

**PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN KEDELAI (*Glycine
max (L.) Merril*) YANG DIINFEKSI PATOGEN *Fusarium oxysporum***

SKRIPSI

Oleh:

RISKA ISNAINI KURNIA
NIM. 18640006



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN KEDELAI (*Glycine
max (L.) Merril*) YANG DIINFEKSI PATOGEN *Fusarium oxysporum***

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:
RISKA ISNAINI KURNIA
NIM. 18640006**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN KEDELAI (*Glycine max*
(*L. Merril*) YANG DI INFEKSI PATOGEN *Fusarium oxysporum*

SKRIPSI

Oleh:

Riska Isnaini Kurnia

NIM. 18640006

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Pada tanggal 6 Juni 2022

Pembimbing I



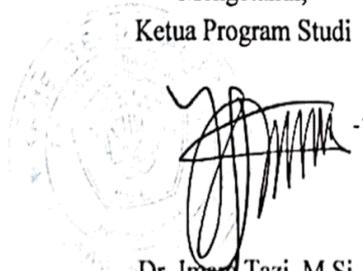
Dr. H. Mokhamad Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Pembimbing II



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

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN KEDELAI (*Glycine max*
(*L.*) *Merril*) YANG DIINFEKSI PATOGEN *Fusarium oxysporum*

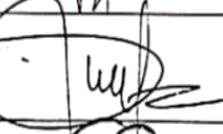
SKRIPSI

Oleh:

Riska Isnaini Kurnia

NIM. 18640006

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 21 Juni 2022

Ketua Penguji	<u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Penguji Utama	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. H. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi


Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riska Isnaini Kurnia

NIM : 18640006

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)
Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium Oxysporum*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Juni 2022
Yang Membuat Pernyataan



Riska Isnaini Kurnia
NIM. 18640006

MOTTO

Belajarliah Menghargai Waktu, Karena Waktu Tidak Dapat Kembali

Imam Syafi'i berpesan : الوقت كالسيف ان لم تقطعه قطعك

"Waktu itu bagaikan pedang. Jika kamu tidak pandai menggunakannya untuk memotong (menggunakan dan memanfaatkannya dalam kehidupan), maka ia akan memotongmu (menebasmu)"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah kepada Allah *Azza wa Jalla* atas segala kenikmatan yang telah diberikan, kupersembahkan skripsi ini:

1. Terkhusus kedua Orang Tuaku, Bapak Suharto dan Ibu Kumaiyah serta Kakakku yang tiada hentinya memanjatkan doa dalam setiap sujudnya serta dorongan dan kasih sayangnya yang terlimpahkan kepadaku, sehingga dapat menghadapi serta melewati setiap rintangan dalam kehidupan ini.
2. Para dosen Fisika, dosen pembimbing, serta laboran yang telah sabar dalam membimbing serta mengajarkan ilmu pengetahuan. Semoga barokah ilmu yang telah diberikan, memberikan manfaat di dunia maupun akhirat.
3. Teman-teman seperjuanganku terkhusus para sahabat dan Fisika angkatan 2018, telah memberikan warna dan kehangatan kebersamaan dalam perjalanan perkuliahan serta memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul “**Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium Oxysporum*””. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia menuju 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, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan baik. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Keluarga tersayang, Bapak Suharto dan Ibu Kumaiyah serta kakakku tercinta yang selalu memberikan semangat, motivasi dan limpahan doa yang membuat saya gigih dan semangat hingga saat ini.
2. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A 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. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si dan Erna Hastuti, M.Si selaku Dosen Pembimbing skripsi yang sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Segenap dosen, laboran dan admin program studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Sahabat dan teman-teman program studi Fisika angkatan 2018 yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

8. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, Aamiin. Penulis 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, 10 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
مستخلص البحث	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF).....	8
2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz	9
2.3 Morfologi Kedelai (<i>Glycine max (L.) Merril</i>).....	12
2.4 Kandungan Kedelai (<i>Glycine max (L.) Merril</i>)	17
2.5 Jenis Kedelai (<i>Glycine max (L.) Merril</i>)	17
2.6 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman.....	20
2.7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	22
2.8 Jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian.....	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan	27
3.4 Bagan Alir	29
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.5.1 Pemilihan Biji Kedelai.....	30
3.5.2 Perbanyak Isolat Monospora <i>Fusarium oxysporum</i>	31
3.5.3 Perlakuan Medan Magnet	31
3.5.4 Penanaman Kedelai Pada Media Tanam.....	32
3.5.5 Perawatan Tanaman di Polybag	32
3.5.6 Penyuntikan Tanaman dengan Isolat <i>Fusarium oxysporum</i>	33
3.6 Pengambilan Data	33

3.7 Analisis Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Data Hasil Penelitian	37
4.2 Pembahasan	64
4.3 Integrasi Penelitian Dalam Perspektif Islam	68
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Kumparan Helmholtz.....	9
Gambar 2.2 Komponen Perhitungan pada Kawat Melingkar Berarus.....	10
Gambar 2.3 Penyusun Kumparan Helmholtz yang Terpisah Dengan Jarak S.....	11
Gambar 2.4 Tanaman Kedelai	12
Gambar 2.5 Biji Kedelai.....	16
Gambar 2.6 <i>Fusarium oxysporum</i>	24
Gambar 4.1 Grafik Waktu Mulai Perkecambahan Benih Kedelai.....	38
Gambar 4.2 Grafik Tinggi Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	43
Gambar 4.3 Grafik Kadar Klorofil a dan Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	54
Gambar 4.4 Grafik Waktu Awal Berbunga Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	59
Gambar 4.5 Grafik Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i> ...	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Kedelai Tiap 100 Gram	17
Tabel 2.2 Beberapa Varietas Unggul Kedelai Rakitan Badan Litbang Pertanian. 19	
Tabel 3.1 Waktu Mulai Perkecambahan benih Kedelai (<i>Glycine Max (L.) Merril</i>)	33
Tabel 3.2 Tinggi Tanaman Kedelai yang diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	34
Tabel 3.3 Kadar Klorofil a Tanaman Kedelai yang diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	34
Tabel 3.4 Kadar Klorofil b Tanaman Kedelai yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	35
Tabel 3.5 Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	35
Tabel 3.6 Berat Buah Kedelai yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	35
Tabel 4.1 Data Waktu Mulai Perkecambahan Benih Kedelai.....	37
Tabel 4.2 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Perkecambahan Benih Kedelai.....	40
Tabel 4.3 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Waktu Mulai Perkecambahan Benih Kedelai.....	40
Tabel 4.4 Data Tinggi Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	41
Tabel 4.5 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Pertama.....	44
Tabel 4.6 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Pertama.....	44
Tabel 4.7 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kedua.....	45
Tabel 4.8 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kedua.....	45
Tabel 4.9 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketiga.....	46
Tabel 4.10 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketiga.....	47
Tabel 4.11 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keempat.....	48
Tabel 4.12 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keempat.....	48
Tabel 4.13 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kelima Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	49
Tabel 4.14 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kelima Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	49
Tabel 4.15 Analisis uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keenam Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	50

Tabel 4.16 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keenam Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	50
Tabel 4.17 Analisis uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketujuh Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	51
Tabel 4.18 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketujuh Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	51
Tabel 4.19 Data Kadar Klorofil a dan Klorofil b Daun Tanaman Kedelai yang diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	53
Tabel 4.20 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil a Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	55
Tabel 4.21 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Kadar Klorofil a Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	55
Tabel 4.22 Analisis uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	56
Tabel 4.23 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Kadar Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	56
Tabel 4.24 Data Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	58
Tabel 4.25 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	60
Tabel 4.26 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	60
Tabel 4.27 Data Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	61
Tabel 4.28 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	64
Tabel 4.29 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Penelitian.....	78
Lampiran 2 Data Hasil Uji DMRT (<i>Duncan Multiple Range Test</i>).....	83
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian.....	88

ABSTRAK

Kurnia, Riska Isnaini. 2022. **Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*.** Skripsi. Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing (I) Dr.H. Mokhamad Tirono, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Kata kunci : Pertumbuhan Kedelai, Medan Magnet, *Fusarium oxysporum*

Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas kedelai adalah keberadaan penyakit yang menyerang pada masa pertumbuhan kedelai, salah satunya yaitu patogen *Fusarium oxysporum* yang menyebabkan layu pada tanaman. Salah satu cara pengendalian penyakit tersebut menggunakan fungisida. Namun jika digunakan secara berlebihan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan. Sehingga perlu adanya teknologi ramah lingkungan untuk meminimalisir penggunaan fungisida, salah satunya dengan menggunakan medan magnet. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan dan ketahanan kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini menggunakan benih kedelai varietas grobogan. Terdapat 7 variasi kerapatan fluks magnet (0 mT (kontrol tanpa infeksi), 0 mT (kontrol), 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT) masing-masing dengan lama paparan 20 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa medan magnet berpengaruh positif dalam mempercepat waktu mulai perkecambahan dan tinggi tanaman, meningkatkan kadar klorofil, mempercepat waktu awal berbunga, dan menambah berat buah kedelai. Akan tetapi, tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan kerapatan fluks magnet terlalu tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak maksimal. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kerapatan fluks magnet yang paling optimal dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* adalah 0,1 mT.

ABSTRACT

Kurnia, Riska Isnaini. 2022. **Effect of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field on Growth and Resistance of Soybean (*Glycine max (L.) Merril*) Infected by Pathogen *Fusarium oxysporum***. 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) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Keyword : Growth of Soybean, Magnetic Field, *Fusarium oxysporum*

One of the factors that affect the low productivity of soybeans is the presence of diseases that attack during the growth of soybeans, one of which is the pathogen *Fusarium oxysporum* which causes wilting of plants. One way to control the disease is using fungicides. However, if used excessively can cause environmental damage. So it is necessary to have environmentally friendly technology to minimize the use of fungicides, one of which is by using a magnetic field. The purpose of this study was to determine the effect of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic flux density on the growth and resistance of soybeans infected with *Fusarium oxysporum*. This study used soybean seeds of the Grobogan variety. There are 7 variations of magnetic flux density (0 mT (control without infection), 0 mT (control), 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, and 0.5 mT, respectively. with an exposure time of 20 minutes. The results of this study showed that the magnetic field had a positive effect in accelerating the start time of germination and plant height, increasing chlorophyll content, accelerating the early flowering time, and increasing soybean fruit weight. However, soybean plants exposed to a magnetic field with a magnetic flux density that was too high caused plant growth to not be optimal. Therefore, it can be concluded that the most optimal magnetic flux density in increasing the growth and resistance of soybeans infected with *Fusarium oxysporum* is 0.1 mT.

مستخلص البحث

كورنيا ، ريسكا إسباني. ٢٠٢١. تأثير المجال المغناطيسي ذو التردد المنخفض للغاية (ELF) على نمو ومقاومة فول الصويا (*Glycine max (L.) Merril*) المصابة بمسببات الأمراض *Fusarium oxysporum* .
 فرضية. برنامج دراسة الفيزياء بكلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية
 مالانج. المشر (١) . محمد تيرونو ، M.Si (٢) إرنا هاستوتي، M.Si

الكلمات المفتاحية: نمو فول الصويا, المجال المغناطيسي, *Fusarium oxysporum*

أحد العوامل التي تؤثر على انخفاض إنتاجية فول الصويا هو وجود الأمراض التي تهاجم أثناء نمو فول الصويا ، أحدها هو العامل الممرض *Fusarium oxysporum* الذي يسبب ذبول النباتات. طريقة واحدة للسيطرة على المرض هي استخدام مبيدات الفطريات. ومع ذلك ، إذا تم استخدامه بشكل مفرط يمكن أن يتسبب في أضرار بيئية. لذلك من الضروري أن يكون لديك تقنية صديقة للبيئة لتقليل استخدام مبيدات الفطريات ، أحدها باستخدام مجال مغناطيسي. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير شدة المجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) على نمو ومقاومة فول الصويا المصاب بمسببات الفوزاريوم أو أكسيسبوروم. استخدمت هذه الدراسة بذور فول الصويا من صنف Grobogan. كان هناك 7 اختلافات في شدة المجال المغناطيسي (0 mT (تحكم بدون عدوى) ، 0 mT (تحكم) ، 0.1 mT ، 0.2 mT ، 0.3 mT ، 0.4 mT ، 0.5 mT) مدة تعرض كل منها 20 دقيقة. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن المجال المغناطيسي كان له تأثير إيجابي في تسريع وقت بدء الإنبات وارتفاع النبات ، وزيادة محتوى الكلوروفيل ، وتسريع وقت التزهير المبكر ، وزيادة وزن فاكهة فول الصويا. ومع ذلك ، فإن تعرض نباتات فول الصويا لمجال مغناطيسي بكثافة عالية للغاية تسبب في عدم نمو النبات بالشكل الأمثل. لذلك ، يمكن استنتاج أن شدة المجال المغناطيسي الأمثل في زيادة نمو ومقاومة فول الصويا المصاب بـ *Fusarium oxysporum* هي شدة 0.1 mT.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerapan medan magnet di bidang pertanian merupakan teknologi baru yang ramah lingkungan untuk meningkatkan benih perkecambahan dan meningkatkan hasil dengan mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia dalam benih (A.M. et al., 2016). Medan magnet dapat menyebabkan perubahan pada tingkat sel (Zablotskii et al., 2016) dan meningkatkan viabilitas, organisasi, dan diferensiasi pada sel. Banyak penelitian telah membuktikan bahwa medan magnet yang diterapkan pada benih dapat meningkatkan perkecambahan biji dan pertumbuhan benih tanaman (Ijaz et al., 2012). Menurut (Podleśny & Podleśna, 2004) perlakuan medan magnet pada kacang dapat meningkatkan perkecambahan dan kemuculan kultivar kacang lebih awal daripada tanaman kontrol. Pengaruh positif tersebut berpengaruh terhadap jumlah polong pada setiap tanaman sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman tersebut.

Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan karena kandungan protein dan karbohidrat yang tinggi dan dapat diolah menjadi berbagai macam bahan pangan seperti tempe, tahu, sari kedelai dan sebagainya. Selain itu dikarenakan adanya kesadaran masyarakat untuk memperbaiki gizi dengan mengkonsumsi olahan kedelai yang relatif murah bila dibandingkan dengan sumber protein seperti daging, susu, dan ikan. Sehingga kebutuhan kedelai nasional terus terjadi peningkatan untuk bahan pangan, pakan, maupun industri (Putra, Rusbana, & Dharmesta, 2015). Oleh karena itu, kebutuhan kedelai terus terjadi peningkatan. Namun, produksi kedelai (*Glycine*

max (L.) Merril) belum mampu mengimbangi dengan peningkatan permintaan pasar.

Berdasarkan permintaan kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) yang semakin tinggi kemungkinan menyebabkan terjadinya kekurangan hasil tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) pada masa mendatang. Faktor yang menyebabkan penurunan produksi kedelai yaitu kurangnya ketersediaan lahan yang produktif serta keterbatasan varietas unggul dengan benih bermutu. Benih kedelai yang bermutu adalah benih yang memenuhi standar pertumbuhan dan perkembangan serta bebas patogen. Keberadaan hama dan penyakit yang menyerang pada masa pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) juga termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas kedelai.

Penyakit pada tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) dapat menyebabkan kebusukan pada organ tumbuhan. Infeksi patogen *Fusarium oxysporum* menyebabkan kenampakan yang berbeda pada tanaman yang terinfeksi bila dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh secara normal. Perkembangan patogen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti melalui lingkungan, air, alat pertanian, dan tanah. Patogen *Fusarium oxysporum* ini dapat menginfeksi tanaman kedelai mulai pekecambahan. Infeksi yang terjadi pada tanaman dewasa menyebabkan tanaman layu, busuk akar samping, tudung akar, dan pangkal batang tanaman (Inayati & Yusnawan, 2018). Apabila benih kedelai yang terinfeksi ditanam, akan tetap tumbuh tetapi dapat menyebabkan terjadinya epidemi penyakit.

Pengendalian penyakit tersebut menjadi prioritas utama untuk merawat kedelai. Adapun cara pengendalian penyakit tersebut dapat menggunakan

fungisida. Fungisida merupakan salah satu jenis pestisida yang digunakan untuk mengendalikan jamur ataupun cendawan yang menyebabkan penyakit sehingga banyak dari petani telah memanfaatkan fungisida untuk pertanian. Namun fungisida perlu adanya langkah bijak terkait cara dan petunjuk penggunaan yang sesuai. Apabila petani menggunakan fungisida secara berlebihan maka dapat menimbulkan beberapa masalah seperti dapat merusak lingkungan, pencemaran tanah bahkan dapat membinasakan semua makhluk hidup di lahan tersebut.

Sebagaimana dalam Al Quran surat Al Baqarah ayat 205 Allah berfirman:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

“Dan apabila dia berpaling (dari engkau), ia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi, serta merusak tanam-tanaman dan ternak, sedang Allah tidak menyukai kerusakan.” QS. Al Baqarah (2:205).

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir ayat ini menerangkan apabila manusia yang telah berpaling dari Allah dan berusaha mengamalkan kemaksiatan berupa perbuatan yang dapat merusak tanam-tanaman dan binatang ternak hingga binasa. Sedangkan Allah tidak menyukai kerusakan di muka bumi dan tidak mencintai orang-orang yang suka berbuat kerusakan. Menurut (Nurhayati et al., 2018) ayat tersebut juga menjelaskan bahwa manusia tidak diperbolehkan untuk membuat kerusakan alam maupun lingkungan sekitar seperti penggunaan fungisida yang berlebihan. Hal tersebut perlu dihindari dikarenakan fungisida memiliki berbagai dampak negatif bagi alam dan manusia. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu usaha pemanfaatan teknologi yang ramah lingkungan untuk meminimalkan penggunaan fungisida tersebut. Salah satu metode yang dilakukan yaitu dengan menggunakan medan magnet.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan (Tirono et al., 2021) menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT dapat menghasilkan pertumbuhan, kesehatan, dan ketahanan tanaman yang optimal terhadap tanaman wijen yang diinfeksi dengan patogen *Fusarium oxysporum*. Perlakuan benih dengan menggunakan medan magnet mulai dari perendaman benih hingga fase perkecambahan membuat tanaman wijen lebih sehat, buah lebih besar, dan lebih tahan terhadap serangan layu *Fusarium oxysporum*. Hal tersebut dikarenakan perlakuan dengan menggunakan medan magnet memiliki efek positif pada perkecambahan biji, pertumbuhan bibit, dan produktivitas berbagai spesies tanaman (Sarraf et al., 2020). Perlakuan menggunakan medan magnet selama penyemaian dan perkecambahan biji akan mempengaruhi reproduksi sel dan metabolisme. Paparan medan magnet juga akan mengubah sifat air, termasuk tegangan permukaan dan viskositas sehingga kemampuan merendam benih meningkat (Fuad et al., 2018).

Beberapa peneliti juga telah membuktikan pengaruh medan magnet terhadap tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh (Asghar et al., 2016) menunjukkan bahwa kelompok bibit kedelai yang diberi perlakuan medan magnet secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok kontrol (bibit yang tidak diberi perlakuan). Hasilnya mengungkapkan bahwa benih yang diberikan perlakuan medan magnet pra-semi memiliki potensi untuk meningkatkan bagian biologi kedelai, kandungan klorofil dan enzim metabolik penting. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Agustrina et al., 2016) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0.2 mT dapat menghambat

patogenitas *Fusarium oxysporum* pada fase generatif sejak pembentukan bunga sampai produksi tomat.

Berdasarkan uraian hasil penelitian sebelumnya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) yang diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*”. Penelitian ini diharapkan untuk mengetahui kerapatan fluks magnet yang optimal dari medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) untuk mempercepat waktu munculnya perkecambahan dan pertumbuhan tinggi tanaman, meningkatkan kandungan klorofil daun, mempercepat waktu berbunga, dan menambah berat buah kedelai baik dalam kondisi tanpa infeksi maupun diinfeksi dengan patogen *Fusarium oxysporum*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain yaitu :

1. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulai perkecambahan dan tinggi tanaman kedelai (*Glycine max*(L.) Merril) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*?
2. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max*(L.) Merril) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*?
3. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga dan berat buah kedelai (*Glycine max*(L.) Merril) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulai perkecambahan dan tinggi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.
2. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.
3. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga dan berat buah kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya :

1. Dapat menambah wawasan mengenai pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.
2. Dapat memberikan informasi tentang kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan pada tanaman kedelai yang telah diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.

1.5 Batasan Penelitian

Beberapa hal yang perlu dibatasi pada penelitian ini diantaranya :

1. Biji kedelai yang digunakan adalah varietas grobogan.

2. Data yang diambil adalah pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulai perkecambahan, tinggi tanaman, kadar klorofil daun, waktu awal berbunga, dan berat buah kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.
3. Medan magnet yang digunakan adalah medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz.
4. Pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dilakukan dengan kerapatan fluks magnet mulai dari 0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT dan 0,5 mT dengan waktu pemaparan selama 20 menit (Tirono et al., 2021).
5. Patogen *Fusarium oxysporum* yang digunakan diisolasi sebelumnya.
6. Media tanam menggunakan tanah.
7. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap minggu satu kali pada hari minggu selama 7 minggu.
8. Uji klorofil daun menggunakan alat spektrofotometer vis

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF)

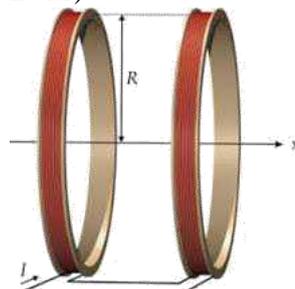
Medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* merupakan salah satu bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada rentang frekuensi 0 hingga 300 Hz. Medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* memiliki sifat *non ionizing radiation*. Energi medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* yang berukuran relatif kecil menyebabkan radiasi ini bersifat *non thermal* ketika berinteraksi dengan sistem lainnya. Karakteristik yang lainnya yaitu medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* hampir dapat menembus benda apapun dan memiliki banyak manfaat (Djoyowasito et al., 2021). Radiasi gelombang elektromagnetik dari medan *Extremely Low Frequency (ELF)* tidak menyebabkan efek ionisasi pada atom suatu bahan, dan tidak menyebabkan peningkatan suhu ketika berinteraksi atau menginduksi material lainnya (Sudarti et al., 2018).

Medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* dapat diperoleh melalui alami maupun buatan. Sumber medan magnet alami berasal dari magnet bumi, sedangkan medan magnet buatan dihasilkan dari aliran arus listrik seperti alat-alat elektronik yang berada di sekeliling kita. Medan magnet yang dihasilkan oleh alat-alat tersebut sebanding dengan besarnya arus yang dialirkan (D. Nugroho, 2009). Medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* juga dapat dihasilkan dari sepasang kumparan yang terpisah dengan jarak tertentu yang dinamakan dengan kumparan Helmholtz (Amanda, 2019). Menurut beberapa penelitian medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* mampu mempengaruhi perkecambahan (Germinasi), pertumbuhan bibit, hingga ukuran buah (Handoko et al., 2007).

2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz

Medan magnet merupakan suatu medan yang dihasilkan akibat pengaruh gaya magnetik yang ditimbulkan oleh arus listrik yang mengalir pada solenoida (Hernawati et al., 2017). Medan magnet itu ditimbulkan oleh adanya gerakan muatan listrik (arus listrik) yang mengalir, dimana semakin besar arus listrik yang mengalir maka menghasilkan medan magnet semakin besar pula (Sari et al., 2018). Sedangkan kumparan Helmholtz adalah dua buah kumparan yang dihubungkan secara seri dan dialiri dengan arus listrik yang searah sehingga dapat menghasilkan medan magnetik.

Kuat medan magnetik yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz ini bergantung dengan arus listrik (I), jumlah lilitan (N), jari-jari kumparan (R), serta jarak benda terhadap kumparan tersebut. Besar medan magnet di setiap titik sepanjang sumbu x di titik tengah kumparan dapat dijelaskan dengan mengkombinasikan dua penyelesaian tentang Hukum Biot-Savart untuk kawat melingkar berupa lilitan (Hawa, 2011)



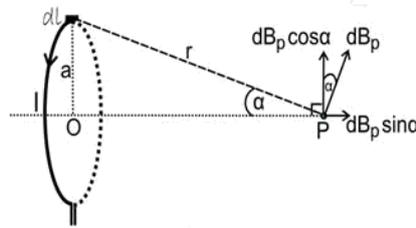
Gambar 2.1 Rangkaian Kumparan Helmholtz (Hawa, 2011)

Untuk besar medan magnet yang terjadi di sepanjang pusat kawat melingkar di titik O yang mengalirkan arus dapat dilihat dari penurunan persamaan Hukum Biot Savart. Segmen arus ($I dl$) tegak lurus terhadap vektor jari-jari kawat r yang berada di titik P . Dari persamaan awal Hukum Biot Savart didapat persamaan berikut (Tipler, 2001) :

$$dB_p = \frac{\mu_0 I dl \sin \hat{r}}{4\pi r^2} \quad (2.1)$$

$$dB_p = \frac{\mu_0 I dl \sin 90^\circ}{4\pi r^2} \quad (2.2)$$

$$dB_p = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \quad (2.3)$$



Gambar 2.2 Komponen Perhitungan Pada Kawat Melingkar (Tipler, 2001)

Pada gambar 2.2 terlihat komponen yang tegak lurus terhadap sumbu kawat melingkar adalah $dB_p \cos \alpha$, komponen y tersebut akan saling menghilangkan sehingga hanya fokus pada komponen x ($dB_p \sin \alpha$), dimana :

$$dB_{px} = dB_p \sin \alpha \quad (2.4)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin \alpha \quad (2.5)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi r^2} dl \quad (2.6)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi r^3} dl \quad (2.7)$$

Dari teorema Pythagoras, diketahui jika

$$r = \sqrt{x^2 + a^2} \quad (2.8)$$

Maka

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2 + a^2})^3} dl \quad (2.9)$$

$$B_{px} = \oint dB_{px} \quad (2.10)$$

$$dB_{px} = \oint \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2 + a^2})^3} dl \quad (2.11)$$

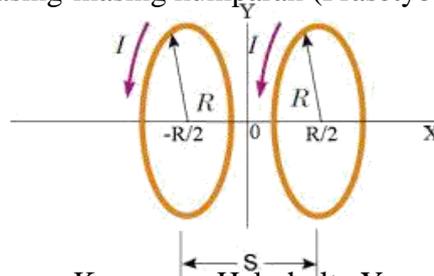
$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2 + a^2})^3} \oint dl \quad (2.12)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2 + a^2})^3} 2\pi a \quad (2.13)$$

Sehingga induksi magnet di pusat kawat lingkaran sepanjang sumbu x diperoleh :

$$B_{px} = \frac{\mu_0 I a^2}{2(\sqrt{x^2 + a^2})^3} \quad (2.14)$$

Kumparan Helmholtz dibuat dengan dua kumparan dengan bentuk dan ukuran sama yang disusun secara paralel. Jika titik P diambil sebagai acuan ditengah kumparan, maka medan magnet pada titik P merupakan hasil penjumlahan dari masing-masing kumparan (Prasetyo, 2020).



Gambar 3 Penyusun Kumparan Helmholtz Yang Terpisah Dengan Jarak (Prasetyo, 2020)

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

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2} = \left[\frac{1}{((x + \frac{1}{2})^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{((x - \frac{1}{2})^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \right] \quad (2.15)$$

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 :

$$\frac{dB}{dx} \Big|_{x=0} = 0 \quad (2.16)$$

$$\frac{dB}{dx} \Big|_{x=0} = -\frac{3}{2} \frac{\mu_0 I R^2}{2} \left[((x + \frac{1}{2})^2 + R^2)^{\frac{3}{2}} 2(x + \frac{1}{2}) + ((x - \frac{1}{2})^2 + R^2)^{\frac{3}{2}} 2(x - \frac{1}{2}) \right] \quad (2.17)$$

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 :

$$\frac{d^2B}{dx^2} \Big|_{x=0} = -\frac{3}{2} \mu_0 I R^2 \left[2 \left(\frac{I^2}{4} + R^2 \right)^{\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} I^2 \left(\frac{I^2}{4} + R^2 \right)^{\frac{7}{2}} \right] \quad (2.18)$$

$$0 = -\frac{3}{2}\mu_0 I R^2 \left[2\left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} I^2 \left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{\frac{7}{2}} \right] \quad (2.19)$$

$$2\left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{\frac{5}{2}} = \frac{5}{2} I^2 \left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{\frac{7}{2}} \quad (2.20)$$

$$\left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{-5} = \left(\frac{5}{4} I^2\right)^2 \left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{-7} \quad (2.21)$$

$$\left(\frac{I^2}{4} + R^2\right)^{-2} = \left(\frac{5}{4} I^2\right)^2 \quad (2.22)$$

$$\frac{I^2}{4} + R^2 = \frac{5}{4} I^2 \quad (2.23)$$

$$R^2 = \frac{5}{4} I^2 - \frac{I^2}{4} \quad (2.24)$$

$$R^2 = I^2 \quad (2.25)$$

$$R = I \quad (2.26)$$

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.

2.3 Morfologi Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*)

Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) termasuk tanaman komoditas pangan nasional setelah padi dan jagung. Kedelai sebagai sumber utama protein nabati sehingga menjadi sangat dominan dalam bahan pangan yang memiliki nilai gizi tinggi (Putri et al., 2014). Klasifikasi dari kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Tanaman Kedelai (Anjani, 2019)

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Fabales

Famili : Fabaceae

Genus : *Glycine*

Spesies : *max*

Karakteristik kedelai yang kebanyakan dibudidayakan di Indonesia yaitu *Glycine max* (L.) Merril, dimana tanaman tegak dengan tinggi 40-90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal dan daun bertiga, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat dan umur tanaman berkisar 72-90 hari. *G. max* merupakan tanaman semusim dengan ciri-ciri sebagai berikut memiliki bunga berwarna putih atau ungu, daun dan biji yang memiliki bentuk dan ukuran yang beragam. Terdapat beberapa tipe daun pada tanaman kedelai yaitu daun tunggal, daun bertiga maupun daun berlima (Adie & Krisnawati, 2013).

2.3.1 Akar

Sistem perakaran pada kedelai terdiri dari sebuah akar tunggang yang terbentuk dari calon akar, sejumlah akar sekunder yang tersusun dalam empat barisan sepanjang akar tunggang, cabang akar sekunder, dan cabang akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Bintil akar pertama terlihat 10 hari setelah tanam. Panjang akar tunggang ditentukan oleh berbagai faktor seperti kekerasan tanah, populasi tanaman, varietas, dan sebagainya. Akar tunggang dapat mencapai kedalaman 200 cm, namun pada pertanaman tunggal dapat mencapai 250 cm. Umumnya sistem perakaran terdiri dari akar lateral yang berkembang 10-15 cm di atas akar tunggang (Adie & Krisnawati, 2013).

2.3.2 Batang

Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) memiliki batang seperti semak. Tinggi batang pada tanaman ini berkisar 30-100 cm. Setiap batang bisa membentuk 3-6 jumlah cabang. Terdapat dua tipe pertumbuhan batang yaitu tipe *determinate* dan *indeterminate* (Waliyansyah, 2020). Tipe determinit adalah tipe pertumbuhan batang yang dilihat dari vegetatif tunas terminal yang terhenti ketika proses pembungaan, sedangkan tipe indeterminate adalah tipe yang dilihat dari tunas terminal yang terus tumbuh hingga fase vegetatif selama masa pertumbuhan (Putri et al., 2014).

Batang tanaman kedelai berasal dari poros embrio yang terdapat pada biji masak. Hipokotil merupakan bagian terpenting pada poros embrio, yang berbatasan dengan bagian ujung bawah permulaan akar yang menyusun bagian kecil dari poros bakal akar hipokotil. Bagian atas poros embrio berakhir pada epikotil yang terdiri dari dua daun sederhana, yaitu primordia daun bertiga pertama dan ujung batang. Sistem perakaran diatas hipokotil berasal dari epikotil dan tunas aksiler (Adie & Krisnawati, 2013).

2.3.3 Daun

Bentuk daun kedelai adalah lancip, bulat dan lonjong serta terdapat perpaduan bentuk daun misalnya antara lonjong dan lancip. Sebagian besar bentuk daun kedelai yang ada di Indonesia adalah berbentuk lonjong dan hanya terdapat satu varietas (Argopuro) berdaun lancip. Daun kedelai terbagi menjadi empat tipe yaitu: (1) kotiledon atau daun biji, (2) dua helai daun primer sederhana, (3) daun bertiga, dan (4) profila. Daun primer memiliki bentuk oval dengan tangkai daun sepanjang 1-2 cm, terletak berseberangan pada buku pertama diatas kotiledon.

Setiap daun memiliki sepasang stipula yang terletak pada dasar daun yang menempel pada batang. Anak daun bertiga mempunyai bentuk yang bermacam-macam, mulai bulat hingga lancip. Ada kalanya terbentuk 4-7 daun dan dalam beberapa kasus terjadi penggabungan daun lateral dengan daun terminal. Daun tunggal mempunyai panjang 4-20 cm dan lebar 3-10 cm. Tangkai daun lateral umumnya pendek sepanjang 1 cm atau kurang. (Adie & Krisnawati, 2013).

2.3.4 Bunga

Kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri yang bersifat kleistogami. Periode perkembangan vegetatif bervariasi tergantung pada varietas dan keadaan lingkungan, termasuk panjang hari dan suhu. Tanaman memasuki fase reproduktif saat tunas aksiler berkembang menjadi kelompok bunga dengan 2-35 kuntum bunga setiap kelompok. Ketika buku kotiledon, daun primer, dan daun bertiga dalam fase vegetatif, bunga pertama muncul pada buku kelima atau keenam dan atau buku di atasnya. Bunga muncul ke arah ujung batang utama dan ke arah ujung cabang.

Periode berbunga dipengaruhi oleh waktu tanam, berlangsung 3-5 minggu. Berbagai penelitian menyebutkan bahwa tidak semua bunga kedelai berhasil membentuk polong, dengan tingkat keguguran 20-80%. Umumnya varietas dengan banyak bunga per buku memiliki persentase keguguran bunga yang lebih tinggi daripada yang berbunga sedikit. Keguguran bunga dapat terjadi pada berbagai fase perkembangan, mulai dari pertunasan, selama perkembangan organ-organ pembungaan, saat pembuahan, selama perkembangan awal embrio, atau pada berbagai tahapan perkembangan kotiledon.

Jumlah bunga dari 20 varietas kedelai di Indonesia berkisar dari 47-75 buah (rata-rata 57 bunga) dan kisaran jumlah polong isi dari 33 hingga 64 buah (rata-rata 48 polong isi). Semakin kecil ukuran biji maka jumlah polong per tanaman akan semakin banyak. Pada kondisi optimal, rata-rata jumlah bunga yang berhasil membentuk polong isi adalah 84% atau diantara rentang 70-91% (Adie & Krisnawati, 2013).

2.3.5 Biji

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia memiliki biji lonjong. Pengelompokan ukuran biji kedelai berbeda antarnegara, di Indonesia kedelai dikelompokkan berukuran besar (berat >14 g/100 biji), sedang (10-14 g/100 biji), dan kecil (<10 g/100 biji). Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (*testa*).



Gambar 2.5 Biji Kedelai (Anjani, 2019)

Warna biji kedelai memiliki beberapa macam warna yaitu kuning, hijau, hitam, dan coklat. Terdapat pula warna campuran (kombinasi) seperti kuning hijau dan hijau kuning. Kotiledon pada embrio yang sudah tua umumnya berwarna hijau, kuning, atau kuning tua. Namun umumnya berwarna kuning. Kombinasi berbagai pigmen yang ada di kulit biji dan kotiledon akan membentuk warna biji yang bermacam-macam pada kedelai.

Bobot segar dan ukuran biji maksimum dapat dicapai 5-15 hari sesudahnya. Ketika biji mulai kehilangan kelembaban, bentuknya berubah dari panjang menjadi lebih oval atau berbentuk bola saat biji masak. Polong mudah berwarna hijau dan berubah menjadi kuning atau coklat setelah matang. Pada polong terdapat trikoma (bulu) dengan intensitas kepadatan dan panjang yang berlainan tergantung varietasnya (Adie & Krisnawati, 2013).

2.4 Kandungan Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*)

Kedelai merupakan sumber gizi yang sangat penting. Kacang kedelai memiliki protein dengan susunan asam essensial yang lengkap dan daya cerna yang baik. Komposisi gizi kedelai dipengaruhi oleh varietas dan dikembangkan serta warna kulit atau kotiledonnya (Winarsi, 2010). Komposisi kimiawi kedelai kering per 100 gram biji dapat dilihat pada tabel berikut (Krisnawati, 2017) :

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Kedelai tiap 100 gram

Kandungan Gizi	Jumlah
Protein (g)	3,7
Lemak (total) (g)	2,2
Asam lemak jenuh (g)	0,4
Karbohidrat (g)	2,8
Serat (g)	0,6
Kalsium (mg)	120,0
Vitamin B12	0,2

2.5 Jenis Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*)

Kedelai tergolong sebagai tanaman berhari pendek, yang berarti tanaman tidak akan berbunga jika panjang hari melampaui batas kritisnya. Kedelai juga peka terhadap panjang hari (fotoperiodisitas). Umumnya varietas kedelai akan

berbunga jika periode gelap yang diterima setiap hari kurang dari 10 jam, sebaliknya varietas kedelai akan cepat berbunga kalau periode gelap berada antara 14-16 jam per hari (Adie & Krisnawati, 2013).

Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) yang banyak dibudidayakan di Indonesia yaitu kedelai putih dengan ciri-ciri warna biji yang kemungkinan berwarna kuning, agak putih, maupun hijau (Lukitasari, 2012). Varietas kedelai Anjasmoro, Baluran, Burangrang, Ijen, Kaba, Sinabung, Tenggamus, dan Wilis adalah beberapa varietas kedelai yang banyak dibudidayakan saat ini dan memiliki hasil yang cukup baik (Komariah, 2008). Sampai saat ini, produktivitas kedelai nasional ditingkat petani rata-rata 1,3 t/ha dengan kisaran 0,6-2 t/ha. Sedangkan di tingkat penelitian telah mencapai 1,7-3,2 t/ha dengan hasil yang bervariasi berdasarkan kesuburan lahan dan penerapan teknologi yang digunakan (BKP5K Aceh & BPTP NAD, 2009).

Berdasarkan warna bijinya terdapat dua jenis yaitu kedelai kuning dan kedelai hitam. Kedelai kuning membutuhkan tanah yang lebih subur, serta memerlukan pengairan dan pemeliharaan lebih baik daripada kedelai hitam. Kedelai kuning banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan seperti bahan baku tempe, susu kedelai, tahu serta makanan lainnya. Sedangkan kedelai hitam pada umumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku kecap.

Umur tanaman kedelai dikelompokkan menjadi genjah (<80 hari), sedang (80-85 hari) dan dalam (>85 hari). Kedelai berumur dalam dominan terhadap kedelai umur genjah. Varietas kedelai berumur dalam termasuk beberapa varietas adaptif lahan masam. Bentuk daun kedelai cukup beragam dari bulat, oval, hingga

lancip. Sebagian besar varietas kedelai di Indonesia berkategori daun oval dan hanya satu varietas berdaun lancip yaitu gumitir (Adie & Krisnawati, 2013).

Tabel 2.2 Beberapa Varietas Unggul Kedelai Rakitan Badan Litbang Pertanian

Varietas	Umur (hari)	Bobot 100 biji (gr)	Potensi Hasil (ton/ha)	Warna biji	Sifat-sifat Penting	Tahun
Wilis	85-90	10,0	3,00	Kuning	Adaptasi luas	1983
Burangrang	80-82	17,0	1,2-2,50	Kuning	Tahan penyakit karat, rendemen susu tinggi	1999
Kaba	85	10,4	3,25	Kuning		2001
Anjasmoro	83	14-15,3	2-2,5	Kuning	Tahan karat, tidak mudah pecah	2001
Sinabung	88	11,0	2,16	Kuning	Agak tahan karat, adaptif lahan masam	2001
Ijen	83	11,2	2,15-2,49	Kuning	Tahan ulat grayak	2003
Tanggamus	88	11,5	2,5	Kuning	Agak tahan karat, adaptif lahan masam	2001
Grobogan	76	18	3,4	Kuning	Sesuai ditanam di lahan kering pada awal musim hujan	2008
Gema	73	12	3,0	Kuning	Biji bulat dan kuning mengkilat	2011
Dering 1	81	10,7	2,8	Kuning	Toleran kekeringan pada fase reproduktif	2012
Dena 1	78	14,33	2,9	Kuning	Sesuai untuk tumpangsari	2014
Devon 1	83	15,3	3,09	Kuning		2015
Dega 1	71	21	3,5	Kuning	Berumur genjah dan berbiji besar	2016
Deja 1	79	12,9	2,87	Kuning	Tahan hama penghisap dan penggerek polong	2017
Cikuray	82-85	11,5	1,70	Hitam		1993
Merapi	85-90	8,8	1,50	Hitam		1999
Malika	90	9,0	2,40	Hitam		
Detam 3 Prida	75	11,8	3,2	Hitam		2013

2.6 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi antara lain gen dan hormon sedangkan faktor eksternal antara lain nutrisi, cahaya matahari, air, medium penanaman, oksigen, suhu, kelembaban maupun unsur hara (Campbell et al., 20013). Kedua faktor ini memiliki peran masing-masing dalam fase pertumbuhan dan perkembangan. Pada fase pertumbuhan diawali dengan biji yang diikuti dengan proses perkecambahan. Kemudian jika sudah mencapai siklus akhirnya, tanaman akan mulai berbunga dan berbuah yang nantinya akan menghasilkan biji baru lagi. Dalam Al Qur'an pada Q.S Al-An'am (6):95 Allah berfirman:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ فَالِكُمْ اللَّهُ فَانِي تُوَفِّكُونَ
"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).

Berdasarkan tafsir Al-Misbah jilid IV pada ayat ini menjelaskan salah satu kekuasaan Allah telah menumbuhkan suatu tanaman dari bakal benihnya. Ketika mulai pertumbuhan, sel sel hidup mulai terbentuk dan biji tersebut akan berubah yang awalnya dari fase biji/bibit ke fase tunas. Kemudian fase tersebut terus berkembang hingga suatu tumbuhan dapat berbuah. Ketika siklus itu sampai pada titik akhirnya maka buah buahan itu akan kembali mengandung biji-bijian yang merupakan bahan kehidupan baru lagi (Shihab, 2015).

Hal tersebut telah dibuktikan secara ilmiah yang menunjukkan bahwa proses pertumbuhan dimulai dengan pecahnya biji. Biji dapat mengalami masa dormansi, dimana embrio berhenti tumbuh dan metabolismenya hampir berhenti. Lamanya

biji mengalami proses dormansi berbeda-beda tergantung pada jenis tumbuhannya serta kondisi lingkungan. Sedangkan germinasi diawali oleh imbibisi yang menyebabkan biji mengembang dan selaput biji merekah diikuti dengan perubahan metabolisme didalam embrio yang membuat embrio kembali tumbuh. Ketika benih menjadi tunas, benih akan mencari makanannya berupa zat-zat yang ada didalam tanah (Krisnawati, 2017).

Pertumbuhan tanaman dibagi dalam dua fase yaitu fase vegetatif dan fase generatif (reproduktif). Fase vegetatif dimulai sejak tanaman tumbuh dan umumnya dicirikan oleh banyaknya buku pada batang utama yang telah memiliki daun terbuka penuh. Fase ini berakhir jika telah terbentuk bunga pada batang utama. Dengan demikian fase generatif dimulai dengan terbentuknya satu bunga dan diakhiri jika 95% polong telah matang (Adie & Krisnawati, 2013).

Fase vegetatif diawali pada saat tanaman muncul dari tanah dan kotiledon belum membuka. Jika kotiledon telah membuka dan diikuti dengan membukanya daun tunggal maka dikategorikan sebagai fase kotiledon. Kemudian terbukanya daun pada batang utama dan fase ini akan berakhir setelah terbentuknya bunga sebagai organ reproduktif. Sedangkan fase reproduktif dikelompokkan kedalam tiga fase antara lain fase pembungaan, pembentukan polong, dan pematangan biji (Adie & Krisnawati, 2013). Faktor internal yang mempengaruhi hormon dan gen tumbuhan tersebut. Sedangkan faktor eksternal meliputi cahaya, air, medium penanaman, oksigen maupun unsur hara (Campbell *et al*, 2013).

2.7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan

Tanaman

Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap kemagnetan suatu bahan atau molekul yang ada di dalam tumbuhan baik yang tersusun dari unsur-unsur maupun yang tersusun dari ion. Bahan yang ada di sekitar medan magnet akan terpolarisasi, dalam hal ini terjadi proses persejajaran 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 (Waliyansyah, 2020).

Pemaparan medan magnet mempengaruhi molekul air dan meningkatkan konsentrasi Ca, K, Fe dan Zn pada daun yang menunjukkan konsentrasi yang signifikan dan dapat mengindikasikan adanya kualitas pertumbuhan dari tanaman yang menggunakan air yang telah diberikan medan magnet, selain itu adanya stabilitas dari elemen serapan di dalam tanaman menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik (Prasetyo, 2020).

Perlakuan dengan menggunakan medan magnet memiliki efek positif pada perkecambahan biji, pertumbuhan bibit, dan produktivitas berbagai spesies tanaman (Sarraf et al., 2020). Magnet sebagai salah satu biostimulasi terhadap metabolisme sel pada tanaman dan memiliki peran yang baik pada proses perkecambahan. Pemberian medan magnet akan mempengaruhi struktur membran sel sehingga permeabilitas dan transport ion dapat mempengaruhi metabolisme menjadi meningkat. Selain itu gaya dari medan magnet dapat mengendalikan dan

mengubah laju pergerakan elektron dalam sel dan mempengaruhi metabolisme sel (Putra et al., 2020).

Setiap materi mempunyai sifat kemagnetan baik berupa unsur, zat, maupun senyawa (Suroso, 2018). Medan magnet dapat menyebabkan perubahan pada tingkat sel (Zablotskii et al., 2016). Paparan medan magnet juga akan mengubah sifat air, termasuk tegangan permukaan dan viskositas sehingga kemampuan merendam benih meningkat. Air yang termagnetisasi akan mempermudah benih untuk menyerap air pada saat proses imbibisi dan dapat meningkatkan ketersediaan oksigen di dalam benih yang diperlukan untuk meningkatkan aktivitas enzim dimana peningkatan aktivitas enzim ini menyebabkan tumbuhan memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap serangan patogen, stress, oksidatif dan sebagainya. Selain itu, manfaat air yang termagnetisasi pada tumbuhan dapat terjadi perombakan ketersediaan makanan dan respirasi pada benih (Putra, Rusbana, & Anggraeni, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian (Martinez et al., 2017) membuktikan bahwa medan magnet berpengaruh positif terhadap beras, jagung, dan biji barley karena dapat meningkatkan persentase dan tingkat perkecambahan biji tanaman tersebut. Paparan medan magnet dapat mempengaruhi proses biokimia dengan merangsang aktivitas protein dan enzim. Selain itu medan magnet dapat meningkatkan penyerapan ion. Penggunaan medan magnet memiliki beberapa manfaat antara lain meningkatkan kandungan nutrisi dan meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu medan magnet dapat digunakan sebagai suatu alat untuk meningkatkan jumlah produksi suatu tanaman tanpa memerlukan zat kimia yang dapat merusak ekosistem (Fuad et al., 2018).

2.8 Jamur *Fusarium oxysporum*

Jamur *Fusarium* merupakan salah satu jamur patogen tanaman yang sulit dikendalikan. Jamur ini merupakan patogen tanaman yang menyebabkan busuk dan layu pada akar, batang maupun kecambah pada tanaman. *Fusarium oxysporum* menyebabkan busuk rimpang yang ditandai dengan layu serta daun berubah menjadi kuning dan dapat berujung pada kematian tanaman sebelum panen (Ferniah et al., 2011). Berikut ini klasifikasi dari jamur *Fusarium oxysporum* (Malinda et al., 2015) :



Gambar 2.6 *Fusarium oxysporum* (Malinda et al., 2015)

Kingdom : Fungi

Divisi : Ascomycota

Kelas : Sordariomycetes

Ordo : Hypocreales

Family : *Nectriaceae*

Genus : *Fusarium*

Fusarium oxysporum merupakan jamur yang mempunyai jenis genetik yang tinggi karena cepat mengalami mutasi baik yang berada di alam maupun perkembangbiakan murni (B. Nugroho et al., 2011). Patogen *Fusarium oxysporum* dapat menginfeksi pada berbagai jenis tanaman seperti tanaman lahan (pisang, kapas, kedelai), tanaman kebun (melon, bawang merah, tomat), maupun

tanaman hias (cyclamen, gerbera, anggrek). Patogen *Fusarium oxysporum* pada akar menyebabkan vaskular akar inang layu hingga mencapai pembuluh xilem, kemudian berkolonisasi ke atas sehingga mengakibatkan batang layu dan menguning secara progresif. *Fusarium oxysporum* dapat menginfeksi tanaman sejak fase pembibitan dan akan menyebabkan kematian tanaman.

Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki dua fase yakni fase patogenesis dan fase saprogenesis. Pada fase patogenesis, jamur hidup sebagai parasit pada tanaman inang. Apabila tidak memiliki tanaman inang, jamur hidup di dalam tanah sebagai saprofil pada sisa tanaman, kemudian jamur memasuki fase saprogenesis. Pada fase saprogenesis, jamur dapat menjadi sumber inokulum yang dapat menimbulkan penyakit pada tanaman lain (Agrios, 2005).

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan perkembangan *Fusarium oxysporum* lebih cepat yaitu temperatur tanah dan udara, rendahnya pH tanah, kurangnya cahaya dan pendeknya masa penyinaran matahari. *Fusarium oxysporum* tumbuh dengan baik dan menyebar dengan cepat pada suhu sekitar 28°C. Pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* menyebabkan jaringan berubah warna dan berkembang menjadi bintik-bintik nekrotik coklat menjadi hitam yang berakhir dalam pembusukan tanaman. Penyakit busuk yang diakibatkan oleh *Fusarium oxysporum* akan menghambat pertumbuhan dan merusak jaringan tanaman tersebut (Edel-Hermann & Lecomte, 2019). Perkembangan patogen ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti melalui air, alat pertanian, dan tanah. Patogen *Fusarium oxysporum* dapat menginfeksi tanaman kedelai mulai perkecambahan (Inayati & Yusnawan, 2018).

Gejala awal yang diakibatkan oleh patogen *Fusarium oxysporum* antara lain pengerdilan daun, menguningnya daun bagian bawah, layu progresif, defoliasi, dan akhirnya tanaman mati. Pada kolonisasi jamur, jaringan vaskular berubah coklat dan terlihat jelas pada penampang batang. Infeksi yang terjadi pada tanaman dewasa menyebabkan tanaman layu, busuk akar samping, tudung akar, dan pangkal batang tanaman (Inayati & Yusnawan, 2018).

Pengendalian jamur *Fusarium oxysporum* dapat dilakukan dengan rotasi tanaman untuk mengurangi sumber inokulum. Pencegahan bisa dilakukan dengan menggunakan fungisida seperti benomil yang diberikan saat pembibitan dan saat tanam. 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 oxysporum* (Aini, 2020).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang diberi perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan lama pemaparan 20 menit selama 5 hari yang kemudian diinfeksi jamur *Fusarium oxysporum*. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama, perlakuan pemaparan kerapatan fluks magnet yang terdiri dari beberapa perlakuan, yakni: 0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT. Faktor kedua, infeksi benih oleh *Fusarium oxysporum* yang terdiri dari benih tanpa infeksi *Fusarium oxysporum* dan benih yang diinfeksi *Fusarium oxysporum*. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 5 kali.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul “Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*” dilaksanakan mulai bulan Januari 2022 di laboratorium Listrik Magnet dan Biofisika jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Selanjutnya tanaman ditanam dan diteliti di Kecamatan Ngoro Kabupaten Mojokerto.

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*

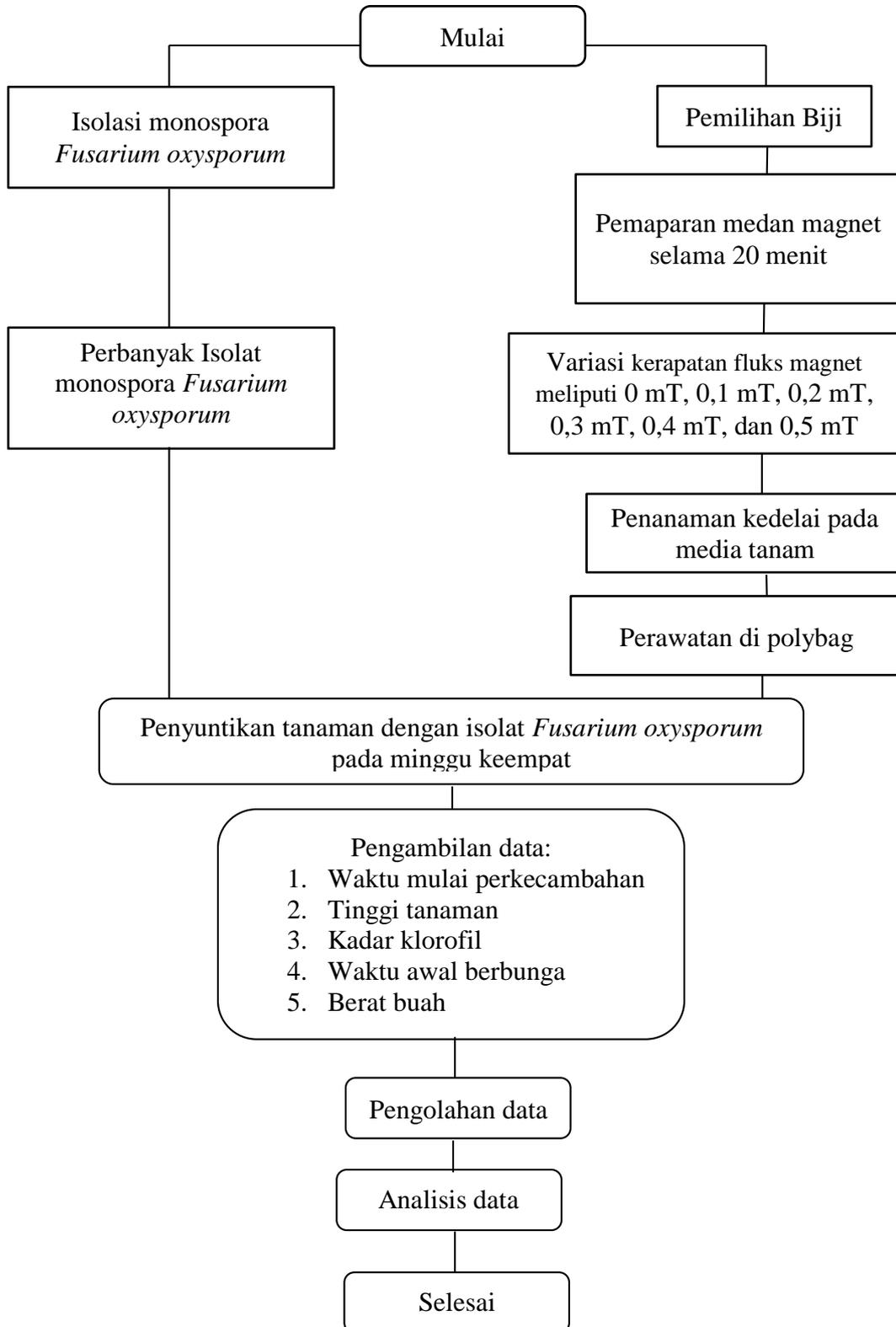
oxysporum yaitu Laminar Air Flow (LAF), *autoclave*, timbangan digital, *hot plate*, *petridish*, gelas ukur bervolume 100 ml, gelas ukur berukuran 500 ml dan 1000 ml, pengaduk, erlenmeyer berukuran 250 ml, mikropipet, bunsen, tabung reaksi, rak tabung reaksi, spatula, jarum ose, dan *aluminium foil*. 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 tinggi tanaman yaitu penggaris. Dan alat yang digunakan untuk mengukur kadar klorofil adalah kuvet, mortar dan alu, tabung reaksi, corong kaca, gelas ukur, dan spektrofotometer vis.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas grobogan, tanah, polybag, aquades, isolate *Fusarium oxysporum*, PDA (*Potato Dextrosa Agar*), spirtus, alkohol 70%, chloramphenicol kapsul, aluminium foil, pupuk NPK, pupuk kandang, sekam padi dan kertas saring.

3.4 Bagan Alir

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 7x5 atau 35 kombinasi perlakuan. Masing-masing polybag terdiri dari 2-3 benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Pemaparan medan magnet dilakukan selama 20 menit. Setelah benih kedelai dipapari medan magnet selama 5 kali pemaparan, pada minggu keempat tanaman kedelai diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*. Pada penelitian ini terdapat beberapa proses :

1. Pemilihan biji kedelai
2. Perbanyak isolat monospora *Fusarium oxysporum*
3. Perlakuan medan magnet
4. Penanaman kedelai pada media tanam
5. Perawatan tanaman di polybag
6. Penyuntikan tanaman dengan isolat *Fusarium oxysporum* pada minggu keempat
7. Pengambilan data
8. Analisis data

3.5.1 Pemilihan Biji Kedelai

Adapun prosedur pemilihan biji kedelai sebagai berikut :

1. Benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang dipilih adalah benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) jenis varietas grobogan.
2. Biji kedelai yang dipilih memiliki kualitas pertumbuhan yang bagus dan memiliki ukuran yang sama.

3.5.2 Perbanyak Isolat Monospora *Fusarium oxysporum*

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

1. Pembuatan media PDA
 - a. Timbang serbuk media PDA (*Potato Dextro Agar*) 7,8 gram.
 - b. Pindahkan 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. Tambahkan antibiotik chlorampenicol 500 mg.
 - f. Tuang larutan ke cawan petri dan tutup dengan plastik wrap.
 - g. Simpan didalam LAF satu hari dengan suhu 28°C dengan posisi terbalik.
2. Pemindahan monospora ke media PDA baru
 - a. Cawan petri yang berisi monospora *Fusarium oxysporum* disterilkan dengan api bunsen.
 - b. Pindahkan satu hifa *Fusarium oxysporum* dengan jarum ose ke media PDA baru kemudian tutup dengan plastik wrap.

3.5.3 Perlakuan Medan Magnet

Adapun prosedur perlakuan menggunakan medan magnet sebagai berikut :

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 pada biji kedelai yang siap digunakan.
5. Sampel benih diletakkan ditengah-tengah kumparan Helmholtz.
6. Variasi paparan kerapatan fluks magnet meliputi 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. Atur arus sedemikian rupa hingga memperoleh nilai kuat medan magnet yang diharapkan (tidak boleh melebihi 3,5 A).
9. Waktu pemaparan medan magnet selama 20 menit.
10. Kontrol suhu 27⁰C.

3.5.4 Penanaman Kedelai Pada Media Tanam

Adapun prosedur penanaman kedelai pada media tanam sebagai berikut :

1. Media tanam yang digunakan adalah tanah.
2. Polybag diisi dengan tanah, pupuk kandang, dan sekam padi dengan komposisi 1:1:1.
3. Tanah disiram dengan air terlebih dahulu sebelum pemberian benih.
4. Polybag yang sudah diisi dengan tanah kemudian diberikan 2-3 benih kedelai dengan jarak 20 mm antara benih satu dengan benih lainnya.

3.5.5 Perawatan Tanaman di Polybag

Adapun prosedur penelitian untuk perawatan tanaman kedelai dalam polybag sebagai berikut :

1. Tanaman disiram satu kali setiap hari untuk menjaga kelembapan media tanam.
2. Tanaman diberi bubuk NPK saat berusia 10 HST, 20 HST, dan 30 HST. Adapun dosis yang diberikan secara berurutan diantaranya sebesar 1,5 gr, 3 gr, dan 5 gr per polybag.

3.5.6 Penyuntikan Tanaman dengan Isolat *Fusarium oxysporum*

Tanaman yang sudah berumur 4 minggu sebagian disuntik dengan isolat *Fusarium oxysporum* dan bagian yang lainnya sebagai kontrol. Adapun prosedur dalam penginfeksian tanaman kedelai sebagai berikut :

1. Jamur *Fusarium oxysporum* diambil menggunakan jarum ose lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml aquades.
2. Larutan jamur yang sudah homogen diambil 1 ml menggunakan mikropipet dan dituang pada tabung reaksi lain kemudian dihomogenkan.
3. Langkah diatas diulang sebanyak 7 kali pengenceran sehingga didapatkan larutan dengan kerapatan 10^{-7} konidia/mL.

3.6 Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mengukur waktu mulai perkecambahan, tinggi tanaman, kadar klorofil, awal waktu berbunga dan berat buah kedelai.

1. Waktu Mulai Perkecambahan

Pengambilan data waktu mulai perkecambahan benih kedelai dilakukan setiap pagi hari setelah pemaparan medan magnet.

Tabel 3.1 Waktu Perkecambahan Benih Kedelai

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan				
	1	2	3	4	5
0 (kontrol tanpa infeksi)					
0 (kontrol)					
0,1					

0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

2. Tinggi Tanaman

Pengambilan data tinggi tanaman dilakukan dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari batang tanaman yang menyentuh tanah sampai pucuk tanaman. Waktu pengambilan data dilakukan hingga tanaman kedelai berumur 7 minggu setelah tanam.

Tabel 3.2 Tinggi Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan				
	1	2	3	4	5
0 (kontrol tanpa infeksi)					
0 (kontrol)					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

Keterangan : untuk tabel data minggu ke-2 hingga minggu ke-7 seperti tabel 3.2

3. Kadar Klorofil

Pengambilan data kadar klorofil menggunakan alat spektrofotometer vis dengan mencari nilai absorbansinya. Panjang gelombang yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 645 nm dan 663 nm.

Klorofil a (mg/l): $12,7D-663 - 2,69D-645$

Klorofil b (mg/l): $22,9D-645 - 4,68D-663$

Tabel 3.3 Kadar Klorofil a Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan				
	1	2	3	4	5
0 (kontrol tanpa infeksi)					
0 (kontrol)					
0,1					

0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

Tabel 3.4 Kadar Klorofil b Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan				
	1	2	3	4	5
0 (kontrol tanpa infeksi)					
0 (kontrol)					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

4. Waktu Awal Berbunga

Pengambilan data awal waktu berbunga pada tanaman kedelai dilakukan ketika tanaman kedelai memunculkan bunga saat pertama kali.

Tabel 3.5 Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan				
	1	2	3	4	5
0 (kontrol tanpa infeksi)					
0 (kontrol)					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

5. Berat Buah

Pengambilan data berat buah kedelai dilakukan dengan cara menimbang biji kering yang dihasilkan.

Tabel 3.6 Berat Buah Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan				
	1	2	3	4	5
0 (kontrol tanpa infeksi)					
0 (kontrol)					

0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

3.7 Analisis Data

Analisis data untuk mengetahui pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* ditampilkan dalam bentuk grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap waktu mulai perkecambahan, tinggi tanaman, kadar klorofil, waktu awal berbunga, dan berat buah kedelai. Kemudian pengujian dilakukan dengan menggunakan uji statistik One Way ANOVA. Apabila hasil pengujian menunjukkan adanya signifikansi pengaruh, dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan. Sehingga pada hasil akhir dapat diketahui kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang optimal memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* yang berasal dari kumparan Helmholtz. Kumparan tersebut masing-masing terdiri dari 1000 lilitan dengan diameter 1 mm. Objek pada penelitian ini adalah benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dengan varietas grobogan dan isolat *Fusarium oxysporum*. Perlakuan pemaparan menggunakan medan magnet pada benih kedelai dilakukan sebanyak 5 kali dengan tiap pemaparan dilakukan selama 20 menit. Pemaparan medan magnet dilakukan dengan 7 variasi perlakuan, yakni: 0 mT (kontrol tidak infeksi), 0 mT (kontrol), 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT dengan setiap variasi percobaan diulang sebanyak 5 kali.

4.1.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Mulai Perkecambahan

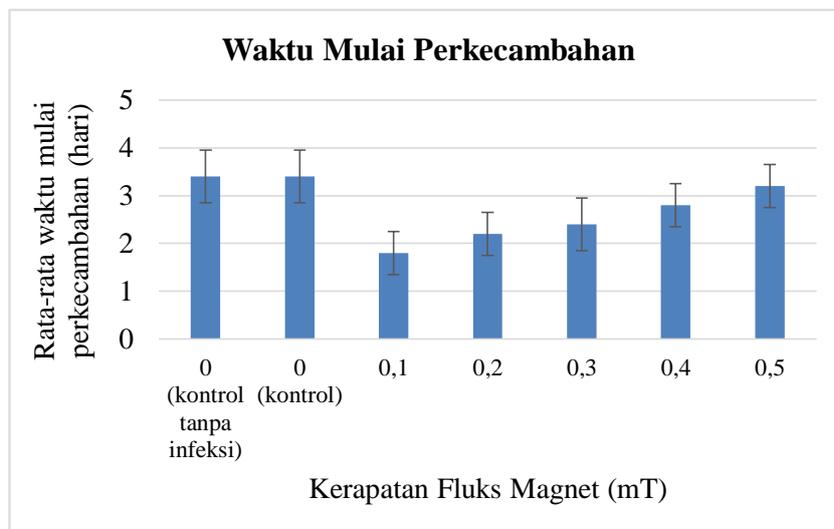
Pengambilan data waktu mulai perkecambahan dilakukan setiap pagi setelah pemaparan medan magnet. Data waktu mulai perkecambahan benih kedelai dicatat berdasarkan pada hari ke berapa benih kedelai mulai tumbuh kecambah. Berdasarkan pengamatan, pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap waktu mulai perkecambahan benih kedelai dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Waktu Mulai Perkecambahan Benih Kedelai

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Waktu mulai perkecambahan (hari ke)
0 (kontrol tanpa infeksi)	$3,4 \pm 0,548$
0 (kontrol)	$3,4 \pm 0,548$
0,1	$1,8 \pm 0,447$
0,2	$2,2 \pm 0,447$

0,3	$2,4 \pm 0,548$
0,4	$2,8 \pm 0,447$
0,5	$3,2 \pm 0,447$

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu mulai perkecambahan antara sampel benih sebagai kontrol dan benih yang telah dipapari medan magnet. Pada benih kontrol tanpa infeksi maupun kontrol rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $3,4 \pm 0,548$ hari. Ketika sampel benih diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $1,8 \pm 0,447$ hari. Ketika sampel benih diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $2,2 \pm 0,447$ hari. Ketika sampel benih diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $2,4 \pm 0,548$ hari. Ketika sampel benih diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $2,8 \pm 0,447$ hari. Ketika sampel benih diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $3,2 \pm 0,447$ hari.



Gambar 4.1 Grafik Waktu Mulai Perkecambahan Benih Kedelai

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh pemberian variasi kerapatan fluks magnet dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan terhadap waktu mulai perkecambahan sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan medan magnet. Salah satu enzim yang berperan dalam proses perkecambahan ini adalah enzim α -amilase. Peningkatan aktivitas enzim α -amilase akibat paparan medan magnet yang menyebabkan proses perkecambahan (pembentukan akar) pada sampel eksperimen lebih optimal. Sehingga akar akan terbentuk lebih cepat yang berakibat pada proses penyerapan nutrisi lebih baik dibandingkan kelas kontrol yang berakibat pada proses pertumbuhan sampel eksperimen lebih optimal dibandingkan sampel kontrol (Sudarti et al., 2021).

Ketika benih kedelai tidak diberi perlakuan paparan medan magnet, rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $3,4 \pm 0,548$ hari. Ketika benih kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $1,8 \pm 0,447$ hari. Ketika benih kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT, rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $2,2 \pm 0,447$ hari. Sehingga ketika benih kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet semakin besar melebihi 0,1 mT, waktu awal perkecambahan mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada benih kedelai dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menghasilkan rata-rata waktu mulai perkecambahan yang optimal.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan dianalisis menggunakan uji Analysis of Varians (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya signifikan pengaruh, dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test*

(DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perilaku. Hal ini ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Perkecambahan Benih Kedelai

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,886	5	1,981	8,157	,000
Within Groups	6,800	28	,243		
Total	18,686	34			

Tabel 4.3 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Waktu Mulai Perkecambahan Benih Kedelai

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0,1	a
0,2	ab
0,3	ab
0,4	bc
0,5	c
0 (kontrol tanpa infeksi)	c
0 (kontrol)	c

(Keterangan*: Huruf (a,b, dan c) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.2 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap waktu awal perkecambahan. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT dan 0,3 mT begitu pula hasil pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT dan 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama, artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh

terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

4.1.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

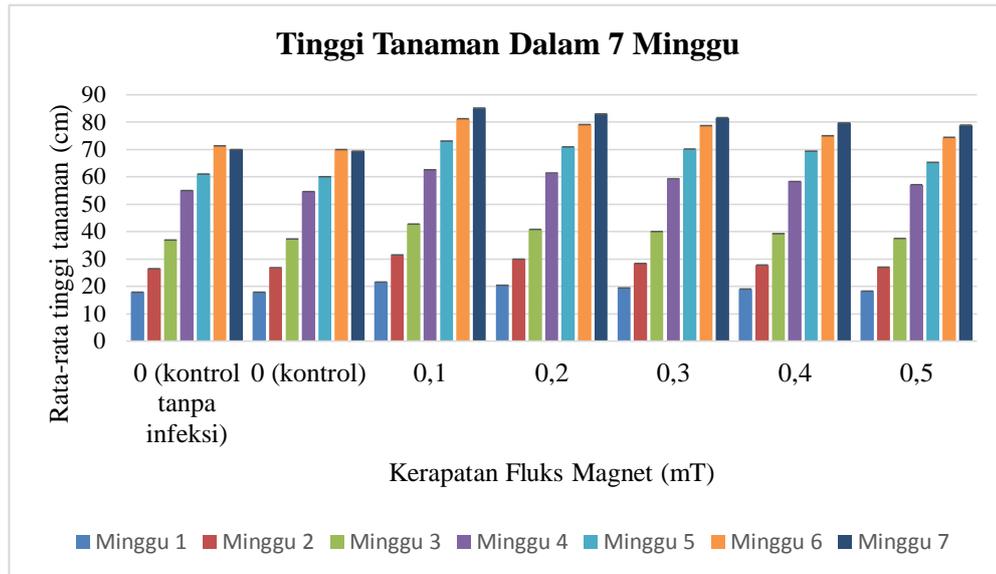
Tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat. Sehingga dapat diamati dengan melakukan perbedaan pengamatan pertumbuhan terhadap tinggi tanaman pada kondisi normal sebagai indikator pertumbuhan tanaman tersebut (Rohmah, 2016). Pengambilan data tinggi tanaman kedelai dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari batang tanaman yang menyentuh tanah sampai pucuk tanaman. Waktu pengambilan data dilakukan hingga tanaman kedelai berumur 7 minggu setelah tanam. Berdasarkan pengamatan, pengaruh kerapatan fluks magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap tinggi tanaman kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Tinggi Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata tinggi tanaman (Minggu ke-) hari ke 7 (cm)						
	1	2	3	4	5	6	7
0 (kontrol tanpa infeksi)	17,9 ±0,742	26,5 ±0,37	37,0 ±0,418	55,1 ±0,894	61,1 ±0,894	71,3 ±0,837	70 ±0,791
0 (kontrol)	18,0 ±0,856	26,8 ±0,57	37,3 ±0,82	54,7 ±0,447	60,1 ±0,742	70 ±0,791	69,4 ±0,652
0,1	21,6 ±0,791	31,4 ±0,837	42,8 ±0,758	62,6 ±0,652	73,1 ±0,742	81,2 ±0,908	85,1 ±0,548
0,2	20,5 ±0,962	30,0 ±0,671	40,9 ±0,652	61,4 ±0,962	71 ±0,791	79,2 ±0,908	83 ±0,707
0,3	19,5	28,4	40	59,2	70,1	78,7	81,6

	$\pm 0,671$	$\pm 0,742$	$\pm 0,671$	$\pm 0,570$	$\pm 0,894$	$\pm 0,447$	$\pm 0,894$
0,4	19,0	27,8	39,3	58,4	69,4	75,1	79,7
	$\pm 0,822$	$\pm 0,975$	$\pm 0,742$	$\pm 0,418$	$\pm 0,962$	$\pm 0,742$	$\pm 0,671$
0,5	18,3	27,0	37,6	57,1	65,3	74,4	78,9
	$\pm 0,742$	$\pm 0,707$	$\pm 0,671$	$\pm 0,742$	$\pm 0,837$	$\pm 0,822$	$\pm 0,742$

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tinggi tanaman antara sampel kontrol dan tanaman kedelai yang telah dipapari medan magnet. Pada tanaman kontrol tanpa infeksi, rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $17,9 \pm 0,742$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $70 \pm 0,791$ cm. Sedangkan pada tanaman kontrol rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $18 \pm 0,856$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $69,4 \pm 0,652$ cm. Ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $21,6 \pm 0,791$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $85,1 \pm 0,548$ cm. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $20,5 \pm 0,962$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $83 \pm 0,707$ cm. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $19,5 \pm 0,671$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $81,6 \pm 0,894$ cm. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $19 \pm 0,822$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $79,7 \pm 0,671$ cm. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $18,3 \pm 0,742$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $78,9 \pm 0,742$ cm.



Gambar 4.2 Grafik Tinggi Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh paparan kerapatan fluks magnet terjadi perbedaan terhadap tinggi tanaman sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol telah diinfeksi dengan sampel yang diberikan perlakuan medan magnet. Ketika tanaman kedelai tanpa infeksi tidak diberikan perlakuan paparan medan magnet, rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $17,9 \pm 0,742$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $70 \pm 0,791$ cm. Kemudian ketika sampel kontrol tidak diberikan perlakuan paparan medan magnet, rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $18 \pm 0,856$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $69,4 \pm 0,652$ cm. Sedangkan pada tanaman kedelai diberikan perlakuan paparan medan magnet, tinggi tanaman yang tertinggi yaitu pada paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $21,6 \pm 0,791$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $85,1 \pm 0,548$ cm. Kemudian ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT hingga 0,5 mT, rata-rata tinggi tanaman semakin menurun. Sehingga ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan

fluks magnet semakin besar melebihi 0,1 mT, tinggi tanaman mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada tanaman kedelai dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menghasilkan rata-rata tinggi tanaman yang optimal.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman dianalisis menggunakan uji Analysis of Varians (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya signifikan pengaruh, dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perilaku. Hal ini ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Pertama

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	57,299	6	9,550	27,319	0,000
Within Groups	9,788	28	,350		
Total	67,087	34			

Tabel 4.6 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Pertama

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0 (kontrol)	a
0,5	ab
0,4	bc
0,3	c
0,2	d
0,1	e

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d dan e) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.5 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu pertama menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima,

yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada minggu pertama. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT dan 0,4 mT begitu pula hasil pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT dan 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama, artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.7 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kedua

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	98,451	6	16,408	34,195	,000
Within Groups	13,436	28	,480		
Total	111,89	34			

Tabel 4.8 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kedua

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0 (kontrol)	a
0,5	ab
0,4	bc
0,3	c
0,2	d
0,1	e

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d dan e) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.7 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu kedua menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada minggu kedua. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT dan 0,4 mT begitu pula hasil pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT dan 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama, artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.9 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketiga

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	137,087	6	22,848	36,699	,000
Within Groups	17,432	28	,623		
Total	154,519	34			

Tabel 4.10 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketiga

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0 (kontrol)	a
0,5	a

0,4	b
0,3	bc
0,2	c
0,1	d

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, dan d) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.9 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu ketiga menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada minggu ketiga. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.10 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT dan 0,3 mT begitu pula hasil pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT dan 0,4 mT menunjukkan hasil notasi yang sama, artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.11 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keempat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	267,686	6	44,614	91,853	,000
Within Groups	13,600	28	,486		
Total	281,286	34			

Tabel 4.12 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keempat

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol)	a
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0,5	b
0,4	c
0,3	c
0,2	d
0,1	e

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d,dan e) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.11 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu keempat menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada minggu keempat. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT dan 0,4 mT menunjukkan hasil notasi yang sama, artinya menunjukkan hasil perbedaan tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.13 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kelima Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	768,586	6	128,098	181,148	,000
Within Groups	19,800	28	,707		
Total	788,386	34			

Tabel 4. 14 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Kelima Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol)	a
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0,5	b
0,4	c
0,3	cd
0,2	d
0,1	e

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d,dan e) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.13 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu kelima menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada minggu kelima. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.14 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT hingga 0,4 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan

notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.15 Analisis uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keenam Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	527,000	6	87,833	139,735	,000
Within Groups	17,600	28	,629		
Total	544,600	34			

Tabel 4.16 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Keenam Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0 (kontrol)	b
0,5	c
0,4	c
0,3	d
0,2	d
0,1	e

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d,dan e) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.15 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu keenam menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada minggu keenam. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.16 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2

mT dan 0,3 mT begitu pula pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT dan 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.17 Analisis uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketujuh Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1148,086	6	191,348	366,968	,000
Within Groups	14,600	28	,521		
Total	1162,686	34			

Tabel 4.18 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Minggu Ketujuh Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol)	a
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0,5	b
0,4	b
0,3	c
0,2	d
0,1	e

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d,dan e) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.17 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman pada minggu ketujuh menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap tinggi

tanaman kedelai pada minggu ketujuh. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.18 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT dan 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

4.1.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil Daun Tanaman Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Klorofil berfungsi untuk menangkap energi dari cahaya (foton) untuk dipindahkan ke protein dalam pusat fotosintesis (Lawendatu et al., 2019). Peran klorofil untuk menangkap energi dari cahaya matahari dan dilanjutkan ke pusat reaksi fotosintesis sangatlah penting. Kandungan klorofil pada daun bervariasi dari satu jenis tanaman dengan tanaman lainnya (Kamagi et al., 2017).

Pengambilan data kadar klorofil daun tanaman kedelai dilakukan menggunakan alat spektrofotometer vis dengan mencari nilai absorbansinya. Ekstrak klorofil diperoleh dari penyaringan serta dimasukkan ke dalam cuvet sampai garis tanda batas. Kemudian diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer vis. Setelah diketahui nilai absorbansinya, kemudian dilakukan

perhitungan untuk mencari nilai klorofil a dan klorofil b. Panjang gelombang yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 645 nm dan 663 nm.

Klorofil a (mg/l): $12,7D-663 - 2,69D-645$

Klorofil b (mg/l): $22,9D-645 - 4,68D-663$

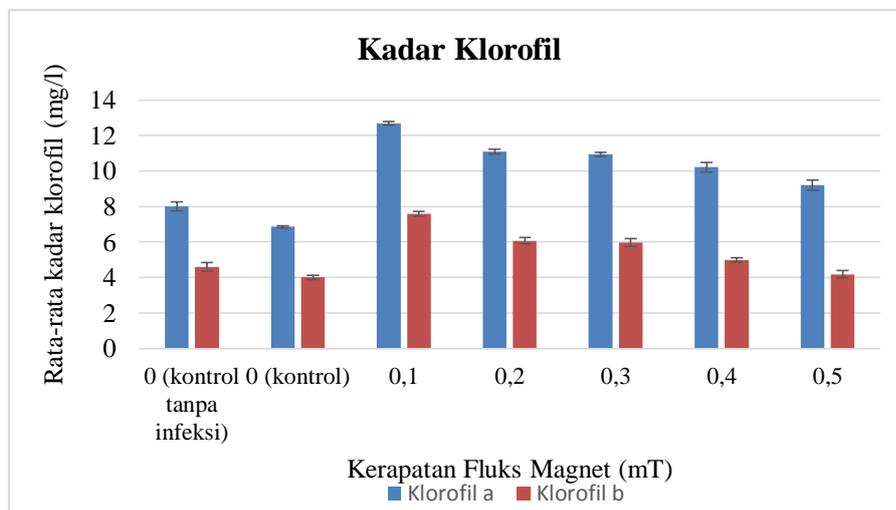
Berdasarkan pengamatan, pengaruh medan magnet terhadap kadar klorofil a dan klorofil b tanaman kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada tabel 4.19

Tabel 4.19 Data Kadar Klorofil a dan Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Klorofil a (mg/l)	Klorofil b (mg/l)
0 (kontrol tanpa infeksi)	$8,011 \pm 0,264$	$4,603 \pm 0,241$
0 (kontrol)	$6,855 \pm 0,054$	$4,011 \pm 0,127$
0,1	$12,682 \pm 0,1$	$7,578 \pm 0,137$
0,2	$11,105 \pm 0,134$	$6,06 \pm 0,180$
0,3	$10,932 \pm 0,125$	$5,966 \pm 0,213$
0,4	$10,219 \pm 0,274$	$4,980 \pm 0,118$
0,5	$9,212 \pm 0,290$	$4,181 \pm 0,210$

Pada tabel 4.13 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar klorofil a dan klorofil b antara sampel kontrol dan sampel yang telah dipapari medan magnet. Pada sampel kontrol tanpa infeksi, rata-rata kadar klorofil a adalah $8,011 \pm 0,264$ mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah $4,603 \pm 0,241$ mg/l. Sedangkan pada sampel kontrol, rata-rata kadar klorofil a adalah $6,855 \pm 0,054$ mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah $4,011 \pm 0,127$ mg/l. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata kadar klorofil a adalah $12,682 \pm 0,1$ mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah $7,578 \pm 0,137$ mg/l. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata kadar klorofil a adalah $11,105 \pm 0,134$ mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah

6,06±0,180 mg/l. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata kadar klorofil a adalah 10,932±0,125 mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah 5,966±0,213 mg/l. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata kadar klorofil a adalah 10,219±0,274 mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah 4,980±0,118 mg/l. Kemudian ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata kadar klorofil a adalah 9,212±0,290 mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah 4,181±0,210 mg/l.



Gambar 4.3 Grafik Kadar Klorofil a dan Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Gambar 4.3 menunjukkan pengaruh paparan medan magnet dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan terhadap kadar klorofil a dan klorofil b sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol telah diinfeksi dengan sampel yang diberikan perlakuan medan magnet. Rata-rata kadar klorofil a dan klorofil b tertinggi pada paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT adalah 12,682±0,1 mg/l dan 7,578±0,137 mg/l. Kemudian ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT hingga 0,5 mT , rata-rata kadar klorofil a dan klorofil b semakin menurun. Sehingga ketika sampel diberi perlakuan dengan

kerapatan fluks magnet semakin besar melebihi 0,1 mT, kadar klorofil a maupun klorofil b mengalami penurunan.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh medan magnet terhadap kadar klorofil a dan klorofil b dianalisis menggunakan uji Analysis of Varians (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya signifikan pengaruh, dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perilaku. Hal ini ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil a Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	118,288	6	19,715	488,853	,000
Within Groups	1,129	28	,040		
Total	119,417	34			

Tabel 4.21 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Terhadap Kadar Klorofil a Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol)	a
0 (kontrol tanpa infeksi)	b
0,5	c
0,4	d
0,3	e
0,2	e
0,1	f

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, d,e dan f) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.20 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap kadar klorofil a menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan

medan magnet berpengaruh terhadap kadar klorofil a. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.21 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT dan 0,3 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

Tabel 4.22 Analisis uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	53,725	6	8,954	273,688	,000
Within Groups	,916	28	,033		
Total	54,641	34			

Tabel 4.23 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Kadar Klorofil b Daun Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol)	a
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0,5	a
0,4	b
0,3	c
0,2	c
0,1	d

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, dan d) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.22 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap kadar klorofil b menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis

yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap kadar klorofil b. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.23 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT dan 0,3 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

4.1.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Berbunga Tanaman yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

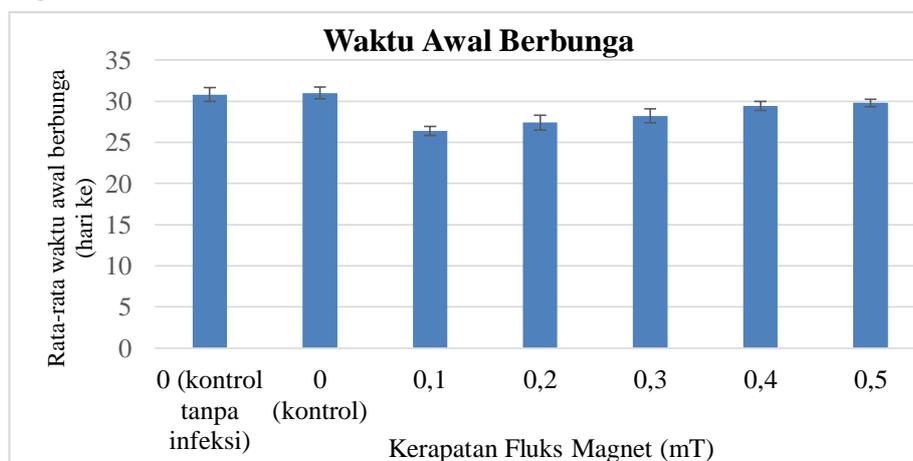
Pengambilan data waktu awal berbunga pada tanaman kedelai dilakukan ketika tanaman kedelai memunculkan bunga saat pertama kali. Berdasarkan pengamatan, pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap waktu awal berbunga tanaman kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada tabel 4.24

Tabel 4.24 Data Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Waktu awal berbunga (hari ke)
0 (kontrol tanpa infeksi)	$30,8 \pm 0,837$
0 (kontrol)	$31 \pm 0,707$

0,1	$26,4 \pm 0,548$
0,2	$27,4 \pm 0,894$
0,3	$28,2 \pm 0,837$
0,4	$29,4 \pm 0,548$
0,5	$29,8 \pm 0,447$

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu awal berbunga antara sampel kontrol dan tanaman kedelai yang telah dipapari medan magnet. Pada tanaman kontrol tanpa infeksi, rata-rata waktu awal berbunga adalah $30,8 \pm 0,837$ hari. Sedangkan pada tanaman kontrol, rata-rata waktu awal berbunga adalah $31 \pm 0,707$ hari. Ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata waktu awal berbunga adalah $26,4 \pm 0,548$ hari. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata waktu awal berbunga adalah $27,4 \pm 0,894$ hari. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata waktu awal berbunga adalah $28,2 \pm 0,837$ hari. Ketika sampel diberiperlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata waktu awal berbunga adalah $29,4 \pm 0,548$ hari. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata waktu awal berbunga adalah $29,8 \pm 0,447$ hari.



Gambar 4.4 Grafik Waktu Awal Berbunga Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh paparan medan magnet dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan terhadap waktu awal berbunga sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol telah diinfeksi dengan sampel yang diberikan perlakuan medan magnet. Ketika tanaman kedelai tanpa infeksi tidak diberikan perlakuan paparan medan magnet, rata-rata waktu awal berbunga adalah $30,8 \pm 0,837$ hari. Kemudian ketika sampel kontrol tidak diberi perlakuan paparan medan magnet, rata-rata waktu awal berbunga adalah $31 \pm 0,707$ hari. Sedangkan pada tanaman kedelai diberi perlakuan paparan medan magnet, tanaman yang paling awal berbunga yaitu pada paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata waktu awal berbunga adalah $26,4 \pm 0,548$ hari. Kemudian ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT hingga 0,5 mT, rata-rata waktu mulai perkecambahan semakin lambat. Sehingga ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet semakin besar melebihi 0,1 mT, waktu awal berbunga mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada tanaman kedelai dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menghasilkan rata-rata waktu awal berbunga yang optimal.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh medan magnet terhadap waktu awal berbunga dianalisis menggunakan uji Analysis of Varians (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya signifikan pengaruh, dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perilaku.

Tabel 4.25 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	90,000	6	15,000	30,000	,000
Within Groups	14,000	28	,500		
Total	104,000	34			

Tabel 4.26 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0,1	a
0,2	b
0,3	b
0,4	c
0,5	c
0 (kontrol tanpa infeksi)	d
0 (kontrol)	d

(Keterangan* : Huruf (a,b, c, dan d) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.25 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap waktu awal berbunga menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap waktu awal berbunga. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.26 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT dan 0,3 mT, begitu pula pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT dan 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT

menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

4.1.5 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Berat Buah yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

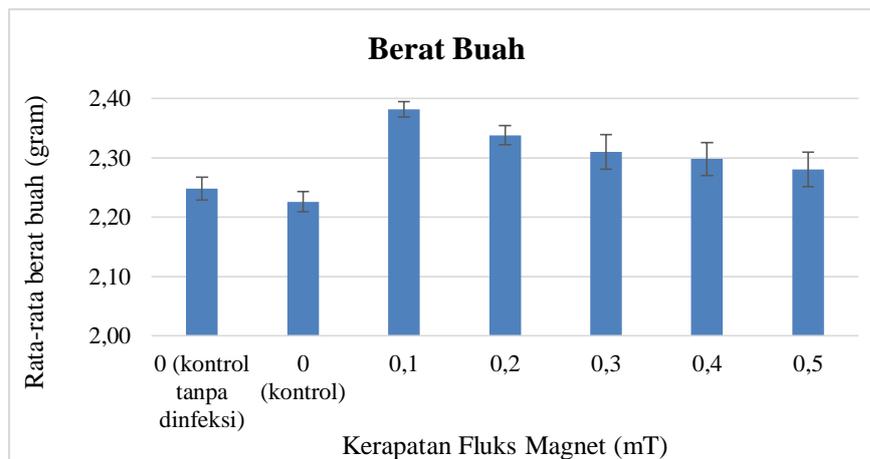
Pengambilan data berat buah kedelai dilakukan menggunakan neraca untuk mengetahui berat buah kedelai yang dihasilkan. Berdasarkan pengamatan, pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap berat buah kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada tabel 4.27

Tabel 4.27 Data Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata berat buah kering per 10 biji (gram)
0 (kontrol tanpa infeksi)	2,25 ± 0,019
0 (kontrol)	2,23 ± 0,017
0,1	2,38 ± 0,013
0,2	2,34 ± 0,016
0,3	2,31 ± 0,029
0,4	2,3 ± 0,028
0,5	2,28 ± 0,029

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan berat buah antara sampel kontrol dan sampel yang telah dipapari medan magnet. 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. Pada tanaman kontrol tanpa

infeksi, rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,25 \pm 0,019$ gram. Sedangkan pada tanaman kontrol, rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,23 \pm 0,017$ gram. Ketika tanaman kedelai diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,38 \pm 0,013$ gram. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,34 \pm 0,016$ gram. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,31 \pm 0,029$ gram. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,3 \pm 0,028$ gram. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata berat buah yang dihasilkan seberat $2,28 \pm 0,029$ gram.



Gambar 4.5 Grafik berat buah yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*

Gambar 4.5 menunjukkan pengaruh paparan kerapatan fluks magnet dengan lama paparan 20 menit terjadi perbedaan terhadap berat buah sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol telah diinfeksi dengan sampel yang diberikan perlakuan medan magnet. Rata-rata berat buah tertinggi pada paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT yaitu seberat $2,38 \pm 0,013$ gram. Kemudian ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet

0,2 mT hingga 0,5 mT , rata-rata berat buah semakin menurun. Sedangkan rata-rata berat buah terendah pada sampel kontrol infeksi yaitu seberat $2,23 \pm 0,017$ gram. Sehingga ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet semakin besar melebihi 0,1 mT, berat buah mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada tanaman kedelai dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menghasilkan rata-rata berat buah yang optimal.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh medan magnet terhadap berat buah dianalisis menggunakan uji Analysis of Varians (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya signifikan pengaruh, dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perilaku. Hal ini ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.28 Analisis Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,084	6	,014	27,537	,000
Within Groups	,014	28	,001		
Total	,098	34			

Tabel 4.29 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Berat Buah Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Notasi*
0 (kontrol)	a
0 (kontrol tanpa infeksi)	a
0,5	b
0,4	b
0,3	bc
0,2	c
0,1	d

(Keterangan* : Huruf (a, b, c, d, e dan f) menunjukkan notasi perbedaan nilai berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT))

Berdasarkan tabel 4.28 mengenai analisis pengaruh medan magnet terhadap berat buah menggunakan uji ANOVA didapatkan hasil analisis yang memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,000. Hal tersebut menunjukkan tingkat

signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat diartikan bahwa H_0 (tidak ada pengaruh) ditolak. Sehingga dapat disimpulkan H_1 diterima, yang berarti paparan medan magnet berpengaruh terhadap berat buah kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*. Selanjutnya hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tabel 4.29 menunjukkan bahwa sampel kontrol dibandingkan dengan sampel yang telah dipapari medan magnet menunjukkan hasil berbeda nyata. Namun, hasil pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT dan 0,3 mT begitu pula pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT hingga 0,5 mT menunjukkan hasil notasi yang sama artinya menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh terhadap sampel kontrol. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol tanpa infeksi maupun sampel kontrol yang telah diinfeksi, artinya kerapatan fluks magnet 0,1 mT memiliki pengaruh paling terbesar dibandingkan dengan kerapatan fluks magnet lainnya.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, pemaparan medan magnet berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Pemaparan medan magnet pada tanaman kedelai yang telah diinfeksi dengan patogen *Fusarium oxysporum* memberikan efek positif pada pertumbuhan dan pengendalian patogenitas. Dapat dilihat pada analisis menggunakan grafik bahwa paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet yang meliputi 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, hingga 0,5 mT mendapatkan hasil rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kedelai kontrol.

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.

Magnet merupakan salah satu biostimulasi metabolisme sel pada tanaman. Peningkatan enzim pada biji tanaman menyebabkan proses metabolisme dalam sel meningkat sehingga nutrisi yang masuk kedalam 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. Rusaknya protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sehingga menyebabkan ketidakseimbangan dalam sel. Kalsium berlebih yang masuk kedalam sel dipengaruhi oleh besar kerapatan fluks magnet dan lama paparan medan magnet (Fuad et al., 2018).

Kerapatan fluks magnet yang memiliki pengaruh paling efektif terhadap tanaman kedelai yakni pada kerapatan fluks magnet 0,1 mT. Sedangkan pada pemaparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet melebihi 0,1 mT, tinggi tanaman hingga berat buah kedelai mulai mengalami penurunan seiring dengan bertambah besarnya kerapatan fluks magnet yang diberikan. Hal tersebut

disebabkan karena kerapatan fluks magnet yang diberikan telah melebihi kapasitas optimum yang dapat diterima tanaman kedelai.

Medan magnet memberikan rangsangan terhadap pergerakan ion-ion pada tanaman serta meningkatkan metabolisme tanaman. Gaya yang diinduksi oleh medan magnetik dapat mengendalikan dan mengubah pergerakan elektron-elektron di dalam sel secara signifikan sehingga mempengaruhi berbagai jenis proses metabolisme (Putra et al., 2020). Hal tersebut menunjukkan bahwa paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT pada benih kedelai dapat meningkatkan metabolisme pertumbuhan tanaman kedelai sehingga tanaman dapat mempertahankan pertumbuhan terhadap infeksi patogen *Fusarium oxysporum*. Medan magnet menyebabkan peningkatan germinasi benih. Medan magnet dapat meningkatkan terjadinya reaksi kimia dalam tanaman, sehingga memiliki efek positif pada aktivitas fotokimia, rasio respirasi dan aktivitas enzim (Sarraf et al., 2020).

Medan magnet mempengaruhi sifat fisika dan kimia air, diantaranya tekanan permukaan air, konduktivitas, daya melarutkan garam-garam, relatif indeks air, dan pH. Perubahan ini mengakibatkan air menjadi lebih mudah menghidrasi senyawa-senyawa atau molekul-molekul di sel-sel biji. Air termagnetisasi dapat digunakan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Putra et al., 2020). Medan magnet dapat memecah ikatan hidrogen antar molekul air sehingga potensial air meningkat. Semakin tinggi potensial air maka hidrasi benih dapat berlangsung lebih cepat.

Paparan medan magnet akan mengubah sifat-sifat air karena terjadinya perpindahan dan polarisasi atom air. Medan magnet menyebabkan terjadinya

peningkatan energi aktivasi dan ukuran molekul air karena pembentukan ikatan hidrogen ekstra. Medan magnet meningkatkan tegangan permukaan air dan memperkuat batas hidrofobik (Wulansari et al., 2017). Oleh karena itu perlakuan pada benih yang direndam dalam air memiliki efek menguntungkan pada produktivitas tanaman.

Pada tanaman kedelai yang dipapari dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mengalami peningkatan dalam beberapa hal yaitu dapat mempercepat waktu munculnya perkecambahan dan pertumbuhan tinggi, meningkatkan kandungan klorofil daun, mempercepat waktu berbunga, dan menambah berat buah tanaman kedelai. Sedangkan pada pemaparan dengan kerapatan fluks magnet melebihi 0,1 mT grafik pertumbuhan tanaman mengalami penurunan karena kerapatan fluks magnet tersebut telah melebihi kerapatan fluks magnet optimum yang dapat diterima tanaman kedelai. Menurut (Aini, 2020) 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

Salah satu inovasi yang cukup potensial untuk meningkatkan produktivitas pertanian adalah pemanfaatan medan magnet. Medan magnet dapat dipaparkan ke benih tanaman maupun air yang digunakan untuk menyirami tanaman (irigasi) yang dikenal dengan air termagnetisasi. Kedua metode radiasi medan magnet ini bersifat *non-ionizing*. Radiasi *non-ionizing* tersebut merupakan radiasi dengan energi rendah yang tidak menyebabkan perubahan komponen kimia pada objek yang teradiasi sehingga tidak menimbulkan mutasi. Air termagnetisasi dapat

meningkatkan ukuran panjang kecambah dan laju perkecambahan kacang kedelai lebih cepat dibandingkan dengan kontrol (Putra, Rusbana, & Anggraeni, 2015).

4.3 Integrasi Penelitian Dalam Perspektif Islam

Biji adalah salah satu komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis tinggi karena memiliki banyak manfaat salah satunya sebagai bahan pangan. Biji bijian merupakan sumber karbohidrat kompleks, lemak sehat, protein, vitamin, mineral dan serat vitamin. Dalam Al Qur'an Allah berfirman dalam Surah Abasa ayat 27 dan 28 yang menerangkan bahwa

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا (٢٧) وَعِنَبًا وَقَضْبًا (٢٨)

“Lalu disana Kami tumbuhkan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran” Q.S Abasa (80:27-28).

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan makna dari ayat ini dari kata *Al-habb* artinya biji-bijian yang berada pada tangkai seperti biji gandum, beras dan semua tumbuhan yang tidak mempunyai isi atau biji didalamnya. Allah menumbuhkan di bumi biji-bijian seperti gandum, padi, dan lainnya yang menjadi makanan pokok. Selain itu Allah menumbuhkan pula buah anggur dan bermacam sayuran yang dapat dimakan secara langsung. Maka hendaknya manusia merenungkan bagaimana Allah menciptakan makanan yang menjadi penopang kehidupannya. Menurut (Putri et al., 2014) kedelai termasuk yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pangan. Hal tersebut dikarenakan kedelai memiliki kandungan protein dengan susunan asam essensial yang lengkap dan daya cerna yang baik. Selain itu kedelai juga dapat diolah menjadi berbagai bahan makanan. Oleh karena itu, kebutuhan kedelai terus terjadi peningkatan. Namun produksi kedelai belum mampu mengimbangi tingginya peningkatan permintaan pasar tersebut.

Faktor yang menyebabkan kurangnya produktivitas kedelai yaitu kualitas biji kedelai yang buruk akibat serangan hama dan penyakit. Para petani biasanya menggunakan pestisida dengan intensitas pemakaian yang terlalu tinggi dan terus menerus sehingga dapat menyebabkan kerusakan. Sebagaimana dalam Al Qur'an Allah berfirman dalam Surah Ar Rum ayat 41 yang menerangkan bahwa

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, supaya Allah menghendaki kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Q.S Ar rum (30):41).

Berdasarkan tafsir Quraish Shihab menerangkan bahwa telah terjadi kerusakan atau *Al-fasad*. *Al fasad* merupakan segala bentuk pelanggaran atas sistem atau hukum yang telah dibuat Allah. Kerusakan tersebut dapat berupa pencemaran alam atau kerusakan alam sehingga tidak dapat dimanfaatkan kembali. Di daratan misalnya, eksploitasi alam yang berlebihan, hancurnya flora dan fauna, menurunnya kesuburan tanah, dan sebagainya. Perilaku tersebut tidak mungkin dilakukan oleh orang yang beriman karena mereka telah mengetahui bahwa semua perbuatannya akan dipertanggungjawabkan kepada Allah. Maka kita sebagai manusia harus mengikuti dan mematuhi semua hukum Allah termasuk tidak melakukan kerusakan terhadap sumber daya yang ada (Shihab, 2015).

Apabila penggunaan pestisida tersebut berlebihan dapat menyebabkan tanah menjadi asam, maka hal tersebut dapat menurunkan kesuburan tanah sebagai media tanam kedelai dan dapat menyebabkan penurunan terhadap hasil panen kedelai. Apabila kebutuhan kedelai terus terjadi peningkatan namun produksinya masih belum mampu mengimbangi dengan jumlah permintaan tersebut maka diperlukan solusi yang baik untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Dalam Al Quran Allah telah memerintahkan manusia untuk terus berupaya meningkatkan kemampuan ilmiahnya. Jangankan manusia biasa, Rasul Allah Muhammad SAW pun diperintahkan untuk berusaha dan berdoa agar selalu ditambahkan pengetahuannya. Allah berfirman dalam Surat Thaha ayat 114 yang berbunyi

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا....

“...dan katakanlah: “Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan””(QS. Thaha(20):114)

Berdasarkan Tafsir Ibnu Katsir ayat ini dapat menjadi pemicu manusia untuk terus mengembangkan teknologi dengan memanfaatkan anugerah Maha Besar amat luas Ilmu-Nya yang dilimpahkan kepadanya untuk mengatasi permasalahan khususnya tentang kerusakan yang telah terjadi sekarang ini sehingga dibutuhkan suatu pengembangan teknologi yang ramah lingkungan untuk meminimalisir kerusakan yang telah diperbuat manusia, salah satu caranya dengan menggunakan medan magnet. Beberapa peneliti menerangkan bahwa pemaparan medan magnet berpengaruh terhadap pertumbuhan dan serangan patogenitas.

Pada penelitian ini telah membuktikan bahwa tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mengalami peningkatan dalam beberapa hal yaitu mempercepat waktu munculnya perkecambahan, meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, meningkatkan kandungan klorofil daun, mempercepat waktu berbunga, dan menambah berat buah kedelai. Sedangkan pada pemaparan dengan kerapatan fluks magnet melebihi 0,1 mT maka hasilnya mengalami penurunan karena telah melebihi kerapatan fluks magnet optimum yang dapat diterima tanaman kedelai.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan dan ketahanan kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*, hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi waktu mulai perkecambahan dan tinggi tanaman kedelai. Dimana benih kedelai yang dipapari dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT memberikan hasil waktu mulai perkecambahan dan tinggi yang optimal dibandingkan dengan sampel perlakuan kerapatan fluks magnet lainnya maupun sampel kontrol. Dengan hasil rata-rata waktu mulai perkecambahan adalah $1,8 \pm 0,447$ hari dan hasil rata-rata tinggi tanaman pada minggu pertama adalah $21,6 \pm 0,791$ cm dan rata-rata pada minggu ketujuh adalah $85,1 \pm 0,548$ cm.
2. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi kadar klorofil daun tanaman kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*. Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT memberikan hasil kadar klorofil daun yang optimal dibandingkan dengan sampel perlakuan kerapatan fluks magnet lainnya maupun sampel kontrol. Dengan hasil rata-rata klorofil a adalah $12,682 \pm 0,1$ mg/l dan rata-rata kadar klorofil b adalah $7,578 \pm 0,137$ mg/l.
3. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi waktu awal berbunga dan berat buah kedelai yang diinfeksi patogen *Fusarium oxysporum*. Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan kerapatan fluks

magnet 0,1 mT dapat mempercepat waktu awal berbunga serta meningkatkan berat buah dibandingkan dengan sampel perlakuan kerapatan fluks magnet lainnya maupun sampel kontrol. Dengan rata-rata waktu awal berbunga adalah $26,4 \pm 0,548$ hari dan rata-rata berat buah adalah $2,38 \pm 0,013$ gram.

5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pemaparan medan magnet dengan menambahkan variasi waktu pemaparan medan magnet
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pada varietas tanaman yang berbeda.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan dengan menambahkan variasi kerapatan fluks magnet karena setiap jenis tanaman memiliki kapasitas optimal yang berbeda.
4. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan dengan menggunakan parameter uji lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A.M., E.-G., Ragab, M. E., Helal, N. A. S., El-Satar, A., & Osman, I. H. (2016). Effect of Magnetic Field Treatments on Germination of True Potato Seeds, Seedlings Growth and Potato Tubers Characteristics. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(1), 74–81.
- Adie, M. M., & Krisnawati, A. (2013). Biologi Tanaman Kedelai. *Balai Penelitian Kacang-Kacangan Dan Umbi-Umbian*, 45–73.
- Agustrina, R., Nurcahyani, E., Pramono, E., Listiana, I., & Nastiti, E. (2016). The influence of magnetic field on the growth of tomato (*Lycopersicum esculentum*) infected with *Fusarium oxysporum*. *Insist*, 1(1), 34–37. <https://doi.org/10.23960/ins.v1i1.16>
- Aini, V. Q. (2020). Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum indicum* L.) Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium*. In *UIN Malang*. UIN Malang.
- Amanda, P. (2019). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (Sesamum Indicum L)*. UIN Malang.
- Anjani, S. R. (2019). Permintaan Kedelai Indonesia. *Jurnal Pemasaran Kompetitif*, 2(2), 1. <https://doi.org/10.32493/jpkpk.v2i2.2455>
- Asghar, T., Jamil, Y., Iqbal, M., Zia-ul-Haq, & Abbas, M. (2016). Laser light and magnetic field stimulation effect on biochemical, enzymes activities and chlorophyll contents in soybean seeds and seedlings during early growth stages. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 165, 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.10.022>
- BKP5K Aceh, & BPTP NAD. (2009). *Budidaya Tanaman Kedelai*.
- Campbell, N. ., Reece, J. ., & Mitchell, L. . (20013). Biologi jilid 2. In *Penerbit Erlangga*. <https://pt.slideshare.net/rradityaaa/bab-1-pertumbuhan-dan-perkembangan-tumbuhan/4?smtNoRedir=1>
- Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., Lutfi, M., Maulidiyah, A., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2021). Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 7(1), 8–19. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/452>
- Edel-Hermann, V., & Lecomte, C. (2019). Current Status of *Fusarium Oxysporum* Formae Speciales and Races. *Phytopathology*, 109(4), 512–530. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-18-0320-RVW>

- Ferniah, R. S., Pujiyanto, S., Purwantisari, S., & Supriyadi. (2011). Interaksi Kapang Patogen *Fusarium oxysporum* dengan Bakteri Kitinolitik Rizosfer Tanaman Jahe dan Pisang. *Natur Indonesia*, 14(1), 56–60.
- Fuad, F., Sudarti, & Harijanto, A. (2018). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 3(2), 46–51.
- Handoko, Sudarti, & Handayani, R. D. (2007). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum*) Terhadap Pertumbuhan Cabar Merah Besar (*Capsicum annum*). *Pembelajaran Fisika*, 5(4), 370–377.
- Hawa, P. A. L. (2011). *Alat Ukur Distribusi Medan Magnet pada Kumparan Helmholtz*. Universitas Indonesia.
- Hernawati, W., Sumardi, S., Agustrina, R., & Yulianto, H. (2017). Pengaruh Pemaparan Medan Magnet Pada Media Mandels Yang Dimodifikasi Terhadap Pertumbuhan Dan Aktivitas Enzim Selulase *Bacillus Sp.* *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 16(2), 76–84. <https://doi.org/10.25181/jppt.v16i2.87>
- Ijaz, B., Jatoi, S. A., Ahmad, D., Masood, M. S., & Siddiqui, S. U. (2012). Changes in Germination Behavior of Wheat Seeds Exposed to Magnetic Field and Magnetically Structured Water. *African Journal of Biotechnology*, 11(15), 3575–3582. <https://doi.org/10.5897/ajb11.2927>
- Inayati, A., & Yusnawan, E. (2018). Identifikasi Penyakit Utama Kedelai dan Cara Pengendaliannya. *Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*, 95–112.
- Kamagi, L. P., Pontoh, J., & Momuat, L. I. (2017). Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Posisi Anak Daun Aren (*Arenga pinnata*) dengan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal MIPA*, 6(2), 49. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17758>
- Komariah, A. (2008). Identifikasi varietas kedelai toleran terhadap genangan. *Jurnal Agrivigor*, 8(2), 93–102.
- Krisnawati, A. (2017). Soybean as Source of Functional Food. *Iptek Tanaman Pangan*, 12(1), 57–65.
- Lawendatu, O. P. G., Pontoh, J., & S.Kamu, V. (2019). Analisis Kandungan Klorofil Pada Berbagai Posisi Daun Dan Anak Daun Aren (*Arrenga pinnata*). 12(2), 67–72.
- Lukitasari, M. (2012). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 1–11.

- Malinda, N., Soekarno, B. P. W., & Yuliani, T. S. (2015). Penghambatan *Fusarium oxysporum* oleh Kultur Filtrat Bakteri Endofit dari Tanaman Kedelai secara in Vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(6), 196–204. <https://doi.org/10.14692/jfi.11.6.196>
- Martinez, E., Florez, M., & Carbonell, M. V. (2017). Stimulatory Effect of the Magnetic Treatment on the Germination of Cereal Seeds. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(1), 375–381. <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.1.47>
- Nugroho, B., Astriani, D., & Mildaryani, W. (2011). Variation Of Virulence Of *Fusarium oxysporum* f.sp.cepae Isolates To Several Varieties Of Shallot. *Agrin*, 15(1), 8–17.
- Nugroho, D. (2009). Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan SUTET 500 KV Terhadap Medan Magnet. *Media Elektrika*, 2(1), 9–17.
- Nurhayati, A., Ummah, Z. I., & Shobron, S. (2018). Kerusakan Lingkungan Dalam Al-qur'an. *Suhuf*, 30(2), 194–220.
- Podlešny, J., & Podlešna, A. (2004). Morphological Changes and Yield of Selected Species of Leguminous Plants Under The Influence of Seed Treatment With Laser Light. *International Agrophysics*, 18(3), 253–260.
- Prasetyo, A. V. (2020). Pengaruh Medan Magnet Terhadap Diameter Perkecambahan Kacang Hijau. *Jurnal Fisika*, 5(1), 66–70.
- Putra, Y., Rusbana, T. B., & Anggraeni, W. (2015). Pengaruh Medan Magnet dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) Kadalua Varietas Ciherang. *Agroekotek*, 6(2), 157–168.
- Putra, Y., Rusbana, T. B., & Anggraeni, W. (2020). Pengaruh Kuat Medan Magnet Dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) Kadalua Varietas Ciherang. *Agroekotek*, 6(2), 157–168.
- Putra, Y., Rusbana, T. B., & Dharmesta, L. A. (2015). Pengaruh Medan Magnet Solenoida Dan Perendaman Air Magnetisasi Terhadap Benih Kacang Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Kadalua Varietas Tanggamus. *Jurnal Agroekotek*, 7(2), 153–159.
- Putri, P. P., Adisyahputra, & Asadi. (2014). Keragaman Karakter Morfologi, Komponen Hasil, dan Hasil Plasma Nutfah Kedelai (*Glycine max* L.). *BIOMA*, 10(2), 41–48.
- Rohmah, E. A. (2016). Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan Pada Perlakuan Cekaman Genangan. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Sari, I. K., Sudarti, & Prastowo, S. H. B. (2018). Aplikasi Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH)

Tape Singkong. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, 3(2), 19–25.

- Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Santos, L. O., Menegatti, R. D., Jain, M., Ihtisham, M., & Liu, S. (2020). Magnetic Field (MF) Applications in Plants: An Overview. *Plants*, 9(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/plants9091139>
- Sudarti, Handoko, & Laksmiari, K. (2021). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Massa Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsium annum.L.*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(1), 15–21.
- Sudarti, Nuraini, L., Saleh, T. A., & Prihandono, T. (2018). The Analysis of Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Field Exposure Biological Effects around Medical Equipment. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (UAERS)*, 5(7), 289–296.
- Suroso, A. (2018). *Medan Magnetik dalam Bahan*. 1–7. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33033.75363>
- Tirono, M., Hananto, F. S., Suhariningsih, & Aini, V. Q. (2021). An effective dose of magnetic field to increase sesame plant growth and its resistance to fusarium oxysporum wilt. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 16(3), 285–291. <https://doi.org/10.18280/IJDNE.160306>
- Waliyansyah, R. R. (2020). Identifikasi Jenis Biji Kedelai (*Glycine Max L*) Menggunakan Gray Level Coocurance Matrix (GLCM) dan K-Means Clustering. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(1), 17–26. <https://doi.org/10.25126/jtiik202071066>
- Wulansari, M., Sudarti, & Hnadayani, R. D. (2017). Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia auricula*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 181–189.
- Zablotskii, V., Polyakova, T., Lunov, O., & Dejneka, A. (2016). How a High-Gradient Magnetic Field Could Affect Cell Life. *Scientific Reports*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep37407>

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
DATA HASIL PENELITIAN

1. Waktu awal perkecambahan

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-(hari mulai berkecambah)					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	3	4	4	3	3	3,4	0,548
0 (kontrol)	3	3	3	4	4	3,4	0,548
0,1	2	2	2	2	1	1,8	0,447
0,2	2	3	2	2	2	2,2	0,447
0,3	3	2	2	3	2	2,4	0,548
0,4	3	3	2	3	3	2,8	0,447
0,5	3	4	3	3	3	3,2	0,447

2. Tinggi tanaman

Minggu pertama

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	17	18	18	17,5	19	17,9	0,742
0 (kontrol)	18	17,5	18,1	17,8	18,5	18,0	0,370
0,1	21,5	21	22	21,5	22	21,6	0,418
0,2	21	19,8	20,5	20	21	20,5	0,555
0,3	20	19,5	20	18,6	19,5	19,5	0,572
0,4	18,5	20	19,5	19	18	19,0	0,791
0,5	17,5	18,5	18	18,5	19	18,3	0,570

Minggu kedua

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	27,5	26,5	27	25,3	26	26,46	0,856
0 (kontrol)	26	27	27,5	27	26,5	26,8	0,570
0,1	31,5	32	32	31,3	30	31,36	0,820
0,2	29,3	30,3	30	31,2	29	29,96	0,868
0,3	29	29	28	27,5	28,5	28,4	0,652
0,4	28	27,5	28,5	28	27	27,8	0,570
0,5	27	26,5	27	27	27,5	27	0,354

Minggu ketiga

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan					Rata-rata	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	38	37,5	37	36,5	36	37	0,791
0 (kontrol)	37	38	36	38	37,5	37,3	0,837
0,1	43,5	43,5	42	43	42	42,8	0,758
0,2	41	42	40	41	40,5	40,9	0,742
0,3	40,8	40	39,5	39	40,5	39,96	0,730
0,4	38	40	40	39,5	39	39,3	0,837
0,5	36,5	37	38	38	38,5	37,6	0,822

Minggu keempat

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	54	55	56	56	54,5	55,1	0,894
0 (kontrol)	55	54	55	55	54,5	54,7	0,447
0,1	62	63	63,5	62	62,5	62,6	0,652
0,2	61,5	61	62,5	60	62	61,4	0,962
0,3	59	60	58,5	59,5	59	59,2	0,570
0,4	58,5	58	59	58,5	58	58,4	0,418
0,5	56	57,5	58	57	57	57,1	0,742

Minggu kelima

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	61	62	60	60,5	62	61,1	0,894
0 (kontrol)	61	60,5	60	60	59	60,1	0,742
0,1	72	73	73	73,5	74	73,1	0,742
0,2	70,5	71,5	71	70	72	71	0,791
0,3	71	69,5	70	69	71	70,1	0,894
0,4	70,5	68	69	70	69,5	69,4	0,962
0,5	66	65,5	66	64	65	65,3	0,837

Minggu keenam

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	70	71,5	72	72	71	71,3	0,837
0 (kontrol)	70,5	69	70	71	69,5	70	0,791

0,1	80	80,5	81,5	82	82	81,2	0,908
0,2	79	80,5	79	79,5	78	79,2	0,908
0,3	79	78,5	79	79	78	78,7	0,447
0,4	75,5	75	76	74	75	75,1	0,742
0,5	74	73,5	75	75,5	74	74,4	0,822

Minggu ketujuh

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	69	71	69,5	70,5	70	70	0,791
0 (kontrol)	70	68,5	70	69,5	69	69,4	0,652
0,1	85	85	84,5	85	86	85,1	0,548
0,2	82	83	83	83	84	83	0,707
0,3	80,5	81	81,5	82,5	82,5	81,6	0,894
0,4	79	80,5	80	79	80	79,7	0,671
0,5	79	80	79	78	78,5	78,9	0,742

3. Kadar klorofil

a. Nilai OD-645

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	0,309	0,315	0,320	0,327	0,330	0,320	0,009
0 (kontrol)	0,294	0,304	0,292	0,302	0,300	0,298	0,005
0,1	0,558	0,560	0,570	0,553	0,555	0,559	0,007
0,2	0,464	0,453	0,472	0,469	0,459	0,463	0,008
0,3	0,442	0,456	0,458	0,460	0,465	0,456	0,009
0,4	0,410	0,400	0,399	0,402	0,385	0,399	0,009
0,5	0,342	0,345	0,339	0,360	0,343	0,346	0,008

b. Nilai OD-663

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	0,692	0,702	0,732	0,682	0,685	0,699	0,020
0 (kontrol)	0,605	0,600	0,603	0,599	0,608	0,603	0,004

0,1	1,129	1,114	1,122	1,112	1,108	1,117	0,008
0,2	0,962	0,965	0,970	0,978	0,988	0,973	0,011
0,3	0,957	0,960	0,962	0,966	0,942	0,957	0,009
0,4	0,915	0,890	0,904	0,883	0,854	0,889	0,023
0,5	0,765	0,786	0,819	0,806	0,817	0,799	0,023

c. Klorofil a

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	7,957	8,068	8,436	7,782	7,812	8,011	0,264
0 (kontrol)	6,893	6,802	6,873	6,795	6,915	6,855	0,054
0,1	12,837	12,641	12,716	12,635	12,579	12,682	0,100
0,2	10,969	11,037	11,049	11,159	11,313	11,105	0,134
0,3	10,965	10,965	10,985	11,031	10,713	10,932	0,125
0,4	10,518	10,227	10,407	10,133	9,810	10,219	0,274
0,5	8,796	9,054	9,489	9,268	9,453	9,212	0,290

d. Klorofil b

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	3,838	3,928	3,902	4,297	4,351	4,063	0,241
0 (kontrol)	3,901	4,154	3,865	4,112	4,025	4,011	0,127
0,1	7,494	7,610	7,802	7,460	7,524	7,578	0,137
0,2	6,123	5,858	6,269	6,163	5,887	6,060	0,180
0,3	5,643	5,950	5,986	6,013	6,240	5,966	0,213
0,4	5,107	4,995	4,906	5,073	4,820	4,980	0,118
0,5	4,252	4,222	3,930	4,472	4,031	4,181	0,210

4. Waktu awal berbunga

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	30	30	31	31	32	30,8	0,837
0 (kontrol)	30	31	31	32	31	31,0	0,707
0,1	26	26	26	27	27	26,4	0,548
0,2	27	26	28	28	28	27,4	0,894
0,3	29	28	29	27	28	28,2	0,837
0,4	29	29	29	30	30	29,4	0,548
0,5	29	30	30	30	30	29,8	0,447

5. Berat Buah

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Perulangan ke-					Rata-rata	STD
	1	2	3	4	5		
0 (kontrol tanpa infeksi)	2,22	2,24	2,26	2,27	2,25	2,25	0,019
0 (kontrol)	2,24	2,23	2,24	2,22	2,20	2,23	0,017
0,1	2,39	2,40	2,38	2,37	2,37	2,38	0,013
0,2	2,33	2,36	2,35	2,33	2,32	2,34	0,016
0,3	2,29	2,32	2,33	2,27	2,34	2,31	0,029
0,4	2,27	2,33	2,32	2,27	2,30	2,30	0,028
0,5	2,32	2,29	2,24	2,28	2,27	2,28	0,029

LAMPIRAN 2

DATA HASIL UJI DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

1. Waktu awal perkecambahan

Uji Normalitas			Uji DMRT				
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Waktu_awal_perkecambahan				
		Waktu_awal_perkecambahan	Duncan ^a				
		N	Subset for alpha = 0.05				
		Normal Parameters ^{a,b}	Perlakuan	N	1	2	3
	Mean	3,66	0,1 mT	5	1,80		
	Std. Deviation	1,552	0,2 mT	5	2,20	2,20	
		Most Extreme Differences	0,3 mT	5	2,40	2,40	
	Absolute	,130	0,4 mT	5		2,80	2,80
	Positive	,121	0,5 mT	5			3,20
	Negative	-,130	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5			3,40
		Test Statistic	0 mT (kontrol)	5			3,40
		Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig.		,078	,078	,088
		Exact Sig. (2-tailed)	Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
		Point Probability	a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.				
		,000					
<p>a. Test distribution is Normal.</p> <p>b. Calculated from data.</p> <p>c. Lilliefors Significance Correction.</p>							

2. Tinggi tanaman

Minggu pertama

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman						
		Tinggi_tanaman	Duncan ^a						
		N	Subset for alpha = 0.05						
		Normal Parameters ^{a,b}	Perlakuan	N	1	2	3	4	5
	Mean	19,251	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	17,900				
	Std. Deviation	1,4047	0 mT (kontrol)	5	17,980				
		Most Extreme Differences	0,5 mT	5	18,300	18,300			
	Absolute	,136	0,4 mT	5		19,000	19,000		
	Positive	,136	0,3 mT	5			19,520		
	Negative	-,093	0,2 mT	5				20,460	
		Test Statistic	0,1 mT	5					21,600
		Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig.		,322	,072	,175	1,000	1,000
		Exact Sig. (2-tailed)	Means for groups in homogeneous subsets are displayed.						
		Point Probability	a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.						
		,000							
<p>a. Test distribution is Normal.</p> <p>b. Calculated from data.</p> <p>c. Lilliefors Significance Correction.</p>									

Minggu kedua

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman						
		Tinggi_tanaman	Duncan ^a					Subset for alpha = 0.05	
N		35	Perlakuan	N	1	2	3	4	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	25,471	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	26,460				
	Std. Deviation	7,6840	0 mT (kontrol)	5	26,800				
Most Extreme Differences	Absolute	,130	0,5 mT	5	27,000	27,000			
	Positive	,130	0,4 mT	5	27,800	27,800			
	Negative	-,104	0,3 mT	5		28,400			
Test Statistic		,130	0,2 mT	5			29,960		
Asymp. Sig. (2-tailed)		,145 ^c	0,1 mT	5				31,360	
Exact Sig. (2-tailed)		,554	Sig.		,255	,079	,182	1,000	1,000
Point Probability		,000	Means for groups in homogeneous subsets are displayed.						
a. Test distribution is Normal.			a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.						
b. Calculated from data.									
c. Lilliefors Significance Correction.									

Minggu ketiga

Uji Normalitas			Uji DMRT					
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman					
		Tinggi_tanaman	Duncan ^a				Subset for alpha = 0.05	
N		35	Perlakuan	N	1	2	3	4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	33,029	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	37,000			
	Std. Deviation	13,6925	0 mT (kontrol)	5	37,300			
Most Extreme Differences	Absolute	,129	0,5 mT	5	37,600			
	Positive	,129	0,4 mT	5		39,300		
	Negative	-,114	0,3 mT	5		39,960	39,960	
Test Statistic		,129	0,2 mT	5			40,900	
Asymp. Sig. (2-tailed)		,150 ^c	0,1 mT	5				42,800
Exact Sig. (2-tailed)		,561	Sig.		,266	,197	,070	1,000
Point Probability		,000	Means for groups in homogeneous subsets are displayed.					
a. Test distribution is Normal.			a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.					
b. Calculated from data.								
c. Lilliefors Significance Correction.								

Minggu keempat

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman						
		Tinggi_tanaman	Duncan ^a					Subset for alpha = 0.05	
N		35	Perlakuan	N	1	2	3	4	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	52,543	0 mT (kontrol)	5	54,700				
	Std. Deviation	10,1730	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	55,100				
Most Extreme Differences	Absolute	,142	0,5 mT	5		57,100			
	Positive	,142	0,4 mT	5		58,400			
	Negative	-,118	0,3 mT	5		59,200			
Test Statistic		,142	0,2 mT	5			61,400		
Asymp. Sig. (2-tailed)		,071 ^c	0,1 mT	5				62,600	
Exact Sig. (2-tailed)		,438	Sig.		,372	1,000	,080	1,000	1,000
Point Probability		,000	Means for groups in homogeneous subsets are displayed.						
a. Test distribution is Normal.			a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.						
b. Calculated from data.									
c. Lilliefors Significance Correction.									

Minggu kelima

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman						
			Subset for alpha = 0.05						
			Perlakuan	N	1	2	3	4	5
N			5	60,100					
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	67,529						
		Std. Deviation	11,1559						
Most Extreme Differences	Absolute		,143						
	Positive		,143						
	Negative		-,094						
Test Statistic			,143						
Asymp. Sig. (2-tailed)			,066 ^c						
Exact Sig. (2-tailed)			,429						
Point Probability			,000						

Duncan^a

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Minggu keenam

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman						
			Subset for alpha = 0.05						
			Perlakuan	N	1	2	3	4	5
N			5	70,000					
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	77,929						
		Std. Deviation	11,1844						
Most Extreme Differences	Absolute		,132						
	Positive		,132						
	Negative		-,111						
Test Statistic			,132						
Asymp. Sig. (2-tailed)			,127 ^c						
Exact Sig. (2-tailed)			,530						
Point Probability			,000						

Duncan^a

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Minggu ketujuh

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Tinggi_tanaman						
			Subset for alpha = 0.05						
			Perlakuan	N	1	2	3	4	5
N			5	69,400					
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	79,843						
		Std. Deviation	15,7959						
Most Extreme Differences	Absolute		,141						
	Positive		,141						
	Negative		-,086						
Test Statistic			,141						
Asymp. Sig. (2-tailed)			,077 ^c						
Exact Sig. (2-tailed)			,451						
Point Probability			,000						

Duncan^a

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

3. Kadar klorofil

a. Klorofil a

Uji Normalitas			Uji DMRT						
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Kadar_klorofil_a						
		Kadar_klorofil_a	Duncan ^a						
			Subset for alpha = 0.05						
Perlakuan	N		1	2	3	4	5	6	
0 mT (kontrol)	5	35	6,85560						
0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	7,215	8,01100						
0,5 mT	5	2,2250	9,21020						
0,4 mT	5	,142			10,21900				
0,3 mT	5	,142				10,93180			
0,2 mT	5	-,080					11,10540		
0,1 mT	5	,142						12,68160	
Sig.		,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,183	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Uji Normalitas		
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Kadar_klorofil_a
N		35
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7,215
	Std. Deviation	2,2250
Most Extreme Differences	Absolute	,142
	Positive	,142
	Negative	-,080
Test Statistic		,142
Asymp. Sig. (2-tailed)		,071 ^c
Exact Sig. (2-tailed)		,440
Point Probability		,000

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

b. Klorofil b

Uji Normalitas			Uji DMRT				
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Kadar_klorofil_b				
		kadar_klorofil_b	Duncan ^a				
			Subset for alpha = 0.05				
Perlakuan	N		1	2	3	4	
0 mT (kontrol)	5	35	4,01140				
0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	5,32431	4,06320				
0,5 mT	5	1,234618	4,18140				
0,4 mT	5	,135	4,98020				
0,3 mT	5	,135		5,96640			
0,2 mT	5	-,114			6,06000		
0,1 mT	5	,135				7,57800	
Sig.		,109 ^c	,171	1,000	,420	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Uji Normalitas		
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar_klorofil_b
N		35
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	5,32431
	Std. Deviation	1,234618
Most Extreme Differences	Absolute	,135
	Positive	,135
	Negative	-,114
Test Statistic		,135
Asymp. Sig. (2-tailed)		,109 ^c
Exact Sig. (2-tailed)		,507
Point Probability		,000

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

4. Waktu awal berbunga

Uji Normalitas			Uji DMRT					
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Waktu_awal_berbunga					
		Waktu_awal_berbunga	Duncan ^a					
N		35	Subset for alpha = 0.05					
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	28,69	Perlakuan	N	1	2	3	4
	Std. Deviation	1,906	0,1 mT	5	26,40			
Most Extreme Differences	Absolute	,126	0,2 mT	5		27,40		
	Positive	,126	0,3 mT	5		28,20		
	Negative	-,102	0,4 mT	5			29,40	
Test Statistic		,126	0,5 mT	5			29,80	
Asymp. Sig. (2-tailed)		,173 ^c	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5				30,80
Exact Sig. (2-tailed)		,589	0 mT (kontrol)	5				31,00
Point Probability		,000	Sig.		1,000	,084	,379	,658

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

5. Berat buah

Uji Normalitas			Uji DMRT					
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Berat_buah					
		Berat_buah	Duncan ^a					
N		35	Subset for alpha = 0.05					
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2,2974	Perlakuan	N	1	2	3	4
	Std. Deviation	,05376	0 mT (kontrol)	5	2,2260			
Most Extreme Differences	Absolute	,124	0 mT (kontrol tanpa infeksi)	5	2,2480			
	Positive	,124	0,5 mT	5		2,2800		
	Negative	-,120	0,4 mT	5		2,2980		
Test Statistic		,124	0,3 mT	5		2,3100	2,3100	
Asymp. Sig. (2-tailed)		,195 ^c	0,2 mT	5			2,3380	
Exact Sig. (2-tailed)		,615	0,1 mT	5				2,3820
Point Probability		,000	Sig.		,134	,055	,060	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

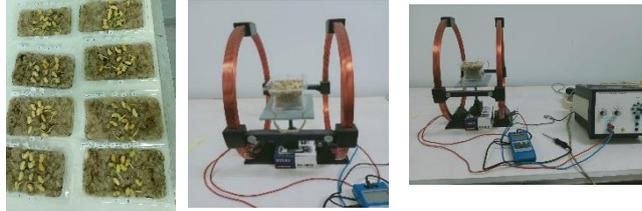
LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Pembuatan media PDA untuk memperbanyak isolat



2. Pemaparan benih dengan medan magnet



3. Pertumbuhan tanaman kedelai



Kontrol tanpa infeksi Kontrol 0,1 mT 0,2 mT 0,3 mT 0,4 mT 0,5 mT

4. Pengukuran kadar klorofil



5. Pengukuran berat segar





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933

Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Riska Isnaini Kurnia
NIM : 18640006
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) Yang Diinfeksi Patogen *Fusarium oxysporum*
Pembimbing 1 : Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si
Pembimbing 2 : Dr. Erna Hastuti, M.Si

• **Konsultasi Fisika**

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	15 Oktober 2021	Konsultasi bab I, II, dan III	
2.	19 Oktober 2021	Konsultasi bab I, II, dan III dan ACC	
3.	28 Maret 2022	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
4.	9 Mei 2022	Konsultasi Bab IV	
5.	15 Mei 2022	Konsultasi Bab IV	
6.	02 Juni 2022	Konsultasi Bab IV dan V	
7.	06 Juni 2022	Konsultasi Semua Bab dan Abstrak dan ACC	

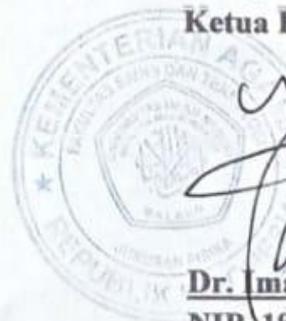
• **Konsultasi Integrasi**

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	23 Februari 2022	Konsultasi Kajian Agama	
2.	12 Mei 2022	Konsultasi Kajian Agama	
3.	07 Mei 2022	Konsultasi Kajian Agama	
4.	22 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	

Malang, 22 Juni 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Iman Tazi, M.Si

NIP. 19740730 200312 1 002