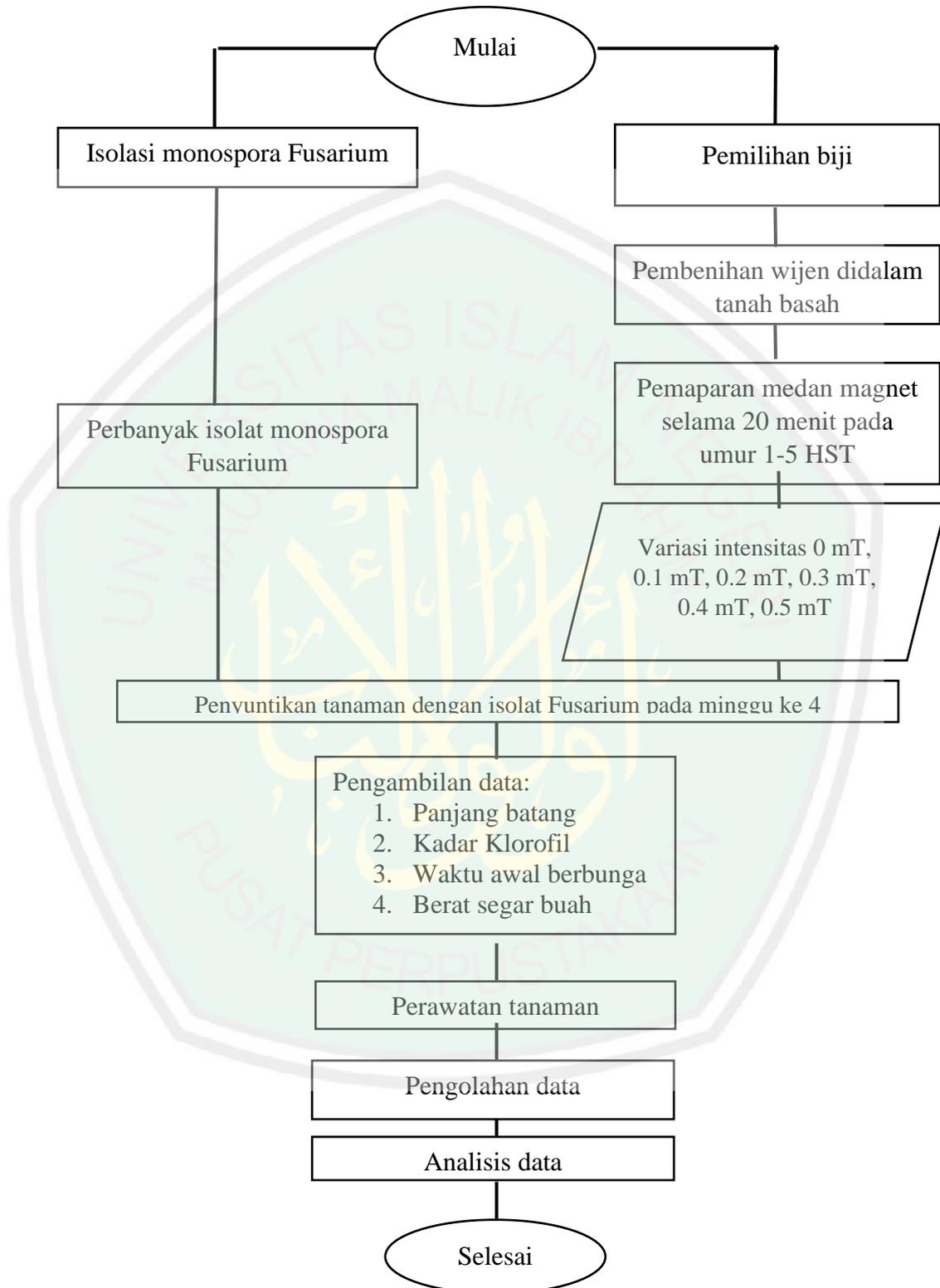
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat yang digunakan untuk pembuatan media PDA dan memperbanyak isolat monospora *Fusarium* yaitu Laminar Air Flow (LAF), Autoclave, timbangan digital, hot plate, petridish 5 buah, gelas ukur bervolume 100 ml, beker glass berukuran 500 ml dan 1000 ml, pengaduk, erlenmeyer berukuran 250 ml, bunsen, tabung reaksi, rak tabung reaksi, spatula, jarum ose, aluminium foil, plastik wrap, kapas, kain kasa, karet gelang. Peralatan yang digunakan untuk menghitung konidia jamur *Fusarium* adalah haemocytometer, mikropipet, dan mikroskop Nikon Eclipse E 100. Alat yang digunakan untuk perlakuan medan magnet adalah kumparan Helmholtz, power supply, connecting cord, teslameter, media pembibitan, dan kertas label. Peralatan yang digunakan untuk mengukur panjang batang yaitu jangka sorong dan penggaris. Dan alat yang digunakan untuk mengukur kadar klorofil adalah spektrofotometri UV Vis.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji wijen varietas Winas 1, tanah murni, aquadest, isolate patogen *Fusarium*, PDA (*Potato Dextrosa Agar*), NaCl, Safranin, spiritus, alkohol 70%, chloramphenicol kapsul, plastic wrap, aluminium foil, pupuk NPK dan kertas Whatpad no 42.

3.4 Bagan Alir Penelitian

Tahap penelitian disajikan dalam bagan alir sebagai berikut :



3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Jumlah total kombinasi perlakuan pada penelitian ini adalah 12x5 atau 60 kombinasi perlakuan. Masing-masing polybag terdiri dari 3 benih wijen (*Sesamum indicum l.*). Pemaparan medan magnet dilakukan selama 20 menit. Setelah bibit tanaman wijen dipapari medan magnet selama 5 kali pemaparan, pada hari ke 30 tanaman wijen diinfeksi dengan patogen *Fusarium* dengan kerapatan 10^7 konidia/ml. Pada penelitian ini terdapat beberapa proses :

1. Perbanyak isolat monospora *Fusarium*
2. Pemilihan dan pembenihan biji wijen didalam tanah
3. Perlakuan medan magnet
4. Penanaman dan perawatan tanaman di polybag besar
5. Penyuntikan tanaman dengan isolat *Fusarium* pada minggu ke 4
6. Pengambilan data
7. Analisis data

3.5.1 Perbanyak Isolat Monospora *Fusarium*

Ada 2 tahap dalam memperbanyak monospora *Fusarium* sebagai berikut:

1. Pembuatan media PDA
 - a. Ditimbang serbuk media PDA (*Potato Dextro Agar*) 7.8 gram
 - b. Dipindahkan serbuk media PDA (*Potato Dextro Agar*) ke beaker glass, lalu ditambah aquades dengan volume 200 ml
 - c. Panaskan larutan dan aduk dengan stirer sampai larutan homogen
 - d. Sterilisasi larutan ke dalam autoclave $\pm 121^{\circ}\text{C}$ (1 atm); ± 15 menit

- e. Ditambahkan antibiotik *chloramphenicol* 500 mg
 - f. Tuang larutan ke cawan petri dan tutup dengan plastik wrap
 - g. Simpan didalam LAF satu hari dengan suhu 28⁰C dengan posisi terbalik
2. Pemindahan monospora ke media PDA baru
- a. Cawan petri yang berisi monospora *Fusarium* disterilkan dengan api bunsen
 - b. Dipindahkan satu hifa *Fusarium* dengan jarum ose ke media PDA baru
 - c. Ditutup dengan plastik wrap



Gambar 3.1 Isolat Monospora *Fusarium* yang Berumur 1 Bulan (Barnet dan Hunter, 1998)

3.5.2 Pemilihan dan Pembenihan Biji Wijen Didalam Tanah

Adapun prosedur pemilihan dan pembenihan biji wijen didalam media tanam sebagai berikut:

1. Biji tanaman yang dipilih memiliki kualitas pertumbuhan yang bagus dan memiliki ukuran yang sama (4-5) miligram .
2. Benih wijen (*Sesamum indicum l.*) yang dipilih adalah benih wijen (*sesamum indicum l.*) jenis varietas Winas 1.
3. Penelitian dilakukan dengan metode penanaman pada tanah murni.

4. Tanah dimasukkan kedalam plastik berukuran 5 X 5 cm, dan dijemur dibawah sinar matahari untuk membunuh bakteri dan serangga.
5. Tanah disiram dengan air terlebih dahulu sebelum pemberian benih.
6. Plastik yang sudah diisi dengan tanah kemudian diberikan 3 benih wijen dengan jarak 20 mm antara benih satu dengan benih lainnya.
7. Penyiraman dilakukan tiap 1 kali sehari untuk menjaga kelembapan media tanam.
8. Tanaman dijemur setiap pagi hari dari jam 7-10 untuk mengurangi etilosi yang berlebihan.

3.5.3 Perlakuan Medan Magnet

1. Sumber medan magnet menggunakan kawat kumparan Helmholtz yang dihubungkan dengan Power Supply.
2. Pada penelitian ini terdiri dari 2 kumparan dengan jarak antara kumparan satu dengan yang lain 200 mm, masing-masing kumparan terdiri dari 1000 lilitan kawat tembaga dengan diameter kawat 1 mm.
3. Jari-jari kumparan sebesar 200 mm dengan ketebalan 25 mm.
4. Pemaparan dilakukan 1 hari setelah tanam (HST).
5. Sampel benih diletakkan ditengah-tengah kumparan Helmholtz.
6. Variasi paparan medan magnet sebesar 0 mT, 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, dan 0.5 mT.
7. Frekuensi medan magnet sebesar 50/60 Hz.
8. Arus diatur sedemikian rupa hingga memperoleh nilai kuat medan magnet yang diharapkan (tidak boleh melebihi 3.5 A).

9. Waktu pemaparan medan magnet selama 20 menit pada umur 1-5 HST.
10. Kontrol suhu 27°C.

3.5.4 Penanaman dan Perawatan Tanaman di Polybag Besar

Adapun prosedur penelitian untuk penanaman tanaman wijen dalam polybag adalah sebagai berikut:

1. Polybag ukuran 30 cm diberi kertas label variasi intensitas medan magnet.
2. Polybag diisi dengan tanah murni tanpa pupuk dengan pH 7 setinggi 20 cm.
3. Bibit pada plastik diletakan diatas tanah dan ditutup tanah sampai ketinggian 5 cm.
4. Tanaman disiram setiap hari satu kali pada pagi hari.
5. Tanaman diberi pupuk NPK saat berumur 10 HST, 20 HST, 30 HST dan 40 HST, dihitung sejak pemindahan bibit ke polybag besar. Adapun dosis yang diberikan secara berurutan adalah 3 gr, 5 gr, 6 gr dan 6 gr per polybag.

3.5.5 Penyuntikan Tanaman dengan Isolat *Fusarium*

Tanaman yang sudah berumur 30 hari sebagian disuntik dengan isolat *Fusarium* dan bagian yang lainnya sebagai kontrol. Adapun prosedur dalam penginfeksian tanaman wijen sebagai berikut:

1. Isolat patoen *Fusarium* diambil menggunakan jarum ose lalu dimasukan kedalam tabung reaksi yang berisi larutan NaCl.
2. Digojog sampai hifa bercampur dengan larutan NaCl.
3. Diencerkan sampai 7 kali pengenceran.
4. Diukur kerapatannya menggunakan *haemactometer* dan mikroskop.

5. Larutan disuntikan ke batang tanaman 10^7 konidia/ml.

3.5.6 Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mengukur panjang batang, kadar klorofil, awal waktu tumbuh bunga dan berat segar buah tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*).

1. Panjang Batang

Pengambilan data panjang batang dilakukan pengukuran menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari ujung sampai permukaan batang tanaman yang menyentuh tanah.

Tabel 3.1 Panjang Batang Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Intensitas (mT)	Waktu Pengamatan(minggu)(cm)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
0 (kontrol)							
0.1							
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							

Tabel 3.2 Panjang Batang Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas (mT)	Waktu Pengamatan(minggu)(cm)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
0 (kontrol)							
0.1							
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							

2. Kadar Klorofil Daun

Pengambilan data kadar klorofil menggunakan alat spektrofotometri UV Vis dengan mencari nilai absorbansinya. Panjang gelombang yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung dengan menggunakan rumus:

Klorofil a (mg/l): $12.7 D-663 - 2.69 D-645$

Klorofil b (mg/l): $22.9 D-645 - 4.68 D-663$

Tabel 3.3 Kadar Klorofil Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Intensitas (mT)	Kadar Klorofil	
	a (mg/l)	b (mg/l)
0		
0.1		
0.2		
0.3		
0.4		
0.5		

Tabel 3.4 Kadar Klorofil Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas (mT)	Kadar Klorofil	
	a (mg/l)	b (mg/l)
0		
0.1		
0.2		
0.3		
0.4		
0.5		

3. Waktu awal berbunga

Tabel 3.5 Waktu Awal Berbunga Tanaman Wijen
(*Sesamum indicum l.*)

Intensitas (mT)	Waktu Awal Berbunga pada Minggu ke-7
0	
0.1	
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	

Tabel 3.6 Waktu Awal Berbunga Tanaman Wijen
(*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas (mT)	Waktu Awal Berbunga pada Minggu ke-7
0	
0.1	
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	

4. Berat Segar Buah Wijen (*Sesamum indicum l.*)Tabel 3.7 Berat Segar Buah Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Intensitas (mT)	Berat Segar Buah (gram)
0	
0.1	
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	

Tabel 3.8 Berat Segar Buah Wijen (*Sesamum indicum l.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas (mT)	Berat Segar Buah (gram)
0	
0.1	
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	

3.6 Analisis Data

Analisis data untuk penelitian pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) ini yaitu menggunakan grafik dengan Microsoft Excel. sehingga pada hasil akhir dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ini memiliki pengaruh terhadap ketahanan tanaman wijen (*Sesamum indicum l.*) yang diinfeksi patogen *Fusarium*.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan medan magnet dengan 2 kumparan kawat Helmholtz yang dihubungkan pada Power Supply. Pada setiap kumparan terdiri dari 1000 lilitan kawat berdiameter 1 mm. Selain itu, penelitian ini menggunakan benih wijen (*Sesamum indicul l.*) varietas Winas 1 dan isolat patogen *Fusarium* yang diperoleh dari BALITTAS (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat). Perlakuan medan magnet pada benih wijen (*Sesamum indicum l.*) dengan lama pemaparan 20 menit selama 5 hari. Pemaparan medan magnet terdiri dari 6 taraf perlakuan : 0 mT, 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, dan 0.5 mT. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 5 kali. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang, kadar klorofil, awal waktu berbunga dan berat segar buah wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium*.

4.1.1 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Panjang Batang Tanaman Wijen

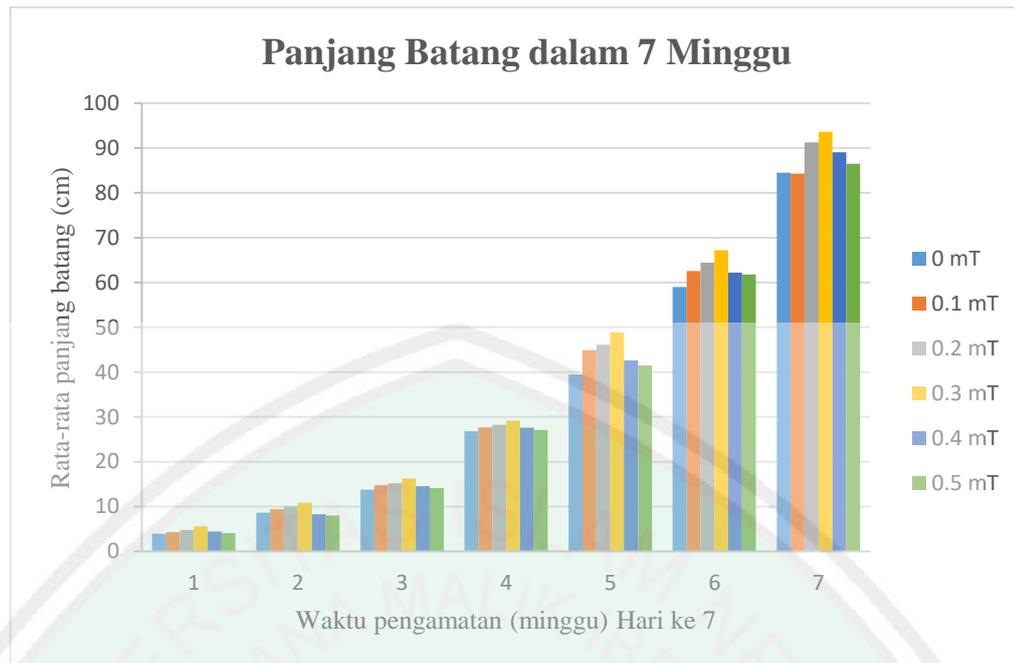
Pengambilan data panjang batang tanaman wijen dilakukan setiap hari sabtu selama 7 minggu. Berdasarkan pengamatan, pengaruh intensitas medan magnet dengan lama paparan 20 menit terhadap panjang batang tanaman wijen diperoleh data dalam bentuk tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Panjang Batang Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l*)

Intensitas (mT)	Rata-rata Panjang Batang (Minggu Ke-) Hari ke 7 (cm)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	3.95	8.68	13.74	26.8	39.5	59	84.5
0.1	4.314	9.432	14.74	27.7	44.9	62.6	84.8
0.2	4.782	9.994	15.23	28.2	46.1	64.4	91.3
0.3	5.59	10.88	16.29	29.16	48.8	67.2	93.6
0.4	4.418	8.268	14.58	27.56	42.6	62.2	89.1
0.5	4.12	7.984	14.11	27.12	41.5	61.8	86.5

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan panjang batang antara sampel sebagai kontrol dan tanaman dengan pemberian medan magnet. Pada sampel kontrol rata-rata panjang batang minggu pertama 3.95 cm dan minggu ke 7 yaitu 84.5 cm. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT rata-rata panjang batang mengalami kenaikan pada minggu pertama yaitu 4.314 cm dan minggu ke 7 sebesar 84.8 cm. Semakin intensitas medan magnet diperbesar maka rata-rata panjang batang mengalami kenaikan hingga intensitas 0.3 mT yaitu pada minggu pertama 5.59 cm dan minggu ke 7 sebesar 93.6 cm. Sedangkan ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.4 mT kurva rata-rata panjang batang mengalami penurunan yaitu pada minggu pertama 4.418 cm dan minggu ke 7 sebesar 89.1 cm. Sampel terakhir dengan pemaparan medan magnet 0.5 mT juga mengalami penurunan kurva rata-rata panjang batang pada minggu pertama 4.12 cm dan minggu ke 7 sebesar 86.5 cm.

Data pada tabel 4.1 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang tanaman sebagaimana pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Panjang Batang Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Pada gambar 4.1 saat pemberian variasi intensitas medan magnet dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan panjang batang sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan. Grafik 4.1 menunjukkan efek dari medan magnet yang mampu meningkatkan panjang batang tanaman. Tanaman tersusun atas sel-sel yang didalamnya terdapat DNA dan disekitar molekul DNA terdapat muatan negatif. Muatan negatif disekitar molekul DNA sebagai intensitas yang dibebani, dimana potensialnya akan meningkat akibat pemberian medan magnet. Efek pemaparan medan magnet telah mencapai aktivasi sintesis protein yang mengarah ke perkembangan lebih lanjut dari akar. Selain itu medan magnet mempengaruhi reproduksi sel dan metabolisme sel serta ekspresi gen dan aktivitas enzim. Maka medan magnet berpengaruh pada level molekuler dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Dhawi, 2009). Efek lanjutan dari medan magnet pada akumulasi prolin yaitu akan menambah dan mempercepat pertumbuhan tanaman (Yokatani, 2001). Dimana prolin merupakan turunan dari asam amino kuarterner.

Pada intensitas 0.1 mT sampai 0.3 mT panjang batang tanaman terus mengalami peningkatan. Sedangkan pada intensitas 0.4 mT dan 0.5 mT kurva pada grafik 4.1 menurun. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada tanaman wijen dengan intensitas 0.3 mT menghasilkan rata-rata panjang batang yang optimal.

4.1.2 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Panjang Batang Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pengambilan data panjang batang tanaman wijen dilakukan setiap hari sabtu selama 7 minggu. Berdasarkan pengamatan, pengaruh intensitas medan magnet dengan waktu pemaparan 20 menit terhadap panjang batang tanaman wijen yang diinfeksi dengan patogen *Fusarium* pada minggu ke 4 dipaparkan dalam bentuk tabel 4.2

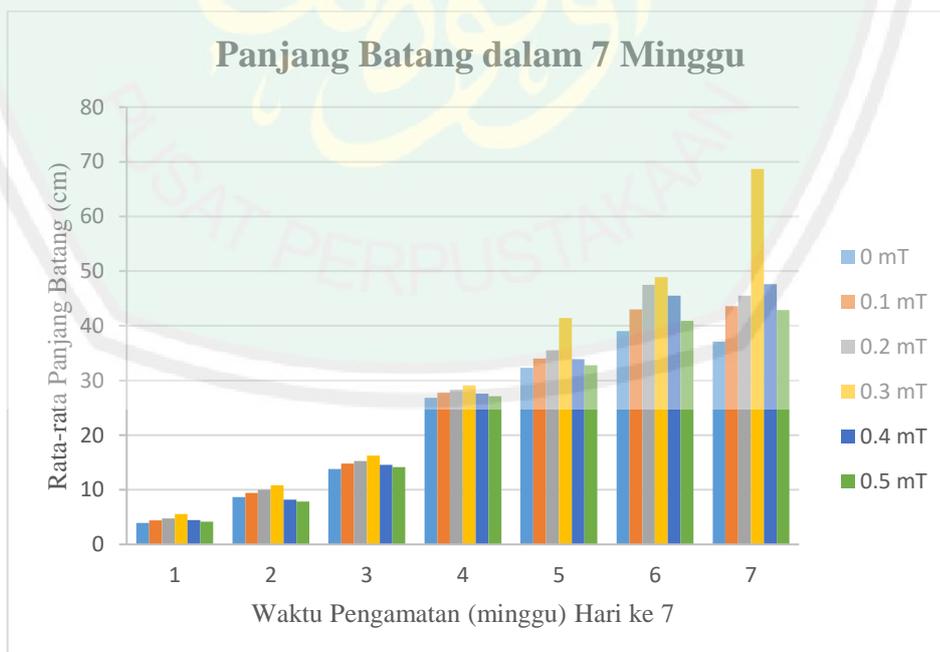
Tabel 4.2 Data Panjang Batang Tanaman Wijen yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas (mT)	Rata-rata Panjang Batang (Minggu Ke-) Hari ke 7 (cm)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	3.916	8.654	13.826	26.82	32.3	39	37.1
0.1	4.376	9.426	14.77	27.76	34	43	43.6
0.2	4.736	9.986	15.28	28.28	35.5	47.5	49.1
0.3	5.556	10.834	16.25	29.12	41.4	54.9	68.7
0.4	4.486	8.2	14.53	27.58	33.9	45.5	47.6
0.5	4.15	7.83	14.168	27.1	32.8	40.9	42.9

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan panjang batang antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan. Pada sampel kontrol rata-rata panjang batang di minggu pertama 3.916 cm dan mengalami penurunan di minggu ke 7 setelah diinfeksi patogen *Fusarium* sehingga rata-rata

panjang batang di minggu ke 7 yaitu 37.1 cm. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT rata-rata panjang batang mengalami kenaikan pada minggu pertama yaitu 4.376 cm dan pada minggu ke 7 sebesar 43.6 cm. Semakin ditambah intensitas medan magnet rata-rata panjang batang mengalami kenaikan hingga pada intensitas 0.3 mT yaitu pada minggu pertama 5.556 cm dan pada minggu ke 7 sebesar 68.7 cm. Sedangkan ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.4 mT kurva rata-rata panjang batang mengalami penurunan yaitu pada minggu pertama 4.486 cm dan pada minggu ke 7 sebesar 47.6 cm. Sampel terakhir dengan pemaparan medan magnet 0.5 mT juga mengalami penurunan kurva yaitu pada minggu pertama 4.15 cm dan pada minggu ke 7 sebesar 42.9 cm.

Data pada tabel 4.2 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang batang tanaman yang diinfeksi patogen *Fusarium* sebagaimana pada grafik



Gambar 4.2 Grafik Panjang Batang Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pada gambar 4.2 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan antara panjang batang sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan. Pada minggu ke 7 panjang batang setiap tanaman mengalami penurunan grafik perubahan panjang kecuali tanaman yang dipapari medan magnet intensitas 0.3 mT. Hal ini disebabkan oleh patogen *Fusarium* yang sudah menyebar ke seluruh bagian tanaman. Pada tanaman kontrol terlihat semakin layu dan batang menjadi bengkok. Sedangkan pada tanaman yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.1 mT, 0.2 mT, 0.4 mT, dan 0.5 mT hanya layu pada bagian pucuk. Treatment medan magnet menyebabkan pelepasan ion radikal bebas meningkat, sehingga mengganggu makromolekul seluler dan aktivitasnya (Ghanati, 2007) serta merusak fungsi enzim antioksidan (sahebjamei, 2007). Proline yang berperan dalam menstabilkan makromolekul dan mengurangi kerusakan (Matysik, 2002) akibat treatment medan magnet dalam waktu yang lama.

4.1.3 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil Daun

Tanaman Wijen

Pengambilan data kadar klorofil menggunakan alat spektrofotometri UV Vis dengan mencari nilai absorbansinya. Daun yang digunakan untuk diekstrak yaitu daun ke 3 dari bawah pada tiap tanaman. Pengambilan daun pada minggu ke 8 hari ke 2. Dalam jenis tumbuhan tingkat tinggi ada beberapa jenis klorofil yang sering dijumpai sebagai hasil dari fotosintesis, tetapi yang sering dijumpai adalah klorofil a dan klorofil b (Sumenda, 2011). Kedua jenis klorofil ini ada pada panjang gelombang 620 nm – 680 nm (Sumaryanti, 2011). Panjang gelombang

yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai Absorbansi Larutan Daun Wijen

Paparan (mT)	Rata-rata Nilai OD (Å)	
	645 nm	663 nm
0	0.137	0.532
0.1	0.247	0.631
0.2	0.361	0.892
0.3	0.389	0.932
0.4	0.324	0.829
0.5	0.283	0.724

Pada tabel 4.3 terdapat perbedaan nilai hasil pengujian kadar klorofil daun tanaman wijen. Dalam hal ini, digunakan pelarut berupa alkohol 70% yang biasa digunakan sebagai senyawa antiseptik dan juga pelarut kimia (Prastyo, 2015). Ekstrak klorofil yang telah diperoleh dari penyaringan dituang ke cuvet sampai garis tanda batas. Permukaan cuvet dibersihkan dengan tissue dan dimasukkan ke dalam Spektrofotometer UV-Vis. Nilai absorbansi disimbolkan dengan OD. Data yang diperoleh pada tabel 4.3 kemudian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Klorofil a (mg/l): } 12.7 D-663 - 2.69 D-645 \quad (4.1)$$

$$\text{Klorofil b (mg/l): } 22.9 D-645 - 4.68 D-663 \quad (4.2)$$

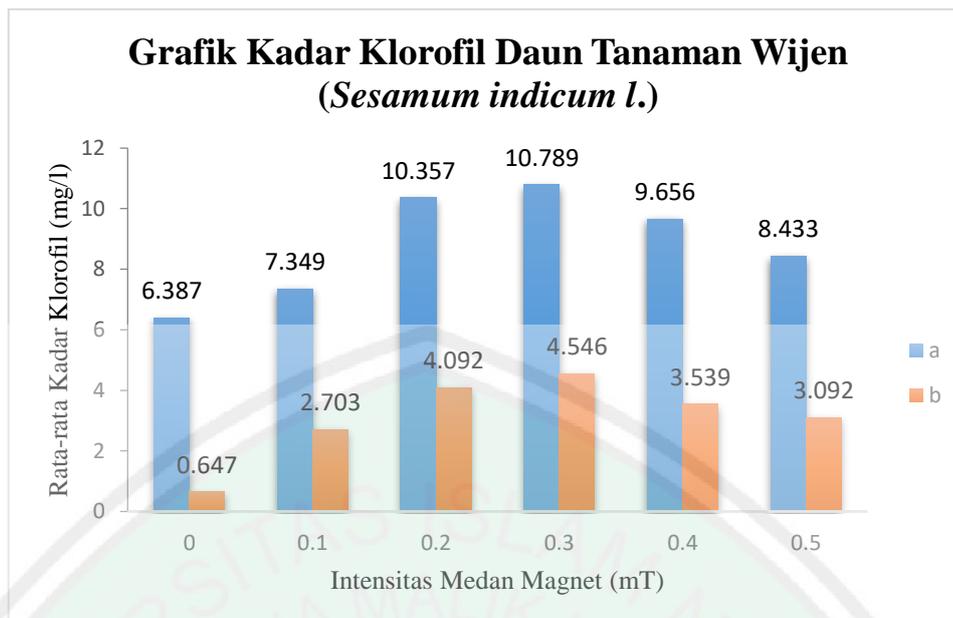
Hasil dari nilai klorofil a dan b dipaparkan dalam bentuk tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Kadar Klorofil a dan b Daun Wijen

Paparan (mT)	Rata-rata Kadar Klorofil	
	a (mg/l)	b (mg/l)
0	6.38787	0.64754
0.1	7.34927	2.70322
0.2	10.35731	4.09234
0.3	10.78999	4.54634
0.4	9.65674	3.53988
0.5	8.43353	3.09238

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar klorofil antara sampel kontrol dengan sampel yang dipapari medan magnet. Pada sampel kontrol rata-rata kadar klorofil a 6.38787 mg/l dan klorofil b 0.64754 mg/l. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT rata-rata kadar klorofil mengalami kenaikan yaitu pada klorofil a 7.34927 mg/l dan klorofil b 2.70322 mg/l. Semakin ditambah intensitas medan magnet rata-rata kadar klorofil daun mengalami kenaikan hingga pada intensitas 0.3 mT yaitu klorofil a 10.78999 mg/l dan klorofil b 4.54634 mg/l. Sedangkan ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.4 mT rata-rata kadar klorofil daun mengalami penurunan yaitu klorofil a 9.65674 mg/l dan klorofil b 3.53988 mg/l. Sampel terakhir dengan pemaparan medan magnet 0.5 mT juga mengalami penurunan rata-rata kadar klorofil daun yaitu klorofil a 8.43353 mg/l dan klorofil b 3.09238 mg/l.

Data pada tabel 4.4 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap kadar klorofil daun sebagaimana pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Pada grafik 4.3 saat pemberian variasi intensitas dengan waktu paparan 20 menit terjadi perbedaan antara kadar klorofil daun pada sampel kontrol dengan tanaman yang diberikan perlakuan. Kadar klorofil a banyak menyerap cahaya biru-violet dan merah. Klorofil b banyak menyerap cahaya biru dan orange serta memantulkan cahaya kuning-hijau (Darmawan, 1983). Pada grafik 4.3 konsentrasi klorofil a dan b tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi sehingga dapat diketahui bahwa daun dari genus *Sesamum* ini mengandung klorofil dengan tipe a dengan rumus kimia $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$. Rata-rata kadar klorofil a dan b lebih tinggi pada tanaman yang dipaparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT sebesar 10.789 mg/l dan 4.546 mg/l. Rata-rata kadar klorofil a dan klorofil b yang paling rendah pada tanaman kontrol sebesar 6.387 mg/l dan 0.647 mg/l.

4.1.4 Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pengambilan data kadar klorofil menggunakan alat spektrofotometri UV Vis dengan mencari nilai absorbansinya. Daun yang digunakan untuk diekstrak yaitu daun ke 3 dari bawah pada tiap tanaman. Pengambilan daun pada minggu ke 8 hari ke 2. Dalam jenis tumbuhan tingkat tinggi ada beberapa jenis klorofil yang sering dijumpai sebagai hasil dari fotosintesis, tetapi yang sering dijumpai adalah klorofil a dan klorofil b (Sumenda, 2011). Kedua jenis klorofil ini ada pada panjang gelombang 620 nm – 680 nm (Sumaryanti, 2011). Panjang gelombang yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh pada tabel 4.5:

Tabel 4.5 Nilai Absorbansi Larutan Daun Wijen yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Paparan (mT)	Rata-rata Nilai OD (Å)	
	645 nm	663 nm
0	0.142	0.342
0.1	0.151	0.405
0.2	0.258	0.649
0.3	0.281	0.694
0.4	0.227	0.572
0.5	0.165	0.415

Pada tabel 4.5 terlihat perbedaan nilai hasil pengujian kadar klorofil daun tanaman wijen. Dalam hal ini, digunakan pelarut berupa alkohol 70% yang biasa digunakan sebagai senyawa antiseptik dan juga pelarut kimia (Prastyo, 2015). Ekstrak klorofil yang telah diperoleh dari penyaringan dituang ke cuvet sampai

garis tanda batas. Permukaan cuvet dibersihkan dengan tissue dan dimasukkan ke dalam Spektrofotometri UV Vis. Nilai absorbansi disimbolkan dengan OD.

Data yang diperoleh pada tabel 4.5 kemudian dihitung dengan menggunakan rumus 4.1 dan 4.2

Hasil dari nilai klorofil a dan b dipaparkan dalam bentuk tabel data berikut:

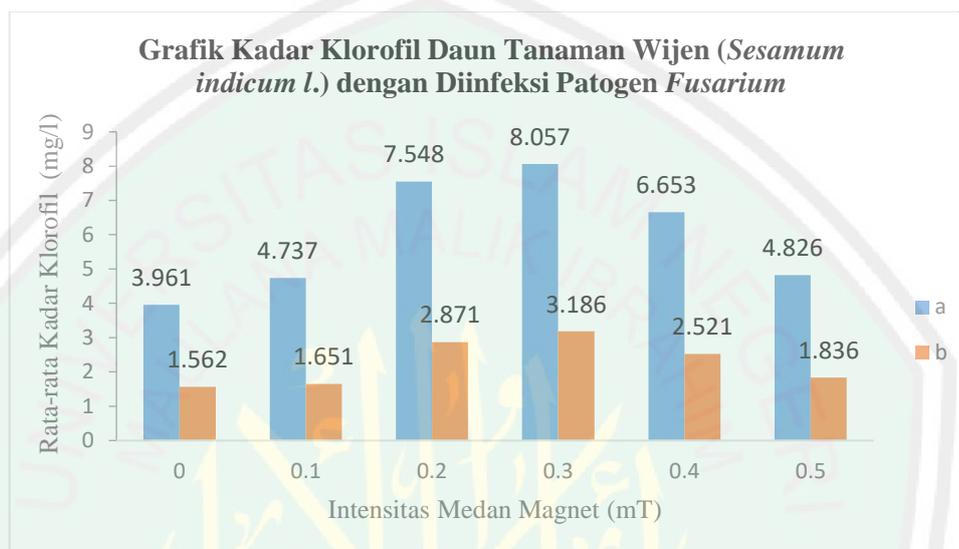
Tabel 4.6 Data Kadar Klorofil a dan b Daun Wijen yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Paparan (mT)	Rata-rata Kadar Klorofil	
	a (mg/l)	b (mg/l)
0	3.96142	1.5625
0.1	4.73731	1.65124
0.2	7.54828	2.87088
0.3	8.05791	3.18698
0.4	6.65377	2.52134
0.5	4.82665	1.8363

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar klorofil antara sampel kontrol dengan sampel yang dipapari medan magnet. Pada sampel kontrol rata-rata kadar klorofil a 3.96142 mg/l dan klorofil b 1.5625 mg/l. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT rata-rata kadar klorofil mengalami kenaikan yaitu klorofil a 4.73731 mg/l dan klorofil b 1.65124 mg/l. Semakin ditambah intensitas medan magnet rata-rata kadar klorofil daun mengalami kenaikan hingga pada intensitas 0.3 mT yaitu klorofil a 8.05791 mg/l dan klorofil b 3.18698 mg/l. Sedangkan ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.4 mT rata-rata kadar klorofil daun mengalami penurunan yaitu klorofil a 6.65377 mg/l dan klorofil b 2.52134 mg/l. Sampel terakhir dengan

pemaparan medan magnet 0.5 mT juga mengalami penurunan rata-rata kadar klorofil daun yaitu klorofil a 4.82665 mg/l dan klorofil b 1.8363 mg/l.

Data pada tabel 4.6 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap kadar klorofil daun pada tanaman yang diinfeksi patogen *Fusarium* sebagaimana pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pada gambar 4.4 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan antara kadar klorofil daun pada sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan. Kadar klorofil a banyak menyerap cahaya biru-violet dan merah. Klorofil b banyak menyerap cahaya biru dan orange serta memantulkan cahaya kuning-hijau (Darmawan, 1983). Pada grafik 4.4 konsentrasi klorofil a dan b tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi sehingga dapat diketahui bahwa daun dari genus *Sesamum* ini mengandung klorofil dengan tipe a dengan rumus kimia $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$. Rata-rata kadar klorofil a dan b tertinggi pada paparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT sebesar 8.057

mg/l dan 3.186 mg/l. Rata-rata kadar klorofil a dan klorofil b yang terendah pada tanaman kontrol sebesar 3.961 mg/l dan 1.562 mg/l.

4.1.5 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Waktu Mulai Berbunga

Tanaman Wijen

Pengambilan data waktu mulai berbunga tanaman wijen dilakukan pada minggu ke 7. Berdasarkan pengamatan, tanaman wijen mulai berbunga pada minggu ke 7 dengan data yang dipaparkan dalam bentuk tabel 4.7.

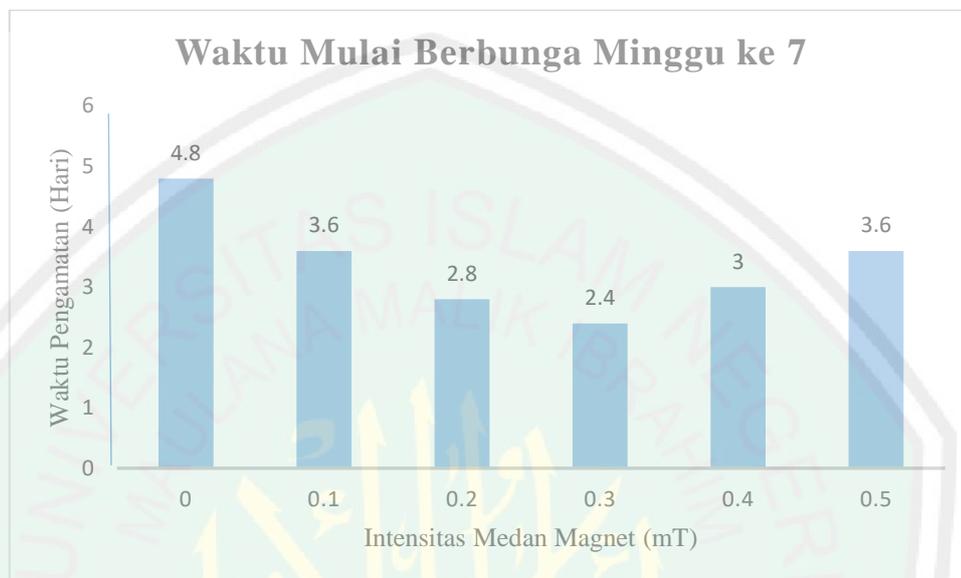
Tabel 4.7 Data Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen

Intensitas (mT)	Waktu Pengamatan (Minggu)
0	6+4.8
0.1	6+3.6
0.2	6+2.8
0.3	6+2.4
0.4	6+3
0.5	6+3.6

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu mulai berbunga antara sampel kontrol dengan sampel yang dipapari medan magnet. Pada sampel kontrol rata-rata tanaman mulai berbunga pada hari ke 4.8. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT waktu mulai berbunga lebih cepat yaitu rata-rata pada hari ke 3.6. Waktu mulai berbunga lebih cepat hingga pada pemaparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT yaitu rata-rata pada hari ke 2.4. Sedangkan pada pemaparan medan magnet dengan

intensitas 0.4 mT dan 0.5 mT waktu mulai berbunga menjadi lebih lama yaitu rata-rata pada hari ke 3 dan 3.6.

Data pada tabel 4.7 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai berbunga sebagaimana pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Pada gambar 4.5 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan antara waktu mulai berbunga pada sampel kontrol dengan tanaman yang diberikan perlakuan. Pada sampel kontrol rata-rata tanaman berbunga pada hari ke 4.8 minggu ke 7. Sedangkan pada tanaman yang dipapari medan magnet, tanaman yang lebih awal berbunga yaitu pada paparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT rata-rata pada hari ke 2.4.

4.1.6 Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Waktu Mulai

Berbunga Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pengambilan data waktu mulai berbunga tanaman wijen dilakukan pada minggu ke 7. Berdasarkan pengamatan, tanaman wijen mulai berbunga pada minggu ke 7 dengan data yang dipaparkan dalam bentuk tabel pengamatan berikut

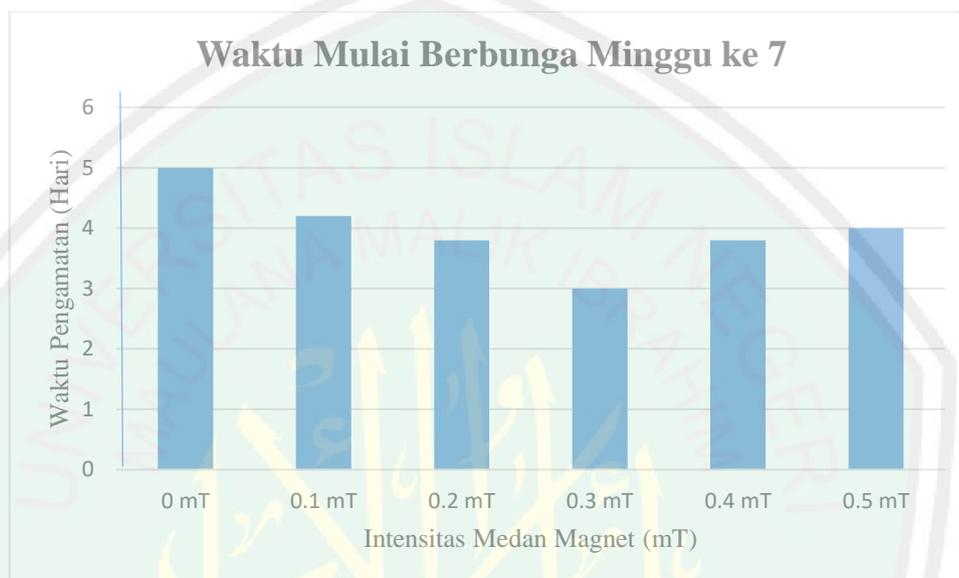
Tabel 4.8 Data Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas (mT)	Rata-rata Waktu Mulai Berbunga (Minggu)
0	6+5
0.1	6+4.2
0.2	6+3.8
0.3	6+3
0.4	6+3.8
0.5	6+4

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu mulai berbunga antara sampel sebagai kontrol dan tanaman dengan pemberian medan magnet. Tanaman wijen yang diinfeksi dengan patogen *Fusarium* ini lebih lamban dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinfeksi. Bahwa pada sampel kontrol rata-rata tanaman mulai berbunga pada hari ke 5. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT waktu mulai berbunga lebih cepat yaitu rata-rata pada hari ke 4. Waktu mulai berbunga paling cepat pada pemaparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT yaitu rata-rata pada hari ke 3. Sedangkan

pada pemaparan medan magnet dengan intensitas 0.4 dan 0.5 lebih lama yaitu rata-rata pada hari ke 3.8 dan 4.

Data pada tabel 4.8 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai berbunga pada tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium* sebagaimana pada grafik 4.6



Gambar 4.6 Grafik Waktu Mulai Berbunga Tanaman Wijen (*Sesamum indicum l.*) dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pada gambar 4.6 saat pemberian variasi intensitas dengan waktu paparan 20 menit terjadi perbedaan antara waktu mulai berbunga pada sampel kontrol dengan tanaman yang diberikan perlakuan. Pada sampel kontrol rata-rata tanaman berbunga pada hari ke 5. Sedangkan pada tanaman yang dipapari medan magnet, tanaman yang paling awal berbunga yaitu pada paparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT rata-rata pada minggu ke 7 hari ke 3 (6_{+3}).

4.1.7 Pengaruh Intensitas Medan Magnet terhadap Berat Segar Buah

Wijen

Perkembangan ukuran buah wijen berlangsung sampai 24 hari, tetapi perkembangan yang paling cepat terjadi pada 9 hari pertama setelah bunga mekar. Perkembangan berat kapsul berlangsung sampai dengan 21 hari, tetapi perkembangan paling cepat pada 12 hari pertama setelah bunga mekar (Weiss, 1971). Maka pengambilan data berat segar buah tanaman wijen dilakukan pada minggu ke 12 hari ke 7. Berdasarkan pengamatan, berat segar buah tanaman wijen dipaparkan dalam bentuk tabel 4.9 :

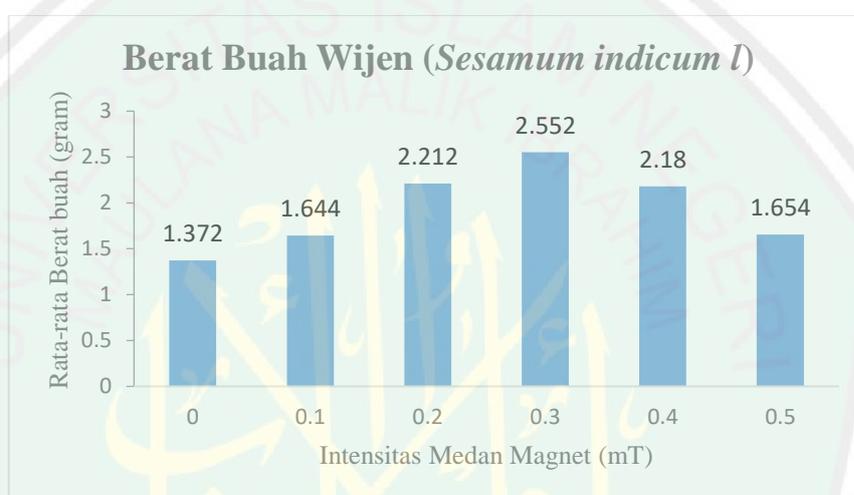
Tabel 4.9 Data Berat Segar Buah Tanaman Wijen

Intensitas medan magnet (mT)	Rata- rata berat segar buah (gram)
0	1.372
0.1	1.644
0.2	2.212
0.3	2.552
0.4	2.18
0.5	1.654

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rat berat segar buah antara sampel sebagai kontrol dan tanaman dengan pemberian medan magnet. Pada sampel kontrol rata-rata berat segar buah 1.372 gram. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT rata-rata berat segar buah 1.644 gram. Semakin intensitas medan magnet diperbesar maka panjang

batang mengalami kenaikan pada intensitas 0.2 mT sebesar 2.212 gram dan pada intensitas 0.3 mT sebesar 2.552 gram. Sedangkan ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.4 mT berat segar buah mengalami penurunan menjadi 2.18 gram. Sampel terakhir dengan pemaparan medan magnet 0.5 mT juga mengalami penurunan yaitu 1.654 gram

Data pada tabel 4.9 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap berat segar buah tanaman wijen sebagaimana pada grafik 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Berat Segar Buah Wijen (*Sesamum indicum l.*)

Pada gambar 4.7 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan antara berat segar buah tanaman kontrol dengan tanaman yang diberikan perlakuan. Grafik 4.1 menunjukkan efek dari medan magnet yang mampu meningkatkan berat segar buah tanaman. Medan magnet dapat bertindak sebagai hormon tanaman dan dianggap meniru auksin dalam sistem tanaman yang mengarahkan pada pematangan buah dan peningkatan pertumbuhan atau dapat mengaktifkan atau mempercepat enzim yang terkait dengan reaksi auksin (Dhawi, 2008). Rata-rata berat segar buah wijen terbesar yaitu yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT sebesar 2.552 gram.

4.1.8 Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Berat Segar Buah

Tanaman Wijen dengan Diinfeksi Patogen *Fusarium*

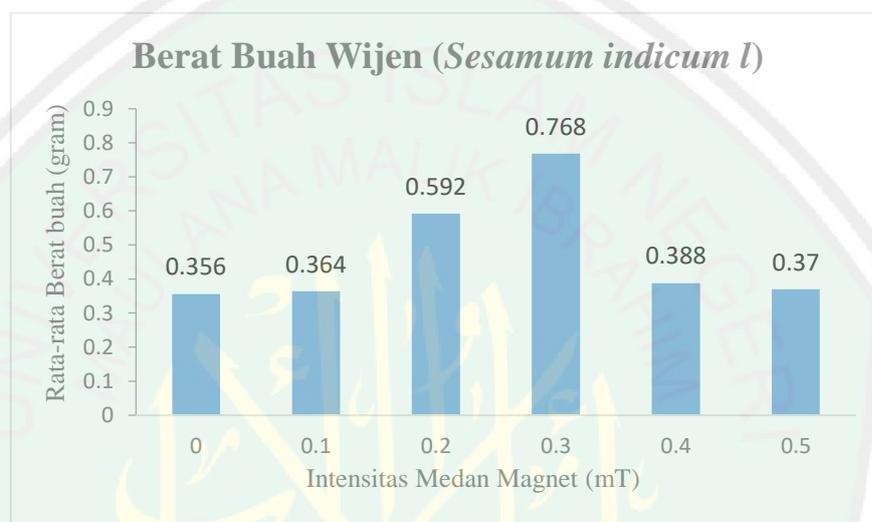
Perkembangan ukuran buah wijen berlangsung sampai 24 hari, tetapi perkembangan yang paling cepat terjadi pada 9 hari pertama setelah bunga mekar. Perkembangan berat kapsul berlangsung sampai dengan 21 hari, tetapi perkembangan paling cepat pada 12 hari pertama setelah bunga mekar (Weiss, 1971). Maka pengambilan data berat segar buah tanaman wijen dilakukan pada minggu ke 12 hari ke 7. Berdasarkan pengamatan, berat segar buah tanaman wijen dipaparkan dalam bentuk tabel 4.10 :

Tabel 4.10 Data Berat Segar Buah Tanaman Wijen yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*

Intensitas Medan Magnet (mT)	Rata-rata Berat buah (gram)
0	0.356
0.1	0.364
0.2	0.592
0.3	0.768
0.4	0.388
0.5	0.37

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan berat segar buah antara sampel sebagai kontrol dan tanaman dengan pemberian medan magnet. Bahwa pada sampel kontrol rata-rata berat segar buah 0.356 gram. Ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.1 mT berat segar buah 0.364 gram. Semakin intensitas medan magnet diperbesar maka panjang batang

mengalami kenaikan hingga pada intensitas 0.3 mT sebesar 0.768 gram. Sedangkan ketika sampel diberikan medan magnet dengan intensitas 0.4 mT berat segar buah mengalami penurunan menjadi 0.388 gram. Sampel terakhir dengan pemaparan medan magnet 0.5 mT juga mengalami penurunan yaitu 0.37 gram. Data pada tabel 4.10 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap berat segar buah tanaman wijen sebagaimana pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Berat Segar Buah Wijen (*Sesamum indicum l.*) dengan diinfeksi Patogen *Fusarium*

Pada grafik 4.8 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan antara berat segar buah tanaman kontrol dengan tanaman yang diberikan perlakuan. Grafik 4.8 menunjukkan efek dari medan magnet yang mampu meningkatkan berat segar buah tanaman yang diinfeksi patogen *Fusarium*. Medan magnet mempengaruhi reproduksi sel dan metabolisme sel (Atak, 2003) ekspresi gen (Paul, 2006) dan aktivitas enzim (Atak, 2007). Treatment medan magnet menginduksi transformasi molekuler untuk memelihara sel dalam kondisi yang lebih baik untuk pertumbuhan dan pengembangan lebih lanjut. Pada tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium* berat segar buah sebesar 0.356 gram. Sedangkan pada tanaman wijen yang

dipapari medan magnet lalu diinfeksi patogen *Fusarium* mampu mempertahankan kondisinya hingga berat segar buah tidak mengalami penurunan yang dratis. Pada tanaman yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT memiliki rata-rata berat segar buah terbesar yaitu 0.768 gram.

4.2 Pembahasan

Pemaparan medan magnet pada tanaman wijen yang diinfeksi dengan patogen *Fusarium* memberikan efek positif pada pertumbuhan dan pengendalian patogenitas. Benih yang ditanam pada permukaan tanah yang basah memberikan efek peningkatan laju pertumbuhan tanaman wijen. Paparan medan magnet akan mengubah sifat-sifat air karena terjadinya perpindahan dan polarisasi atom air. Oleh karena itu medan magnet akan meningkatkan kemampuan air untuk merendam materi padat (Pang, 2008). Selain itu medan magnet juga menyebabkan terjadinya peningkatan energi aktivasi dan ukuran molekul air karena pembentukan ikatan hidrogen ekstra. Fujimura dan Iino (2009), melaporkan bahwa medan magnet meningkatkan tegangan permukaan air dan memperkuat batas hidrofobik. Oleh karena itu treatment medan magnet pada benih yang direndam dalam air memiliki efek menguntungkan pada produktivitas tanaman.

Tanaman tersusun atas sel-sel yang didalamnya terdapat DNA dan disekitar molekul DNA terdapat muatan negatif. Muatan negatif disekitar molekul DNA sebagai intensitas yang dibebani, dimana potensialnya akan meningkat akibat pemberian medan magnet. Oleh karena itu medan magnet berpengaruh pada level molekuler dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Dhawi, 2009). Pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet mengalami pertumbuhan yang lebih

cepat dari pada tanaman kontrol. Medan magnet dengan intensitas 0.3 mT memberikan pertumbuhan optimal pada tanaman wijen. Hal ini merupakan efek lanjutan dari medan magnet pada akumulasi prolin yaitu akan menambah dan mempercepat pertumbuhan tanaman. Medan magnet menginduksi transisi singlet-triplet dari elektron yang tidak berpasangan menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif adalah faktor utama yang meningkatkan mutasi pada tanaman. Dimana pada tanaman kontrol panjang batang pada minggu ke 7 sebesar 84.5 cm dan pada tanaman yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT lebih tinggi yaitu 93.6 cm. Maka medan magnet memiliki efek treatment yang sangat tinggi pada multiplikasi tumbuhan dan berkembangnya sel (Yokatani, 2001) diminggu 1 sampai minggu ke 7.

Medan magnet dapat meningkatkan terjadinya reaksi kimia dalam tanaman, sehingga memiliki efek positif pada aktivitas fotokimia, rasio respirasi dan aktivitas enzim (Carbonell, 2000). Klorofil dan karotenoid adalah pigmen fotosintesis penting dan indikator dari kesehatan tanaman serta dianggap sebagai mekanisme pertahanan stres. Stres yang disebabkan oleh medan magnet menyebabkan terjadinya peningkatan spesies oksigen reaktif (Sahebjamei, 2007) yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar karotenoid karena perannya dalam melindungi sistem tanaman (Strzalka, 2003). Pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet memiliki kadar klorofil yang lebih besar dari pada tanaman kontrol. Tanaman wijen dengan kadar klorofil yang tinggi mampu melindungi tanaman dari serangan patogenitas. Pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.2 mT, 0.3 mT, dan 0.4 mT mampu mempertahankan warna dan kesegaran daun dari penyakit layu yang disebabkan patogen *Fusarium*. Racuciu

(2008), melaporkan Setiap struktur kimia organik dan kloroplas memiliki sifat paramagnetik yang dapat dipengaruhi oleh medan magnet dan memungkinkan berorientasi ke arah medan magnet. Medan magnet memiliki kemampuan untuk meningkatkan tingkat pigmen asimilasi yang digunakan dalam air bermagnet yang meningkatkan kandungan klorofil. Hal ini terbukti pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, 0.5 mT mengalami peningkatan kadar klorofil dari tanaman kontrol.

Medan magnet juga menginduksi perubahan ditingkat sel dan mengarah pada peningkatan visiabilitas sel, organisasi dan diferensiasi (Valiron, 2005). Selain itu, medan magnet mempengaruhi reproduksi sel dan metabolisme sel (Atak, 2003). Pada medan magnet dengan intensitas 0.1 mT sampai 0.3 mT pertumbuhan tanaman wijen terus mengalami peningkatan karena reproduksi sel terus meningkat sehingga pertumbuhan tanaman wijen terbaik pada paparan medan magnet dengan intensitas 0.3 mT. Pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet rata-rata waktu mulai berbunga lebih cepat dari tanaman kontrol. Pada tanaman kontrol yang tidak diinfeksi patogen *Fusarium* rata-rata waktu mulai berbunga pada minggu ke 7 hari ke 4.8 (6_{+4.8}) minggu. Sedangkan pada tanaman yang dipapari medan magnet rata-rata waktu mulai bunga tercepat yaitu intensitas 0.3 mT pada minggu ke 7 hari ke 2.4 (6_{+2.4}) minggu.

Selain itu, medan magnet dapat bertindak sebagai hormon tanaman yang dianggap meniru auksin dalam sistem tanaman yang mengarahkan pada pematangan buah dan peningkatan pertumbuhan atau dapat mengaktifkan atau mempercepat enzim yang terkait dengan reaksi auksin. Peningkatan penyerapan air tanaman, setelah paparan medan magnet mampu meningkatkan penyerapan air,

retensi dan ionisasi. Peningkatan ini mempengaruhi biomassa tanaman. Hal ini terbukti pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet memiliki rata-rata berat segar buah lebih besar dari pada tanaman kontrol. Pada tanaman kontrol rata-rata berat segar buah 1.372 gram. Sedangkan pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT memiliki rata-rata berat segar buah 2.552 gram. Selain itu medan magnet juga mampu mengurangi kerusakan tanaman akibat dari patogen *Fusarium*. Pada tanaman yang diinfeksi patogen *Fusarium* berat segar buah lebih kecil dan terdapat bercak-bercak hitam. Tanaman wijen dengan pemaparan medan magnet mampu mempertahankan buah sampai pada minggu ke 13 hari ke 5 sebelum tanaman benar-benar mati. Sebab, treatment medan magnet menyebabkan pelepasan ion radikal bebas meningkat, sehingga mengganggu makromolekul seluler dan aktivitasnya (Ghanati, 2007) serta merusak fungsi enzim antioksidan (sahebjamei, 2007). Pemaparan medan magnet dengan waktu 20 menit mampu mengoksidasi prolin yang berperan dalam menstabilkan makromolekul dan mengurangi kerusakan karena radikal bebas (Matysik, 2002). Sesuai dengan Teori 'reaksi terkurung' yaitu terjadi oksidasi prolin menjadi berbagai senyawa dan proses ini dapat melindungi jaringan tanaman dari potensi kerusakan (Matysik, 2002).

Medan magnet mempengaruhi fungsi membran tidak hanya pada fluks ion serta ikatan molekul sinyal ekstraseluler (ligan) namun juga dengan merubah distribusi dan pengumpulan protein pada inti membran. Salah satu ion yang berpengaruh ketika dipapari medan magnet adalah ion kalsium(Ca^{2+}), ketika membran sel terpapar medan magnet maka akan terjadi perpindahan energi dari medan magnet ke ion yang mengakibatkan peningkatan kecepatan dan aliran ion

yang melewati membran sel. Perubahan kecepatan aliran ion kalsium dapat memberikan perubahan dan perbedaan pada organisme berupa resonansi ion kalsium. Peningkatan enzim pada biji tanaman menyebabkan proses metabolisme dalam sel meningkat sehingga nutrisi yang masuk ke dalam sel dapat dicerna dan diserap secara optimum. Ion kalsium (Ca^{2+}) yang masuk ke dalam sel dalam jumlah yang berlebih dan cepat justru akan merusak protein dalam sel dan mengganggu proses metabolisme sel. Rusaknya protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sehingga menyebabkan ketidakseimbangan dalam sel. Kalsium berlebih yang masuk ke dalam sel dipengaruhi oleh besar intensitas dan lama paparan medan magnet sesuai perumusan laju energi setiap satuan luas yaitu (Fuad dkk, 2018) :

$$S = c \frac{B^2}{2\mu_0} \text{ untuk } B = \frac{d\phi_m}{dt} \quad (4.3)$$

Dari persamaan tersebut diketahui bahwa besar nilai medan magnet B tergantung pada perubahan fluks magnetik dalam waktu dt . Nilai B mempengaruhi besar nilai S , yaitu laju energi yang dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik. Energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman wijen yang optimal sebesar $0.3 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ atau 0.3 mT dengan arus listrik yang dihasilkan $0.3\text{-}0.4 \text{ Ampere}$. Semakin besar nilai laju perubahan medan magnet maka semakin besar energi yang dipindahkan (kusumandaru,2015). Nilai permeabilitas ini tergantung pada material penyusun kumparan Helmholtz.

Pada tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.1 mT , 0.2 mT dan 0.3 mT mengalami peningkatan panjang batang, kadar klorofil, waktu awal berbunga dan berat segar buah. Sedangkan pada pemaparan dengan intensitas

0.4 mT dan 0.5 mT grafik pertumbuhan tanaman mengalami penursunan karena intensitas yang melebihi intensitas optimum yang dapat diterima tanaman wijen. Semakin rapat fluks magnetik maka semakin besar energi yang didapatkan suatu sampel yang terpapar oleh medan magnet. Jika jumlah energi yang diterima tanaman terlalu banyak maka akan merusak protein didalam sel. Sehingga pertumbuhan tanaman tidak akan optimal.

4.3 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Kerusakan lingkungan akibat penggunaan pestisida kimia berdampak multidimensional bagi kehidupan manusia. Penggunaan pestisida secara terus menerus akan berdampak bagi kesehatan manusia dan mengancam ekosistem makhluk hidup lainnya. Selain itu, pestisida yang digunakan secara berlebihan akan mengurangi kadar humus atau kesuburan tanah. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk membantu dalam peningkatan produktivitas tanaman khususnya tanaman wijen di Indonesia tanpa mengurangi dan merusak kesuburan tanah sebagai media tanam. Dalam surat Al A'raf ayat 58 menjelaskan bahwa salah satu faktor dari hasil tanaman yang optimal yaitu tanah yang baik, Allah berfirman :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبْتٌ لَا يُخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikian kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A'raf ayat 58)

Shihab (2015) menafsirkan ayat ini bahwa tanah yang baik, tanamannya tumbuh subur dan hidup dengan izin Allah. Dan tanah yang tidak subur, tidak menghasilkan kecuali sedikit tanaman yang tidak berguna, bahkan menjadi

penyebab kerugian pemiliknya. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas tanah merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman wijen di Indonesia yang mengalami penurunan hasil produksi merupakan indikasi pengolahan lahan yang kurang optimal. Tanaman wijen yang memiliki banyak manfaat namun nilai jual yang sangat rendah mengakibatkan berkurangnya pasokan wijen didalam negeri menurun.

Wijen (*Sesamum Indicum l*) merupakan tanaman yang kaya manfaat selain sebagai penambah cita rasa makanan wijen juga dapat digunakan sebagai bahan obat-obatan. Dalam sebuah hadist Rasulullah yang diriwayatkan oleh Ibnu Majah disebutkan :

“Dari Zaid bin Arqam, ia berkata bahwa Rasulullah SAW pernah menggambarkan obat sakit pinggang, yaitu wars (wijen), cendana laut, dan zaitun yang diminumkan kepada yang sakit” (HR. Ibnu Majah).

Vitamin B kompleks dalam wijen dapat meningkatkan energi secara keseluruhan, untuk kesehatan kulit, kekebalan tubuh, dan masih banyak manfaat yang lain. Selain itu, minyak wijen merupakan antioksidan tinggi untuk menangkal radikal bebas juga dapat meningkatkan aktivitas vitamin E dalam tubuh. Asam folat yang terkandung dalam biji wijen mampu melindungi ibu hamil dari resiko cacat otak janin. Beberapa mineral penting dalam wijen yaitu kalsium, tembaga, besi, magnesium, mangan fosfor, selenium dan seng yang membantu menjaga tekanan darah tetap normal dan memperkuat pertumbuhan otot serta tulang (Subakti dan Deri, 2012). Maka menjadi kewajiban manusia untuk menjaga semua yang diberikan Allah swt. Salah satu caranya dengan tidak merusak dan mengambil

kekayaan alam secara berlebihan untuk kebutuhan pribadi. Allah memberikan kenikmatan di bumi ini agar manusia lebih dekat denganNya dengan selalu bersyukur. Allah berfirman dalam surat Ar Rahman ayat 10-13

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنْعَامِ فِيهَا فَاكِهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ فَبِأَيِّ
الْآءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبِينَ

“Dan bumi telah dibentangkanNya untuk makhluknya. Didalamnya ada buah-buahan dan pohon yang mempunyai kelopak mayang. Dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya. Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan” Ar Rahman (55:10-13)

Kenikmatan yang telah Allah berikan dengan membentangkan bumi untuk makhluknya dan menumbuhkan tanaman dan pohon yang menghasilkan buah dan biji sebagai sumber makanan manusia dan hewan. Nikmat yang Allah berikan harus disyukuri dengan menjaga dan melestarikan sumber daya alam. Pengembangan teknologi ramah lingkungan merupakan salah satu upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan. Pemanfaatan medan magnet untuk meningkatkan produktivitas tanaman sudah di uji coba oleh peneliti dan memberikan hasil yang baik. Maka selalu ada jalan yang Allah berikan untuk manusia yang berbuat baik dan yang mau berfikir akan ciptaanNya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium*, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Intensitas medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium*. Dimana tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT memberikan hasil panjang batang yang optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun sampel perlakuan intensitas yang lain. Dengan hasil rata-rata panjang batang 68.7 cm pada minggu ke 7. Sedangkan panjang batang pada tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium* dengan pemaparan medan magnet intensitas (0.1 mT, 0.2 mT, 0.4 mT, dan 0.5 mT) mengalami penurunan pada minggu ke 7 karena patogen telah menyebar keseluruh bagian tanaman wijen.
2. Intensitas medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium*. Dimana tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT memberikan hasil kadar klorofil daun yang optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun sampel perlakuan intensitas yang lain. Dengan hasil rata-rata klorofil a daun 8.05791 mg/l dan kadar klorofil b daun 3.18698 mg/l.
3. Intensitas medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman wijen yang diinfeksi patogen *Fusarium*. Dimana tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT mempercepat waktu awal berbunga

tanaman wijen dibandingkan dengan sampel kontrol maupun sampel dengan perlakuan intensitas yang lain. Dengan waktu awal berbunga rata-rata pada hari ke 3 di minggu ke 7. Sedangkan waktu awal berbunga rata-rata dari sampel kontrol pada hari ke 5 di minggu ke7.

4. Intensitas medan magnet dapat mempengaruhi berat segar buah wijen. Dimana tanaman wijen yang dipapari medan magnet dengan intensitas 0.3 mT memiliki rata-rata berat segar buah terbesar yaitu 0.768 gram.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pada varietas tanaman berbeda dengan menambah variasi waktu pemaparan medan magnet.
2. Dapat dilakukan pemaparan medan magnet pada tanaman hingga panen agar hasil yang diperoleh lebih baik dan akurat.
3. Dapat dilakukan dengan menambah variasi intensitas medan magnet karena setiap jenis tanaman memiliki kapasitas optimum yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladjadiyan, A. 2002. *Study of the influence of magnetic field on some biological characteristic of Zea mays*. Journal of Central European Agriculture. 3: 90-94.
- Alonso. 1992. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Erlangga: Jakarta.
- Al-Qur'an dan Terjemah. 2009. Departemen Agama RI. Bandung: Jabal.
- Anonim. 2006. *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu*. Jakarta : Depdiknas.
- Atak C, Celik O, Olgun A, Alikamanolu S, dan Rzakoulieva A. 2007, Effect of magnetic field on peroxidase activities of soybean tissue culture. *Biotechnology*.;21:166-171
- Atak C, Emiroglu O, Alikamanoglu S, dan Rzakoulieva A. 2003, Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (*Glycine max L. Merrill*) tissue cultures. *J Cell Mol. Biol.*;2:113-119.
- Barnett dan Hunter.1998. *Illustrated Genera of Imperfecti Fungi*. Burgess Publishing Company. Minneapolis.
- Beech, D.F. 1981. *Sesame: Sesame agronomic approach to yield improvement*. In *Sesame Status and Improvement*. Proc. Of Expert Consultation. 8-12 Desember 1980. FAO. Rome. Italy. p. 121-126.
- Cakmak. 2010. *Biofortification and localization of zinc in wheat grain*.58, 9092-9102.
- Campbell, Neil A, & Reece & Jane B. 2008. *Biologi edisi kedelapan jilid 2*. Terjemahan D. Tyas. Jakarta: Erlangga.
- Carbonell MV, Martinez E, dan Amaya JM. 2000, Stimulation of germination in rice (*Oryza sativa L.*) by a static magnetic field. *Electro and Magneto Biology*.;19:121-128.
- Chandra. 1998. *Effect of Water Stress on Biochemical and Physiological Characteristics of oat Genotypes*. Journal of Agronomy, 1: 45-48.
- Creangia. 2005. *Biological effects of low frequency electromagnetic field in the plant*. J. Chem. Eng.Sci.63,5606-5612.
- Dhawi F, dan Al-Khayri J.M. 2009, Magnetic field increase weight and water content in date palm (*Phoenix dactylifera L.*). *Journal of Agriculture Science and Technology*.2:23-29.

- Dhawi F, dan Al-Khayri JM. 2008, Proline accumulation in response to magnetic fields in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *The Open Agriculture Journal*.;2:80-83
- El Shokali, A.A.M. 2015. *Enhancing on the Mineral Elements of Exposure to Magnetic Field in Plants Leave*. *Journal of Basic & Applied Sciences*. Hal. 440-444. Sudan.
- Florez M., Alvarez J., Martinez E., Dan Carbonell V., 2018, Stationary Magnetic Field Stimulates Rice Roots GROWTH, *Romanian Reports in Physics XX, XYZ*
- Fuad dkk. 2018, Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*. Vol 3.
- Fujimura Y, dan Iino M. 2009, Magnetic Field Increases the Surface Tension of Water. *Journal of Physics: Conference Series*. 156:12-28.
- Ghanati F, Abdolmaleki P, Vaezzadeh M, Rajabbeigi E, dan Yazdani M. 2007, Application of magnetic field and iron in order to change medicinal products of *Ocimum basilicum*. *Environmentalist*.;27:429-434.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 1. (Edisi kelima)*. (Penerjemah: Yuhilza Hanun). Jakarta: Erlangga.
- Halliday. 1999. *Fisika Jilid 1. Edisi ketiga*. Penerjemah: Pantur Silaban dan Erwin Sucipta). Jakarta: Erlangga.
- Handajani, H., dan Hastuti S.D. 2002. *Budidaya Perairan*. Malang: Bayu Media.
- Handajani, S., Erlyna W.R dan Suminah Anantanya. 2006. *The Queen of oil, potensi Agribisnis Komoditas Wijen*. Yogyakarta: Andi.
- Hariyono. 2005. *Pengembangan Wijen di Lahan Sawah Sesudah Padi (MK-1 dan 2). Studi Kasus Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Laporan hasil kunjungan ke kabupaten Sukoharjo* . Balittas, 5 p.
- Iqbal. 2012. *Nature Genetics*.44:226-232
- Juanda, Dede, J.S, dan Cahyono Bambang 2009. *Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kurniawan. 2008. *Kajian Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kedelai (Glycine max L) pada Jarak Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt)*. *J. Produksi Tanaman*. 2 (4): 12-20.

- Lagrimini, L.M., Joly, R.J., Dunlap, J.R., and Liu, T.TY. 1997. *The Consequence of Peroxidase Overexpression in Transgenic Plants on Root Growth and Development*. Plant Mol. Biol. Hal. 887-895.
- Listiana, Ika. 2016. *The Influence of magnetic field on the growth of tomato (Lycopersicon esculentum) infected with Fusarium oxysporum*. Journal of Central Euro Agricultura, 7 :647-648
- Marinez, D. 2000. *Technology Assistance Program into Learning*. Journal of Eduational Development Laboratory, 3:1-12.
- Matwijczuk A., Kornarzynski, K., and Pietruszewski, S. 2012. *Effect of Magnetic Field on Seed Germination and Seedling Growth of Sun flower*. International Agrophysics. Hal. 271-278. Lublin, Polandia.
- Matysik J, Alia PSP, Bhalu B, dan Mohanty P. 2002, Molecular mechanisms Merrill tissue cultures. J Cell Mol Biol.;2:113-119.
- Mokhtasr. 2015. *Path analysis of the relationships between seed yield and some morphological and phenological traits in safflower (Carthamus tinctorius L.)*. Euphytica 148 : 261-268.
- Mousavizadeh, S.J., Sedaghatoor, S., Rahimi, A., and Mohammadi, H. 2013. *Germination Parameters and Peroxidase Activity of Lettuce Seed Under Stationary Magnetic Field*. Hal. 199-207.
- Pang XF, dan Deng B. 2008, The changes of macroscopic features and microscopic structures of water under influence of magnetic field. Physica B. 403:3571-3577
- Paul A, Robert F, dan Meisel M. 2006, High magnetic field induced changes of gene expression in Arabidopsis. Biomagnetic Research and Technology.;4:7.
- Podlesna, A. 2004. *Morphological Changes and Yield of Selected Species of Leguminous Plants under the influence of seed treatment with laser light*. International Agrophysics, 18: 253-260.
- Prastio, 2015. *Kumparan Helmholtz*. Rpprastio.wordpress.com. Diakses Pada Tanggal 21 Desember 2016.
- Purnomo. 2015. *varietas unggul wijen winas 1 dan winas 2*. Jawa timur. <http://bpatp.litabng.pertanian .goi.id>
- Qarni, A, *Tafsir Muyassar*, terj.Tim Qisthi Press, Jakarta, Qisthi Press, 2007.
- Racuciu M, Creanga DE, dan Galugaru CH, 2008, The influence of extremely low frequency magnetic field on tree seedlings. Rom J Phys.;35:337-342.
- Raghavan. 2010. *Natural Product*. Inc.Evanston, IL 60203. USA.

- Ram. 1990. *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement*. EMC
- Recuenco. 2005. *Endophyte Management as Tool Optimize Plant Quality*. Available on line at: <http://www.ag.auburn.edu> (diakses 5 Januari 2008).
- Reitz, J.R., Mildford, F.J., dan Cristy, R.W. 1994. *Dasar-dasar Teori Listrik Magnit*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Rochalska, M. and Grabowska, K. 2007. *Influence of magnetic fields on activity of enzyme : α - and β -amylase and glutathione S-transferase (GST) in wheat plants*. Int. Agrophysics. Hal. 185-188.
- Sahebjamei H, Abdolmaleki P, dan Ghanati F. 2007, Effects of magnetic field on the antioxidant enzyme activities of suspension-cultured tobacco cells. *Bioelectromagnetics.*;28:42-47
- Sari,Widya. 2017. *Keanekaragaman dan patogenisitas Fusarium spp.* Jurnal Fitopatologi, 216-228
- Schuster, W.H. 1992. *Opflon Zen in Eropa*, DLG Verlag, Frank Fort-am-Main.
- Shabrangi, A. and Majd, A., (2009), *Comparing Effects of Electromagnetic Fields (60 Hz) on Seed Germination and Seedling Development in Monocotyledons and Dicotyledons*, Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings, Moscow, Russia, August 18–21, 2009.
- Shihab, Muhammad Quraish. 2001. *Tafsir Al-misbah: Pesan, Kesan, dan keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera hati.
- Soedjojo, Peter. 2000. *Fisika Dasar*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Steenis, C.G.G.K., D. Hoed, S. Bloembergen, P.J. Ryma. 1975. *Flora*. Terjemahan Moeso Suryowinoto, S.H., Suwarno, H.S.A., Sewojo, Wibisono, M. Partodidjojo dan S.W. Hardjo. P. Pradnya Paramita, Jakarta. P. 387-389.
- Strzalka K, Kostecka-Guga A, dan Latowski D. 2003, Carotenoids and environmental stress in plants: significance of carotenoid-mediated modulation of membrane physical properties. *Russ J Plant Physiol.*;50:168-173
- Sudarmo. 2012. *Wijen varietas winas I*. Bogor: <http://bpatp.litbang.pertanian.go.id/>.
- Suprijono. 2004. *Stabilitas Hasil Beberapa Galur Wijen*. Jurnal Litri 10, 4:127-130.
- Sutrisno, dan Gie., 1979. *Fisika Dasar: Listrik Magnet dan termofisika*. Bandung:ITB.
- Tipler, Paul A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Tekni*. Alih Bahasa oleh Bambang Soegijonno. Jakarta: Erlangga.

- Tompkin, Peter dan Christopher Bird. 2008. *Keajaiban Tumbuhan Temuan Sains yang Menggetarkan. Terjemahan oleh: Syaifullah*. Yogyakarta: Kutub.
- Utomo. 2005. *Apresiasi Penyakit*. Jakarta : Asdi Mahasatya
- Valiron O, Peris L, dan Rikken G. 2005, Cellular disorders induced by high magnetic fields. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*.;22:334-340
- Vance CP, Kirk TK, Sherwood RT. 1980. *Lignification as a mechanism of disease resistance*. *Ann Rep Pthyopathol*. 18:259-288.
- Weiss, W A. 1971. *Castor, Sesame, and safflower*. London: Leonard Hill.
- Wijayanto, 2008. *Electromagnetika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yokatani KT, Hashimoto H, Yanagisawa M, 2001. Growth of avena seedlings under a low magnetic field. *Biol Sci Space*.;15:258-259
- Yulianti, M. (2016). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Etnomatematika Dengan Pendekatan Saintifik Untuk Pembelajaran Matematika Pada Materi Geometri SMK Bidang Teknologi*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta
- Zheng H.Z., Cui, C., Zhang, Y.T., Wang, D., Jing, Y., and Kim, K.Y. 2005. *Active Changes of Lignification-Related Enzymes In Pepper Response To Glomus Intraradices and/or Phytophthora capsici*. *Journal Zhejiang University Science*. Hal 778-786.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Panjang Batang Tanaman Wijen**kontrol**

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3.95	8.68	13.74	26.8	39.5	59	84.5
2	3.93	9.08	14.88	27.6	41.5	62	86
3	4	9.05	13.75	27	39.5	60	85.5
4	3.96	8	12.71	26.2	38.5	57	83.5
5	3.93	8.6	13.65	26.5	38.5	57	83
Rata-rata	3.954	8.682	13.746	26.82	39.5	59	84.5

0.1 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.9	9.8	15.2	27.9	46	64	88.5
2	4.8	9.33	14.8	27.7	44	62	86
3	3.95	9.1	14.5	27.7	44.5	62	85.5
4	3.92	9.08	14	27.2	42.5	60	81.5
5	4	9.85	15.2	28	47.5	65	82.5
Rata-rata	4.314	9.432	14.74	27.7	44.9	62.6	84.8

0.2 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.65	9.03	14.2	27.3	45	63	89
2	4.59	9.44	14.95	27.9	44.5	63	88
3	4.59	10.15	15	28	44.5	63	90
4	5.38	10.8	15.9	28.7	47	64	91.5
5	4.7	10.55	16.1	29.1	49.5	69	98
Rata-rata	4.782	9.994	15.23	28.2	46.1	64.4	91.3

0.3 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	6.2	12.2	16.9	29.8	52	70	100
2	5.45	10.27	15.8	28.7	47.5	65	90
3	5.3	10.22	15.5	28.4	46.5	64	90
4	5.3	10.55	16.55	29.4	48	68	94
5	5.7	11.2	16.7	29.5	50	69	94
Rata-rata	5.59	10.888	16.29	29.16	48.8	67.2	93.6

0.4 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.6	8.37	14.9	27.9	40	60	89
2	4.39	8.04	14.15	27.1	41.5	60	88
3	4.1	7.6	14.05	26.9	40	59	86.5
4	4.3	8.33	14.8	27.9	46	65	90
5	4.7	9	15	28	45.5	67	92
Rata-rata	4.418	8.268	14.58	27.56	42.6	62.2	89.1

0.5 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3.19	7.24	13.2	26.3	39	57	80
2	5.09	9.1	14.95	27.9	43	67	90
3	4.94	8	14.6	27.7	43.5	64	89
4	3.59	7.68	13.82	26.7	39.5	59	85.5
5	3.79	7.9	13.98	27	42.5	62	88
Rata-rata	4.12	7.984	14.11	27.12	41.5	61.8	86.5

Infeksi kontrol

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3.38	8.6	13.8	26.9	32	40	30
2	4.2	8	13.5	26.3	30	30.5	28
3	4.19	8	13.5	26.4	30	30	25
4	3.9	9.45	14.38	27.4	35	48	52
5	3.91	9.22	13.95	27.1	34.5	46.5	50.5
Rata-rata	3.916	8.654	13.826	26.82	32.3	39	37.1

Infeksi 0.1 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.68	10.18	16	28.8	37.5	45	40
2	4.43	9.8	15.25	27.8	33.5	42.5	45
3	4.46	9.85	15.1	27.7	33	44	48
4	4.36	9.3	14.5	27.5	34	44.5	50
5	3.95	8	13	27	32	39	35
Rata-rata	4.376	9.426	14.77	27.76	34	43	43.6

Infeksi 0.2 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.14	9.06	14.5	27.7	34	45	40
2	4.6	9.93	15.2	28.1	35.5	48	52
3	5.05	10.44	15.5	28.4	35	49	55.5
4	4.69	9.7	15	27.9	33.5	43	38
5	5.2	10.8	16.2	29.3	39.5	52.5	60
Rata-rata	4.736	9.986	15.28	28.28	35.5	47.5	49.1

Infeksi 0.3 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.39	9.56	15.55	28.5	40	55.5	70
2	6.09	11.58	16.75	29.5	42	58	73.5
3	5.3	9.8	15.85	28.7	40.5	52	65
4	5.8	11.24	16	29	41	50.5	60
5	6.2	11.99	17.1	29.9	43.5	58.5	75
Rata-rata	5.556	10.834	16.25	29.12	41.4	54.9	68.7

Infeksi 0.4 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.8	9.04	14.9	28	36	48.5	52
2	4.79	8.5	14.75	27.8	34	46	50.5
3	4	7.46	14	26.9	32	44.5	46.5
4	4.44	8	14.5	27.6	33.5	43	40.5
5	4.4	8	14.5	27.6	34	45.5	48.5
Rata-rata	4.486	8.2	14.53	27.58	33.9	45.5	47.6

Infeksi 0.5 mT

Pengulangan	Panjang (Minggu Ke-)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.5	8.25	14.82	27.8	34	45.5	50
2	3.9	7.55	13.85	26.7	32	43	48.5
3	4.3	8.15	14.35	27.4	34	45	45
4	3.8	7.4	13.6	26.5	30.5	32	30.5
5	4.25	7.8	14.22	27.1	33.5	39	40.5
Rata-rata	4.15	7.83	14.168	27.1	32.8	40.9	42.9

Nilai Absorbansi dan Kadar Klorofil Daun Tanaman Wijen

Kontrol

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0	0.121	0.511
0	0.14	0.543
0	0.15	0.542
rata-rata	0.137	0.532

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	6.16421	0.37942
0	6.5195	0.66476
0	6.4799	0.89844
rata-rata	6.38787	0.64754

0.1 mT

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.1	0.256	0.648
0.1	0.239	0.611
0.1	0.247	0.636
rata-rata	0.247333333	0.63166667

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	7.54096	2.82976
0	7.11679	2.61362
0	7.41277	2.67982

rata-rata	7.34927	2.70322
-----------	---------	---------

0.2 mT

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.2	0.365	0.899
0.2	0.341	0.888
0.2	0.379	0.89
rata-rata	0.361667	0.892333

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	10.43545	4.15118
0	10.36031	3.65306
0	10.28349	4.5139
rata-rata	10.35731	4.09234

0.3 mT

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.3	0.403	0.935
0.3	0.387	0.884
0.3	0.379	0.977
rata-rata	0.389667	0.932

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	10.79043	4.8529
0	10.18577	4.72518

0	11.38839	4.10674
rata-rata	10.78999	4.54634

0.4 mT non infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.4	0.293	0.826
0.4	0.34	0.842
0.4	0.34	0.819
rata-rata	0.324333	0.829

Paparan	kadar klorofil	
	A	B
0	9.70203	2.84402
0	9.7788	3.84544
0	9.4867	3.95308
rata-rata	9.65674	3.53988

0.5 mT non infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.5	0.29	0.759
0.5	0.278	0.689
0.5	0.282	0.725
rata-rata	0.283333	0.724333

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	8.8592	3.08888
0	8.00248	3.14168

0	8.44892	3.0648
rata-rata	8.43353	3.09238

Kontrol infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0	0.138	0.344
0	0.145	0.341
0	0.145	0.343
rata-rata	0.142666667	0.342667

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	3.99758	1.55028
0	3.94065	1.72462
0	3.96605	1.71526
rata-rata	3.96142	1.5625

0.1 mT infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.1	0.155	0.395
0.1	0.144	0.407
0.1	0.152	0.413
rata-rata	0.150333	0.405

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	4.59955	1.7009

0	4.78154	1.39284
0	4.83622	1.54796
rata-rata	4.73731	1.65124

0.2 mT infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.2	0.26	0.64
0.2	0.259	0.643
0.2	0.257	0.664
rata-rata	0.258667	0.649

Paparan	kadar klorofil	
	A	B
0	7.4286	2.9588
0	7.46939	2.92186
0	7.74147	2.77778
rata-rata	7.54828	2.87088

0.3 mT infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.3	0.284	0.716
0.3	0.282	0.686
0.3	0.274	0.681
rata-rata	0.28	0.694333

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	8.32924	3.15272

0	7.95362	3.24732
0	7.91164	3.08752
rata-rata	8.05791	3.18698

0.4 mT infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.4	0.224	0.551
0.4	0.223	0.574
0.4	0.234	0.592
rata-rata	0.227	0.572333

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	6.39514	2.55092
0	6.68993	2.42038
0	6.88894	2.58804
rata-rata	6.65377	2.52134

0.5mT infeksi

Paparan	Nilai OD	
	645	663
0.5	0.184	0.456
0.5	0.158	0.38
0.5	0.154	0.411
rata-rata	0.165333	0.415667

Paparan	kadar klorofil	
	A	b
0	5.29624	2.07952

0	4.40098	1.8398
0	4.80544	1.60312
rata-rata	4.82665	1.8363

WAKTU AWAL BERBUNGA

Kontrol non infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1				v			
2				v			
3					v		
4					v		
5						V	

0.1 mT non infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1			v				
2				v			
3			v				
4				v			
5				v			

0.2 mT non infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1				v			

2		v					
3			v				
4			v				
5		v					

0.3 mT non infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1		v					
2		v					
3			v				
4		v					
5			v				

0.4 mT non infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1			v				
2		v					
3				v			
4			v				
5			v				

0.5 mT non infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1			v				

2				v			
3			v				
4				v			
5				v			

Kontrol infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1				v			
2					v		
3						v	
4				v			
5						v	

0.1 infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1			v				
2						v	
3			v				
4				v			
5					v		

0.3 infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1		v					
2			v				

3			v			
4			v			
5				v		

0.4infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hare-						
	1	2	3	4	5	6	7
1			v				
2			v				
3				v			
4				v			
5					v		

0.5infeksi

Pengulangan	Pertumbuhan Pada Minggu 7 Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1				v			
2			v				
3					v		
4				v			
5				v			

BERAT SEGAR BUAH

Non infeksi

Intensitas (0 mT)	Berat buah (gram)
1	1.32

2	1.3
3	1.46
4	1.5
5	1.28
rata-rata	1.372

Intensitas (0.1 mT)	Berat buah (gram)
1	1.54
2	1.58
3	1.68
4	1.68
5	1.74
rata-rata	1.644

Intensitas (0.2 mT)	Berat buah (gram)
1	2.06
2	2.44
3	2.24
4	2.16
5	2.16
rata-rata	2.212

Intensitas (0.3 mT)	Berat buah (gram)
1	2.54
2	2.78

3	2.56
4	2.42
5	2.46
rata-rata	2.552

Intensitas (0.4 mT)	Berat buah (gram)
1	2.16
2	2.18
3	2.28
4	2.24
5	2.04
rata-rata	2.18

Intensitas (0.5 mT)	Berat buah (gram)
1	1.64
2	1.66
3	1.67
4	1.64
5	1.66
rata-rata	1.654

INFEKSI

Intensitas (0 mT)	Berat buah (gram)
1	0.3

2	0.4
3	0.26
4	0.34
5	0.48
rata-rata	0.356

Intensitas (0.1 mT)	Berat buah (gram)
1	0.34
2	0.34
3	0.22
4	0.54
5	0.38
rata-rata	0.364

Intensitas (0.2 mT)	Berat buah (gram)
1	0.34
2	0.58
3	0.66
4	0.84
5	0.54
rata-rata	0.592

Intensitas (0.3 mT)	Berat buah (gram)
1	0.74
2	0.8

3	0.92
4	0.76
5	0.62
rata-rata	0.768

Intensitas (0.4 mT)	Berat buah (gram)
1	0.4
2	0.44
3	0.36
4	0.3
5	0.44
rata-rata	0.388

Intensitas (0.5 mT)	Berat buah (gram)
1	0.35
2	0.33
3	0.37
4	0.38
5	0.42
rata-rata	0.37

LAMPIRAN 2 BUKTI PENELITIAN

1. Pembuatan media PDA baru



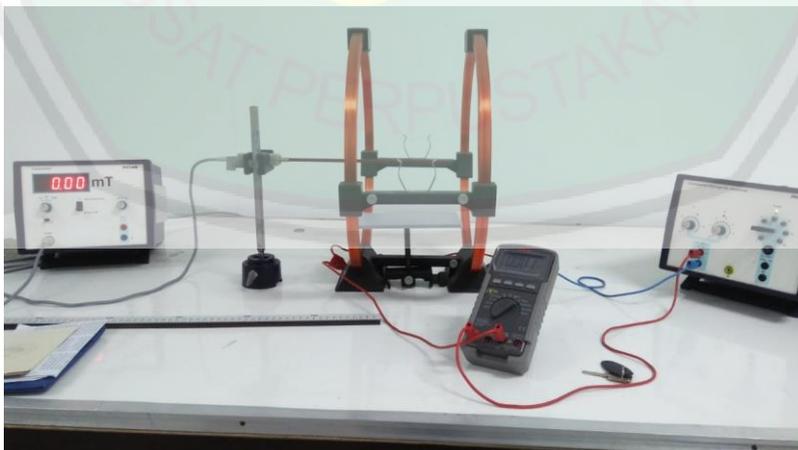
2. Media pembibitan



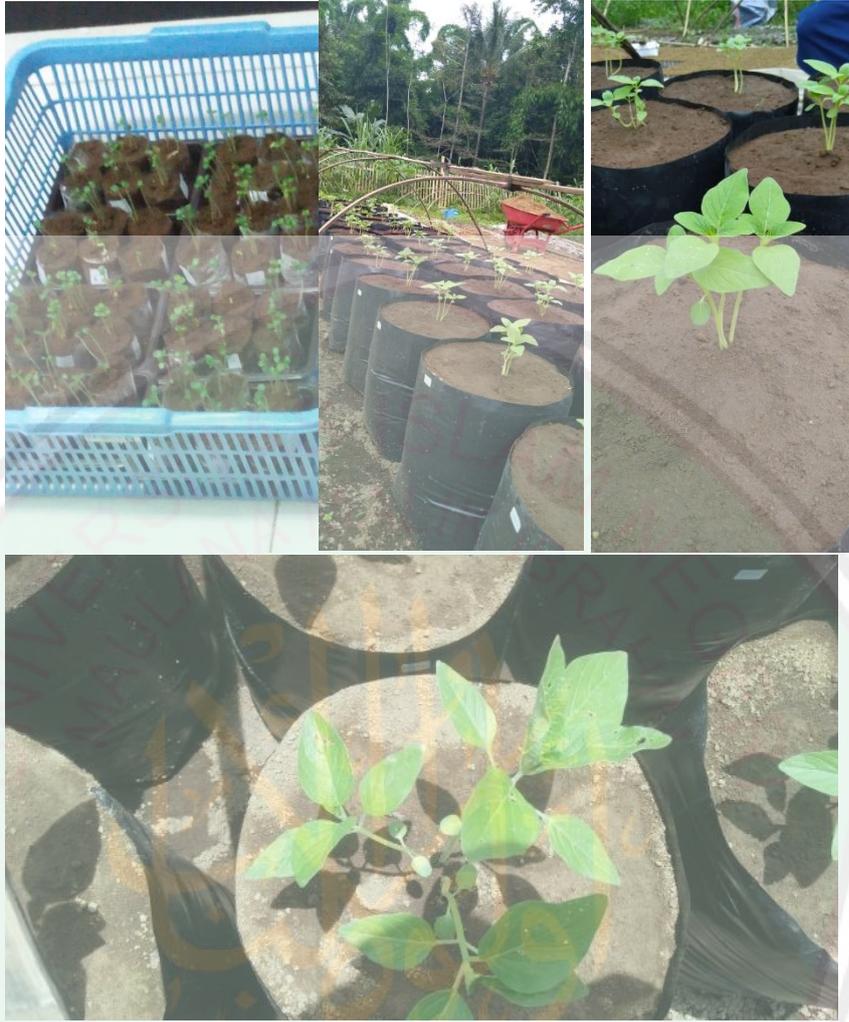
3. Penyuntikan monospora *Fusarium*



4. Pemaparan medan magnet ke Tanaman Wijen



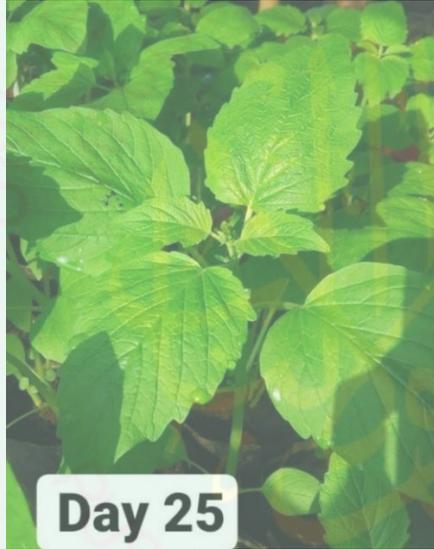
5. Pindahkan Tanaman Wijen ke polybag besar



6. Pertumbuhan tanaman wijen



7. Pertumbuhan tanaman wijen yang diinfeksi (Hari Setelah pemindahan ke polybag besar)



8. Penampakan tanaman wijen yang diinfeksi Minggu ke 8 Hari ke 2





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana NO.50 Dinoyo Malang (0341)551345 Fax. (0341)572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Viranita Qurotul Aini
NIM : 16640038
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum indicum L.*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*
Pembimbing I : Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si
Pembimbing II : Erna Hastuti, M.Si

No.	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	14 November 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
2	21 November 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
3	28 November 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
4	3 Desember 2020	Konsultasi Bab I, II dan III dan ACC	
5	27 Maret 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
6	15 April 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
7	20 April 2020	Konsultasi Kajian Agama	
8	22 April 2020	Konsultasi Bab IV dan V	
9	4 Mei 2020	Konsultasi Bab IV	
10	4 Mei 2020	Konsultasi Kajian Agama	
11	16 Mei 2020	Konsultasi Bab IV	
12	26 Mei 2020	Konsultasi Kajian Agama	
13	1 Juni 2020	Konsultasi Semua Bab dan Abstrak dan ACC	
14	2 Juni 2020	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	

Malang, 29 Juni 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003