

**PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW*
FREQUENCY (ELF) TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max(L.) Merril*)**

SKRIPSI

Oleh:
LINDA SARI
NIM. 18640009



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

HALAMAN PENGANTAR

PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN KEDELAI
(*Glycine max(L.) Merril*)

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:
LINDA SARI
NIM. 18640009

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

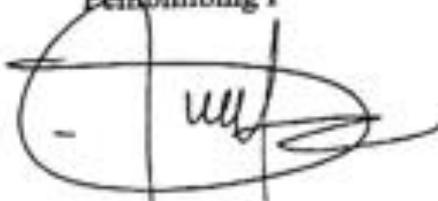
HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN KEDELAI (*Glycine max(L.) Merril*)

SKRIPSI

Oleh:
Linda Sari
NIM. 18640009

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:
Pada tanggal: 6 Juni 2022

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

Mengesahkan
Ketua Program Studi

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

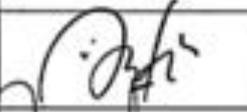
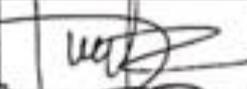
HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN KEDELAI (*Glycine max(L.) Merril*)

SKRIPSI

Oleh:
Linda Sari
NIM. 18640009

Telah Dipertahankan di depan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan 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>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. H. Mokhammad 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. Iqbal Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Linda Sari

NIM : 18640009

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine Max(L.) Merril*)

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

Malang, 6 Juni 2022
Saya Membuat Pernyataan



Linda Sari
NIM. 18640009

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ط

“*Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan*”

(*Q.s Al Insyirah :6*)

~ " ~ " ~ " ~

Serapuh apapun keadaanmu akan ada saatnya kebahagiaan yang menanti di hadapanmu.

Suatu usaha keras yang telah kamu lakukan saat ini, akan ada hasil yang selalu kamu tunggu-tunggu sejak dulu.

Berproses dalam suatu kebaikan itu penting dalam segala hal kehidupan, realitanya akan ada hujan badai yang akan mengena pada kita, lantas kenapa harus sakit jika hanya terkena rintik gerimis.

Linda Sari

Believe in yourself

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur Alhamdulillah, segala puji kupanjatkan kepada Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, atas segala ni'mat dan keberkahan di setiap langkahku sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.

Sholawat dan salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sang pembawa lentera kehidupan.

Dengan segenap kasih sayang dan rasa hormat, kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan limpahan do'a yang tiada henti di setiap sujudnya, sehingga membuatku optimis dalam menggapai cita-cita
2. Saudara-saudaraku beserta keluarga yang selalu mendo'akan dan yang tak pernah berhenti memberikan dukungan
3. Segenap dosen dan pembimbing, yang telah memberikan keluasan ilmu pengetahuan. Semoga menjadi ilmu yang manfaat dan barakah untuk dunia dan akhirat kelak
4. Teman-teman seperjuangan fisika angkatan 2018 "*Great Of Physics*" UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu membantu dan memberi motivasi sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini

Terima kasih atas segala motivasi dan dukungan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT senantiasa membalas setiap kebaikan kalian. Aamiin...

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah serta nikmatNya berupa kesehatan, kesempatan, dan kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “**Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)**”. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini serta senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Bapak dan Ibu tersayang, tercinta, dan yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan limpahan do'a yang membuat saya optimis 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 Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
5. Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si dan Dr. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Segenap dosen Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

7. Segenap Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan
8. Teman-teman mahasiswa Jurusan Fisika terutama angkatan 2018 yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini
9. Kakak-kakak Fisika angkatan 2017 yang selalu bersedia membantu dan menjelaskan setiap hal yang menjadi pertanyaan
10. Sahabat-sahabat eL-Zawa UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberi semangat untuk segera menyelesaikan skripsi ini
11. Sahabat kos Fila yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta kenyamanan dalam penyelesaian skripsi ini
12. Serta terimakasih banyak kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat terutama bagi penulis dan semua pihak yang membaca dalam menambah wawasan ilmiah, serta bisa menjadi inspirasi bagi para pembaca. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 6 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
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.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF).....	10
2.2 Medan Magnet dari Kumbaran Helmholtz	12
2.3 Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>).....	16
2.4 Morfologi Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	17
2.4.1 Batang	18
2.4.2 Daun.....	18
2.4.3 Bunga	20
2.4.4 Buah	21
2.4.5 Biji.....	21
2.4.6 Kandungan dan Manfaat Biji Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	22
2.5 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman.....	24
2.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman.....	25
2.6 Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	28
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	32

3.4	Diagram Alir Penelitian.....	34
3.5	Prosedur Penelitian	35
3.5.1	Pemilihan Sampel dan Persiapan Biji Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>) di Media Tanam	35
3.5.2	Perlakuan Medan Magnet	36
3.5.3	Penanaman dan Perawatan Tanaman.....	37
3.5.4	Pengambilan Data	37
3.5.5	Analisis Data.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1	Data Hasil Penelitian	42
4.1.1	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi	42
4.1.2	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman.....	46
4.1.3	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil Daun	56
4.1.4	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga	62
4.1.5	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Berbuah	65
4.1.6	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Berat Buah	69
4.2	Pembahasan	72
4.3	Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	78
BAB V PENUTUP.....		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz	10
Gambar 2. 2 Komponen perhitungan kuat medan magnet di suatu titik pada kawat melingkar berarus	11
Gambar 2. 3 Komponen penyusun kumparan Helmholtz yang terpisah dengan jarak S	12
Gambar 2. 4 Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	13
Gambar 2. 5 Bentuk bunga tanaman kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	16
Gambar 2. 6 Biji kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	17
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Dormansi	44
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman	48
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil Daun	59
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Berbunga	64
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Berbuah	67
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Berat Kering Buah	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Komposisi Asam Amino (Protein) dalam Biji Kedelai Kering	23
Tabel 3. 1	Waktu Dormansi Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>).....	38
Tabel 3. 2	Tinggi Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>).....	38
Tabel 3. 3	Kadar Klorofil (a) Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	39
Tabel 3. 4	Berat Buah Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	41
Tabel 4. 1	Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi	43
Tabel 4. 2	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi	45
Tabel 4. 3	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi	45
Tabel 4. 4	Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman.....	46
Tabel 4. 5	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-1	49
Tabel 4. 6	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-1	49
Tabel 4. 7	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-2	50
Tabel 4. 8	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-2	50
Tabel 4. 9	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-3	51
Tabel 4. 10	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-3	51
Tabel 4. 11	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-4	52
Tabel 4. 12	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-4	52
Tabel 4. 13	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-5	53
Tabel 4. 14	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-5	53
Tabel 4. 15	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-6	54
Tabel 4. 16	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-6	54
Tabel 4. 17	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-7	55
Tabel 4. 18	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-7	55
Tabel 4. 19	Nilai Absorbansi Larutan Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)..	57
Tabel 4. 20	Data Kadar Klorofil a dan b Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	57
Tabel 4. 21	Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil a Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merril</i>)	60

Tabel 4. 22 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil a Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>)	60
Tabel 4. 23 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil b Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>).....	61
Tabel 4. 24 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil b Daun Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>)	61
Tabel 4. 25 Data Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>).....	63
Tabel 4. 26 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga.....	64
Tabel 4. 27 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga.....	65
Tabel 4. 28 Data Waktu Berbuah Tanaman Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>) ...	66
Tabel 4. 29 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Berbuah.....	68
Tabel 4. 30 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Berbuah	68
Tabel 4. 31 Data Berat Buah Kedelai (<i>Glycine max(L.) Merrill</i>)	69
Tabel 4. 32 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Berat Buah	71
Tabel 4. 33 Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Berat Buah.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Hasil Penelitian
- Lampiran 2 Data Hasil Uji Lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)
- Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian

ABSTRAK

Sari, Linda. 2022. **Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)**. Skripsi. Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci : Lama Paparan, Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)*, Produktivitas Kedelai

Kebutuhan kedelai di Indonesia terus memperlihatkan peningkatan untuk bahan pangan serta berbanding terbalik dengan jumlah produksinya, hal ini disebabkan karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Oleh karena itu, dibutuhkan pemanfaatan teknologi yang ramah lingkungan untuk meminimalkan penggunaan pestisida dalam meningkatkan produktivitas kedelai dengan menggunakan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Lama paparan medan magnet yang digunakan dengan 6 variasi lama paparan (0 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet mempengaruhi waktu dormansi lebih cepat, tinggi tanaman semakin bertambah, kandungan klorofil lebih banyak, waktu berbunga lebih pendek, waktu berbuah lebih cepat, dan bobot buah lebih berat. Lama paparan medan magnet yang paling berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan kedelai adalah 20 menit, dan mengalami penurunan pada lama paparan 25 menit dan 30 menit. Semakin lama waktu pemaparan maka akan membuat rusaknya protein yang ada di dalam sel tanaman sehingga berakibat tanaman tumbuh tidak optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama paparan medan magnet yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai adalah 20 menit.

ABSTRACT

Sari, Linda. 2022. **Effect of Long Exposure to Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Fields on Soybean (*Glycine max(L.) Merrill*) Productivity**. Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Keywords: Exposure Time, Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field, Soybean Productivity

The demand for soybeans in Indonesia continues to increase food and is inversely proportional to the amount of production, this is because it is influenced by several factors. Therefore, it is necessary to use environmentally friendly technology to minimize the use of pesticides in increasing soybean productivity by using an Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field. This study aims to determine the effect of long exposure to Extremely Low Frequency (ELF) magnetic fields on the productivity of soybean (*Glycine max(L.) Merrill*). The duration of exposure to the magnetic field was used with 6 variations of exposure time (0 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, and 30 minutes). The results showed that the magnetic field affected the dormancy time faster, the plant height increased, the chlorophyll content was higher, the flowering time was shorter, the fruiting time was faster, and the fruit weight was heavier. The duration of exposure to the magnetic field that had the most effect on increasing soybean growth was 20 minutes and decreased to 25 minutes and 30 minutes. The longer the exposure time, the more damage to the protein in plant cells will result in the plant growing not optimally. The results showed that the duration of exposure to a magnetic field that was most effective in increasing soybean plant growth was 20 minutes.

مستخلص البحث

ساري ، ليندا. 2022. تأثير التعرض الطويل للحقول المغناطيسية ذات التردد المنخفض للغاية (ELF) على إنتاجية فول الصويا (*Glycine max (L.) Merril*). البحث العلمي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف (I) الدكتور محمد طيرانو، الماجستير (II) الدكتور إرنا حستوتي، الماجستير

الكلمات المفتاحية: وقت التعرض، المجال المغناطيسي للتردد المنخفض للغاية (ELF)، إنتاجية فول الصويا

يستمر الطلب على فول الصويا في إندونيسيا في الزيادة من أجل الغذاء ويتناسب عكسياً مع كمية الإنتاج، وذلك لأنه يتأثر بعدة عوامل. لذلك، من الضروري استخدام تقنية صديقة للبيئة لتقليل استخدام مبيدات الآفات في زيادة إنتاجية فول الصويا باستخدام مجال مغناطيسي منخفض التردد للغاية (ELF). تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير التعرض الطويل للمجالات المغناطيسية ذات التردد المنخفض للغاية (ELF) على إنتاجية فول الصويا (*Glycine max (L.) Merril*). مدة التعرض للمجال المغناطيسي المستخدمة مع 6 أشكال مختلفة من وقت التعرض (0 دقيقة، 10 دقيقة، 15 دقيقة، 20 دقيقة، 25 دقيقة، 30 دقيقة). أظهرت النتائج أن المجال المغناطيسي أثر على زمن السكون بشكل أسرع، وزاد ارتفاع النبات، وكان محتوى الكلوروفيل أعلى، وكان وقت الإزهار أقصر، وكان وقت الإثمار أسرع، وكان وزن الثمرة أثقل. كانت مدة التعرض للمجال المغناطيسي الأكثر تأثيراً في زيادة نمو فول الصويا 20 دقيقة، وانخفضت بمقدار 25 دقيقة و 30 دقيقة. كلما طالت فترة التعرض، فإن التلف الذي يلحق بالبروتين في الخلايا النباتية سيؤدي إلى عدم نمو النبات بالشكل الأمثل. أظهرت النتائج أن مدة التعرض للمجال المغناطيسي الأكثر فاعلية في زيادة نمو نبات فول الصويا كانت 20 دقيقة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan beragam kekayaan alam, baik kekayaan nabati ataupun kekayaan hewani yang dapat ditemukan di segala penjuru, salah satunya adalah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Kedelai merupakan tanaman penting di Indonesia yang mengandung sumber protein nabati pada umumnya. Kedelai termasuk dalam tiga besar komoditas pangan utama di Indonesia selain padi dan Jagung (Meliza sari, 2015). Aspek penting kedelai sebagai sumber pangan fungsional dapat ditinjau dari kandungan gizi pada biji (Krisnawati, 2017). Kandungan gizi yang terdapat pada kedelai sangat tinggi salah satunya adalah kadar protein yang mencapai 34%. Berdasarkan kandungan nilai gizi, meskipun tidak mengandung vitamin B12 dan vitamin C, tetapi kedelai merupakan sumber vitamin B yang lebih baik dibandingkan dengan komoditas golongan biji-bijian lain. Di Indonesia, kedelai lebih banyak digunakan sebagai bahan baku industri, selain itu kedelai juga dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan seperti tahu (tofu), tempe, bermacam-macam saus penyedap, dan susu kedelai. Hal inilah yang menjadi salah satu komoditas penting dan peluang terbesar pasar bagi pengembangan kedelai di Indonesia (Ginting, Antarlina dan Widowati, 2009).

Kebutuhan akan kedelai di Indonesia terus memperlihatkan peningkatan untuk bahan pangan, pakan, maupun industri serta berbanding terbalik dengan luas area dan hasil produksi. Tercatat bahwa kebutuhan kedelai tahun 2012 sebesar 2,2 juta ton dibandingkan dengan tahun 2011 yang hanya sebesar 2,16 juta

ton. Dari hasil kebutuhan tersebut rata-rata yang mampu dipenuhi oleh produksi di Indonesia sekitar 25-30 %, dan sisanya diperoleh melalui impor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2011 produksi kedelai lokal hanya 851.286 ton atau 29% dari total kebutuhan, sehingga Indonesia harus melakukan impor kedelai sebanyak 2.087.986 ton untuk memenuhi 71% kebutuhan kedelai di Indonesia (meliza sari, 2015). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan hasil pertanian di Indonesia dan keterbatasan produksi, tanaman kedelai menduduki peringkat kedua sedikit di bawah gandum dan kedelai seharusnya dapat diproduksi di dalam negeri. Untuk memenuhi kebutuhan kedelai diperlukan upaya peningkatan produksi melalui penggunaan varietas unggul yang berpotensi hasil tinggi dan sesuai mutu bijinya untuk produk olahan tertentu. Peningkatan produksi kacang kedelai dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu cara untuk peningkatan produksi kedelai yakni pemuliaan tanaman yang bertujuan untuk menciptakan benih varietas unggul baru sehingga dapat meningkatkan minat para petani di Indonesia.

Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) merupakan salah satu tanaman yang termasuk kedalam golongan biji-bijian. Dalam proses pertumbuhannya, kedelai ditanam dari biji yang kemudian akan tumbuh dan berkembang sampai berbuah. Adanya biji-bijian tersebut telah jauh dibahas dalam Al-Qur'an, sebagaimana firman Allah SWT dalam surat 'Abasa ayat 27-31 yang berbunyi:

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۖ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۖ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۖ وَحَدَاقٍ ۖ غُلْبًا ۖ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا

“Lalu kami tumbuhkan padanya biji-bijian, anggur, sayur-sayuran, zaitun, pohon kurma, kebun-kebun yang rindang, buah-buahan, dan rerumputan” Q.S 'Abasa [80]:27-31

Menurut tafsir al Muyassar ayat tersebut menafsirkan tentang keistimewaan penciptaan Allah SWT yang dapat dilihat. Allah SWT menegaskan hal ini dengan jumlah ismiyah yang berfungsi untuk menjelaskan ketetapan dan konsistensi sifat-Nya (Qarni, 2007). Pada proses penumbuhan tanaman dimulai dengan pecahnya biji. Ketika biji sudah menjadi tunas, biji tersebut akan mencari makanan sendiri melalui zat-zat kandungan yang ada di dalam tanah dan tanaman tersebut (Qarni, 2007). Dengan adanya biji inilah tumbuhan dapat melestarikan keturunan jenisnya. Sedangkan menurut Syaikh Sulaiman Al Asyqar dalam tafsirnya "*Zubdatut Tafsir Min Fathil Qadir*" menafsirkan terkait ayat di atas bahwa Allah SWT menciptakan tumbuhan berupa biji-bijian yang ada di bumi seperti gandum dan padi, kemudian dari biji-bijian tersebut akan tumbuh dan berkembang sampai dengan menghasilkan buah (Mokhtasr, 2015). Pada saat biji mulai berkecambah dan telah mencapai tahapan air yang cukup, maka embrio yang terdapat di dalam biji tersebut akan menjadi aktif dan akan menyerap material nutrisi yang sederhana, sedangkan material nutrisi yang kompleks dipecah menjadi sederhana dengan adanya bantuan enzim. Pada tahap inilah, bakal akar menjadi tumbuh ke bawah, kemudian bergerak diantara partikel tanah untuk mencari kawasan yang memenuhi syarat dan akan memperoleh nutrisi untuk keperluan makanannya. Bakal daun juga akan berkembang ke atas yang menembus permukaan tanah dan mengarah pada sumber cahaya matahari. Kemudian bakal akar dan bakal daun tersebut akan tumbuh dan berkembang yang akhirnya menghasilkan buah, sehingga dapat meningkatkan produktivitas kedelai di Indonesia (Amanda, 2019)

Menurut Adisarwanto (2017) ada beberapa faktor penyebab rendahnya pengembangan produktivitas kedelai di Indonesia diantaranya adalah faktor alam

dan faktor biotik. Faktor alam merupakan faktor yang berasal dari alam, seperti iklim, tanah, dan hamparan pertanaman kedelai. Sedangkan faktor biotik meliputi, hama, penyakit, gulma, dan tanaman kedelai itu sendiri. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan turunnya produksi secara kuantitatif maupun kualitatif pada kedelai. Akan tetapi, pada saat ini salah satu teknik yang banyak dilakukan dalam penanaman kedelai untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan memberikan pupuk anorganik agar kedelai tersebut tumbuh dengan baik dan sesuai harapan. Pupuk anorganik banyak dipilih oleh petani karena mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman, harga yang terjangkau, serta mudah didapatkan. Di sisi lain, penggunaan pupuk anorganik untuk tanaman tidak selalu memberikan efek positif terhadap pertumbuhan maupun perkecambahan tanaman. Dengan penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan bahkan tidak sesuai dengan dosis maka dapat merusak sifat kimia dan fisik lahan pertanian (Rahman dan Zhang, 2018). Umumnya para petani lebih menyukai penggunaan pupuk anorganik yang bersifat praktis dan instan tanpa melihat akibat serta dampak yang akan terjadi selanjutnya.

Sehubungan dengan upaya untuk meminimalkan penggunaan pupuk anorganik serta untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*), maka perlu dilakukan suatu usaha pemanfaatan teknologi yang ramah lingkungan. Salah satu teknologi pendukung yang dapat mengembangkan produktivitas kedelai di Indonesia yaitu dengan memanfaatkan perkembangan teknologi medan magnet. Penerapan medan magnet frekuensi rendah di bidang pertanian merupakan teknologi baru untuk meningkatkan perkecambahan benih serta meningkatkan hasil produktivitas dengan mempengaruhi proses fisiologis

dan biokimia dalam benih (Maffei, 2014). Medan magnet juga mempengaruhi pertumbuhan akar, tunas, dan peningkatan aktivitas enzim (Doucet, 1992), serta menyebabkan perubahan pada tingkat dan viabilitas sel (Valiron *et al.*, 2005). Perlakuan menggunakan medan magnet dapat memberikan dampak yang baik pada peningkatan metabolisme sel tanaman (Celik *et al.*, 2008). Medan magnet mempengaruhi struktur membran sel, sehingga terjadi peningkatan terhadap permeabilitas dan transport ion yang dapat mempengaruhi jalur metabolisme (Iqbal, 2012). Penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa perlakuan medan magnet dapat mempercepat waktu tumbuh tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*) serta ketahanannya terhadap penyakit layu *Fusarium oxysporum* (Tirono *et al.*, 2021). Perlakuan medan magnet juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan peningkatan akumulasi elemen di dalam tanaman yang akan berhubungan dengan peningkatan kualitas makanan (El Shokali, 2015). Selain itu, gaya yang diinduksi oleh medan magnet akan memberikan pengaruh pada pengendalian dan perubahan laju elektron yang ada dalam tanaman serta metabolisme sel yang ikut berperan didalamnya (Aladjadjiyan and Ylieva, 2003).

Penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa medan magnet mempengaruhi berbagai karakteristik tanaman seperti perkecambahan biji, pertumbuhan akar, laju pertumbuhan bibit, reproduksi, dan pertumbuhan sel meristem dan jumlah klorofil (Reina, Pascual, and Fundora, 2001). Akar nampaknya jauh lebih rentan terhadap medan magnet dari pada tunas (Kato *et al.*, 1989). Medan magnet juga dapat mengubah struktur dan fungsi membrane plasma (Blank, 1995). Dalam penelitian Yano *et al* (2001) menunjukkan adanya peningkatan nyata dalam persentase perkecambahan biji selada dengan perlakuan

medan magnet sebesar 10 mT. Pemaparan medan magnet dengan dosis yang sesuai diketahui dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman *Calendula officinalis* (Rochalska dan Grabowska, 2007). Perlakuan menggunakan medan magnet sampai 165 A/m menyebabkan peningkatan penguapan yang cukup signifikan dibandingkan dengan kontrol (Racuciu, 2011). Adanya peningkatan penguapan air pada medium menunjukkan bahwa potensial air tersebut meningkat sehingga dapat mempercepat hidrasi air ke dalam benih (Pang and Bo, 2008). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet sebesar 300 μT dapat mempercepat pertumbuhan tanaman cabai merah besar dengan lama paparan 60 menit dan 90 menit (Handoko *et al.*, 2017). Selain itu, perlakuan medan magnet sebesar 300 μT dan 600 μT selama 60 menit dapat berpengaruh baik terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering tanaman sawi (Djoyowasito *et al.*, 2019). Perlakuan dengan medan magnet pra tanam pada benih tomat sebesar 120 mT selama 10 menit juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta meningkatkan produksi buah (Efthimiadou *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa medan magnet dapat menimbulkan efek fisik maupun biologis terhadap tanaman. Agar produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) di Indonesia dapat ditingkatkan maka perlu adanya peningkatan teknologi serta budidayanya. Jika dilihat dari urgensi dan kondisi yang ada pada saat ini perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) untuk mengetahui pengaruh variasi lama paparan medan

magnet dengan frekuensi rendah terhadap perubahan morfologi guna untuk meningkatkan produktivitas kedelai di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka didapatkan rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)?
2. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)?
3. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)?
4. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)?
5. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)?
6. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap berat buah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)
2. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)
3. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)
4. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)
5. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)
6. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap berat buah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Menambah wawasan keilmuan khususnya di bidang Biofisika mengenai pengaruh lama paparan medan magnet terhadap tanaman, terutama dalam pemanfaatan medan magnet untuk peningkatan produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan mampu dipraktikkan dan digunakan sebagai tinjauan pembelajaran dalam upaya penunjang pemberdayaan tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah pada penelitian yang diteliti, maka ada beberapa hal yang perlu dibatasi, diantaranya:

1. Benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang digunakan adalah benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) varietas Grobogan.
2. Data yang diambil adalah pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil daun, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)
3. Medan magnet yang digunakan adalah medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz
4. Variasi lama paparan yang digunakan yaitu 0 menit 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit
5. Kerapatan fluks magnet yang digunakan sebesar 0,3 mT
6. Media tanam menggunakan tanah murni pH 7
7. Uji kadar klorofil daun menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

Medan listrik dan medan magnet sudah ada sejak bumi ini terbentuk. Medan listrik dan medan magnet tersebut merupakan sumber terbentuknya gelombang elektromagnetik (Sadidah, Sudarti and Ghani, 2015). Menurut Repacholi (2007), medan elektromagnetik merupakan kombinasi antara medan magnet dan medan listrik. Medan magnet itu sendiri adalah medan yang terbentuk oleh suatu muatan listrik yang bergerak (Griffiths, 1999). Sedangkan medan listrik adalah medan yang terbentuk akibat muatan yang diam (Griffiths, 1999). Bagian magnet yang memiliki gaya tarik paling kuat terhadap benda-benda yang dapat ditarik magnet disebut dengan kutub magnet (Sani, 2019). Adapun penamaan kutub tersebut sesuai dengan fenomena yang ditunjukkan oleh magnet jarum yang selalu menunjukkan arah utara dan selatan apabila tidak ada pengaruh magnet di dekatnya. Medan magnet terjadi karena adanya kutub-kutub magnet yang memiliki gaya tarik-menarik dan tolak-menolak yang besar (Sudarti, 2007).

Fenomena terjadinya medan magnet itu disebabkan adanya arus yang menunjukkan bahwa jika ada muatan bergerak maka ada medan magnet di sekitar muatan yang bergerak tersebut (Sani, 2019). Hubungan timbal balik (kesetangkupan) antara perubahan medan magnet dan medan listrik tersebut telah diterapkan dalam teknologi modern, seperti pada pembangkit (generator) listrik dan motor listrik. Pada dasarnya, medan magnet itu tidak seperti polarisasi listrik yang hampir selalu searah dengan E . Ada beberapa bahan yang memperoleh magnetisasi sejajar dengan B yang disebut dengan paramagnetik, dan ada yang

berlawanan dengan B yang disebut dengan diamagnetik. Namun ada beberapa bahan feromagnetik yang memiliki momen magnetik spontan walaupun berada pada medan magnet eksternal nol, keberadaan magnetisasi spontan ini menandakan bahwa spin elektron dan momen magnetik bahan feromagnetik tersusun dengan teratur (Mubarak, 2009).

Radiasi gelombang elektromagnetik memiliki spektrum yang luas. Gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada frekuensi lebih kecil (antara 0 Hz-300 Hz) dan termasuk dalam *non ionizing radiation* (Sudarti, 2007). Selain bersifat non pengion, radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) juga bersifat non termal dimana radiasi ini tidak menghasilkan panas serta bersifat tidak terhalangi (Wulansari, Sudarti and Handayani, 2017). Energi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sangatlah kecil sehingga efek yang ditimbulkan tidak menyebabkan perubahan suhu ketika berinteraksi.

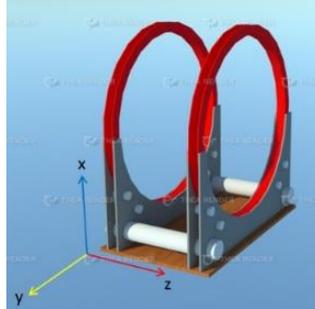
Secara alamiah makhluk hidup beradaptasi dengan radiasi gelombang elektromagnetik. Beberapa dekade terakhir ini bahwa pemanfaatan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) semakin meningkat dalam kehidupan (Inhan-Garip *et al.*, 2011). Akan tetapi pesatnya perkembangan teknologi serta pemakaian alat elektronika yang mengakibatkan makhluk hidup tanpa disadari akan terpapar oleh gelombang elektromagnetik. Dalam hal ini, semakin meningkatnya pemanfaatan listrik dalam segala aspek kehidupan maka juga akan meningkatkan radiasi elektromagnetik khususnya intensitas paparan dan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) (Suhatin and Prihandono, 2007). Medan magnet dapat diperoleh dengan cara alami dan buatan (WHO, 2007). Sumber medan

magnet alami diperoleh dari magnet bumi sedangkan sumber medan magnet buatan diperoleh dari sistem peralatan elektronik. Semua peralatan elektronik akan menghasilkan medan magnet yang sebanding dengan besarnya arus yang dialirkan (Nugroho, 2011). Medan magnet dan medan listrik yang dihasilkan oleh aliran listrik dapat dihitung secara terpisah karena medan magnet dan medan listrik tersebut tidak bergantung satu sama lain. Kuat medan magnet tergantung pada besarnya arus listrik yang mengalir pada penghantar. Besarnya medan magnet akan semakin besar jika jarak terhadap penghantar semakin dekat dan semakin lemah jika jaraknya semakin jauh dari penghantarnya (Nugroho, 2011)

2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz

Kumparan Helmholtz merupakan dua buah kumparan yang dihubungkan secara seri dan dialiri arus listrik yang dapat menghasilkan medan magnetik (Ardiyani, Erwin dan Salomo, 2015). Medan magnetik yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz adalah kecil. Kumparan Helmholtz dimanfaatkan untuk menghasilkan kerapatan fluks magnetik yang homogen dalam penampang pipa aliran. Sedangkan penggunaan dari kumparan Helmholtz ini untuk mengukur komponen horizontal dari medan magnet bumi, menentukan nilai perbandingan antara muatan elektron dengan massa elektron atau e/m dengan menggunakan tabung elektron (Wang *et al.*, 2008). Kumparan Helmholtz terdiri dari dua kumparan yang memiliki jari-jari yang sama dan terpisah dengan jarak tertentu, kedua komponen kumparan tersebut dalam arah sejajar dari sumbu kumparan. Kuat medan magnetik yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz berbanding lurus dengan arus yang mengalir dan jumlah lilitan serta berbanding terbalik terhadap jarak antara kedua kumparan (Krikos, 2018).

Medan magnet yang dihasilkan akan timbul di setiap titik sepanjang sumbu x di titik tengah kumparan yang selanjutnya dapat dijelaskan dengan mengkombinasikan penyelesaian hukum Biot-Savart pada kawat melingkar dengan berupa lilitan (Hawa, 2011)



Gambar 2. 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz

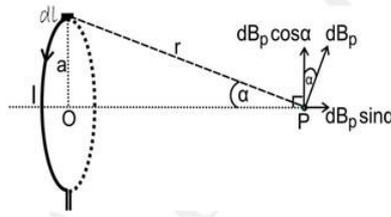
Lingkaran warna merah pada gambar 2.1 merupakan kumparan yang tersusun sejumlah lilitan kawat yang sama jumlahnya masing-masing lingkaran. Ketika arus listrik dialirkan pada kumparan tersebut, maka akan timbul medan magnet yang searah dengan sumbu x. Besarnya medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hukum Biot-Savart (Prastio, 2015).

Besarnya kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz dapat digambarkan pada gambar 2.2 dengan mengambil titik acuan bahwa medan magnet berada pada titik P (Tipler, 2001). Elemen medan magnet dapat diuraikan menjadi dB_x yang sejajar dengan sumbu x dan dB_y tegak lurus terhadap sumbu x. (Prastio, 2015). Dari persamaan awal Hukum Biot-Savart didapat persamaan berikut (Tipler, 2001).

$$dB_p = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \hat{r}}{r^2} \quad (2.1)$$

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

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



Gambar 2. 2 Komponen perhitungan kuat medan magnet di suatu titik pada kawat melingkar berarus

Pada gambar 2.2, terlihat komponen yang tegak lurus terhadap sumbu kawat melingkar adalah $dB_p \cos \alpha$. Pada $dB_p \cos \alpha$, resultan medan magnet akan sama dengan nol karena setiap elemen pada loop akan saling menghilangkan. Komponen y ($dB_p \cos \alpha$) tersebut akan saling menghilangkan sehingga hanya fokus pada komponen x ($dB_p \sin \alpha$), dimana:

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

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

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

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

Dari teorema Phytagoras, diketahui bahwa

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

Maka didapatkan

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

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

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

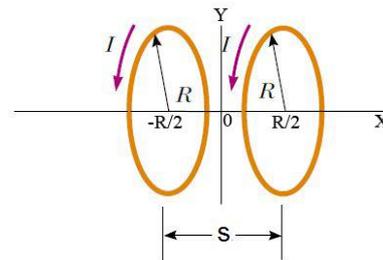
$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2 + a^2})^3} \oint dl \quad (2.12)$$

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

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

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

Kumparan Helmholtz dibuat dengan dua kumparan dengan bentuk dan ukuran sama yang disusun secara parallel. jika titik P diambil sebagai acuan di tengah kumparan, maka medan magnet pada titik P merupakan hasil penjumlahan dan masing-masing kumparan (Prastio, 2015)



Gambar 2. 3 Komponen penyusun kumparan Helmholtz yang terpisah dengan jarak S (Prastio, 2015)

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

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

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 (Prastio, 2015)

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

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = -\frac{3\mu_0 I R^2}{2} \left[\left(\left(x + \frac{s}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{-5/2} 2 \left(x + \frac{s}{2} \right) + \left(\left(x - \frac{s}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{-5/2} 2 \left(x - \frac{s}{2} \right) \right] \quad (2.17)$$

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 didapatkan (Prastio, 2015)

$$\frac{d^2B}{dx^2} = -\frac{3}{2}\mu_0IR^2 \left[2 \left(\frac{s^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} s^2 \left(\frac{s^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{7}{2}} \right] \quad (2.18)$$

$$0 = -\frac{3}{2}\mu_0IR^2 \left[2 \left(\frac{s^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} s^2 \left(\frac{s^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{7}{2}} \right] \quad (2.19)$$

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

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

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

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

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

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

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

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 Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Kacang kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) merupakan jenis tanaman yang termasuk dalam keluarga polong-polongan. Kedelai termasuk tanaman semusim berupa semak rendah, tumbuhan tegak, berdaun lebat, dan beragam morfologi. Tinggi tanaman kedelai berkisar antara 10-200 cm dapat bercabang sedikit atau

banyak. Kultivar yang berdaun lebar dapat memberikan hasil yang lebih tinggi karena mampu menyerap sinar matahari lebih banyak apabila dibandingkan dengan yang berdaun sempit (Irwan, 2006)



Gambar 2. 4 Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merrill*) (Irwan, 2006)

Menurut Juhriah *et al.*, (2011), klasifikasi tanaman kedelai (*Glycine max(L.)*

Merril) sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Devisi : Spermatophyta
- Sub-devisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledoneae
- Ordo : Rosales
- Famili : Leguminosae
- Genus : *Glycine*
- Spesies : *Glycine max(L.) Merrill*

2.4 Morfologi Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merrill*)

Morfologi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merrill*) didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji (Irwan, 2006). Pada dasarnya tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merrill*) terdiri atas dua organ

utama, yaitu organ vegetative dan organ generative. Organ vegetative meliputi akar, batang, dan daun yang berfungsi sebagai alat pengambil, pengangkut, pengolah, pengedar, dan tempat penyimpanan makanan sehingga disebut dengan alat hara (*organ nutritivum*). Sedangkan organ generative terdiri atas bunga, buah, dan biji yang berfungsi sebagai alat berkembangbiak (*organum reproductive*) (Rukmana dan Yuniarsih, 1996)

2.4.1 Batang

Batang tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) berasal dari embrio yang terdapat pada biji masak. Hipokotil merupakan bagian terpenting pada proses embrio yang berbatasan dengan bagian ujung bawah permulaan akar yang menyusun bagian kecil dari proses bakal akar hipokotil. Tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) termasuk berbatang semak yang dapat mencapai tinggi antara 30-100 cm. Batang ini beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3-6 cabang. Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate (Hartwig, 1970). Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sedangkan untuk pertumbuhan batang tipe indeterminate ditandai apabila pucuk batang tanaman tersebut bisa tumbuh daun, meskipun tanaman sudah mulai berbunga (Irwan, 2006).

2.4.2 Daun

Umumnya daun pada tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) memiliki tipe trifoliolate atau daun bertangkai tiga. Bentuk daun tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) bervariasi tergantung varietas yaitu antara oval dan lanceolate

atau berdaun lebar (*broad leaf*) dan berdaun sempit (*narrow leaf*) (Adisarwanto, 2017). Daun kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) mempunyai bulu dengan warna yang cerah. Tebal tipisnya bulu daun kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) berkaitan dengan tingkat toleransi varietas kedelai terhadap serangan hama tertentu (Stefia, 2017). Warna daun tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dibedakan menjadi hijau muda, hijau dan hijau tua (Rahajeng dan Muchlish, 2013). Pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan sering disebut dengan klorofil. Senyawa tersebut yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia (Ao *et al.*, 2013). Pada tanaman tingkat tinggi ada dua macam klorofil yaitu yang berwarna hijau tua dan hijau muda. Klorofil a dan b paling kuat menyerap cahaya di bagian merah (600-700 nm), sedangkan yang paling sedikit adalah cahaya hijau (500-600 nm). Seperti yang dijelaskan dalam Al Qur'an surat Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

“Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasan Allah) bagi orang-orang yang beriman” Q.S Al- An'am [9]: 99

Shihab (2002) menafsirkan makna dari “خَضِرًا” yang berarti bagian pohon yang berwarna hijau yaitu daun. Semua zat yang terdapat pada buah terbentuk atas bantuan cahaya matahari masuk melalui klorofil yang umumnya terdapat pada bagian pohon berwarna hijau terutama pada daun. Daun itu ibarat zat hijau yang

disebut dengan kloroplas yang berfungsi mengolah komposisi zat-zat untuk didistribusikan ke bagian pohon yang lain termasuk biji dan buah (Al-Thabari, 1988). Kesemuanya itu adalah untuk menunjukkan kekuasaan Allah yang menciptakan tumbuh-tumbuhan yang beranekaragam.

2.4.3 Bunga

Tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) mempunyai dua stadia tumbuh yaitu stadia vegetative dan stadia reproduktif (Irwan, 2006). Pada umumnya, bunga kedelai memiliki warna putih atau ungu yang merupakan bunga sempurna dan memiliki alat reproduksi jantan dan betina dalam satu tempat. Tangkai bunga tumbuh dari ketiak tangkai daun yang disebut dengan rasim, jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam berkisar 2-25 bunga, namun sebagian besar bunga mengalami kerontokan dan biasanya hanya 60% yang menjadi polong (Adisarwanto, 2017). Hal tersebut tergantung dari kondisi lingkungan serta varietas kedelai. Menurut Lamina (1987), periode berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) untuk daerah subtropik cukup lama yaitu berkisar 3-5 minggu, sedangkan pada daerah tropic berkisar 2-3 minggu seperti di Indonesia. Untuk jumlah bunga pada tipe batang determinate umumnya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe indeterminate.



Gambar 2. 5 Bentuk bunga tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) (Lamina, 1987)

2.4.4 Buah

Buah yang terdapat pada tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) berbentuk polong. Tiap polong kedelai umumnya berisi sekitar 1-3 biji. Jumlah polong yang dihasilkan tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) juga tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam. Jika kedelai ditanam pada tanah yang subur dapat menghasilkan sekitar 100-200 polong tiap pohon (Fachruddin, 2000). Polong pada tanaman kedelai terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama, biasanya panjang polong kedelai sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap tangkai daun antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Kecepatan pembentukan polong dan biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti, ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini diikuti oleh perubahan warna polong dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat matang/masak (Ao *et al.*, 2013).

2.4.5 Biji

Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut dengan pusar (hilum) berwarna coklat, hitam, atau putih, pada ujung hilum ini terdapat mikrofil yang berupa lubang kecil dan terbentuk pada saat proses pembentukan biji. Untuk warna kulit biji bervariasi, diantaranya kuning, hijau, coklat, hitam, atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut (Hidayat, 1995). Pada dasarnya, bentuk biji kedelai bermacam-macam tergantung pada varietas tanaman yaitu bulat, agak gepeng, dan bulat telur. Biji kedelai umumnya berbentuk bulat telur sampai bulat lonjong. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran yang bervariasi yakni

ada yang kecil (sekitar 7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji) (Ao *et al.*, 2013).

2.4.6 Kandungan dan Manfaat Biji Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Kedelai dijadikan sebagai sumber pangan utama di Indonesia setelah padi dan jagung karena kandungan gizi pada bijinya. Kedelai sebagai bahan pangan yang merupakan sumber protein berkualitas tinggi dengan kandungan lemak jenuh yang rendah dan sebagai sumber pangan serat (Ginting, Antarlina and Widowati, 2009). Sebagai pangan fungsional, kedelai dan produk olahannya dapat mengurangi resiko penyakit kardiovaskular, isoflavone pada kedelai juga mempunyai peranan penting dalam pencegahan dan pengobatan penyakit degenerative, sehingga baik digunakan dalam proses pemeliharaan kesehatan (Liggins *et al.*, 2000). Jika ditinjau dari basis bobot keringnya, kedelai mengandung sekitar 40% protein, 20% minyak, 35% karbohidrat larut, dan karbohidrat tidak larut, serta 5% abu. Lemak pada kedelai mengandung antioksidan alami tokoferol dalam jumlah yang dapat terdeteksi (mg/kg). Selain mengandung lemak, kedelai juga mengandung mineral yang kaya akan K, P, Ca, Mg, dan Fe, serta komponen industry lainnya yang bermanfaat bagi kesehatan (Krisnawati, 2017)



Gambar 2. 6 Biji kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) (Ao *et al.*, 2013)

Asam amino pembatas pada kacang kedelai adalah metionin dan sistein, sedangkan kandungan lisin dan treonin sangat tinggi. Secara keseluruhan kualitas

protein kedelai hampir menyamai protein daging sapi atau telur (Liggins *et al.*, 2000). Asam amino (protein) yang terdapat dalam biji kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dapat meningkatkan ekskresi kolesterol sehingga dapat menekan kadar kolesterol darah. Secara epidemiologis, produksi kedelai juga dapat menekan risiko kanker mammae dan kanker lainnya. Menurut Winarsi, Purwanto and Dwiyantri (2010), berdasarkan kandungan gizinya asam amino pada biji kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Komposisi Asam Amino (Protein) dalam Biji Kedelai Kering

No	Komposisi Asam Amino	Mg/g Protein
1	Arginin	77,16
2	Alanin	40,23
3	Asam aspartate	68,86
4	Sistin	25,00
5	Asam glutamate	190,16
6	Glisin	36,72
7	Histidin	34,38
8	4-hidroksiprolin	1,40
9	Isoleusin	51,58
10	Leusin	81,69
11	Lisin	68,37
12	Metionin	10,70
13	Fenilalanin	56,29
14	Prolin	52,91

Sumber: Winarsi, Purwanto and Dwiyantri (2010)

2.5 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan suatu proses yang berlangsung secara berkesinambungan dan berkaitan erat satu sama lain. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman diawali dari perkecambahan biji. Pada proses perkecambahan biji, plumula tumbuh dan berkembang menjadi batang dan daun sedangkan radikula menjadi akar. Ada dua tipe perkecambahan biji dalam tumbuhan yaitu tipe hipogeal dan tipe epigeal (Isda, Elvianis dan Fatonah, 2020). Biji dapat mengalami masa dormansi dimana embrio berhenti tumbuh dan metabolismenya hampir berhenti. Embrio tersebut beserta suplai makanannya terbungkus oleh selaput biji yang berupa pelindung keras yang terbentuk dari integument oval. Sedangkan germinasi diawali oleh imbibisi yang menyebabkan biji mengembang dan selaput biji mekah dan diikuti oleh perubahan-perubahan metabolisme didalam embrio yang membuat embrio tersebut kembali tumbuh. Setelah terjadinya hidrasi, enzim-enzim mulai mencerna material-material yang tersimpan dalam endosperma atau kotiledon dan *nutrient butrien* di transfer ke bagian embrio yang sedang tumbuh. Organ pertama yang muncul pada germinasi biji adalah radikula atau akar embrionik (Campbell, 2008). Dalam tahapan tersebut, embrio di dalam biji yang semula berada pada kondisi dorman akan mengalami sejumlah perubahan fisiologis yang menyebabkan biji berkembang menjadi tumbuhan muda sempurna, setelah tumbuh hingga mempunyai ukuran dan mencapai usia tertentu, tumbuhan akan berkembang membentuk bunga, buah atau biji sebagai alat perkembang biakan (Kemendiknas, 2013).

Semua tahapan pertumbuhan itu mencakup aktivitas biokimiawi. Sintesis protein adalah bagian penting karena dalam hal ini berarti pesan-pesan dari DNA

diekspresikan dalam sintesis enzim oleh sel. Enzim-enzim tersebut mengontrol aktivitas sel, perubahan-perubahan pada tingkat sel membawa perubahan dalam keseluruhan bentuk maupun struktur, baik pada tingkat organ tersendiri maupun organisme secara keseluruhan, proses ini dikenal sebagai morfogenesis (Carbonell, 2000). Selain itu, zat pengatur tumbuh dalam tumbuhan adalah suatu senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah dapat mendorong, menghambat konsentrasi atau mengubah pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman.

2.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan

Tanaman

Tanaman merupakan makhluk hidup yang memiliki salah satu ciri diantaranya tumbuh dan berkembang. Pada masa pertumbuhan, tanaman harus didukung dengan perawatan dan pemeliharaan yang tepat. Selain dengan perawatan serta pemeliharaan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Kedua faktor tersebut memiliki peran masing-masing dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari tanaman itu sendiri, sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar tanaman tersebut atau dari lingkungan sekitar. Selain itu, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan itu sendiri dibagi menjadi yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor biotik meliputi hama, penyakit, gulma, dan mikroorganisme tanah, sedangkan faktor abiotik diantaranya adalah cahaya matahari, kecepatan angin, kelembaban udara, curah

hujan, dan kesuburan tanah (Gardner *et al.*, 1991). Sejauh ini cahaya menjadi salah satu faktor yang paling mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman. Akan tetapi faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman sangat banyak sekali.

Menurut Abidin (1987), faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman diantaranya adalah:

1. Faktor internal

Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman diantaranya gen dan hormone. Gen akan mempengaruhi ciri dan sifat makhluk hidup, jika pada tanaman gen akan mempengaruhi struktur/bentuk tubuh, warna, dan rasa buah. Sedangkan hormone berfungsi untuk pengontrol kegiatan dalam tubuh. Ada bermacam-macam hormone yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman diantaranya hormone auksin, gibrelin, etilen, sitokinin, asam absisat, kaolin, dan asam traumalin.

2. Faktor eksternal

- a. Nutrisi

Kualitas dan kuantitas makanan atau nutrisi akan mempengaruhi pertumbuhan

dan perkembangan makhluk hidup. Nutrisi yang diperlukan bagi tumbuhan berupa air dan zat hara yang terlarut dalam air. Melalui proses fotosintesis, air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2) diubah menjadi zat makanan dengan bantuan sinar matahari. Meskipun tidak berperan secara langsung dalam fotosintesis, akan tetapi zat hara diperlukan agar tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

b. Suhu

Suhu termasuk faktor yang berperan penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya, pada suhu yang optimal makhluk hidup dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Secara alamiah, tumbuhan menunjukkan pengaruh nyata terhadap suhu. Seperti contoh pada tanaman padi, jika ditanam pada awal musim kemarau (suhu udara rata-rata tinggi) akan lebih cepat di panen dari pada ditanam pada musim penghujan (suhu udara rata-rata rendah). Hal tersebut disebabkan karena semua proses dalam pertumbuhan dan perkembangan seperti penyerapan air, fotosintesis, dan penguapan dipengaruhi oleh suhu.

c. Cahaya

Tumbuhan sangat membutuhkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Akan tetapi, keberadaan cahaya juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman karena cahaya dapat merusak hormone auksin yang terdapat pada ujung batang.

d. Air dan kelembaban

Air dan kelembaban menjadi salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dan saling berkesinambungan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama pada tumbuhan. Sedangkan kelembaban adalah banyaknya kandungan uap air dalam udara atau tanah. Umumnya, tanah yang lembab berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman, dengan tanah yang lembab maka semakin banyak pula air yang diserap oleh tumbuhan dan lebih sedikit penguapan. Selain itu, kelembaban juga penting untuk mempertahankan bentuk sel.

e. Tanah

Tanah yang baik kualitasnya akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Tumbuhan akan tumbuh dan berkembang dengan optimal jika kondisi tanahnya sesuai dengan nutrisi dan unsur hara. Kondisi tanah juga ditentukan oleh faktor lingkungan lain misalnya suhu, kandungan mineral, kandungan karbon organik, dan air

2.6 Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Berdasarkan penjelasan yang sudah dipaparkan sebelumnya, bahwa medan magnet merupakan daerah di sekitar magnet yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Diketahui bahwa pada penelitian-penelitian sebelumnya telah dilaporkan tentang adanya medan magnet di sekitar tumbuhan memberi efek yang baik terhadap metabolisme sel dan jaringan tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh medan magnet yang ada di sekitar tanaman mampu memberikan pengaruh terhadap pengendalian laju elektron-elektron yang ada didalam sel tumbuhan sehingga memberikan pengaruh baik terhadap metabolisme sel tumbuhan (Agustrina dan Roniyus, 2009).

Penelitian Matwijekuk (2012) membuktikan bahwa medan magnet memberikan peningkatan permeabilitas dinding membrane biji terhadap air, mengaktifkan ion kalsium, serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam air yang berbahaya pada germinasi biji serta pertumbuhan tanaman. Pemaparan medan magnet menyebabkan reduksi dalam aktivitas enzim α - dan β - yang sangat penting dalam pemuliaan dan produksi biji dalam bidang pertanian dan industri makanan (Rochalska dan Grabowska, 2007). Tanaman yang tumbuh

dari biji dan diberi paparan medan magnet akan lebih resisten di masa depan. Medan magnet menyebabkan aktivitas yang lebih tinggi pada enzim glutathione S-transferase, peningkatan aktivitas enzim menyebabkan tumbuhan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap serangan patogen, stress oksidatif, dan toksisitas (Morejon, 2007).

Pemaparan medan magnet dapat mengubah karakterisasi sel membrane, mempengaruhi reproduksi sel, dan menyebabkan beberapa perubahan dalam metabolisme sel. Dalam penelitian Atak *et al* (2003) dikemukakan bahwa medan magnet mempengaruhi pertumbuhan karakteristik dan berbagai fungsi seperti mRNA, biosintesis protein dan aktivitas enzim serta menyebabkan perubahan mengenai berbagai fungsi pada tingkat organ dan jaringan. Adanya sifat paramagnetik di kloroplas dapat menyebabkan percepatan benih serta metabolisme dengan perlakuan medan magnet (Aladjadjian and Ylieva, 2003). Selain itu, pemaparan medan magnet dapat meningkatkan hasil produktivitas kedelai (Ozalpan *et al.*, 1999). Tenforde (1999) membuktikan bahwa pemaparan medan magnet pada tanaman dapat mengubah metabolisme serta dapat menginduksi beberapa efek fenotipik dan genotipik yang dapat memacu produktivitas tanaman. Perlakuan medan magnet pada benih dapat memberi dampak yang baik terhadap percepatan pertumbuhan tanaman, mengaktifkan pembentukan protein, dan perkembangan akar (Ragab-Moussa, 2011). Selanjutnya pada penelitian Esitken (2003) menyatakan bahwa medan magnet juga dapat menginduksi perkecambahan biji, perkembangan tunas, berat segar, serta panjang tanaman.

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

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

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

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

Persamaan 2.21 dapat disubstitusikan kedalam persamaan 2.22 sehingga:

$$B = \mu_0 H + \mu_0 \chi_m H \quad (2.22)$$

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

Klasifikasi suatu bahan dapat dianalisis dengan menentukan arah magnetisasi yang dihasilkan, jika suatu bahan yang berada pada medan magnet mengalami magnetisasi yang berlawanan arah dengan medannya maka bahan tersebut dikategorikan diamagnetic ($\chi < 0$; $\mu > 0$). Sedangkan untuk kategori

feromagnetik adalah bahan tersebut memiliki permeabilitas relatif μ yang sangat besar (Gerthsen, 1996).

Ion K^+ , Na^+ , dan Ca^+ merupakan kandungan yang terdapat dalam tumbuhan. Ketiga ion tersebut memiliki susceptibilitas yang berbeda. Jika susceptibilitas ion negative, maka pengaruh yang diberikan akan cenderung lebih kecil. Ketika nilai susceptibilitas positif dengan posisi bahan dalam kategori paramagnetic maka pengaruh yang diberikan akan lebih besar dan cenderung berpengaruh terhadap momen magnetic ion akan menjadi searah, hal inilah yang kemudian menyebabkan pergerakan suatu ion dalam bahan (Tipler, 2001).

Seorang peneliti dari Jerman Wittenberg pada tahun 1747 memperoleh kesimpulan dari penelitiannya bahwa air yang dialirkan dari pipa kapiler tetes demi tetes akan mengalir dengan konstan jika dialiri arus listrik. Kemudian penelitian ini dilanjutkan oleh Jean Antione Nollet, pada penelitian ini disimpulkan bahwa aliran listrik sebenarnya memiliki sebuah dampak yang baik terhadap sesuatu. Setelah itu, diletakkan sebuah tumbuhan dengan pot di sekitar bahan konduktor dan Nollet akhirnya mendapatkan kesimpulan akhir dari penelitiannya bahwa penguapan tanaman tersebut akan naik (Tompkin, 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT selama 5 hari. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama, faktor lama paparan medan magnet terdiri dari 6 variasi lama paparan: 0 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit. Faktor kedua, faktor perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet konstan sebesar 0,3 mT. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 5 kali pengulangan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

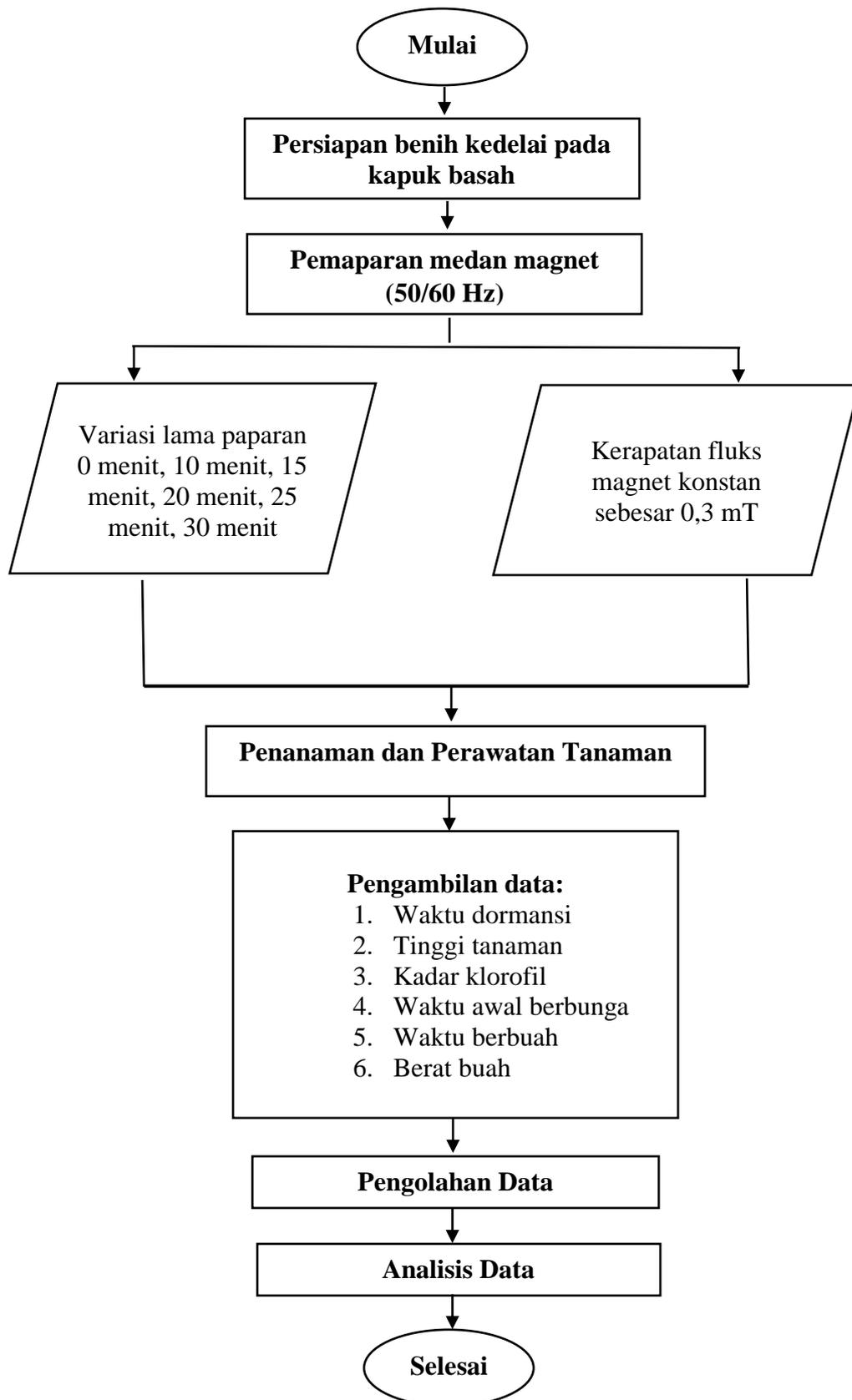
Penelitian yang berjudul “Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)”. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 di laboratorium Medan Magnet dan laboratorium Biofisika jurusan Fisika fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Selanjutnya tanaman ditanam dan diteliti di daerah Pagelaran, Kabupaten Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya kumparan Helmholtz, *powes supply*, *connecting cord*, teslameter, chamber, sekop, media pembibitan, dan kertas label. Peralatan yang digunakan untuk mengukur tinggi tanaman yaitu

penggaris. Dan alat yang digunakan untuk mengukur kadar klorofil daun adalah spektrofotometer UV-Vis, neraca digital, kuvet, mortar dan pestle, beaker glass, gelas ukur 50 ml, tabung reaksi, dan corong kaca. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) varietas Grobogan, tanah murni, pupuk NPK, pupuk kandang, sekam padi, dan air. Sedangkan bahan yang digunakan untuk mengukur kadar klorofil diantaranya aquades, aseton, kertas saring, dan tissue.

3.4 Diagram Alir Penelitian



3.5 Prosedur Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Jumlah total kombinasi perlakuan adalah 6x5 atau 30 kombinasi perlakuan. Masing-masing polybag terdiri dari 1 benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Pemaparan medan magnet dengan 6 variasi lama paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT. Pada penelitian ini terdapat beberapa proses diantaranya:

1. Pemilihan sampel dan persiapan biji kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) di media tanam
2. Perlakuan medan magnet
3. Penanaman dan perawatan tanaman
4. Pengambilan data
5. Analisis data

3.5.1 Pemilihan Sampel dan Persiapan Biji Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) di Media Tanam

Prosedur pemilihan sampel dan pembersihan biji kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) didalam media tanam adalah sebagai berikut:

1. Biji tanaman yang dipilih memiliki kualitas pertumbuhan yang bagus dan memiliki ukuran yang sama
2. Benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) yang dipilih adalah benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) jenis varietas Grobogan
3. Penelitian dilakukan dengan metode penanaman pada tanah murni
4. Tanah dijemur dibawah sinar matahari, hal ini bertujuan untuk membunuh bakteri dan serangga
5. Tanah disiram dengan air terlebih dahulu sebelum pemberian benih

6. Media tanam yang digunakan pada saat pembenihan adalah kapuk basah.
7. Kapuk dalam wadah dibasahi dengan air terlebih dahulu sebelum pemberian benih
8. Wadah yang sudah diisi dengan kapuk basah kemudian diberikan 12 benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dengan jarak dan arah yang seragam.

3.5.2 Perlakuan Medan Magnet

1. Sumber medan magnet menggunakan kawat kumparan Helmholtz yang dihubungkan dengan Power Supply
2. Penelitian ini terdiri dari 2 kumparan dengan jarak antara kumparan yang 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 lama paparan medan magnet sebesar 0 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit.
7. Frekuensi medan magnet sebesar 50/60 Hz
8. Arus diatur sedemikian rupa hingga memperoleh nilai kuat medan magnet yang diharapkan (tidak boleh melebihi 3,5 A)
9. Kerapatan fluks magnet yang digunakan sebesar 0,3 mT
10. Masing-masing perlakuan dipapari medan magnet selama 1-5 HST
11. Kontrol suhu 27°C

3.5.3 Penanaman dan Perawatan Tanaman

Prosedur penelitian untuk penanaman tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dalam polybag adalah sebagai berikut:

1. Polybag ukuran 30 cm diberi kertas label variasi lama paparan medan magnet
2. Polybag diisi dengan tanah murni, pupuk kandang, dan sekam padi dengan komposisi 1:1:1
3. Bibit pada polybag diletakkan diatas tanah dan ditutup tanah sampai ketinggian 5 cm
4. Tanaman disiram setiap hari satu kali pada pagi hari
5. Penyiraman dilakukan tiap 1 kali sehari untuk menjaga kelembaban media tanam
6. Tanaman dijemur setiap pagi hari dari jam 7-10 untuk mengurangi etilosi yang berlebihan
7. Tanaman diberi pupuk NPK saat berumur 10 HST, 20 HST, dan 30 HST dihitung sejak pemindahan bibit ke polybag besar. Dosis yang diberikan secara berurutan diantaranya sebesar 1,5 gr, 3 gr, dan 5 gr per polybag.

3.5.4 Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mengukur waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil daun, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah kedelai (*Glycine max(L.) Merril*).

1. Waktu Dormansi

Pengamatan waktu dormansi benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dilakukan dengan melihat awal tumbuhnya akar tiap benih kedelai yang ditanam untuk masing-masing perlakuan dan kontrol. Data waktu dormansi benih kedelai

dicatat berdasarkan pada hari ke berapa benih tersebut mulai tumbuh. Benih yang tumbuh kemudian diletakkan pada kotak plastik untuk pengukuran selanjutnya.

Tabel 3. 1 Waktu Dormansi Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

2. Tinggi Tanaman

Pengambilan data tinggi tanaman dilakukan pengukuran dengan menggunakan penggaris. Pengukuran ini mulai dari permukaan batang tanaman yang menyentuh tanah sampai pucuk tanaman

Tabel 3. 2 Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

Ket: Untuk tabel minggu ke-2 dan seterusnya sama dengan tabel 3.2

3. Kadar Klorofil Daun

Proses pengambilan data kadar klorofil daun menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan mencari nilai absorbansinya. Panjang

gelombang yang digunakan dalam pengukuran yaitu 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung dengan menggunakan rumus:

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

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

Tabel 3. 3 Kadar Klorofil (a) Daun Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.)Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

Tabel 3. 4 Kadar Klorofil (b) Daun Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.)Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

4. Waktu Awal Berbunga

Pengambilan data waktu awal berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dihitung mulai dari hari pertama menanam sampai tanaman kedelai berbunga.

Tabel 3. 5 Waktu Awal Berbunga Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

5. Waktu Berbuah

Pengamatan ini dilakukan ketika polong tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) mencapai warna polong matang (kecoklatan) kurang lebih 95% dihitung berdasarkan jumlah hari setelah tanam.

Tabel 3. 6 Waktu Berbuah Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

6. Berat Buah kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Berat buah kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dilakukan dengan cara menimbang biji yang dihasilkan oleh masing-masing lama paparan medan magnet.

Tabel 3. 8 Berat Buah Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (menit)	Pengulangan ke-				
	1	2	3	4	5
0 (Kontrol)					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					
30 menit					

3.5.5 Analisis Data

Setelah semua data didapatkan dari pengaruh lama paparan medan magnet terhadap morfologi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) (waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil daun, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah), maka untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh lama paparan terhadap morfologi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*), data hasil pengamatan tersebut dianalisis menggunakan analisis statistik One Way ANOVA. Selanjutnya dibuat grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil daun, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz yang dialiri arus listrik. Setiap kumparan tersebut terdiri dari 1000 lilitan kawat berdiameter 1 mm. Selain itu, penelitian ini menggunakan benih kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) varietas Grobogan yang diperoleh dari BALITKABI (Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi) Malang. Perlakuan medan magnet pada benih kedelai dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT selama 5 hari. Pemaparan medan magnet terdiri dari 6 taraf perlakuan dengan variasi lama paparan : 0 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 5 kali. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah kedelai.

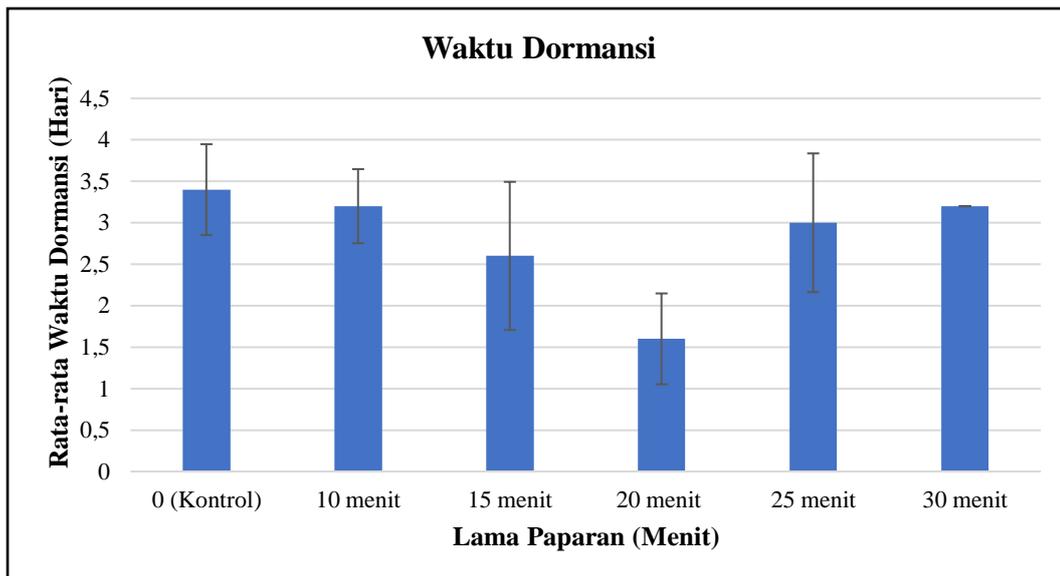
4.1.1 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi

Pengambilan data waktu dormansi benih kedelai dilakukan pada setiap pagi hari setelah paparan medan magnet dengan melihat awal tumbuhnya akar tiap benih kedelai selama 5 hari berturut-turut. Data waktu dormansi benih kedelai dicatat berdasarkan pada hari ke berapa benih tersebut tumbuh. Berdasarkan pengamatan, pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT terhadap waktu dormansi benih kedelai disajikan dalam tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Waktu Dormansi (Hari)
0 (Kontrol)	$3,4 \pm 0,548$
10	$3,2 \pm 0,447$
15	$2,6 \pm 0,894$
20	$1,6 \pm 0,548$
25	$3 \pm 0,837$
30	$3,2 \pm 0,000$

Hasil dari pengamatan diatas menunjukkan adanya perbedaan rata-rata waktu dormansi antara sampel kontrol dengan sampel yang dipapari dengan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Pada sampel kontrol, waktu dormansi yaitu $3,4 \pm 0,548$ hari. Sedangkan sampel dengan lama paparan 10 menit waktu dormansi lebih cepat dibandingkan sampel kontrol yaitu $3,2 \pm 0,447$ hari. Ketika sampel diberi paparan selama 15 menit waktu dormansi yakni $2,6 \pm 0,894$ hari. Kemudian ketika sampel dengan lama paparan 20 menit mengalami waktu dormansi paling cepat yaitu $1,6 \pm 0,548$ hari. Namun, ketika sampel diberi lama paparan 25 menit waktu dormansi menjadi lebih lambat yaitu $3 \pm 0,837$ hari. Sedangkan sampel dengan lama paparan 30 menit waktu dormansi semakin lambat yakni $3,2 \pm 0,000$ hari.



Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Dormansi Tanaman

Gambar 4.1 menunjukkan grafik pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi tanaman kedelai. Jika dilihat dari gambar 4.1 bahwa terdapat perbedaan waktu dormansi antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Dalam proses perkecambahan benih, enzim berperan dalam proses tersebut. Semakin besar medan magnet maka semakin besar medan magnetik yang dihasilkan untuk mengubah pergerakan elektron-elektron didalam sel yang akan memacu enzim α -amilase dalam proses perkecambahan (Yuhelsa, 2015). Oleh sebab itu, untuk memaksimalkan medan magnet dalam mengubah pergerakan elektron dibutuhkan waktu pemaparan yang maksimal supaya proses metabolisme dalam benih menjadi lebih cepat. Berdasarkan gambar 4.1 diatas pada lama paparan 20 menit merupakan waktu yang maksimal untuk pemaparan benih kedelai.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi tanaman kedelai dianalisis menggunakan uji *Analysis of Varians* (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Hal ini didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada table 4.2

Tabel 4. 2 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10,967	5	2,193	7,311	0,000
Within Groups	7,200	24	0,300		
Total	18,167	29			

Tabel 4. 3 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Dormansi

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
20 menit	a
15 menit	b
30 menit	bc
10 menit	bc
25 menit	bc
0 (Kontrol)	c

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

Tabel 4.2 diatas menunjukkan hasil analisis uji ANOVA, data waktu dormansi diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu dormansi. Selanjutnya

dikarenakan hasil analisis awal dengan uji ANOVA menunjukkan H_0 ditolak, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.3 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil berbeda nyata. Akan tetapi, pada perlakuan lama paparan 30 menit, 10 menit, dan 25 menit menunjukkan hasil notasi yang sama. Pada perlakuan lama paparan 15 menit dan 30 menit menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata. Sedangkan perlakuan lama paparan 20 menit dengan sampel kontrol menunjukkan hasil berbeda sangat nyata.

4.1.2 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman

Pengambilan data tinggi tanaman dilakukan pengukuran mulai dari permukaan batang tanaman yang menyentuh tanah sampai pucuk tanaman. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali pada hari Minggu selama 7 Minggu setelah tanam. Berdasarkan pengamatan, data pengaruh lama paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman disajikan dalam tabel 4.4

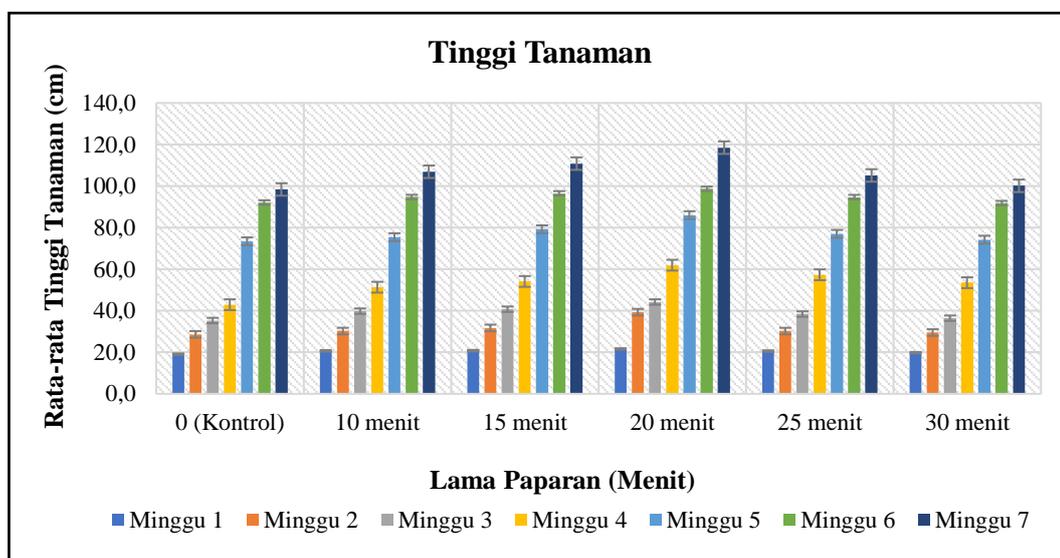
Tabel 4. 4 Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Tinggi Tanaman (Minggu Ke-) Hari Ke-7 (cm)						
	1	2	3	4	5	6	7
0 (Kontrol)	19,1 ± 0,742	28,6 ± 0,742	35,3 ± 0,570	42,9 ± 0,652	73,4 ± 0,962	92,1 ± 0,721	98,4 ± 0,929
10	20,7 ± 0,570	30,2 ± 0,522	39,8 ± 0,599	51,3 ± 0,758	75,4 ± 0,822	94,7 ± 0,853	106,9 ± 0,822
15	20,8 ± 0,837	31,7 ± 0,811	40,7 ± 0,653	54,1 ± 0,962	79,2 ± 0,908	96,5 ± 0,935	110,8 ± 0,837
20	21,6 ± 0,742	39,3 ± 0,837	44,2 ± 0,758	61,9 ± 0,978	86,0 ± 0,935	98,7 ± 0,704	118,5 ± 0,935
25	20,6 ± 0,894	30,2 ± 0,718	38,4 ± 0,822	57,3 ± 0,908	77,0 ± 0,791	94,7 ± 0,975	105,1 ± 0,822
30	19,8 ± 0,570	29,5 ± 0,500	36,4 ± 0,962	53,5 ± 0,612	74,2 ± 0,908	91,8 ± 0,837	100,1 ± 0,589

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara tinggi tanaman kedelai pada sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Pada minggu ke-1, rata-rata tinggi tanaman pada sampel kontrol adalah $19,1 \pm 0,742$ cm dan pada minggu ke-7 rata-rata tinggi tanaman meningkat sampai $98,4 \pm 0,929$ cm. Ketika sampel diberi perlakuan lama paparan 10 menit, rata-rata tinggi tanaman kedelai meningkat dibandingkan sampel kontrol adalah $20,7 \pm 0,570$ cm pada minggu ke-1 dan adalah $106,9 \pm 0,822$ cm pada minggu ke-7. Sedangkan ketika sampel diberi perlakuan lama paparan 15 menit, rata-rata tinggi tanaman pada minggu ke-1 yaitu $20,8 \pm 0,837$ cm dan pada minggu ke-7 adalah $110,8 \pm 0,837$ cm. Adapun pada sampel dengan lama paparan 20 menit menunjukkan adanya peningkatan besar pada minggu ke-1 yaitu $21,6 \pm 0,742$ cm dan pada minggu ke-7 diperoleh rata-rata tinggi tanaman adalah $118,5 \pm 0,935$ cm. Semakin besar lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang diberikan maka tanaman mengalami kenaikan. Ketika sampel diberi perlakuan lama paparan 25 menit mengalami penurunan rata-rata tinggi tanaman kedelai adalah $20,6 \pm 0,894$ cm pada minggu ke-1 dan pada minggu ke-7 adalah $105,1 \pm 0,822$ cm. Dan ketika sampel diberi perlakuan lama paparan 30 menit diperoleh rata-rata tinggi tanaman kedelai pada minggu ke-1 adalah $19,8 \pm 0,570$ cm dan $100,1 \pm 0,589$ cm pada minggu ke-7.

Gambar 4.2 dibawah menunjukkan grafik pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman kedelai. Jika dilihat dari grafik 4.2 terdapat perbedaan tinggi tanaman antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low*

Frequency (ELF). Pada perlakuan lama paparan 20 menit dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT terlihat pada grafik yang menjulang tinggi mulai dari minggu ke-1 sampai minggu ke-7 mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel yang ada didalam sel tanaman bergerak dengan kecepatan tertentu.



Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman

Adanya interaksi antara medan elektromagnetik dari luar dengan partikel yang menyebabkan terserapnya energi elektromagnetik, kemudian hasil interaksi selanjutnya energi tersebut diubah menjadi senyawa kimia yang akhirnya dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman (Djoyowasito, 2019). Sedangkan pada perlakuan dengan lama paparan 25 menit dan 30 menit mengalami penurunan. Sesuai dengan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa apabila waktu yang digunakan untuk perlakuan terlalu lama maka akan menyebabkan pertumbuhan tanaman tersebut mengalami penurunan. Sehingga waktu dan besar kerapatan fluks magnet berdasarkan parameter tinggi tanaman yang paling efektif adalah perlakuan dengan lama paparan 20 menit dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT.

Data hasil pengamatan tinggi tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) pada tabel 4.4 dianalisis menggunakan uji ANOVA. Sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-1

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18.867	5	3.773	6.966	.000
Within Groups	13.000	24	.542		
Total	31.867	29			

Tabel 4. 6 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-1

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	ab
25 menit	bc
10 menit	bc
15 menit	bc
20 menit	c

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

Tabel 4.5 diatas menunjukkan analisis menggunakan uji ANOVA, data rata-rata tinggi tanaman kedelai pada minggu ke-1 diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman. Selanjutnya dikarenakan hasil analisis awal dengan uji ANOVA menunjukkan H_0 ditolak, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

menunjukkan hasil berbeda nyata. Pada perlakuan lama paparan 25 menit, 10 menit, dan 15 menit menunjukkan hasil notasi yang sama berarti tidak berbeda nyata pada perlakuan tersebut. Pada perlakuan lama paparan 30 menit dan 25 menit menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata. Sedangkan perlakuan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata terhadap perlakuan kontrol.

Tabel 4. 7 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-2

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	382.285	5	76.457	154.328	.000
Within Groups	11.890	24	.495		
Total	394.175	29			

Tabel 4. 8 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-2

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	ab
25 menit	b
10 menit	b
15 menit	c
20 menit	d

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

Tabel 4.7 menunjukkan analisis menggunakan uji ANOVA, data rata-rata tinggi tanaman kedelai pada minggu ke-2 diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman. Dikarenakan hasil analisis awal menggunakan uji ANOVA menunjukkan hasil ditolak maka

dilanjutkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil berbeda nyata. Pada perlakuan lama paparan 25 menit dan 10 menit menunjukkan hasil notasi yang sama. Perlakuan dengan lama paparan 30 menit dan 25 menit menunjukkan menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh pada sampel kontrol. Sedangkan perlakuan dengan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya terhadap sampel kontrol.

Tabel 4. 9 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-3

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	256.880	5	51.376	93.844	.000
Within Groups	13.139	24	.547		
Total	270.019	29			

Tabel 4. 10 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-3

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	b
25 menit	c
10 menit	d
15 menit	d
20 menit	e

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

Tabel 4.9 menunjukkan hasil analisis menggunakan uji ANOVA, data rata-rata tinggi tanaman kedelai pada minggu ke-3 memiliki tingkat signifikansi $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet

Extremely Low Frequency (ELF) terhadap tinggi tanaman. Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada table 4.10 yang menunjukkan hasil perbedaan sangat nyata. Pada perlakuan 10 menit, dan 15 menit menunjukkan hasil notasi yang sama yang berarti tidak berbeda nyata akan tetapi berpengaruh pada sampel kontrol. Adapun pada perlakuan 20 menit menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata yakni memberingan pengaruh paling optimal dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Tabel 4. 11 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-4

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.014.482	5	202.896	298.231	.000
Within Groups	16.328	24	.680		
Total	1.030.810	29			

Tabel 4. 12 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-4

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
10 menit	b
30 menit	c
15 menit	c
25 menit	d
20 menit	e

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

Tabel 4.11 menunjukkan hasil analisis menggunakan uji ANOVA, data rata-rata tinggi tanaman pada minggu ke-4 diperoleh signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman. Selanjutnya dilakukan uji lanjut

menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada table 4.12 yang menunjukkan hasil perbedaan sangat nyata. Pada perlakuan lama paparan 30 menit, dan 15 menit menunjukkan hasil notasi yang sama, yang berarti tidak berbeda nyata pada perlakuan tersebut. Sedangkan perlakuan dengan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya terhadap sampel kontrol.

Tabel 4. 13 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-5

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	513.467	5	102.693	135.420	.000
Within Groups	18.200	24	.758		
Total	531.667	29			

Tabel 4. 14 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-5

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	b
10 menit	b
25 menit	c
15 menit	d
20 menit	e

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

Tabel 4.13 diatas menunjukkan analisis menggunakan uji ANOVA, data rata-rata tinggi tanaman kedelai pada minggu ke-5 diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman. Selanjutnya dikarenakan hasil analisis awal dengan uji ANOVA menunjukkan H_0 ditolak,

maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.14 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil berbeda nyata. Pada perlakuan lama paparan 30 menit dan 10 menit menunjukkan hasil notasi yang sama berarti tidak berbeda nyata pada perlakuan tersebut. Sedangkan perlakuan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata terhadap perlakuan sampel kontrol

Tabel 4. 15 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-6

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15.940.321	5	3.188.064	4.457.917	.000
Within Groups	17.164	24	.715		
Total	15.957.485	29			

Tabel 4. 16 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-6

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
10 menit	b
15 menit	c
30 menit	d
25 menit	e
20 menit	f

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

Tabel 4.15 menunjukkan hasil analisis menggunakan uji ANOVA, data rata-rata tinggi tanaman pada minggu ke-6 diperoleh signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi tanaman. Diakarenakan hasil analisis awal

menggunakan uji ANOVA menunjukkan H_0 ditolak maka dilanjutkan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.16 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil berbeda nyata. Sesuai dengan tabel 4.16 pada perlakuan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil pengaruh sangat nyata terhadap sampel kontrol dikarenakan notasi berada paling jauh dari notasi sampel kontrol.

Tabel 4. 17 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-7

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.357.363	5	271.473	393.914	.000
Within Groups	16.540	24	.689		
Total	1.373.903	29			

Tabel 4. 18 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke-7

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	b
25 menit	c
10 menit	d
15 menit	e
20 menit	f

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

Tabel 4.17 menunjukkan hasil analisis menggunakan uji ANOVA, dari data diatas diperoleh rata-rata tinggi tanaman dengan signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely*

Low Frequency (ELF) terhadap tinggi tanaman. Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti pada tabel 4.18 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil perbedaan yang nyata. Pada hasil ini ditunjukkan bahwa pada sampel dengan lama paparan 20 menit menunjukkan pengaruh sangat nyata dikarenakan notasi berada paling jauh dari notasi sampel kontrol.

4.1.3 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil

Daun Tanaman

Klorofil merupakan pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, dan merupakan faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis (Song Ai, 2011). Pengambilan data kadar klorofil daun kedelai dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV Vis dengan mencari nilai absorbansinya. Daun yang digunakan yaitu daun ketiga dari bawah setiap tanaman. Larutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aseton 80 %. Hasil ekstrak klorofil diperoleh melalui penyaringan yang kemudian dimasukkan kedalam kuvet sampai tanda batas. Setelah itu, dilakukan pengukuran nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV Vis. Panjang gelombang yang digunakan pada pengukuran klorofil ini yaitu 645 nm dan 663 nm. Hasil pengukuran nilai absorbansi klorofil daun kedelai ditunjukkan pada tabel 4.19

Tabel 4. 19 Nilai Absorbansi Larutan Daun Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Nilai OD	
	645 nm	663 nm
0 (Kontrol)	0,250	0,758
10	0,355	0,822
15	0,405	0,997
20	0,494	1,099
25	0,400	0,949
30	0,270	0,799

Tabel 4.19 menunjukkan nilai rata-rata dari absorbansi larutan daun kedelai bahwa terdapat perbedaan nilai hasil pengujian kadar klorofil daun kedelai dengan panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi disimbolkan dengan OD. Kemudian data yang yang diperoleh pada tabel 4.19 dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Klorofil a (mg/l): } 12,7 D - 663 - 2,69 D - 645 \quad (4.1)$$

$$\text{Klorofil b (mg/l): } 22,9 D - 645 - 4,68 D - 663 \quad (4.2)$$

Sehingga didapatkan nilai rata-rata kadar klorofil a dan b yang dipaparkan pada tabel 4.20

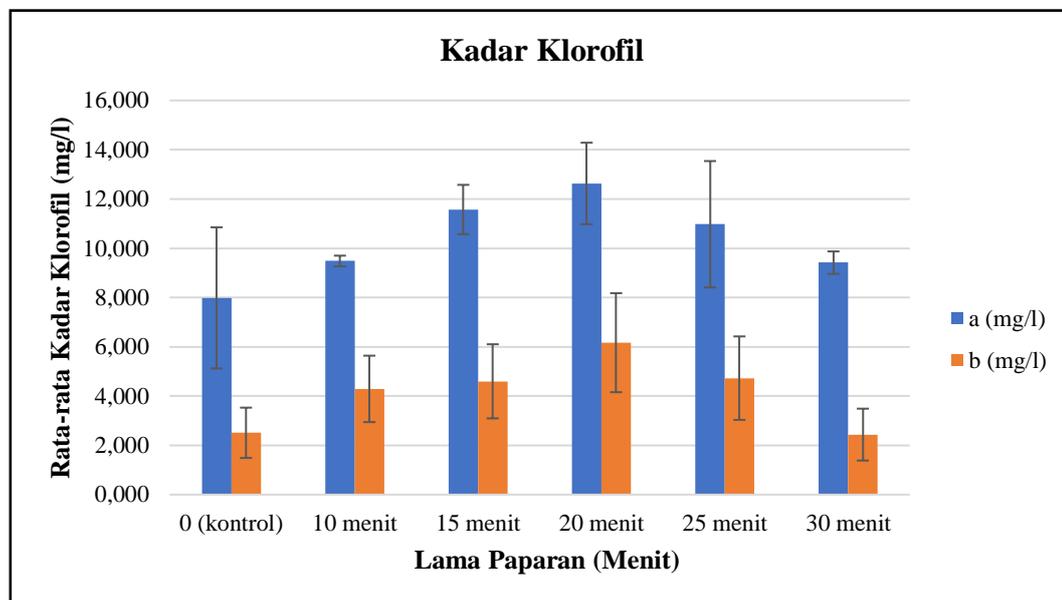
Tabel 4. 20 Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil a dan b daun kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Kadar Klorofil	
	a (mg/l)	b (mg/l)
0 (Kontrol)	7,986 ± 2,865	2,510 ± 1,021
10	9,483 ± 0,217	4,292 ± 1,348
15	11,574 ± 1,001	4,599 ± 1,504
20	12,631 ± 1,654	6,168 ± 2,010
25	10,975 ± 2,564	4,728 ± 1,694
30	9,417 ± 0,455	2,436 ± 1,053

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar klorofil antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Pada sampel kontrol rata-rata kadar klorofil a adalah $7,986 \pm 2,865$ mg/l dan klorofil b adalah $2,510 \pm 1,021$ mg/l. Ketika sampel diberikan perlakuan lama paparan 10 menit, rata-rata kadar klorofil tanaman mengalami peningkatan yaitu klorofil a sebanyak $9,483 \pm 0,217$ mg/l dan klorofil b sebanyak $4,292 \pm 1,348$ mg/l. Pada saat sampel diberikan perlakuan lama paparan 15 menit, rata-rata kadar klorofil a adalah $11,574 \pm 1,001$ mg/l dan klorofil b adalah $4,599 \pm 1,504$ mg/l. Semakin tinggi lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) rata-rata kadar klorofil daun mengalami kenaikan hingga pada lama paparan 20 menit yaitu klorofil a sebanyak $12,631 \pm 1,654$ mg/l dan klorofil b sebanyak $6,168 \pm 2,010$ mg/l. Sedangkan ketika sampel dengan lama paparan 25 menit rata-rata kadar klorofil daun mengalami penurunan yaitu pada klorofil a sebanyak $10,974 \pm 2,564$ mg/l dan klorofil b sebanyak $4,728 \pm 1,694$ mg/l. Dan ketika sampel diberikan perlakuan lama paparan 30 menit, rata-rata kadar klorofil daun mengalami penurunan yaitu klorofil a sebanyak $9,417 \pm 0,455$ mg/l dan klorofil b sebanyak $2,436 \pm 1,053$ mg/l.

Gambar 4.3 diatas menunjukkan grafik pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil daun kedelai terlihat mengalami peningkatan. Pada grafik tersebut terdapat perbedaan antara kadar klorofil daun pada sampel kontrol dengan kadar klorofil daun pada sampel yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Rata-rata kadar klorofil a lebih tinggi dibandingkan dengan

klorofil b yang terjadi pada perlakuan lama paparan 20 menit sebanyak $12,631 \pm 1,654$ mg/l dan $6,168 \pm 2,010$ mg/l. Sedangkan rata-rata kadar klorofil paling rendah terjadi pada perlakuan kontrol yakni klorofil a sebanyak $7,986 \pm 2,865$ mg/l dan klorofil b sebanyak $2,510 \pm 1,021$ mg/l.



Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Klorofil Daun

Pada dasarnya, medan magnet menginduksi hormon sitokinin sehingga dapat menyebabkan meningkatnya pigmen fotosintesis pada tanaman, hormon sitokinin juga mempunyai peranan penting dalam perkembangan kloroplas. Disamping itu, medan magnet juga mampu meningkatkan kandungan ion negatif dalam sel tumbuhan sehingga ion positif menjadi mudah untuk diserap oleh akar. Ion positif tersebut berperan penting dalam sintesis protein, pembentukan struktur sel, menjadi aktivator enzim serta penyusunan klorofil sehingga peningkatan penyerapan ion positif menginduksi tumbuhan dengan lebih baik (Hasanah, 2019)

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil daun kedelai dianalisis menggunakan uji *Analysis of Varians* (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Data hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil a Daun Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	250,895	5	50,179	12,490	0,000
Within Groups	96,424	24	4,018		
Total	347,319	29			

Tabel 4. 22 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil a Daun Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	b
10 menit	bc
25 menit	cd
15 menit	cd
20 menit	d

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

Tabel 4.21 menunjukkan hasil dari rata-rata kadar klorofil a daun kedelai menggunakan uji ANOVA, sesuai dengan tabel 4.21 tersebut data rata-rata kadar klorofil a tanaman kedelai didapatkan nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil a tanaman kedelai. Dikarenakan hasil

analisis awal dengan uji ANOVA menunjukkan H_0 ditolak, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.22 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil berbeda nyata. Pada perlakuan dengan lama paparan 25 menit dan 15 menit menunjukkan hasil notasi yang sama. Sedangkan pada perlakuan 30 menit dan 10 menit menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata meskipun memberikan pengaruh pada sampel kontrol. Ketika sampel diberikan lama paparan 20 menit terdapat perbedaan yang sangat nyata terhadap perlakuan kontrol.

Tabel 4. 23 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil b Daun Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	69.494	5	13.899	11.947	.000
Within Groups	27.920	24	1.163		
Total	97.414	29			

Tabel 4. 24 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Klorofil b Daun Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
10 menit	b
15 menit	bc
30 menit	cd
25 menit	cd
20 menit	d

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

Tabel 4.23 menunjukkan hasil analisis kadar klorofil b menggunakan uji ANOVA, data rata-rata kadar klorofil b diperoleh signifikansi $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak sehingga H_1 diterima

yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar klorofil b tanaman kedelai. Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.24 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil perbedaan yang nyata. Sesuai dengan tabel 4.24, pada perlakuan dengan lama paparan 30 menit dan 25 menit menunjukkan hasil notasi yang sama yang berarti tidak terdapat perbedaan pada perlakuan tersebut. Ketika diberikan perlakuan dengan lama paparan 10 menit dan 15 menit menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata. Sedangkan ketika diberikan perlakuan dengan lama paparan 20 menit menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata.

4.1.4 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga

Pengambilan data waktu awal berbunga tanaman kedelai dihitung mulai dari hari pertama menanam sampai tanaman kedelai berbunga. Berdasarkan pengamatan, data pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga tanaman kedelai kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dapat dilihat pada tabel 4.25. Tabel 4.25 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu awal berbunga pada sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF).

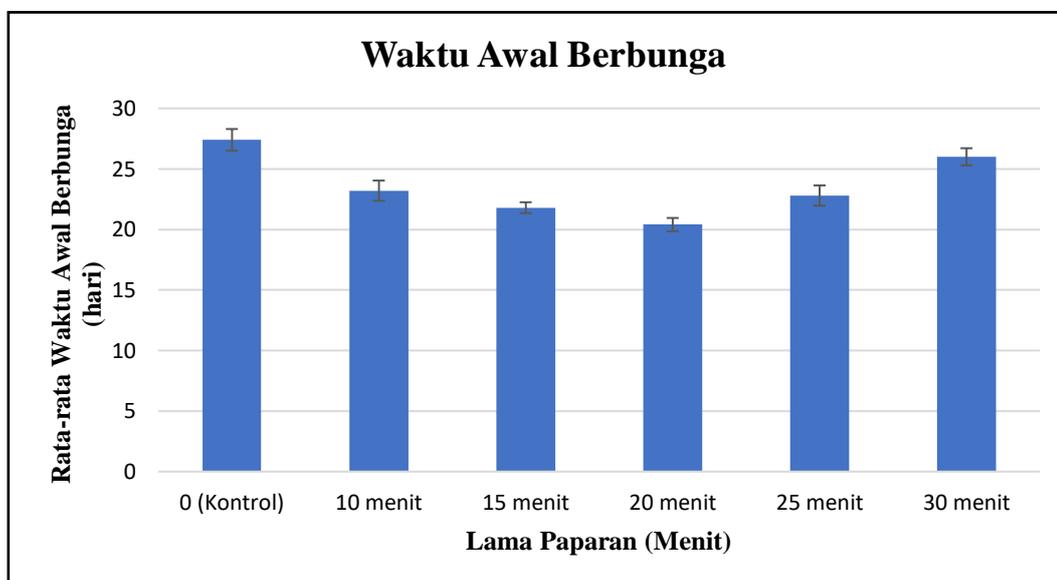
Tabel 4. 25 Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Waktu Awal Berbunga (Hari)
0 (Kontrol)	27,4 ± 0,894
10	23,2 ± 0,837
15	21,8 ± 0,447
20	20,4 ± 0,548
25	22,8 ± 0,837
30	26 ± 0,707

Sampel kontrol pada rata-rata waktu awal berbunga adalah $27,4 \pm 0,894$ hari. Ketika diberikan perlakuan lama paparan 10 menit rata-rata waktu awal berbunga adalah $23,2 \pm 0,837$ hari. Pada perlakuan lama paparan 15 menit rata-rata waktu awal berbunga adalah $21,8 \pm 0,447$ hari. Jika diberikan perlakuan lama paparan 20 menit waktu awal berbunga menjadi lebih cepat yakni pada umur $20,4 \pm 0,548$ hari. Ketika diberikan perlakuan lama paparan 25 menit rata-rata waktu awal berbunga adalah $22,8 \pm 0,837$ hari. Pada perlakuan lama paparan 30 menit rata-rata waktu awal berbunga menjadi lebih lambat yaitu pada umur $26 \pm 0,707$ hari.

Gambar 4.4 menunjukkan grafik pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Pada saat pemberian variasi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT terjadi perbedaan waktu awal berbunga pada sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low*

Frequency (ELF). Pada sampel kontrol, rata-rata waktu awal berbunga yaitu pada umur 27,4 hari. Sedangkan pada tanaman yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF), tanaman yang lebih awal berbunga yaitu pada perlakuan 20 menit yakni pada umur 20,4 hari.



Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Awal Berbunga

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga dianalisis menggunakan uji *Analysis of Varians* (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Data hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.26

Tabel 4. 26 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	172.400	5	34.480	64.650	.000
Within Groups	12.800	24	.533		
Total	185.200	29			

Tabel 4. 27 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Awal Berbunga

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
20 menit	a
15 menit	b
25 menit	c
10 menit	c
30 menit	d
0 (Kontrol)	e

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

Berdasarkan tabel 4.26 menunjukkan data uji ANOVA dari waktu awal berbunga tanaman kedelai. Data waktu awal berbunga diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga. Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti pada tabel 4.27 bahwa antara sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan perlakuan kontrol terdapat perbedaan yang sangat nyata. Pada sampel dengan perlakuan lama paparan 25 menit dan 10 menit menunjukkan hasil notasi yang sama, berarti tidak terdapat perbedaan pada sampel tersebut. Sedangkan pada sampel dengan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata terhadap perlakuan kontrol.

4.1.5 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Berbuah

Pengambilan data waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dilakukan ketika polong tanaman kedelai mencapai warna polong matang (kecoklatan) kurang lebih 95% dihitung berdasarkan jumlah hari setelah tanam.

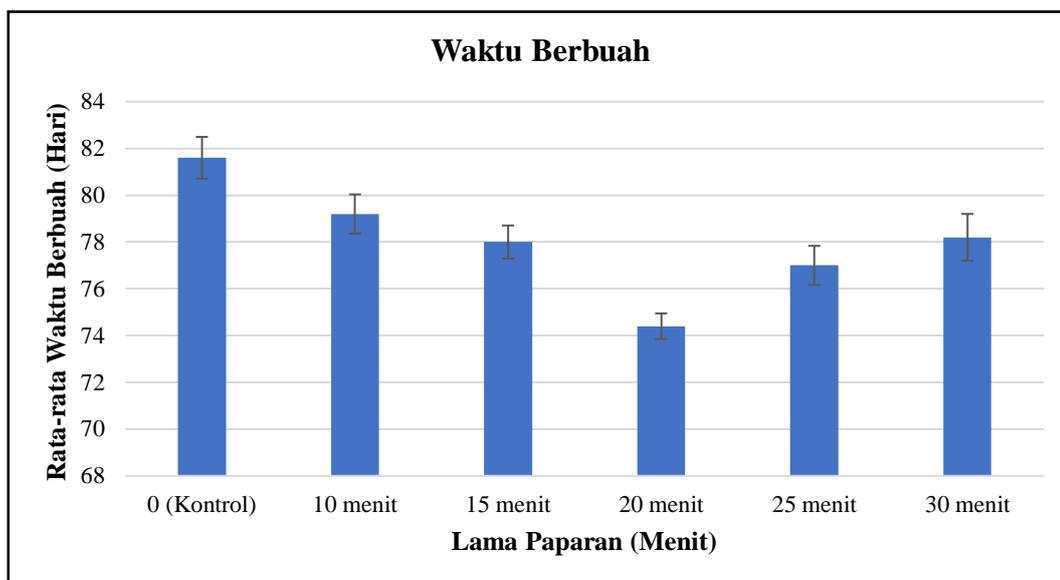
Berdasarkan pengamatan, data pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu berbuah tanaman kedelai kedelai dapat dilihat pada tabel 4.28

Tabel 4. 28 Data Waktu Berbuah Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Waktu Berbuah (Hari)
0 (Kontrol)	81,6 ± 0,894
10	79,2 ± 0,837
15	78 ± 0,707
20	74,4 ± 0,548
25	77 ± 0,837
30	78,2 ± 1,000

Tabel 4.28 diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara sampel yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan sampel kontrol. Pada sampel kontrol terlihat bahwa rata-rata waktu berbuah adalah 81,6 ±0,894 hari. Kemudian pada perlakuan lama paparan 10 menit diperoleh rata-rata waktu berbuah adalah 79,2 ±0,837 hari. Pada perlakuan lama paparan 15 menit rata-rata waktu berbuah tanaman kedelai menjadi lebih cepat yakni 78 ±0,707 hari. Apabila sampel diberikan perlakuan lama paparan 20 menit rata-rata waktu berbuah menjadi semakin cepat yakni 74,4 ±0,548 hari. Pada perlakuan lama paparan 25 menit rata-rata waktu berbuah tanaman kedelai adalah 77 ±0,837 hari. Sedangkan pada perlakuan lama paparan 30 menit rata-

rata waktu berbuah tanaman kedelai menjadi semakin lambat yaitu $78,2 \pm 1,000$ hari.



Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Waktu Berbuah

Gambar 4.5 menunjukkan grafik pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Sesuai dengan garfik diatas bahwa terjadi perbedaan antara sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan sampel kontrol. Terlihat pada grafik rata-rata waktu berbuah tanaman kedelai pada sampel kontrol adalah 81,6 hari. Sedangkan tanaman yang diberikan perlakuan lama paparan 20 menit, rata-rata waktu berbuah tanaman kedelai menjadi lebih cepat yaitu 74,4 hari.

Data hasil pengamatan waktu berbuah kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) pada tabel 4.28 dianalisis menggunakan uji *Analysis of Varians* (ANOVA). Sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 4.29

Tabel 4. 29 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Berbuah

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	141.867	5	28.373	42.560	.000
Within Groups	16.000	24	.667		
Total	157.867	29			

Tabel 4. 30 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Waktu Berbuah

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
20 menit	a
25 menit	b
15 menit	bc
30 menit	cd
10 menit	d
0 (Kontrol)	e

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

Tabel 4.29 menunjukkan data uji ANOVA dari waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*). Data waktu berbuah tanaman kedelai diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu berbuah. Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti pada tabel 4.30 bahwa terdapat pengaruh yang nyata antara sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan lama paparan 30 menit dan 10 menit menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata. Sedangkan pada perlakuan lama paparan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata terhadap sampel kontrol.

4.1.6 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Berat Buah

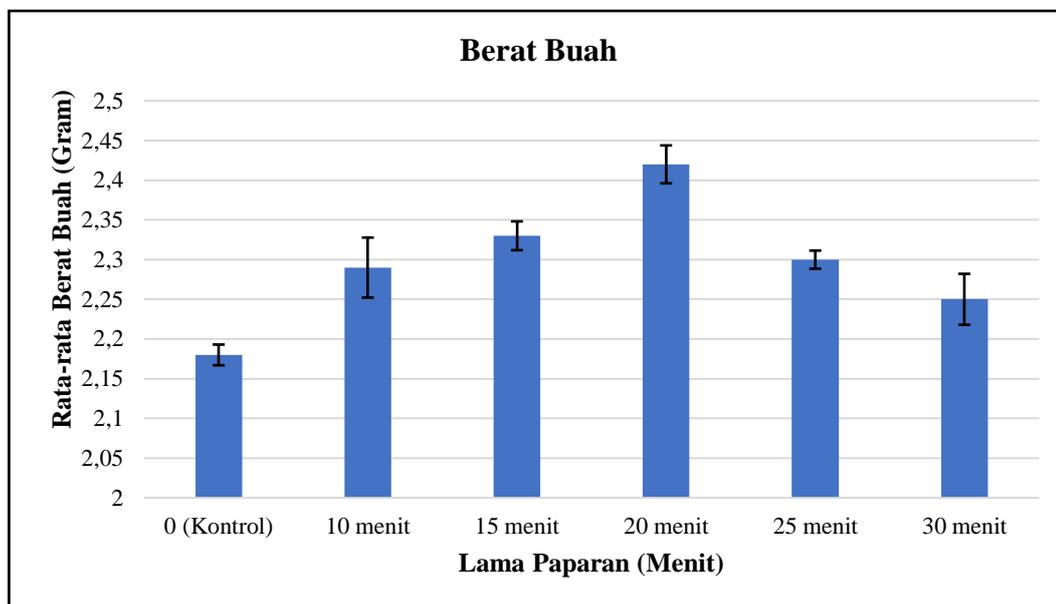
Pengambilan data berat buah kedelai dilakukan setelah tanaman kedelai berumur 85 hari. Pengambilan data ini dilakukan dengan cara menimbang biji menggunakan neraca timbangan. Berdasarkan hasil pengamatan, data berat buah kedelai disajikan dalam tabel 4.31

Tabel 4. 31 Data Berat Kering Buah Kedelai (*Glycine max(L.) Merril*)

Lama Paparan (Menit)	Rata-rata Berat Buah per 10 biji (gram)
0 (Kontrol)	2,18 ± 0,013
10	2,29 ± 0,030
15	2,33 ± 0,049
20	2,42 ± 0,050
25	2,3 ± 0,064
30	2,25 ± 0,041

Tabel 4.31 menunjukkan adanya pengaruh antara sampel yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan sampel kontrol. Pada sampel kontrol, rata-rata berat buah kedelai yakni 2,18 ±0,013 gram. Ketika sampel diberikan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 10 menit, rata-rata berat buah kedelai diperoleh sebesar 2,29 ±0,030 gram. Jika diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 15 menit, rata-rata berat buah kedelai yakni 2,33 ±0,049 gram. Sedangkan sampel diberikan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 20 menit terlihat mengalami kenaikan sebesar

0,42 \pm 0,050 gram. Namun terlihat ada sedikit penurunan rata-rata berat buah kedelai dari perlakuan 25 menit yakni 2,3 \pm 0,064 gram. Pada perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 30 menit, rata-rata berat buah kedelai yang dihasilkan semakin menurun sebesar 2,25 \pm 0,041 gram.



Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet Terhadap Berat Buah

Gambar 4.6 menunjukkan grafik pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap berat buah tanaman kedelai. Jika dilihat dari grafik diatas dijelaskan bahwa terdapat perbedaan antara sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan sampel kontrol. Menurut Agustrina (2019), unsur hara dalam tanaman merupakan yang paling penting dalam pembentukan sel-sel baru, adanya sejumlah protein tertentu yang diperlukan dalam mengkatalis asimilasi penting untuk dapat mempercepat pembuahan dan pemasakan buah. Pada grafik diatas, waktu yang paling optimal yaitu 20 menit dihasilkan rata-rata berat buah tertinggi yakni 2,42 gram.

Setelah dilakukan analisis menggunakan grafik, data hasil pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap berat buah segar tanaman kedelai dianalisis menggunakan uji *Analysis of Varians* (ANOVA), apabila hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Hal ini didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada table 4.32

Tabel 4. 32 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Berat Buah

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.156	5	.031	15.931	.000
Within Groups	.047	24	.002		
Total	.203	29			

Tabel 4. 33 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet terhadap Berat Buah

Lama Paparan (Menit)	Notasi*
0 (Kontrol)	a
30 menit	b
10 menit	bc
25 menit	bc
15 menit	c
20 menit	d

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

Tabel 4.32 menunjukkan hasil analisis menggunakan uji ANOVA, bahwa data berat segar buah kedelai diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0.000$ dimana tingkat signifikansi kurang dari 0.05 yang berarti H_0 ditolak. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa H_1 diterima yang berarti terdapat pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap berat buah. Selanjutnya dikarenakan hasil analisis awal dengan uji ANOVA menunjukkan H_0

ditolak, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.3 bahwa antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menunjukkan hasil berbeda nyata. Pada sampel dengan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 10 menit dan 25 menit menunjukkan hasil notasi yang sama, berarti tidak ada perbedaan pada perlakuan tersebut. Sedangkan pada perlakuan 20 menit menunjukkan hasil berbeda sangat nyata terhadap perlakuan sampel kontrol.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian dengan parameter meliputi waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah dengan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 10 menit hingga 30 menit berpengaruh pada waktu dormansi yang lebih cepat, tinggi tanaman semakin bertambah, kandungan klorofil lebih banyak, waktu berbunga lebih pendek, waktu berbuah semakin cepat, dan bobot buah yang lebih berat. Dapat dilihat pada hasil analisis menggunakan grafik bahwa medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang diberikan dengan variasi lama paparan 0 (kontrol), 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit dengan kerapatan fluks magnet konstan 0,3 mT mendapatkan rata-rata hasil yang signifikan dibandingkan dengan sampel kontrol.

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang berada di sekitar benih yang telah direndam akan mempengaruhi sifat kimia dan fisika air. Perubahan pada sifat air menyebabkan air tersebut mudah masuk dalam sel benih.

Sehingga benih akan lebih mengalami suatu peningkatan metabolisme, akan tetapi hasil dari metabolisme tersebut banyak yang terbuang karena kebocoran sehingga benih akan mengalami penurunan ukuran sel pada organ tumbuhan (Morejon, 2007). Perlakuan medan magnet pada benih yang telah direndam dalam air akan menyebabkan terjadinya pergeseran dan polarisasi atom-atom air, sehingga mengubah sifat fisikokimia air termasuk menurunkan tegangan permukaan dan peningkatan viskositas (Tirono *et al*, 2021). Oleh karenanya air dapat merendam benih dengan adanya perubahan densitas akibat paparan medan magnet. Selain itu, perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada benih akan menyebabkan aktivitas enzim pada embrio meningkat (Junior, 2020). Adanya peningkatan aktivitas enzim α -amilase yang terjadi akibat perubahan kadar ion kalsium sel yang terdapat pada benih kedelai disebabkan oleh pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Perubahan kadar ion kalsium menyebabkan perubahan terhadap tekanan osmosis serta perubahan kapasitas sel untuk menyerap air (Grasia&Arza, 2001). Terjadinya peningkatan ion kalsium yang terdapat didalam sel tersebut maka tekanan osmosis pada sel akan meningkat yang berakibat pada peningkatan kapasitas penyerapan air pada sel (Handoko, 2017). Peningkatan kapasitas penyerapan air dalam sel benih menjadi lebih cepat (Campbell, 2011). Hal ini didukung hasil penelitian (Rohma *et al*, 2013) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan intensitas 0,1 mT pada biji kacang merah dan kacang buncis selama 15 menit mampu meningkatkan aktivitas enzim α -amilase, semakin cepat aktivitas enzim α -amilase maka akan mempercepat proses pemanjangan akar.

Perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) meningkatkan perbaikan DNA. Medan magnet juga mempengaruhi sintesis DNA dan RNA (Shabrangi, 2011). Perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap DNA dipengaruhi oleh intensitas dan waktu pemaparan, sehingga masing-masing lama paparan memiliki pengaruh yang berbeda-beda. Oleh karena itu, medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh pada tingkatan molekuler serta meningkatkan pertumbuhan tanaman (Yang X Li *et al*, 2020). Dengan pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) tanaman kedelai (*Glycyne max(L.) Merril*) mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan sampel tanaman kontrol. Medan magnet menginduksi transisi elektron-triplet tidak berpasangan yang menyebabkan stres oksidatif yang akan mempengaruhi reproduksi sel, metabolisme sel, dan aktivitas enzim (Shahebjamei, 2007) serta mempercepat perubahan akumulasi prolin yang dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan pada tanaman (Dhawi, 2008). Sesuai dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 20 menit dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT memberikan pertumbuhan yang optimal pada minggu ke-7 yaitu 107,5 cm. Sedangkan pada sampel kontrol pada minggu ke-7 rata-rata tinggi tanaman kedelai yaitu 98,4 cm.

Medan magnet dapat meningkatkan energi dalam mendistribusikan atom sehingga terjadi percepatan metabolisme (Dhawi, 2009). Peningkatan tersebut berkaitan dengan peningkatan mobilitas ion dan penyerapan ion pada medan magnet yang menyebabkan stimulasi pertumbuhan yang lebih baik, serta memudahkan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis (Hailemichael, 2016).

Selain itu, medan magnet memiliki kemampuan untuk mengubah sifat fisis air, sehingga air yang termagnetisasi akan meningkatkan kandungan klorofil pada suatu tanaman (Tian et al, 1989). Rochalska (2005) melaporkan bahwa perlakuan medan magnet dapat meningkatkan kandungan klorofil daun tanaman bit gula dan klorofil a, b serta karotenoid pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum L.*). Demikian pula, pada penelitian Racucui (2008) menegaskan bahwa paparan medan magnet yang lama memiliki kemampuan untuk meningkatkan pigmen asimilasi. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama paparan medan magnet dengan intensitas 0,3 mT mempengaruhi kadar klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max(L.) Merril*) dibandingkan dengan sampel kontrol. Pada perlakuan lama paparan 20 menit memberikan efek yang optimal dalam meningkatkan kadar klorofil a dan b tanaman sebanyak 12,631 mg/l dan 6,168 mg/l. Sedangkan kadar klorofil a dan b pada sampel kontrol sebanyak 7,986 mg/l dan klorofil b sebanyak 2,510 mg/l. Hal ini disebabkan oleh medan magnet yang menginduksikan sintesis sitokinin sehingga mengalami peningkatan pigmen fotosintesis (Babaloo et al, 2018).

Medan magnet juga bertindak sebagai sinyal lingkungan untuk memberikan efek pada tanaman (Galland dan Pazur, 2005). Medan magnet memberikan efek stimulasi yang tinggi pada multiplikasi, pertumbuhan, dan perkembangan sel tanaman, sehingga akan menyebabkan waktu berbunga lebih cepat (Tirono et al, 2021). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa medan magnet menyebabkan waktu berbunga lebih cepat pada tanaman wijen (*Sesamum Indicum l*) dengan intensitas 0,3 mT selama 20 menit (Aini, 2020). Selain itu, medan magnet berpengaruh pada reproduksi dan metabolisme sel (Atak, 2003). Adanya

ketersediaan fotosintat pada bagian tajuk tanaman juga menyebabkan terstimulasinya pembentukan bunga (Agustrina *et al*, 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mempengaruhi waktu berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*) dibandingkan dengan sampel kontrol. Pada perlakuan kontrol, waktu awal berbunga tanaman kedelai pada umur ke-27,4 hari. Sedangkan pada perlakuan lama paparan 20 menit, waktu awal berbunga menjadi lebih cepat yakni pada umur 20,4 hari.

Efek biologis medan magnet terhadap tanaman menunjukkan bahwa medan magnet dapat mengubah sejumlah fenomena, seperti peningkatan saluran kalsium (Ca). Efek tersebut dapat diterapkan pada metabolisme tanaman seperti fotosintesis, aktivitas hormonal dan enzim, pergerakan zat terlarut endogen terutama karbohidrat, serta zat pengatur tumbuh dan enzim (Esitken, 2007). Seperti contoh yakni karbohidrat dan hormon yang diangkut dari daerah sintesis ke buah dan pertumbuhan. Namun, proses metabolisme ini dapat terpengaruh secara negatif dibawah paparan medan magnet. Selain itu, medan magnet juga bertindak sebagai hormon tanaman yaitu hormon auksin, dimana hormon auksin ini yang mengarahkan pada proses pematangan buah. Pada penelitian Septi (2019) melaporkan bahwa lama paparan medan magnet dengan intensitas 0,2 mT dapat berpengaruh pada kecepatan pembentukan buah pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum mil*). Hal ini sesuai dengan pengamatan waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*) dalam penelitian ini, bahwa medan magnet memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kecepatan pembentukan buah. Analisis nilai rata-rata waktu berbuah tanaman kedelai antar

perlakuan lama paparan medan magnet menunjukkan bahwa waktu berbuah paling cepat diperoleh pada perlakuan 20 menit yakni 74,4 hari dan rata-rata waktu berbuah terendah diperoleh pada perlakuan kontrol yakni 81,6 hari. Pada dasarnya, kandungan klorofil yang ada pada tanaman dapat menentukan laju fotosintesis sehingga akan menentukan kandungan karbohidrat dan biomassa tanaman (Small *et al*, 2012). Sehingga pada tanaman berbuah hasil asimilasi (karbohidrat) akan ditranslokasikan dalam produksi buah.

Setelah tanaman berbuah, perlakuan lama paparan medan magnet dapat berpengaruh pada berat kering buah kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Medan magnet mampu meningkatkan energi aktivasi dan ukuran molekul air yang disebabkan karena adanya pembentukan ikatan hidrogen. Sehingga pemberian paparan medan magnet pada benih yang direndam dapat memberikan efek yang menguntungkan pada produktivitas tanaman (Aladjajjyan, 2002). Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa medan magnet mempengaruhi produktivitas (Jamil, 2012). Pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa berat buah yang dihasilkan tanaman yang diberikan perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang tidak diberi perlakuan. Berdasarkan pengamatan, rata-rata berat buah per 10 biji pada perlakuan lama paparan 20 menit merupakan hasil yang paling optimal adalah 2,42 gram. Sedangkan pada perlakuan kontrol, diperoleh rata-rata berat buah yakni 2,18 gram. Hal ini disebabkan karena di dalam sel tumbuhan memiliki muatan listrik negatif dan sel tersebut mengambil ion dengan muatan listrik positif sehingga akan berpengaruh pada bobot buah tanaman (Galland, 2005). Apabila diterapkan di lahan dengan luas sebesar 1 hektar maka akan

dihasilkan bobot buah sebanyak 1,50282 ton/ha.

Tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*) yang diberi perlakuan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebesar 10 menit, 15 menit, dan 20 menit mengalami peningkatan pada pengamatan waktu dormansi, tinggi tanaman, kadar klorofil, waktu awal berbunga, waktu berbuah, dan berat buah. Sedangkan pada perlakuan lama paparan sebesar 25 menit dan 30 menit grafik pertumbuhan tanaman mengalami penurunan karena lamanya waktu pemaparan yang melebihi batas optimum yang diterima oleh tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Semakin lama waktu pemaparan yang digunakan maka akan membuat rusaknya protein yang ada di dalam sel tanaman sehingga akan berakibat pada tanaman yang tumbuh tidak optimal.

4.3 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Selayaknya makhluk hidup yang lainnya, tanaman mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Dalam proses pertumbuhannya, suatu tanaman membutuhkan air sebagai zat pendukung berbagai proses dalam tubuh tumbuhan seperti proses imbibisi dan fotosintesis. Ada berbagai macam jenis tumbuh-tumbuhan yang mengalami proses tersebut khususnya tanaman kedelai. Kedelai (*Glycine max(L) Merril*) merupakan salah satu tanaman yang termasuk kedalam golongan biji-bijian dan kaya akan manfaat. Kedelai banyak mengandung sumber protein dengan kandungan lemak jenuh yang rendah dan sebagai sumber pangan serat (Ginting *et al*, 2009). Selain itu, kedelai juga banyak mengandung mineral yang akan K, P, Ca, Mg, dan Fe (Krisnawati, 2017). Sehingga banyak masyarakat Indonesia yang memanfaatkan kedelai sebagai sumber bahan pangan. Biji kedelai yang ditanam akan tumbuh menjadi pohon yang bercabang-cabang serta dedaunan dan akan

menghasilkan buah dengan puluhan biji kedelai sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Terdapat pada Al Qur'an surah Yasin ayat 33 yang menjelaskan mengenai manfaat biji-bijian sebagai bahan pangan manusia.

وَأَيُّ آيَةٍ لَهُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

“ Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian, maka dari padanya mereka makan” Q.S Yaasin [36]: 33

Menurut tafsir Ilmi ayat tersebut menjelaskan diantara bukti kekuasaan Allah SWT yaitu menghidupkan bumi yang telah mati yang semula tidak terdapat tumbuh-tumbuhan yang kemudian diturunkannya air hujan sehingga tanah menjadi subur dan menghasilkan berbagai tumbuhan yang beraneka ragam, bahkan menghasilkan buah-buahan dan biji-bijian yang dapat dijadikan sumber makanan bagi manusia. Menurut tafsir Ibnu Katsir, kata “حَبًّا” memiliki arti biji-bijian seperti padi dan gandum yang merupakan makanan pokok manusia. Maksud dari biji-bijian pada ayat di atas adalah semua biji-bijian yang dapat dimanfaatkan oleh manusia (Quthb, 2002). Salah satu biji-bijian yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pangan yakni kedelai (*Glycine max(L) Merril*).

Allah SWT memberikan banyak kenikmatan di bumi ini agar manusia lebih dekat denganNya agar selalu bersyukur. Meskipun Allah penanam yang sebenarnya, akan tetapi manusia harus selalu berfikir dan berusaha. Salah satunya adalah ikhtiar dalam meningkatkan hasil produktivitas panen dengan memanfaatkan teknologi yang ramah lingkungan salah satunya yakni medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tumbuhan. Pemanfaatan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan kerapatan fluks magnet serta

waktu paparan yang tepat dapat mempengaruhi sifat fisis air dalam pertumbuhan tanaman. Dimana air merupakan unsur yang memiliki peranan penting pada perubahan dan interaksi yang ada di dalam tubuh makhluk hidup. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Thaha ayat 53:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَّكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا
مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى

“(Dialah Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan dan meratakan jalan-jalan di atasnya bagimu serta menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian, Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam” Q.S Thaha [20]: 53

Shihab (2015) menafsirkan ayat ini bahwa air merupakan komponen utama untuk tumbuhnya tanaman khususnya dalam pembentukan sel. Selain itu, air juga berperan menjadi media dalam transpor nutrisi dan reaksi enzimatik pada proses metabolisme. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu memecah ikatan hidrogen dalam air sehingga memperbanyak molekul-molekul yang tidak berikatan didalam air (Yazied *et al*, 2012). Dengan pemecahan ikatan hidrogen tersebut dapat menyebabkan meningkatnya daya dehidrasi sehingga air akan mudah diserap oleh tanaman yang dapat mempercepat metabolisme sel.

Berdasarkan penelitian ini, penggunaan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman menjadi lebih optimal dan memiliki ketahanan terhadap serangan patogen sehingga dapat meningkatkan produktivitas kedelai dalam bidang pertanian dan industri makanan khususnya di Indonesia. Adapun hikmah yang dapat di petik dari penelitian ini adalah dengan mentafakuri ayat-ayat kauniah kita sebagai manusia harus selalu bersyukur atas nikmat yang diberikan Allah SWT terutama dalam penciptaan tumbuh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan manusia untuk keberlangsungan hidupnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*), didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi waktu dormansi tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan lama paparan medan magnet selama 20 menit memberikan hasil optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun dengan perlakuan lainnya. Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian rata-rata waktu dormansi paling cepat adalah 1,6 hari
2. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi tinggi tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan lama paparan medan magnet selama 20 menit memberikan hasil optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun dengan perlakuan lainnya. Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian rata-rata tinggi tanaman pada sampel kontrol pada minggu ke-7 adalah 98,4 cm. Sedangkan pada perlakuan lama paparan 20 menit minggu ke-7 didapatkan rata-rata tinggi tanaman adalah 118,5 cm
3. Medan magnet dapat mempengaruhi kadar klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan lama paparan medan magnet selama 20 menit memberikan hasil optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun dengan perlakuan lainnya.

Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian rata-rata kadar klorofil a pada sampel kontrol yakni 7,986 mg/l dan klorofil b yakni 2,510 mg/l. Sedangkan rata-rata kadar klorofil paling optimum yakni pada perlakuan lama paparan 20 menit dihasilkan klorofil a sebanyak 12,631 mg/l dan klorofil b sebanyak 6,168 mg/l.

4. Medan magnet dapat mempengaruhi waktu awal berbunga tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan lama paparan medan magnet selama 20 menit memberikan hasil optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun dengan perlakuan lainnya. Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian rata-rata waktu awal berbunga pada sampel kontrol pada umur 27,4 hari. Sedangkan rata-rata waktu awal berbunga paling cepat yakni pada perlakuan lama paparan 20 menit pada umur 20,4 hari.
5. Medan magnet dapat mempengaruhi waktu berbuah tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan lama paparan medan magnet selama 20 menit memberikan hasil optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun dengan perlakuan lainnya. Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian rata-rata waktu berbuah pada sampel kontrol yakni 81,6 hari. Sedangkan rata-rata waktu berbuah pada perlakuan lama paparan 20 menit memberikan efek yang paling besar pada waktu berbuah yakni 74,4 hari.
6. Medan magnet dapat mempengaruhi berat kering buah kedelai (*Glycine max(L) Merril*). Dimana tanaman kedelai yang dipapari dengan lama paparan medan magnet selama 20 menit memberikan hasil optimal

dibandingkan dengan sampel kontrol maupun dengan perlakuan lainnya. Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian rata-rata berat buah pada sampel control yakni 2,18 gram . Sedangkan rata-rata berat buah pada perlakuan lama paparan 20 menit memberikan pengaruh paling optimal yakni 2,42 gram.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pada varietas tanaman yang berbeda
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan variasi frekuensi medan magnet
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengujian parameter seperti uji kandungan protein dan lemak pada tanaman kedelai

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1987. *Dasar-dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman*. Bandung: Angkasa
- Adisarwanto, T. 2017. Teknologi Produksi Kedelai. *Kedelai – Teknik Produksi dan Pengembangan*, pp. 229–252.
- Agustrina, R. dan Roniyus. 2009. Pengaruh Arah Medan Magnet Terhadap Arah Anatomi Cocor Bebek (*Kalanchoepinnata Pers*). Jurusan Biologi Fisika FMIPA Universitas Lampung. Lampung: Hal. 174-182
- Aladjadjian, A. and Ylieva, T. 2003. Influence of Stationary Magnetic Field on the Early Stages of the Development of Tobacco Seeds (*Nicotiana Tabacum L.*). *Journal of Central European Agriculture*, 4(2), pp. 131–138.
- Al-Thabari, M.I.J. 1988. *Jami' al-Bayan 'An Ta'wil Ayi al- Qur'an*. Beirut: Dar al Fikr
- Amanda, Pradipta. 2019. Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*). Skripsi. Uin Malang
- Atak, C. Emiroglu, O. Alikamanoglu, S. Rzakoulieva, A. 2003. Stimulation of Regeneration by Magnetic Field in Soybean (*Glycine max(L) Merrill*) Tissue Cultures. *J. Cell and Mol. Biol.*, 2: 113-119
- Ao, X. *et al.* 2013. Study on Plant Morphological Traits and Production Characteristics of Super High-Yielding Soybean. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(7), pp. 1173–1182.
- Ardiyani, G., Erwin and Salomo. 2015). *Desain Pembuatan dan Uji Coba Kumparan Helmholtz Berbentuk Lingkaran*. *JOM FMIPA*, 2, pp. 24–31.
- Babaloo, F., Ahmad M, Sedighe, A., Fariba, S. 2018. The Effet of Magnetized Water on Some Characteristics of Growth and Chemical Constituent in Rice (*Oryza Sativa L.*) Var Hashem. *Eurasian Journal Of Biosciences*, 12(2):129-137
- Blank, M. 1995. Biological Effects of Environmental Electromagnetic Fields: Molecular Mechanism. *Biosystems.*, 35: 175-178
- Campbell, Neil A. & Reece, & Jane B. 2008. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2: Terjemahan D. Tyas*. Jakarta: Erlangga
- Carbonell, M.V., Martinez, E., dan Amaya, J.M. 2000. Stimulation of Germination in Rice (*Oryza sativa L.*) by a Static Magnetic Field. *Electro and Magneto Biology.*, 19: 121-128

- Celik, O., Atak, C., dan Rzakulieva, A. 2008. Stimulation of Rapid Regeneration by a Magnetic Field in Paulownia Node Cultures. *Journal of central European Agriculture*, 9(2): 297-303
- Djoyowasito, G. *et al.* 2019. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(1), pp. 8–19.
- Doucet, I. L. 1992. Biological effects of low frequency electromagnetic fields. *Medicine and war*, 8(3), pp. 205–212.
- Dhawi F Al-Khayri JM. 2008. Prolin Accumulation in Response to Magnetic Fields in Date Palm (*Phoenix Dactylifera* L.). *Open Agri J.* 2:80-88
- Efthimiadou, A. Katsenios, N. Karkanis, A. Papastylianou, P. 2014. Effects of presowing pulsed electromagnetic treatment of tomato seed on growth, yield, and lycopene content. *Scientific World Journal*, 2014.
- El Shokali, A., Abdelrazig M, A. and Abdallah, M. D. 2015. Enhancing on the Mineral Elements of Exposure to Magnetic Field in Plants Leave. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 11, pp. 440–444.
- Esitken, A. 2003. Effect of Magnetic on Yield and Growth in Strawberry “Camarosa”. *J. Hort. Sci. Biotech.*, 78(2): 145-147
- Galland, P., Pazur, A. 2005. Magnetoreception In Plant. *J. Plant Res.* 118, 371-389
- Gardner, F.P., R. B Pearce., dan R.L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plant (Fisiologi Tanaman Budidaya : Alih Bahasa: Susilo dan Subiyanto)*. Jakarta: UI Press
- Gerthsen. 1996. *Fisika Listrik Magnet dan Optik: Alih Bahasa oleh Musaddiq Musbach*. Jakarta: Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa
- Ginting, E., Antarlina, S. S. and Widowati, S. 2009. Varietas Unggul Kedelai Untuk Bahan Baku Industri Pangan. *Litbang Pertanian*, 28(3), pp. 79–87.
- Griffiths, David, J. 1999. *Introduction to Electrodynamics: Third Edition*. United States of America: Prentice Hall
- Hailemichael, G., Catalina, A., Gonzalez, M.R., Martin, P. 2016. Relationships Between Water, Leaf Chlorophyll Content and Photosynthetic Performance in Tempranillo Vineyards. *South African. Journal of Enology and Viticulture*, 37(2):149-156

- Handoko. 2017. Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum . L*) Terhadap Pertumbuhan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), pp. 370–377.
- Hasanah, Fatiya, *et al.* 2019. Pengaruh Kuat Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*) dari Benih Lama, 7(3), pp.161-168.
- Hawa, P. A. 2011. Alat Ukur Distribusi Medan Magnet pada Kumparan Helmholtz. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Inhan-Garip A, Aksu B, Akan Z, Akakin D, Ozaydin A. 2011. Effect of extremely low frequency electromagnetic fields on growth rate and morphology of bacteria. *International Journal of Radiation Biology*, 87(12), pp. 1155–1161.
- Irwan, A. W. 2006. Budidaya tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*). *Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran*, pp. 1–43.
- Iqbal. 2012. *Nature Genetics*. 44: 226-232
- Isda, M. N., Elvianis and Fatonah, S. 2020. Jurnal biologi universitas andalas. *Universitas Andalas*, 8(1), pp. 20–28.
- Juhriah, Suhadiah S, Tambaru E, Masniawati. 2011. Sistematika Tumbuhan. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin*, (September), p. 15.
- Kato, R., Kamada, H., Asashma, M. 1989. Effects of High and very Low Magnetic Fields on the Growth of Hairy Roots of *Daucus Carrota* and *Antropa Belladonna*. *Plant Cell Physiol.*, 30:605-608.
- Kemendiknas. 2013. Pertumbuhan dan Perkecambahannya. *Jurnal Fisiologi Tumbuhan*, pp. 36–48.
- Krikos, C. 2018. Foundation of Electromagnetic Theory. *Journal Science*, (February), pp. 1–84.
- Krisnawati, A. 2017. Soybean as Source of Functional Food. *Iptek Tanaman Pangan*, 12(1), pp. 57–65.
- Liggins, J. Bluck, L. Runswick, S. Atkinson, C. 2000. Daidzein and genistein contents of vegetables. *British Journal of Nutrition*, 84(5), pp. 717–725.
- Maffei, M. E. 2014. Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in Plant Science*, 5(SEP), pp. 1–16.

- Mashudi, K. 2020. *Telaah Tafsir AL-Muyassar: Jilid III*. Malang: Inteligencia Media
- Matwijezuk, A., Kornarzynski, K., dan Pietruszewski, S. 2012. Effect of Magnetic Field on Seed Germination and Seedling Growth of Sun flower. *International Agrophysics*. Hal. 271-278
- Meliza sari, P. 2015. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Impor Kedelai Di Indonesia. *Economica*, 4(1), pp. 30–41.
- Morejon, L.P. Castro, J.C. Velazquez, L.G. Govea, A.P. 2007. Simulation of Pinus Tropicalis M. Seeds by Magnetically Treated Water. *Int Agrophysics.*, 21: 173-177
- Mubarak, Ifnul. 2009. Studi Sifat Magnetik Bahan Magnet Permanen Berbasis Model Jiles-Atherton. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia
- Nugroho, D. 2011. Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan Suted 500 Kv Terhadap Medan Magnet. *Media Elekrika*, 2(1), pp. 9–17.
- Ozalpan, A., Atak, C., Yurttas B., Alikamanoglu, S., Canbolat, Y. 1999. Effect of Magnetic Field on Soybean Yield (Glycine max(L) Merrill). Turkish Association of Biophysics, XI National Biophysics Congress, Abstract Book, pp:60
- Pang, X.F., Bo, D. 2008. The Changes of Macroscopic Features and Microscopic Structures of Water under Influence of Magnetic Field. *Physics B*, 403(19-20): 3571-3577.
- Prastio, R. P. 2015. Kumparan Helmholtz. Rpprastio.wordpress.com. Diakses Pada Tanggal 11 Oktober 2021
- Prayetno, E. 2018. Kajian Al-Qur'an Dan Sains Tentang Kerusakan Lingkungan. *Al-Dzikra: Jurnal Studi Ilmu Al-Qur'an dan Al-Hadits*, 12(1).
- Qarni, A. 2007. *Tafsir Muyassar*, terj. Tim Qisthi Press. Jakarta, Qisthi Press
- Racuciu, M. 2011. 50 Hz Frequency Magnetic Field Effects on Mitotic Activity in the Maize Root. *Romanian Journal of Biophysics.*, 21(1), pp: 53-62
- Ragab Moussa, H. 2011. The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (Phaseolus vulgaris L.) Production. *New York Science Journal*, 4(6), pp. 15–20.
- Rahajeng, W. and Muchlish, M. 2013. Varietas Kedelai Umur Genjah. *Buletin Palawija*, 0(26), pp. 91–100.
- Rahman, K. M. A. and Zhang, D. 2018. Effects of Fertilizer Broadcasting on the

Excessive use of Inorganic Fertilizers and Environmental Sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3).

- Renia, F.G., Pascual, L.A., Fundora, I.A., Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds. Part II: Experimental Results. *Bioelectromagnetics*, 22: 596-602
- Repacholi, D. M. H. 2007. WHO ' s International EMF Project And Results So Far. (October 2003), pp. 1–11.
- Rochalska, M. and Grabowska, K. 2007. Influence of Magnetic Filed on Activity of Enzyme: α - and β - amylase and Glutathione S-transferase (GST) inwheat Plants. *Int. Agrophysics*. Hal. 185-188.
- Rukmana dan Yuniarsih. 1996. *Kedelai Budidaya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI)
- Sadidah, K., Sudarti, S. and Ghani, A. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300 μ T DAN 500 μ T Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba Dan pH Pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(1), pp. 1-8–8.
- Sani, Ridwan, A. 2019. *Fisika Berbasis Al-Qur'an*. Surabaya: AMZAH
- Song Ai, Nio dan Yunia Banyo. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), pp. 166-173
- Sudarti. 2007. The Infertility Mechanism of Increasing Cytoplasm Calcium and Apoptosis Germinal Cell on Bulbic Mice E (Posed Extremely Low Frequency Magnetic Field 100 - 150 μ T). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Suhatin, D. and Prihandono, T. 2007. Analisis Intensitas Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) Di Sekitar Peralatan Elektronik Dengan Daya \geq 1000 W. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), pp. 203–209.
- Sutriso dan Gie. 1979. *Fisika Dasar: Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an)*. Jakarta: *Lentera Hati*
- Tenforde, T.S. 1990. Biological Effects of Static Magnetic Field. *Int. J. Appl. Electromagn. In Materials.*, 1: 157-165

- Tian WX, Kuang YL, Mei ZP. 1989. Effect of Magnetic Water on Seed Germination, Seedling Growth and Grain Yield of Rice. *Journal Jilin Agric Univ.* 11:11-6
- Tipler, Paul A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik: Alih Bahasa oleh Bambang Soegiono.* Jakarta: Erlangga
- Tirono, M., Hananto, F.S., Suhariningsih, dan Aini, V.Q. 2021. An Effective Dose of Magnetic Field to Increase Sesame Plant Growth and its Resistance to *Fusarium Oxyporum*. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 16(3), pp. 285-291
- Tompkin, Peter dan Chrisopher Bird. 2008. *Keajaiban Tumbuhan Temuan Sains yang Menggetarkan: Terjemahan oleh Syaifullah.* Yogyakarta: Kutub
- Valiron, O., Paris, L., Rikken, G., Schweitzer, A., Saoudi, Y., Remy, C., and Job, D. 2005. Cellular Disorders Induced by High Magnetic Fields. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 22(3), pp. 334-340.
- Viranita, QA. 2020. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (*Sesamum Indicum l*) yang Diinfeksi Pathogen *Fusarium*. Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi. Univeritas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang: Malang
- Wang, J. Yun Tian, G. Simm, A. Lucas, G.P. 2008. Simulation of Magnetic Field Distribution of Excitation Coil for EM Flow Meter and its Validation Using Magnetic Camera. *17th World Conference on Nondestructive Testing*, 2(2), pp. 25–28.
- WHO. 2007. Extremely low frequency fields. *Environmental Health Criteria*, (238), pp. 1–519.
- Wijayanto. 2008. *Elektromagnetika.* Yogyakarta: Graha Ilmu
- Winarsi, H., Purwanto, A. and Dwiyanti, H. 2010. Kandungan Protein dan Isoflavon pada Kedelai dan Kecambah Kedelai. *Jurnal Biota.*, 15(2), pp. 181–187.
- Wulansari, M., Sudarti and Handayani, R. D. 2017. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia auricula*), 6, pp. 181–189.
- Yano, A., Hidaka, E., Fujiwara, K., Limoto, M. 2001. Introduction of Primary Root Curvature in Radish Seedlings in a Static Magnetic Field. *Bioelectromagnetics*, 22: 194-199
- Yazied, A.A. El, Gizawy, A. M. El, Khalf, S. M., Satar, A. E., & Shalaby, O. A. 2012. Effect of Magnetic Field Treatment Forseeds and Irrigation Water as

Well as N, P, K Levels on Productivity of Tomato Plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(4), 457-462

Yuhelsa, Putra. 2015. Influence of Magnetic Field of Solenoida and Soaking Water Magnetization Towards Seed Soya Beans (*Glycine max(L.) Merril*) Expired Tanggamus. *Jurnal Agroteknologi*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 6(4), pp 5-12

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DATA HASIL PENELITIAN

1. Waktu Dormansi

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	3	4	3	4	3	3,4
10	3	3	4	3	3	3,2
15	4	2	3	2	2	2,6
20	1	2	2	1	2	1,6
25	3	2	4	4	3	3
30	3	3	3	3	3	3,2

2. Tinggi Tanaman

a. Minggu ke-1

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	19	18	19,5	20	19	19,1
10	20,5	20	21,5	21	20,5	20,7
15	21,5	19,5	21	20,5	21,5	20,8
20	21,5	21,5	22	20,5	22,5	21,6
25	19,5	20,5	21,5	21,5	20	20,6
30	20	19	20	20,5	19,5	19,8

b. Minggu ke-2

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	28	28,9	28,7	27,8	29,7	28,62
10	29,8	31	29,8	30	30,5	30,22
15	31,98	30,8	31	32,78	32	31,71
20	39,5	40	39	38	40	39,3
25	29,4	31	30,9	29,7	30	30,2
30	29,5	29	29	30	30	29,5

c. Minggu ke-3

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	35	36	35,5	35,5	34,5	35,3
10	39,67	40,56	40,2	39	39,6	39,80
15	41	40,4	41,47	41	39,78	40,73
20	44,5	45	43	44	44,5	44,2
25	38	39,5	38	39	37,5	38,4
30	37,5	36,5	37	36	35	36,4

d. Minggu ke-4

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	42	43,5	42,5	43	43,5	42,9
10	50,5	52	51,5	52	50,5	51,3
15	54,5	55	52,5	54,5	54	54,1
20	60,5	61,5	63	62,6	62	61,92
25	57,5	56	57,5	58,5	57	57,3
30	54	53,5	54	53,5	52,5	53,5

e. Minggu ke-5

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	72,5	73	73,5	75	73	73,4
10	75,5	74	76	75,5	76	75,4
15	78	79,5	80	78,5	80	79,2
20	85	86	87,5	86	85,5	86
25	76,5	77	78	77,5	76	77
30	73	74,5	74	75,5	74	74,2

f. Minggu ke-6

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	92,7	92	92	91	92,8	92,1
10	94	95,6	94,7	93,8	95,6	94,74
15	97	96,5	96,5	97,5	95	96,5
20	99,5	97,6	98,78	99	98,5	98,67
25	93,5	96	94	95	95	94,7
30	92,5	90,5	91,5	92	92,5	91,8

g. Minggu ke-7

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	99,5	98	98,6	97	98,7	98,36
10	106	107,5	106	107,5	107,5	106,9
15	110	112	111	110	111	110,8
20	119,5	118	119,5	118	117,5	118,5
25	104,5	105	104,5	105	106,5	105,1
30	100	99,4	100,9	100,5	99,8	100,12

3. Nilai OD dan Kadar Klorofil

a. Nilai OD dan Klorofil a

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	0,224	0,201	0,273	0,269	0,282	0,250
10	0,321	0,369	0,345	0,295	0,447	0,355
15	0,319	0,423	0,338	0,448	0,495	0,405
20	0,478	0,466	0,349	0,666	0,511	0,494
25	0,289	0,453	0,296	0,467	0,497	0,400
30	0,252	0,265	0,308	0,315	0,208	0,270

Lama Paparan (Menit)	Kadar Klorofil a (mg/l)					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	2,877	9,033	9,134	9,271	9,617	7,986
10	9,589	9,383	9,664	9,633	9,148	9,483
15	10,546	11,651	11,359	13,209	11,102	11,574
20	11,325	11,612	11,888	15,379	12,951	12,631
25	8,100	9,830	10,164	14,873	11,909	10,975
30	9,000	9,244	9,128	9,579	10,134	9,417

b. Nilai OD dan Klorofil b

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	0,654	0,775	0,777	0,787	0,797	0,758
10	0,823	0,817	0,834	0,821	0,815	0,822
15	0,898	1,007	0,966	1,135	0,979	0,997
20	0,993	1,013	1,01	1,352	1,128	1,099
25	0,699	0,87	0,863	1,27	1,043	0,949
30	0,762	0,784	0,784	0,821	0,842	0,799

Lama Paparan (Menit)	Kadar Klorofil b (mg/l)					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	3,847	0,976	2,615	2,477	2,634	2,510
10	3,499	4,627	3,997	2,913	6,422	4,292
15	3,102	4,974	3,219	4,947	6,754	4,599
20	6,299	5,931	3,265	8,924	6,423	6,168
25	3,347	6,302	2,740	4,751	6,500	4,728
30	2,205	2,399	3,384	3,371	0,823	2,436

4. Waktu Awal Berbunga

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	28	26	28	27	28	27,4
10	22	23	23	24	24	23,2
15	21	22	22	22	22	21,8
20	21	20	20	21	20	20,4
25	23	22	23	24	22	22,8
30	25	26	26	27	26	26,0

5. Waktu Berbuah

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	82	82	82	80	82	81,6
10	79	79	80	78	80	79,2
15	79	78	77	78	78	78
20	75	74	74	74	75	74,4
25	78	76	78	77	76	77
30	79	78	79	77	78	78,2

6. Berat Buah

Lama Paparan (Menit)	Pengulangan Ke-					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
0 (Kontrol)	2,18	2,19	2,17	2,16	2,19	2,18
10	2,3	2,29	2,32	2,24	2,28	2,29
15	2,39	2,35	2,26	2,33	2,3	2,33
20	2,47	2,34	2,4	2,42	2,45	2,42
25	2,31	2,25	2,29	2,4	2,24	2,30
30	2,22	2,27	2,3	2,2	2,27	2,25

LAMPIRAN 2

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

1. Waktu Dormansi

Duncan ^a				
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20 Menit	5	1.60		
15 Menit	5		2.60	
30 Menit	5		3.00	3.00
10 Menit	5		3.20	3.20
25 Menit	5		3.20	3.20
0 (Kontrol)	5			3.40
Sig.		1.000	.125	.302

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

2. Tinggi Tanaman

a. Minggu ke-1

Duncan ^a				
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0 (Kontrol)	5	19.10		
30 Menit	5	19.80	19.80	
25 Menit	5		20.60	20.60
10 Menit	5		20.70	20.70
15 Menit	5		20.80	20.80
20 Menit	5			21.60
Sig.		.146	.059	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Minggu ke-2

Duncan ^a					
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0 (Kontrol)	5	28.62			
30 Menit	5	29.50	29.50		
25 Menit	5		30.20		
10 Menit	5		30.22		
15 Menit	5			31.71	
20 Menit	5				39.30
Sig.		.060	.139	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Minggu ke-3

Duncan ^a						
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0 (Kontrol)	5	35.30				
30 Menit	5		36.40			
25 Menit	5			38.40		
10 Menit	5				39.81	
15 Menit	5				40.73	
20 Menit	5					44.20
Sig.		1.000	1.000	1.000	.060	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

d. Minggu ke-4

Duncan ^a						
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0 (Kontrol)	5	42.90				
10 Menit	5		51.30			
30 Menit	5			53.50		
15 Menit	5			54.10		
25 Menit	5				57.30	
20 Menit	5					61.92
Sig.		1.000	1.000	.261	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

e. Minggu ke-5

Duncan ^a						
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0 (Kontrol)	5	73.40				
30 Menit	5		75.00			
10 Menit	5		75.40			
25 Menit	5			77.00		
15 Menit	5				79.20	
20 Menit	5					86.00
Sig.		1.000	.475	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

f. Minggu ke-6

Duncan ^a							
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
0 (Kontrol)	5	42.90					
10 Menit	5		51.30				
15 Menit	5			54.10			
30 Menit	5				91.80		
25 Menit	5					94.70	
20 Menit	5						98.18
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

g. Minggu ke-7

Duncan ^a							
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
0 (Kontrol)	5	98.36					
30 Menit	5		100.12				
25 Menit	5			105.10			
10 Menit	5				106.90		
15 Menit	5					110.80	
20 Menit	5						118.50
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

7. Kadar Klorofil

a. Klorofil a

Duncan ^a				
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0 (Kontrol)	5	2,52		
30 Menit	5		3,88	
10 Menit	5		4,70	4,70
15 Menit	5		4,80	4,80
25 Menit	5		5,20	5,20
20 Menit	5			5,78
Sig.		1,000	0,054	0,111

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Klorofil b

Duncan ^a					
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0 (Kontrol)	5	2,50			
10 Menit	5		4,80		
15 Menit	5		5,54	5,54	
30 Menit	5			6,40	6,40
25 Menit	5			6,52	6,52
20 Menit	5				7,10
Sig.		1,000	0,289	0,187	0,343

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

8. Waktu Awal Berbunga

Duncan ^a						
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
20 Menit	5	20.40				
15 Menit	5		21.80			
25 Menit	5			22.80		
10 Menit	5			23.20		
30 Menit	5				26.00	
0 (Kontrol)	5					27.40
Sig.		1.000	1.000	.395	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

9. Waktu Berbuah

Duncan ^a						
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
20 Menit	5	74.40				
25 Menit	5		77.00			
15 Menit	5		78.00	78.00		
30 Menit	5			78.20	78.20	
10 Menit	5				79.20	
0 (Kontrol)	5					81.60
Sig.		1.000	.065	.702	.065	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

10. Berat Buah

Duncan ^a					
Lama Paparan (Menit)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0 (Kontrol)	5	2.18			
30 Menit	5		2.25		
10 Menit	5		2.29	2.29	
25 Menit	5		2.30	2.30	
15 Menit	5			2.33	
20 Menit	5				2.42
Sig.		1.000	.132	.189	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Pembenihan



2. Pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)



3. Penanaman dan perawatan tanaman



Day 7

Day 14



Day 28

Day 35



Day 74

Day 85

4. Uji parameter



Waktu dormansi



Tinggi tanaman



Kadar klorofil



Waktu awal berbunga



Waktu berbuah



Berat buah

5. Perkembangan tanaman dari masing-masing parameter

❖ Waktu dormansi



Hari ke-1



Hari ke-3



Hari ke-5

❖ Tinggi tanaman



0 menit



10 menit



15 menit



20 menit



25 menit



30 menit

❖ Kadar klorofil



Sampel daun kedelai



Penimbangan sampel



Penumbukan sampel



Hasil ekstrak daun kedelai



Pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer UV-VIS

❖ Waktu awal berbunga



❖ Waktu berbuah



❖ Berat buah





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN 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 : Linda Sari
NIM : 18640009
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine Max(L) Merrill*)
Pembimbing 1 : Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si
Pembimbing 2 : Dr. Erna Hastuti, M.Si

• **Konsultasi Fisika**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	21 Oktober 2021	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2.	25 Oktober 2021	Konsultasi Bab I, II, dan III dan ACC	
3.	25 Maret 2022	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
4.	09 Mei 2022	Konsultasi Bab IV	
5.	13 Mei 2022	Konsultasi Bab IV	
6.	02 Juni 2022	Konsultasi Bab IV dan V	
7.	07 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 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama	
4.	21 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	

Malang, 22 Juni 2022
Mengetahui,
Ketua Program Studi



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