

**PENGARUH INTENSITAS PAPARAN MEDAN MAGNET
EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) terhadap PERTUMBUHAN dan
PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max L. Merril*)**

SKRIPSI

Oleh:

AHMAD DIKI ROHMANDHONI
NIM. 18640012



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

HALAMAN PENGANTAR

PENGARUH INTENSITAS PAPARAN MEDAN MAGNET
EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) terhadap PERTUMBUHAN
dan PRODUKTIVITAS 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 :

Ahmad Diki Rohmandhoni
NIM. 18640012

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH INTENSITAS PAPARAN MEDAN MAGNET
EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) terhadap PERTUMBUHAN
dan PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max L. Merril*)**

SKRIPSI

Oleh :

Ahmad Diki Rohmandhoni

NIM. 18640012

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diseminarkan
Pada Tanggal, 20 Mei 2022

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi



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

HALAMAN PERSETUJUAN



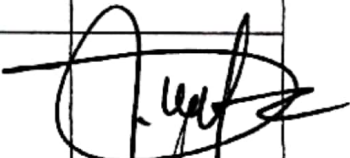
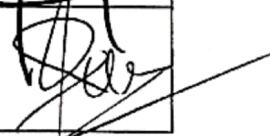
PENGARUH INTENSITAS PAPAN MEDAN MAGNET
EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) terhadap PERTUMBUHAN
dan PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max L. Merril*)

SKRIPSI

Oleh :

Ahmad Diki Rohmandhoni
NIM.18640012

Telah Dipertahankan Di depan Dewan Penguji
Skripsi, dan Disahkan Tanggal: 3 Juni 2022

Ketua Penguji	<u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP.19750808 199903 1 003	
Penguji I	<u>Drs. Cecep Rustana, Bsc (Hons), PhD</u> NIP. 19590729 198602 1 001	
Penguji II	<u>Dr. H. Mohammad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 003	
Penguji III	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,
Ketua Pogram Studi




Dr. Imam Fazi, M.Si
NIP. 19740720 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Diki Rohmandhoni
Nim : 18640012
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Intensitas Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Kedelai (*Glycine max L. Merril*)

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

Malang, 10 Juni 2022
Yang Membuat Pernyataan



Ahmad Diki Rohmandhoni
NIM. 18640012

MOTTO

مَنْ نَفَسَ عَنْ مُؤْمِنٍ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ الدُّنْيَا نَفَسَ اللَّهُ عَنْهُ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ يَوْمِ الْقِيَامَةِ وَمَنْ يَسَّرَ عَلَى مُعْسِرٍ يَسِّرَ اللَّهُ عَلَيْهِ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ وَمَنْ سَتَرَ مُسْلِمًا سَتَرَهُ اللَّهُ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ وَاللَّهُ فِي عَوْنِ الْعَبْدِ مَا كَانَ الْعَبْدُ فِي عَوْنِ أَخِيهِ وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ وَمَا اجْتَمَعَ قَوْمٌ فِي بَيْتٍ مِنْ بُيُوتِ اللَّهِ يَتْلُونَ كِتَابَ اللَّهِ وَيَتَدَارَسُونَهُ بَيْنَهُمْ إِلَّا نَزَلَتْ عَلَيْهِمُ السَّكِينَةُ وَغَشِيَتْهُمُ الرَّحْمَةُ وَحَفَّتُهُمُ الْمَلَائِكَةُ وَذَكَرَهُمُ اللَّهُ فِيمَنْ عِنْدَهُ وَمَنْ بَطَأَ بِهِ عَمَلُهُ لَمْ يُسْرِعْ بِهِ نَسَبُهُ

Barangsiapa membebaskan seorang mukmin dari suatu kesulitan dunia, maka Allah akan membebaskannya dari suatu kesulitan pada hari kiamat. Barangsiapa memberi kemudahan kepada orang yang berada dalam kesulitan, maka Allah akan memberikan kemudahan di dunia dan akhirat. Barangsiapa menutupi aib seorang muslim, maka Allah akan menutup aibnya di dunia dan akhirat. Allah akan selalu menolong hamba-Nya selama hamba tersebut menolong saudaranya sesama muslim. Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan jalan ke surga baginya. Tidaklah sekelompok orang berkumpul di suatu masjid (rumah Allah) untuk membaca al-Qur'an, melainkan mereka akan diliputi ketenangan, rahmat, dan dikelilingi para malaikat, serta Allah akan menyebut-nyebut mereka pada malaikat-malaikat yang berada di sisi-Nya.

Barangsiapa yang ketinggalan amalnya, maka nasabnya tidak juga meninggikannya” (HR. Muslim).

**“SEBAIK-BAIK MANUSIA ADALAH YANG BERMANFAAT BAGI
ORANG LAIN”**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Zaenal Abidin dan Ibu Nuryatin untuk kasih sayang, do'a dan motivasi yang tak henti-hentinya terucap. Sehingga saya dapat menjalani dan melewati segala rintangan dalam kehidupan
2. Adikku Ariska Dwi Septiawati, untuk motivasi serta doanya untukku
3. Para dosen dan pembimbing yang telah membantu dalam membuka cakrawala dunia melalui keluasan ilmu pengetahuan dunia dan akhirat
4. Teman-teman seperjuanganku di program studi S1 Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2018 yang selalu membantu hingga terselesaikan skripsi ini
5. Sahabat-sahabatku Musyrif dan Musyrifah yang selalu memberikan dukungan do'a dan motivasi untuk segera menyelesaikan kewajiban ini sebab masih banyak kewajiban dan target yang lain yang harus dicapai

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan anugerah-nya sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“PENGARUH INTENSITAS PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) terhadap PERTUMBUHAN dan PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max L. Merril*)”**. Sebagai salah satu syarat seminar proposal dan pembuatan skripsi di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Tak lupa sholawat dan salam kami haturkan kepada revolusi dunia Rasulullah SAW yang diutus untuk menyempurnakan akhlak dan lentera ilmu bagi seluruh umat manusia.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. Mohammad Tirono dan Ahmad Abtokhi, M.Pd selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Segenap dosen Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan ilmu, pengalaman, serta pengetahuan.
6. Bapak dan ibu tersayang yang selalu memberikan do'a terbaiknya, memberikan semangat, motivasi, yang membuat saya tetap gigih dan semangat dalam segala aktivitas saya.
7. Teman-teman mahasiswa jurusan Fisika 2018 yang selalu kebersamai dalam keadaan senang dan susah.
8. Serta semua pihak yang mendukung penyusunan proposal skripsi ini. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah khazanah pengetahuan.

Malang, 10 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
نبذة مختصرة	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF)	8
2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz.....	9
2.3 Tanaman Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	14
2.3.1 Morfologi Tanaman Kedelai.....	15
2.3.2 Manfaat dan Kegunaan Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	18
2.3.3 Biji Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>) dan kandungannya	19
2.4 Interaksi Medan Magnet dengan Biji	20
2.5 Perkecambahan Benih	24
2.5.1 Mekanisme Perkecambahan Biji.....	24
2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan Tanaman	26

2.6 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Tanaman sehingga Mendorong Produktivitas Tanaman Kedelai dan Verifikasi Keamanan bagi Kesehatan Manusia	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1 Jenis Penelitian.....	36
3.2 Waktu dan Tempat Percobaan.....	37
3.3 Alat dan Bahan	38
3.3.1 Alat.....	38
3.3.2 Bahan.....	39
3.4 Diagram Alir Metode Penelitian	39
3.5 Prosedur Penelitian.....	41
3.5.1 Pemilihan Sampel Biji Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>) serta Persiapan Media Perkecambahan	41
3.5.2 Perlakuan Medan Magnet	42
3.5.3 Pemindahan Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>) pada Pollybag dan Pemeliharaannya.....	43
3.6 Pengambilan Data	44
3.7 Analisis Data	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Data Hasil Penelitian.....	51
4.1.1 Data Pengaruh Medan Magnet (ELF) Terhadap Pertumbuhan dan produktivitas Kedelai	51
4.2 Pembahasan.....	76
4.3 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam.....	81
BAB V PENUTUP.....	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz	10
Gambar 2. 2 Geometri untuk menghitung kuat medan magnet di suatu titik pada kawat melingkar	11
Gambar 2. 3 Kumparan Penyusun untuk Kumparan Helholtz yang Terpisah oleh Jarak l	12
Gambar 2. 4 Tanaman Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	14
Gambar 2. 5 Benih Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	18
Gambar 2. 6 Komposisi Zat Gizi pada Kedelai	18
Gambar 2. 7 Saluran Tegangan Protein yang dipengaruhi oleh Getaran Ion Ekstraseluler.....	23
Gambar 4. 1 Grafik Waktu Kemunculan Kecambah.....	53
Gambar 4. 2 Grafik Tinggi Batang Tanaman	57
Gambar 4. 3 Grafik Kandungan Klorofil	63
Gambar 4. 4 Grafik Waktu Awal Berbuah.....	69
Gambar 4. 5 Grafik Jumlah Buah yang dihasilkan.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kombinasi perlakuan (intensitas medan magnet serta lama paparan medan magnet dengan masing-masing lama paparan 20 menit).....	37
Tabel 3. 2 Variasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (<i>Glycine max L. meril</i>).	45
Tabel 3. 3 Vaiasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap tinggi batang tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>).	46
Tabel 3.4 Variasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap kandungan klorofil tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>).....	46
Tabel 3. 5 Variasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap Waktu Awal Berbunga.	47
Tabel 3. 6 Variasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap berat segar pada tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	48
Tabel 4. 1 Data Waktu Kemunculan Kecambah Biji Kedelai (selama 5 hari).....	52
Tabel 4. 2 Analisis Uji Normalitas Pengaruh Paparan Medan Magnet (Extremely low Frequency) ELF terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	54
Tabel 4. 3 Analisis uji Anova pada pengaruh paparan medann magnet (Extremely Low Frequency) ELF terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	54
Tabel 4. 4 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Awal kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>).....	55
Tabel 4. 5 Data Tinggi Batang Tanaman (umuir 63 hari setelah tanam)	56
Tabel 4. 6 Analisis Uji Anova pengaruh paparan medan magnet (Extremely Low Frequency) ELF terhadap tinggi batang pada tanaman kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>)	59
Tabel 4. 7 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Tinggi Batang pada Tanaman Kedelai (<i>Glycine max L. Merril</i>).....	59
Tabel 4. 8 Nilai Absorbansi Daun Kedelai.....	61
Tabel 4. 9 Data Kandungan Klorofil a dan b pada Daun Kedelai.....	62

Tabel 4. 10 Analisis Uji Anova Pengaruh Paparan Medan Magnet (Extremely Low Frequency) ELF terhadap Kandungan Klorofil daun pada tanaman kedelai (Glycine max L. Merrill)	64
Tabel 4. 11 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Kandungan Klorofil a tanaman Kedelai (Glycine max L.Merril)	65
Tabel 4. 12 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Kandungan Klorofil b Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)	66
Tabel 4. 13 Data Awal Berbunga	68
Tabel 4. 14 Analisis Uji Anova Pengaruh Paparan Medan Magnet (Extremely Low Frequency) ELF terhadap Awal Waktu Berbunga pada Tanaman Kedelai8 (Glycine max L. Merrill)	69
Tabel 4. 15 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Awal Waktu Berbunga Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)	70
Tabel 4. 16 Data Jumlah Buah yang dihasilkan Tanaman	72
Tabel 4. 17 Analisis Uji Anova Pengaruh Paparan Medan Magnet (Extremely Low Frequency) ELF terhadap Banyak Buah yang Buah yang dihasilkan tiap Pohopn pada Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)	73
Tabel 4. 18 Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Jumlah Buah yang dihasilkan Tanaman Kedelai (Glycine max L.Merril)	74
Tabel 4. 19 Data Berat Bersih pada Buah	75

DAFTAR LAMPIRAN

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

ABSTRAK

Rohmandhoni, Ahmad diki 2022. **Pengaruh Intensitas Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Kedelai (*Glycine max L. Merril*).** Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Tekhnologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Dosen Pembimbing (1) Dr.H.Mokhammad Tirono,M.Si (2) Ahmad Abtokhi, M.Pd

Kata kunci : Pertumbuhan Kedelai, Medan Magnet, Produktivitas Kedelai

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu kemunculan kecambah, tinggi batang, kandungan klorofil daun, waktu awal berbunga, dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*). Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Variasi paparan medan magnet pada penelitian ini yaitu : 0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT, sedangkan durasi paparannya adalah 20 menit selama 5 kali pemaparan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu meningkatkan perkecambahan biji, meningkatkan tinggi batang, meningkatkan kadar klorofil daun, mempercepat munculnya bunga, dan memperbanyak buah yang dihasilkan. Akan tetapi pemberian paparan magnet yang terlalu tinggi justru akan memperlambat pertumbuhan. Sehingga perlu dilakukan analisa guna mendapatkan intensitas yang tepat. Setelah dilakukan analisis, dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet yang paling optimal adalah intensitas sebesar 0,1 mT.

ABSTRACT

Rohmandhoni, Ahmad diki 2022. **Influence of the Impact of *Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field Exposure on Growth and Productivity of Soybeans (*Glycine max L. Merrill*)***. Thesis Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang, Supervisor (1) Dr.H.Mokhammad Tirono, M.Si (2) Ahmad Abtokhi, M.Pd

Keywords: Soybean Growth, Magnetic Field, Soybean Productivity

The purpose of this study was to determine the effect of the intensity of the Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field on the emergence time of sprouts, stem height, leaf chlorophyll content, early flowering time, and the number of fruits produced by soybean plants (*Glycine max L. Merrill*). The method used in this research is experimental using a completely randomized design (RAL). Variations of exposure to magnetic fields in this study were: 0 mT, 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, and 0.5 mT, while the duration of exposure was 20 minutes for 5 exposures. The results showed that the Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field was able to increase seed germination, increase stem height, increase leaf chlorophyll content, accelerate flower emergence, and increase fruit yield. However, exposure to magnets that are too high will actually slow down growth. So it is necessary to analyze in order to get the right intensity. After the analysis, it can be concluded that the most optimal exposure to the magnetic field is the intensity of 0.1 mT.

نبذة مختصرة

روماندهوني ، أحمد ديكى 2022. تحليل تأثير التعرض للمجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) على نمو وإنتاجية فول الصويا (جلابسين ماكس إل ميريل). أطروحة قسم الفيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة الدولة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج مشرف (1) د.محمد تيرونو، ماجستير (2) أحمد أبطوخي، ماجستير

الكلمات المفتاحية: نمو فول الصويا ، المجال المغناطيسي ، إنتاجية فول الصويا

كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير شدة المجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) على وقت ظهور البراعم ، وارتفاع الساق ، ومحتوى كلوروفيل الأوراق ، ووقت الإزهار المبكر ، وعدد الثمار التي تنتجها نباتات فول الصويا. (جلابسين ماكس إل ميريل). الطريقة المستخدمة في هذا البحث هي الطريقة التجريبية باستخدام التصميم العشوائي بالكامل (CRD). كانت الاختلافات في التعرض للمجالات المغناطيسية في هذه الدراسة: 0 مليون طن ، 0.1 طن متري ، 0.2 طن متري ، 0.3 طن متري ، 0.4 مليون طن ، 0.5 مليون طن ، بينما كانت مدة التعرض 20 دقيقة لمدة 5 حالات تعريض. أظهرت النتائج أن المجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) كان قادرًا على زيادة إنبات البذور ، وزيادة ارتفاع الساق ، وزيادة محتوى الكلوروفيل في الأوراق ، وتسريع ظهور الأزهار ، وزيادة محصول الفاكهة. ومع ذلك ، فإن التعرض للمجالات المرتفعة جدًا سوف يؤدي في الواقع إلى إبطاء النمو. لذلك من الضروري التحليل من أجل الحصول على الكثافة المناسبة. بعد التحليل ، يمكن استنتاج أن التعرض الأمثل للمجال المغناطيسي هو شدة 0.1 طن متري.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produktivitas pada tumbuhan dapat diartikan sebagai laju produktivitas buah pada tanaman yang mampu menghasilkan hasil yang maksimal dalam produksinya. Beberapa tanaman dalam bidang pertanian yang belum mampu menghasilkan hasil yang maksimal adalah tanaman tebu, rosela, kapas, kedelai, jagung, padi, kacang panjang, tomat, semangka, ubi jalar dan tanaman lainnya (Prihatman, 2000).

Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) merupakan bahan pangan penghasil protein serta nabati yang sangat diperlukan oleh tubuh manusia. Di Indonesia sendiri kedelai adalah bahan makanan yang mudah dijangkau oleh masyarakat menengah kebawah sebab harga yang murah dibandingkan protein dari hewan. Di Indonesia sendiri kedelai pada umumnya dikonsumsi dalam bentuk berbagai olahan seperti tahu, tempe, kecap, tauco, susu kedelai dan lainnya serta beberapa bentuk makanan ringan (Adisarwanto, 2017).

Laju perkembangan penduduk pertumbuhan industri dari segala bidang baik pertanian maupun pangan salah satunya industri olahan berbahan baku kedelai yang sangat tinggi, oleh karena itu kedelai yang dibutuhkan di dalam negeri terus mengalami peningkatan, tetapi data statistik dari FAO dan BPS menjelaskan bahwa kebutuhan rata-rata pada tahun 2001 - 2005 sebesar 1,84 - 2,04 juta ton. Sehingga kekurangannya harus diimpor sebesar 1,12 - 1,36 juta ton. Dari deskripsi diatas disimpulkan bahwa di negeri ini masih terjadi defisit yang lumayan besar dalam memenuhi kebutuhan permintaan kedelai di dalam negeri (BPS, 2012).

Menurut Sarekat Petani Indonesia (SPI, 2008), turunnya produktivitas tanaman kedelai disebabkan adanya faktor yaitu kurangnya lahan yang digunakan untuk bertanam kedelai, banyaknya hama yang menyerang tanaman, juga kualitas biji kedelai yang menurun sehingga rentan terserang hama dan penyakit (Drajat, 2011).

Beberapa cara untuk memusnahkan penyakit ini salah satunya dengan pemakaian fungisida, pembasmian dengan metode ini dianggap kurang efektif sebab patogen akan selalu beradaptasi membentuk tipe baru yang lebih kuat, sehingga menyebabkan kematian pada organisme nontarget dan merusak lingkungan akibat residu yang dihasilkan. Pada umumnya manusia lebih suka yang praktis dan instan tanpa melihat akibatnya. Dalam surat Ar-Rum ayat 41 Allah berfirman:

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

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

Syaikh sulaiman menafsirkan bahwa berbagai kerusakan di alam ini akibat semua ulah manusia, supaya Allah membuat mereka merasakan balasan bagi perbuatan mereka dan bertaubat atas dosa-dosa mereka (Mokhtar, 2015).

Upaya untuk meminimalisir penggunaan pupuk kimia dalam memacu proses pertumbuhan tanaman kedelai adalah dilakukannya inovasi teknologi. Salah satu dari komponen teknologi yang dapat digunakan untuk meningkatkan dan memperbaiki kualitas varietas baru yaitu dengan memberi paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Oleh karena itu, pembuatan varietas unggul dengan bantuan paparan medan magnet ELF yang memiliki karakter produksinya yang tinggi dan toleran dari perubahan lingkungan biotik dan abiotik yang sangat diperlukan dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai (Bansode, 2018).

Beberapa penelitian telah menggunakan pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap organisme hidup. Medan magnet menginduksi potensi listrik yang memberikan tekanan seluler, sehingga menyebabkan perubahan struktur dan fungsi biokimia, fisik, dan fisiologis sel pada organisme hidup (Tirono, Hananto, and Aini, 2021).

Menurut (Adjis, 2015), gaya yang diinduksikan dari medan magnet mampu memberi pengaruh untuk pengontrol serta berubahnya kelajuan elektron yang ada pada tanaman, sehingga sangat membantu dalam metabolisme sel. Efek dari pemberian paparan medan magnet (ELF) pada tumbuhan ini juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya, penelitian oleh (Tirono, Hananto, and Aini, 2021), dimana perlakuan medan magnet dengan perubahan waktu perlakuan dan frekuensi 50 Hz selama perkecambahan biji wijen sangat efektif dalam percepatan munculnya kecambah, mempercepat pertumbuhan, meningkatkan kesehatan tanaman wijen dan membuat tanaman lebih kuat dari cekaman hama tanaman, dosis efektif diperoleh pada perlakuan 20 menit dan kerapatan medan magnet 0,3 mT selama 5 hari, lalu penelitian oleh (Emelia, Wulan, and Prihandono, 2010). Meneliti dengan memakai paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada tomat ranti dengan intensitas medan magnet 100 μT dan 300 μT dengan waktu paparan 45 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Hasil yang didapat yaitu ketika dosis paparan 300 μT selama 60 menit adalah dosis yang efektif guna mempercepat laju pertumbuhan tanaman tomat ranti.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan memiliki hasil yang berbeda-beda, berdasarkan masing-masing sampel yang diangkat oleh para peneliti sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya yang belum dilakukan adalah digunakannya kedelai sebagai objek penelitian. Sehingga yang diharapkan peneliti terkait munculnya

varietas unggul serta peningkatan produktivitas dari tanaman kedelai dengan diberikan variasi intensitas paparan medan magnet serta waktu perlakuan masing-masing 20 menit. Medan magnet yang dipakai pada penelitian ini adalah medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz. Dalam hal ini medan magnet yang diperoleh merupakan medan magnet yang memiliki frekuensi yang sangat rendah atau kita sering menyebutnya *Extremely Low Frequency* (ELF). Frekuensi ELF sendiri biasanya berkisar antara 0 Hz sampai 300 Hz. Medan magnet ELF sendiri merupakan radiasi non-pengion. Selain itu energi yang ditimbulkan dari medan magnet ELF sangatlah kecil, sehingga efek yang ditimbulkan adalah efek non-thermal yang tidak menyebabkan perubahan suhu saat berinteraksi atau berinduksi terhadap sistem (Anies, 2007).

Penciptaan tanaman di muka bumi terkait pertumbuhan serta perkembangannya biji tumbuhan yang telah jauh dibahas di dalam Al-Qur'an lalu juga telah dibuktikan oleh para peneliti dan ilmuan-ilmuan. Pada Q.S Al-An'am [6]: 95 Allah berfirman:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمُ اللَّهُ فَاتَى تُؤَفِّكُونَ

“Sesungguhnya Allah yang menumbuhkan butir (padi-padian) dan biji (kurma). Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Itulah (kekuasaan) Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?” (Q.S. Al-An'am[6]: 95)

Menurut tafsir Al-Misbah oleh Habib Muhammad Quraish Shihab. Ayat di atas membahas tentang keistimewaan proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dari bakal bijinya. Biji yang terdapat pada tumbuhan dengan tempat yang sempit yang didalamnya terdapat zat-zat yang tidak terakumulasi atau tercampur. Ketika embrio tanaman atau biji tersebut. Ketika biji tersebut sudah menjadi tunas, biji tersebut akan mulai mencari makanannya sendiri lewat zat-zat kandungan yang ada didalam tanah dan pada tumbuhan tersebut, seperti adanya pembentukan klorofil lewat kandungan karbohidrat, zat garam yang larut dalam air lalu diserap oleh akar

tanaman yang mulai tumbuh dengan bantuan dari cahaya matahari merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Apabila telah mencapai siklus akhir, maka tumbuhan tersebut akan berbunga dan berbuah sehingga akan menghasilkan biji baru, serta siklus ini akan selalu berputar sebagaimana awalnya, dan begitu seterusnya.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?”(Q.S. Asy-syu’ara [62]: 7)

Terdapat pula tanaman yang bermanfaat yang secara spesifik disebutkan dalam Al-Qur’an, seperti buah tin, kurma, anggur, zaitun dan lainnya. Namun, tidak berarti tumbuhan yang tidak disebutkan secara spesifik berarti bukan tumbuhan tersebut tidak mempunyai manfaat, sebagaimana ayat diatas bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tanaman-tanaman yang baik. Salah satunya adalah kedelai (*Glycine max L. Merrill*) yang dipakai oleh peneliti sebagai objek penelitian (Amanda, 2019).

Agar produktivitas tanaman kedelai di Indonesia mampu meningkat maka perlu adanya inovasi dalam bidang pengembangan teknologi dan teknik budidayanya, sehingga peneliti memilih penelitian yang memfokuskan tentang perkembangan produktivitas pada tanaman kedelai dengan induksi atau intensitas paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Pada penelitian ini, diharapkan medan magnet ELF ini mampu menjadi pelopor dalam memacu produktivitas tanaman kedelai dengan menghasilkan varietas unggul yang mampu merangsang pertumbuhan dan meningkatkan produktivitas tanaman serta mampu mempertahankan diri dari hama dan penyakit pada tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*)?
2. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi batang tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*)?
3. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kandungan klorofil pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*)?
4. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*)?
5. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*).
2. Mengetahui pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tinggi batang tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*).
3. Mengetahui pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kandungan klorofil daun tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*).

4. Mengetahui pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*).
5. Mengetahui pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh pengetahuan tentang pengaruh medan magnet terhadap perkecambahan dan produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*).
2. Mempermudah petani kedelai dalam menghasilkan produksi kedelai yang maksimal dengan teknik inovasi teknologi berupa paparan medan magnet (ELF) terhadap tanaman kedelai.
3. Dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam ilmu biofisika.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian adalah:

1. Biji kedelai (*Glycine max L. Merril*) yang digunakan adalah biji kedelai varietas Grobogan.
2. Data yang diambil adalah pengaruh dari medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap; waktu mulai dari perkecambahan, panjang batang tanaman, kadar klorofil daun, awal waktu berbunga, dan jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*).
3. Medan magnet yang digunakan adalah medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF)

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) adalah suatu gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi yang rendah yakni antara 0 Hz sampai 300 Hz. Medan magnet tersebut termasuk *non ionizing* dan energi yang dihasilkan pun sangatlah kecil. Sehingga medan magnet ELF adalah medan magnet yang tidak mampu merubah suhu atau tidak menghasilkan panas yang dapat mengganggu (Sudarti dan Harijanto, 2017). Dalil tentang magnet telah dijelaskan dalam QS.Yasin: 36 yang berbunyi:

سُبْحٰنَ الَّذِيْ خَلَقَ الْاَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْبِثُ الْاَرْضُ وَمِنْ اَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُوْنَ

“Maha suci (Allah) yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka sendiri, maupun dari apa yang tidak mereka ketahui.”(QS. Yasin: 36)

Seiring berkembangnya zaman serta keilmuan maka manfaat dari medan magnet dengan frekuensi yang rendah telah diteliti oleh beberapa ilmuwan, bahwa medan magnet yang memiliki frekuensi rendah mampu mempengaruhi perkembangan, ketahanan, dormansi biji, dan pertumbuhan tanaman. Seorang peneliti telah melakukan penelitian dengan memberikan medan magnet yang berfrekuensi rendah (ELF) pada tomat oleh (Jedlicka, 2019), dimana pada penelitian terbukti bahwa medan magnet berfrekuensi rendah (ELF) mampu memberikan pengaruh yang sangat positif pada pertumbuhan dan perkembangan biji tomat.

Medan magnet dan medan listrik yang mampu dihasilkan oleh aliran arus listrik dapat dihitung secara terpisah, sebab adanya medan magnet dan medan listrik tidak

selalu tergantung satu sama lain, medan magnet berfrekuensi rendah *Extremely Low Frequency* (ELF) mempunyai beberapa karakter tersendiri yaitu (Ervina, 2015):

1. Frekuensi yang berkisar antara 0-300 Hz
2. Memiliki sifat radiasi *non ionisasi* dan juga *non thermal*
3. Memiliki medan magnet serta medan listrik yang tidak bergantung satu sama lain sehingga nilai dapat dihitung secara terpisah
4. Medan magnet yang mampu menembus material seperti sebuah dinding pada bangunan
5. Medan magnet mampu didapat dengan mudah

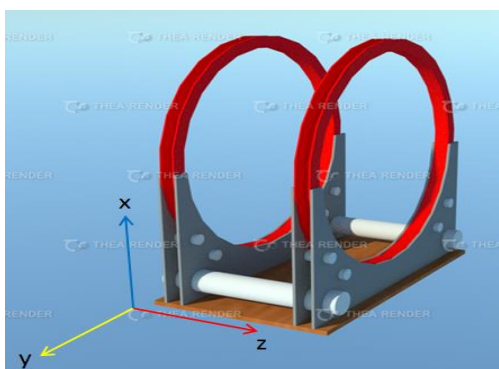
Medan magnet (ELF) dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Sumber dari magnet alami dapat pula diperoleh dari magnet bumi, sedangkan magnet buatan dapat dihasilkan dari aliran arus listrik yang sengaja dibuat oleh manusia, seperti halnya alat-alat elektronik yang sering kita temui di sekitar kita, seluruh alat elektronik yang berada di sekitar kita itu mampu memperoleh medan magnet yang sebanding dengan besarnya arus yang dialirkan (Nugroho, 2014), medan magnet (ELF) juga mampu dihasilkan dari sepasang kumparan yang terpisah dengan jarak tertentu yang kita sebut dengan kumparan Helmholtz.

2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz

Kumparan Helmholtz adalah alat yang telah dirangkai guna menghasilkan suatu medan magnet. Kumparan Helmholtz terdiri atas dua kawat yang melingkar dengan memiliki jari-jari serta diameter yang sama, jumlah lilitan yang sama, dipasang secara paralel dengan jarak yang sesuai dengan jari-jarinya. Lalu dialiri arus yang mampu mengalir secara searah lalu dapat menghasilkan medan magnet yang sama dan secara seragam (Wibowo, 2019).

Model kumparan Helmholtz mempunyai bentuk dari susunan kumparan simetris yang mempunyai jari-jari kumparan bernilai R serta jarak pada kumparan yang dinotasikan dengan α (nilai $\alpha = R$) serta dihubungkan secara seri dan disertai arus listrik yang mampu menghasilkan kerapatan fluks magnetik yang bersifat homogen dalam penampang pipa aliran guna memperoleh nilai fluks dengan akurasi yang tinggi. Kuat dari medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz berbanding lurus dengan arus yang mengalir juga jumlah lilitan, serta berbanding terbalik dengan jarak antara dua kumparan tersebut (Kamil, 2018).

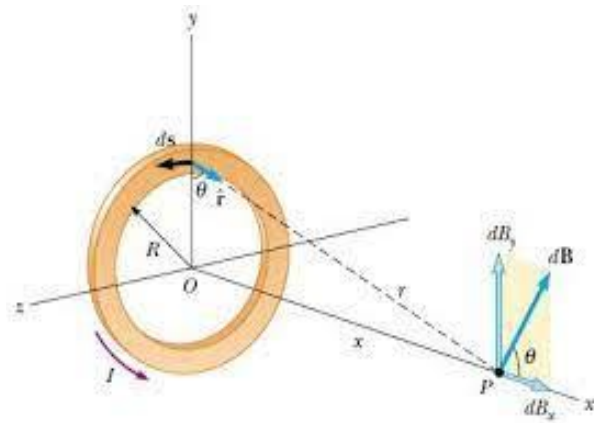
Besar dari medan magnet yang mampu dihasilkan oleh kumparan Helmholtz tergantung juga pada jumlah lilitan pada kumparan (N), besar arus yang mengalir (I), jari-jari kumparan (R), serta tergantung pada posisi kumparan Helmholtz sendiri. Medan magnet yang dihasilkan maka akan timbul pada setiap titik sumbu X yang kemudian mampu dijelaskan dengan melakukan kombinasi dari penyelesaian Biot-savart pada medan magnet di sepanjang lilitan kawat. (Hawa, 2011).



Gambar 2. 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz

Lingkar warna merah adalah kumparan yang dibalut dengan lilitan kawat yang sama jumlahnya pada masing-masing kumparan. Jika kumparan tersebut dialiri arus listrik sehingga menimbulkan medan magnet yang sejajar dengan sumbu X . Besar dari medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan tersebut dapat dihitung dengan memakai persamaan hukum biot-savart (Prastio, 2015).

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



Gambar 2. 2 Geometri untuk menghitung kuat medan magnet di suatu titik pada kawat melingkar (Tipler, 2001)

Pada keadaan tersebut setiap elemen dB yang tegak lurus dengan arah vektor r sehingga untuk setiap elemen $|d\ell \times \hat{r}| = (d\ell)(1) \sin \theta$. Semua elemen dari $d\ell$ memiliki arah yang sama dengan titik P yang disimpulkan dengan persamaan (Tipler, 2001):

$$r^2 = x^2 + R^2$$

Besar dari medan magnet dB yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada lilitan kawat $d\ell$ dapat dihitung dengan persamaan (Tipler, 2001):

$$dB = \frac{\mu_0 I |d\ell \times \hat{r}|}{4\pi r^3} = \frac{\mu_0 I d\ell}{4\pi (x^2 + R^2)^{3/2}}$$

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

$$dB_x = dB \sin \theta = dB \left(\frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\ell}{x^2 + R^2} \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

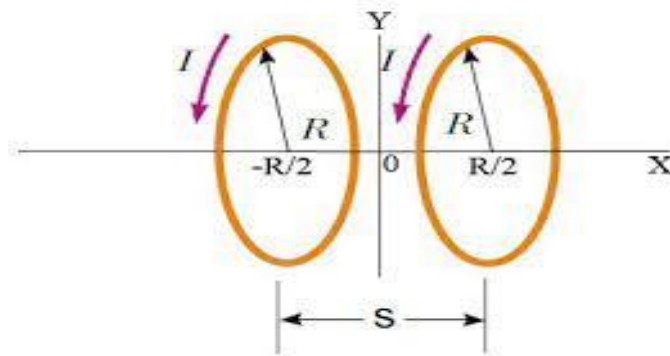
Medan magnet pada seluruh kawat berarus dapat diperoleh dengan mengintegrasikan semua elemen dB_x (Tipler, 2001):

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

Karena integral $d\ell$ pada semua kawat berarus sama dengan $2\pi R$ maka persamaan di atas menjadi (Tipler, 2001):

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

Kumparan Helmholtz terdiri atas dua kumparan dengan bentuk dan ukuran yang sama yang tersusun secara paralel sebagaimana. Pada gambar jika titik P diambil menjadi acuan di tengah kumparan, maka medan magnet pada titik P adalah hasil penjumlahan dari tiap-tiap kumparan (Prastio, 2015).



Gambar 2. 3 Kumparan Penyusun untuk Kumparan Helholtz yang Terpisah oleh Jarak ℓ (Prastio, 2015)

Berdasarkan Gambar 2.3 medan magnet pada sumbu X dapat ditentukan dengan memakai rumus(Prastio, 2015):

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

Supaya medan magnet yang diperoleh dapat seragam di antara dua kumparan, sehingga turunan dari B terhadap x di sekitar titik nol harus juga nol. Sehingga turunan pertama dihasilkan (Prastio, 2015):

$$\begin{aligned}\frac{dB}{dx} \Big|_{x=0} &= 0 \\ \frac{dB}{dx} \Big|_{x=0} &= -\frac{3\mu_0 IR^2}{2} \left[\left(\left(x + \frac{\ell}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{\frac{3}{2}} 2 \left(x + \frac{\ell}{2} \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(\left(x - \frac{\ell}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{\frac{3}{2}} 2 \left(x + \frac{\ell}{2} \right) \right]\end{aligned}$$

Karena $x = 0$ sehingga turunan pertama diperoleh bernilai nol. Supaya mampu mencapai medan magnet yang seragam pada kedua kumparan maka turunan kedua juga harus bernilai akhir sama dengan nol, sehingga diperoleh persamaan (Prastio, 2015):

$$\begin{aligned}\frac{d^2B}{dx^2} \Big|_{x=0} &= -\frac{3}{2} \mu_0 IR^2 \left[2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} \ell^2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{7}{2}} \right] \\ 0 &= -\frac{3}{2} \mu_0 IR^2 \left[2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} \ell^2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{7}{2}} \right] \\ 2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{5}{2}} &= \frac{5}{2} \ell^2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-\frac{7}{2}} \\ \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-5} &= \left(\frac{5}{2} \ell^2 \right)^2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^{-7} \\ \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2 \right)^2 &= \left(\frac{5}{2} \ell^2 \right)^2 \\ \frac{\ell^2}{4} + R^2 &= \frac{5}{2} \ell^2 \\ R^2 &= \frac{5}{2} \ell^2 - \frac{\ell^2}{4} \\ R^2 &= \ell^2 \\ R &= \ell\end{aligned}$$

Hasil yang didapatkan bahwa medan magnet yang diperoleh dari kumparan Helmholtz akan seragam antara kumparan satu dengan yang lainnya apabila jarak antara keduanya sebanding dengan jari-jari kumparan.

2.3 Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) adalah tanaman semusim yang juga termasuk tanaman basah (Djoyowasito, 2019), menurut (Rohmah and Saputro, 2016) klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Sub Kelas	: <i>Archichlamydeae</i>
Ordo	: <i>Rosale</i>
Sub Ordo	: <i>Leguminosae</i>
Family	: <i>Leguminosae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Sub Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max L. Merrill</i>

Tanaman kedelai adalah tanaman yang penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan dalam hal perbaikan gizi masyarakat sebab kedelai adalah sumber protein nabati yang mampu dijangkau oleh kalangan menengah kebawah, bila dibandingkan sumber protein yang berasal dari hewan seperti halnya daging, susu, telur maupun ikan. Kadar protein pada biji kedelai kurang lebih 35%, karbohidrat 35%, serta lemak 15%. Disamping itu kedelai juga sebagai sumber kalsium, fosfor, besi, vitamin A dan B (Agroekoteknologi, 2015).



Gambar 2. 4 Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) (BPTP, 2018)

Tanaman kedelai adalah tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak yang merupakan tanaman semusim, kedelai termasuk famili *Leguminosae*, yang berasal dari daratan Cina tepatnya di daerah Manshukuo (Cina Utara). Kedelai merupakan tanaman asli Cina tersebar ke berbagai negara seperti Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia, dan Amerika. Kedelai sudah dikenal di Indonesia sejak zaman kerajaan Demak karena dimasa itu pedagang China telah tinggal di Demak dan mereka mengajak petani lokal guna membudidayakan tanaman kedelai di sawah atau ladang mereka (Rohmah and Saputro, 2016).

2.3.1 Morfologi Tanaman Kedelai

1. Akar

Kedelai memiliki akar tunggang pada tanah yang gembur kedelai mampu menembus kedalaman tanah sampai 150 cm. Akarnya terdapat bintil-bintil akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium* yang mampu mengikat nitrogen dari udara yang kemudian digunakan untuk pertumbuhan kedelai (Agroteknologi, 2015).

Tanah yang mengandung bakteri *Rhizobium*, selanjutnya bintil-bintil akar mulai terbentuk sekitar 15 - 20 hari setelah melakukan penanaman. Tanah yang belum ditanami kedelai maka bakteri *Rhizobium* tidak ditemui di dalam tanah, maka terbentuk bintil-bintil akar. Guna mendapatkan bakteri *Rhizobium* diinokulasi dengan cara mengambil tanah yang terdapat di lahan pertanian kacang-kacangan kemudian tanah itu ditaburkan ke lahan yang digunakan untuk tempat tanam kedelai (Agroekoteknologi, 2015).

2. Batang

Kedelai memiliki batang semak, dengan tinggi batang antara 30 - 100 cm. Setiap batangnya dapat bentuk 3 – 6 cabang sedangkan jarak antara tanaman dalam barisan

yang rapat, cabang menjadi berkurang ataupun tidak bercabang sama sekali. Batang mampu dibedakan menjadi 2 yaitu batang dibawah keping biji yang belum lepas atau *hypocotyl*, sedangkan untuk bagian di atas keping biji disebut *epycotyl*. Batang kedelai memiliki warna berwarna ungu dan hijau. Tipe pertumbuhan dapat dibedakan menjadi 3 macam tipe yaitu tipe ujung batang melilit (*indeterminate*), tipe batang tegak (*determinate*), dan tipe semi determinit (Agroekoteknologi, 2015).

3. Daun

Daun kedelai adalah daun majemuk yang terdiri atas tiga helai anak daun dan pada umumnya berwarna hijau kekuning-kuningan. Dengan bentuk daun ada yang oval dan ada yang segitiga. Warna serta bentuk daun kedelai tergantung pada varietas masing-masing. Saat tanaman kedelai itu sudah menua, maka daun kedelai akan menguning, dan mulai rontok (Djoyowasito, 2019).

Daun yang berwarna hijau pada tanaman 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 نُخْرَجُ 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

“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 (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” Q.S Al An'am (6:99).

(Shihab, 2014), menafsirkan bahwa kata khodiron merupakan bagian dari pohon yang berwarna hijau, terutama pada daun. Dan daun tersebut diibaratkan sebuah pabrik tempat pengolah makanan yang kemudian didistribusikan ke bagian-bagian pohon yang lain termasuk biji dan buah.

4. Bunga

Tanaman kedelai mempunyai yang bunga sempurna, yaitu dalam satu bunga terdapat alat kelamin jantan (benang sari) serta alat kelamin betina (putik sari). Warna bunga putih bersih atau ungu muda. Bunga tumbuh pada ketiak daun dan biasanya terdapat 3 - 15 kuntum bunga, namun sebagian besar bunga rontok dan hanya beberapa yang membentuk polong (Rohmah and Saputro, 2016).

5. Polong dan biji

Polong kedelai varietas grobogan pertama kali terbentuk sekitar 7 - 10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk dalam tiap tanaman beragam, yaitu mencapai 20 buah yang dihasilkan tiap pohonnya pada varietas grobogan. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji (Irwan, 2006).

Biji kedelai dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu kulit biji dan embrio, warna kulit pada biji bervariasi ada yang kuning, hijau, coklat, dan ada pula yang hitam. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembuahan, biji kedelai dapat langsung ditanam (Rohmah and Saputro, 2016).



Gambar 2. 5 Benih Kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

Berikut gambar 2.6 komposisi kimia biji kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

Zat gizi	Kedelai	Tempe
Abu (g)	6,1	3,6
Protein (g)	46,2	46,5
Lemak (g)	19,1	19,7
Karbohidrat (g)	28,2	30,2
Serat (g)	3,7	7,2
Kalsium (mg)	254	347
Fosfor (mg)	781	724
Besi (mg)	11	9
Vitamin B1 (mg)	0,48	0,28
Riboflavin (mg)	0,15	0,65
Niasin (mg)	0,67	2,52
Asam pantotenat (mg)	430	520
Piridoksin (mg)	180	100
Vitamin B12 (mg)	0,2	3,9
Biotin (mg)	35	53
Asam amino esensial (g)	17,7	18,9

Gambar 2. 6 Komposisi Zat Gizi pada Kedelai (Sumber. Archer daniel midland Company 1999)

6. Bulu

Seluruh varietas pada kedelai memiliki bulu pada batang, cabang, daun, serta pada polong-polongnya. Lebat atau tidaknya serta kasar atau halusya bulu pada batang tanaman kedelai tergantung pada varietas masing-masing begitu pula warna bulu yang berbeda-beda, ada yang punya warna coklat dan ada pula yang berwarna putih kehijauan (Djoyowasito, 2019).

2.3.2 Manfaat dan Kegunaan Kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

Kedelai merupakan tanaman yang kaya akan protein nabati, karbohidrat, serta lemak. Biji kedelai juga mengandung fosfor, besi, kalsium, Vitamin B dengan

komposisi asam amino lengkap, sehingga berpotensi untuk pertumbuhan tubuh manusia (Gly, 2009).

Kedelai merupakan bahan makanan yang punya gizi yang sangat tinggi. Di antara jenis kacang-kacangan dan polong-polongan, kedelai adalah sumber protein, lemak serta vitamin, mineral serta serat yang baik. Sehingga kedelai memiliki ribuan manfaat salah satunya untuk penyembuhan pendarahan kapiler sub-kutan, menurut penelitian yang dilakukan oleh (Gly, 2009), bahwa didalam kedelai terdapat flavonoid, dimana senyawa ini kemudian diekstrak beserta *Capsium anunuuum* dan *Citrus limon* mampu menyembuhkan pendarahan kapiler sub-kutan. Fungsi senyawa flavonoid dalam kedelai ini dipandang sebagai fungsi “alat komunikasi” (*molecular messenger*) dalam proses interaksi antar sel yang dapat berpengaruh terhadap metabolisme sel atau makhluk hidup yang bersangkutan.

Selain itu, menurut (Linonia, 2014), kandungan senyawa isoflavon pada tanaman kedelai juga mampu digunakan untuk obat inflamasi.

2.3.3 Biji Kedelai (*Glycine max L. Merril*) dan kandungannya

Dalam biji kedelai terkandung lemak dimana lemak ini mengandung beberapa senyawa *fosfolipida* penting diantaranya *lesitin*, *sepalin*, dan *lipositol*. Kedelai juga diyakini orang-orang untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit seperti diabetes, ginjal, anemia, reumatik, diare, hepatitis dan hipertensi karena dalam kedelai terkandung zat flavonoid, yang mana senyawa ini banyak dijumpai pada buah-buahan, sayur-sayuran, dan kacang-kacangan atau biji-bijian, tetapi setelah beberapa tanaman yang telah dianalisis ternyata kedelai menempati urutan pertama, yang mengandung senyawa isoflavon dan derivatnya. Isoflavon dan derivatnya adalah senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan, antitumor, dan anti osteroklerosis (Dixon R A, 1999).

2.4 Interaksi Medan Magnet dengan Biji

Menurut (Grubner, 2013), medan magnet yang dipaparkan pada suatu biji atau benih pada suatu tanaman akan mampu memberikan pengaruh terhadap gerakan dari ion kalsium (Ca^{2+}) yang mengelilingi membran sel, sedang medan magnet yang menginduksi akan berpengaruh terhadap laju pergerakan ion kalsium (Ca^{2+}) tersebut melalui fluks magnetik. Bagian yang terpapar oleh medan magnet pergerakan ion (Ca^{2+}) nya akan berpengaruh sehingga terbuka jalan saluran. Percepatan laju ion yang terjadi mengakibatkan peningkatan transportasi pada membran sel sehingga metabolisme serta pertumbuhan sel pada benih atau biji pada tanaman bisa menjadi lebih cepat. Saat ion-ion tersebut mulai bergerak, maka yang terjadi di dalamnya adalah gerakan memutar serta berulang sehingga dapat dirumuskan:

$$F = \frac{qB}{2m}$$

Pada persamaan diatas F sebagai simbol putaran setengah lingkaran pada setiap detiknya, (q) merupakan besaran muatan ion, (B) merupakan kuat medan magnet, dan (m) merupakan massa partikel, interaksi dari medan magnet dengan membran mampu mengakibatkan perubahan sinyal dalam tiap proses, bahkan mampu mengaktifkan protein dan molekul pada permukaan membran sitoplasma (Grubner, 2013).

Zat besi (Fe) juga terdapat dalam beberapa tanaman Fe adalah salah satu bahan feromagnetik yang mempunyai resultan medan atomis yang besar, hal ini karena zat besi yang mempunyai spin elektron yang kebanyakan tidak berpasangan di dalamnya, tiap-tiap spin yang tidak berpasangan akan mampu mengakibatkan medan magnet yang dihasilkan dari suatu atom besar, medan magnet ini yang nanti akan

memberi pengaruh pada kelajuan elektron-elektron pada tumbuhan serta perkecambahan pada tanaman (Grubner, 2013).

Pada paparan medan magnet di bahan memberikan pengaruh terhadap ion-ion yang ada didalamnya yang mampu menyebabkan terjadinya potensial membran. Hal ini bisa terjadi karena ion K^+ yang menembus keluar serta ion Na^+ yang berdifusi ke dalam membran. Paparan medan magnet mengakibatkan perubahan konsentrasi ion lalu kemudian mempengaruhi pada pergerakan ion tersebut. Paparan medan magnet sehingga mempercepat medan magnet yang mempercepat laju ion dari fluks magnetik. Bagian yang terpapar medan magnet akan mendapat energi lebih guna mengikat pada saluran protein sehingga mampu membantu proses terbukanya gerbang saluran. Gerakan ion-ion K^+ dan Na^+ dari sitosol intraseluler bisa dicapai melalui saluran permeabel sehingga mampu meningkatkan konsentrasi dari ion ekstraseluler (Grubner, 2013).

Paparan medan magnet yang dibangkitkan oleh sumber terhadap suatu medium yang diberikan oleh besaran medan magnet (H). Besaran B dalam hal ini adalah besaran induksi magnet pada medium, dalam ruang timbul induksi magnet B dengan besar sebagai berikut:

$$B = \alpha_0 H$$

Dimana α adalah permeabilitas bahan (sutrisno dan Gie, 1979).

Gelombang elektromagnetik merambat dengan membawa energi, ketika gelombang ini merambat maka gelombang ini dapat memindahkan energinya ke benda-benda yang berada dalam lintasannya dalam hal ini adalah ion (Ca^{2+}). Laju energi yang dipindahkan S (laju energi per meter persegi melalui gelombang elektromagnetik ($J/(s.m^2)$) dan didefinisikan oleh persamaan vektor:

$$S = E \times H$$

Jika $B = \alpha_0 H$ maka harga $H = B/\alpha_0$ maka didapatkan persamaan:

$$S = 1/\alpha_0 E \times H$$

Vektor S memiliki besar dan arah. Vektor (S) tegak lurus pada bidang (E) (amplitudo kuat medan magnet) dan B (rapat fluks magnet) arah vektor S juga menyatakan arah rambat gelombang elektromagnet. Dari persamaan $S = 1/\alpha_0 E \times H$ besar S sebagai hasil perkalian silang vektor E dan B adalah:

$$S = 1/\alpha_0 EB \sin \theta$$

$$S = EB/\alpha_0 \text{ Karena } \sin \theta = 1$$

Karena $B = E/c$ maka dapat ditulis:

$$S = \frac{E \left(\frac{E}{c}\right)}{\alpha_0} \text{ maka } S = \frac{E^2}{\alpha_0 c} = \frac{B^2 c}{\alpha_0}$$

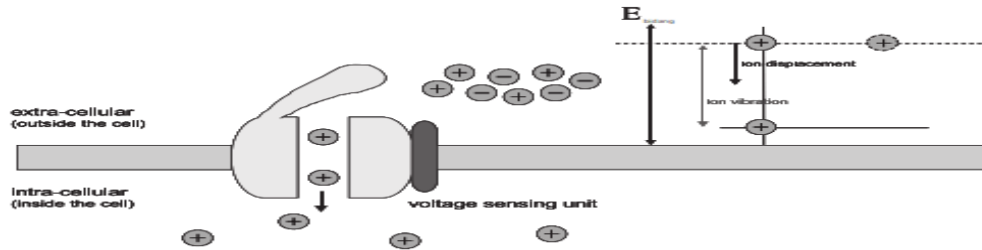
nilai sesaat kuat medan magnet yang merupakan fungsi sinusoida. Bahwa $S = \frac{B^2 c}{\alpha_0}$

untuk $B = \frac{d\phi_m}{dt}$ atau $\oint B dt = \oint d\phi_m$ dari persamaan ini didapatkan hubungan

bahwa semakin besar fluks magnetik semakin besar pula energi yang didapatkan oleh suatu sampel yang terpapar medan magnet dalam hal ini yang bersifat paramagnetis dalam bahan adalah ion (Ca^{2+}), jadi dengan energi yang sesuai atau dosis yang tepat maka kebutuhan energi pada ion Ca^{2+} untuk bergerak bisa terpenuhi (Sutrisno dan Gie, 1979).

Medan elektromagnetik RF dan medan magnet ELF mempengaruhi kalsium Ca^{2+} sebagai zat pemberi sinyal pada sel hidup, gangguan keseimbangan pada kalsium Ca^{2+} dalam sel dapat mengganggu banyak fungsi sel, oleh karena itu membran sel merupakan tempat interaksi awal bagi medan magnet, membran sel terdapat saluran protein ion Ca^{2+} , dimana pembukaannya dapat diatur oleh tegangan transmembran, secara mekanis getaran paksa dari semua ion bebas pada permukaan

membran sel adalah karena pengaruh medan magnet yang berosilasi, sehingga getaran tersebut mampu membuka saluran gerbang tegangan, medan magnet yang berosilasi memberikan gaya yang berosilasi pada ion-ion bebas di luar sel seperti diilustrasikan pada gambar 2.7 (malka, 2009).



Gambar 2. 7 Saluran Tegangan Protein yang dipengaruhi oleh Getaran Ion Ekstraseluler

Terdapat 3 gaya yang mampu mempengaruhi pergerakan tiap ion yaitu gaya bolak-balik karena medan magnet, gaya redaman karena ion bergerak dalam medium kental, dan gaya restorasi karena distorsi kecil dari keseimbangan ion gaya ini sebanding dengan perpindahan ion. Efek gerbang dari gerakan ion yang digerakkan oleh medan magnet akan lebih besar daripada efek gerakan acak (malka,2009).

Resonansi siklotron dari ion tertentu yang bergerak dalam medan magnet dapat ditulis (malka,2009):

$$\omega = \left(\frac{q}{m}\right) B$$

Dimana ω adalah frekuensi lingkaran dari gerak melingkar disekitar arah medan magnet statis dibawah resonansi siklotron, ketika medan magnet statis dan bolak-balik diterapkan pada biosistem, efek biologis dapat diamati pada persamaan:

$$\omega = \frac{1}{n} \left(\frac{q}{m}\right) B$$

Dimana m adalah massa, q adalah muatan, sedang B adalah kombinasi dari medan magnet statis dan bolak-balik (malka, 2009).

2.5 Perkecambahan Benih

Perkecambahan adalah proses dimana pertumbuhan embrio pada benih yang kemudian akan menjadi tanaman muda. Tanaman dapat dikatakan berkecambah apabila telah tumbuh plumula serta radikula. Dapat juga dikatakan bahwa perkecambahan adalah proses metabolisme embrio dalam benih/biji sampai tumbuh jadi kecambah kemudian tumbuh secara normal dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan ketentuan ISTA (Radjit and Purwaningrahayu, 2013).

Terdapat berbagai macam pendefinisian perkecambahan oleh para ilmuwan, diantaranya menurut (Suprpto, 2011), perkecambahan adalah awal dari tumbuhnya biji atau memperbanyak secara vegetatif. menurut (Irwanto, Noor, and Rofik, 2020) perkecambahan sendiri merupakan aktivitas embrionik axis. Perkecambahan adalah aktivitas pertumbuhan dimana embrio yang berada dalam benih mampu berkembang menjadi tanaman muda (Dan, 2015).

Perkecambahan dari tiap-tiap biji tidak selalu bersamaan, karena pertumbuhan serta perkecambahan tanaman tentu sangat dipengaruhi oleh banyak faktor pendukung yaitu faktor dormansi, faktor internal, dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang bersumber dari dalam tanaman itu sendiri, sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang bersumber dari lingkungan sekitar tanaman tersebut lalu mempengaruhi kecepatan serta karakteristik perkecambahan (Radjit and Purwaningrahayu, 2013).

2.5.1 Mekanisme Perkecambahan Biji

Menurut (Irwanto, Noor, and Rofik, 2020), perkecambahan benih tanaman melalui beberapa tahapan diantaranya adalah:

1. Tahap penyerapan air atau lebih dikenal dengan imbibisi, ini adalah proses perkecambahan yang paling awal, proses ini kemudian akan diikuti dengan melunaknya kulit biji maka terjadi perkembangan.
2. Hidrasi jaringan adalah penambahan air pada mineral sehingga terbentuk mineral baru pada suatu jaringan.
3. Absorpsi O_2 adalah proses penyerapan oksigen sebagai salah satu respirasi jaringan.
4. Tahapan pengaktifan enzim dan pencernaan, adalah tahap dimana molekul dan senyawa-senyawa yang kompleks kemudian terpecah menjadi senyawa dan molekul yang lebih kecil lalu larut dalam air sehingga lebih mudah diangkat melewati dinding sel dan membran. Tahap ini dimulai dengan peningkatan kerja sel dan enzim serta peningkatan respirasi pada biji (Irwanto, Noor, and Rofik, 2020).
5. Tahap transpor molekul, tahapan ini adalah tahapan yang terjadi penguraian bahan-bahan makanan seperti karbohidrat, lemak, serta protein, menurut (Dan, 2015) cadangan makanan yang telah dicerna menghasilkan asam amino, glukosa, dan asam lemak. Hasil ini yang kemudian akan ditranslokasikan dari tempat penyimpanan makanan ke tempat yang lebih membutuhkan yaitu titik tumbuh biji atau sumbu embrio.
6. Tahap asimilasi, menurut (Irwanto, dkk, 2020), tahap ini adalah tahap penyelesaian penggunaan makanan. Asimilasi terjadi pada daerah meristematik menghasilkan energi yang akan dipakai untuk pembentukan sel-sel yang baru. Pada tahap ini disebut proses pembangunan kembali.
7. Tahap respirasi, adalah tahap perombakan sebagian cadangan makanan menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti energi.

8. Inisiasi pembelahan serta pembesaran pada sel.
9. Munculnya embrio, proses ini ditandai dengan adanya pengembangan biji yang nantinya akan terbelah sehingga kulit biji akan membelah.

2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan Tanaman

Tanaman adalah makhluk hidup yang memiliki ciri diantaranya tumbuh dan berkembang. Semua makhluk hidup pasti akan mengalami pertumbuhan, Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran suatu makhluk hidup, sehingga pada tanaman pertumbuhan juga berpengaruh pada pembuahan. Pada masa pertumbuhan tanaman perlu didukung dengan perawatan yang tepat dan benar, selain dengan perawatan yang baik terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman diantaranya adalah faktor eksternal dan internal.

Faktor internal sendiri adalah faktor yang berasal dari tanaman itu sendiri, sedang faktor eksternal adalah faktor dari luar atau faktor yang mempengaruhi tanaman yang bersumber dari lingkungan sekitar tanaman tersebut. Selama ini cahaya dapat kita kenal sebagai faktor pertumbuhan yang sangat fenomenal, tapi sesungguhnya faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman terdiri dari banyak macam.

Menurut (Dan, 2015), berikut faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dikelompokkan menjadi dua macam, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Faktor internal atau faktor genetis

Faktor internal/ faktor genetis adalah faktor yang berhubungan dengan gen atau hormon dari dalam tanaman yang mengontrol pertumbuhan tanaman tersebut. Faktor genetik sangat berpengaruh pada potensi hasil tinggi dan sifat lainnya.

a. Tingkat kematangan biji

Tingkat kematangan biji sangat dipengaruhi oleh perkecambahan pada tanaman itu sendiri, endosperm yang berada dalam biji yang kadang ada yang telah matang. Endosperm yang belum matang belum cukup untuk perkembangan embrio dalam biji tersebut, berbeda dengan endosperm yang telah matang.

b. Ukuran Biji

Tidak hanya kematangan biji saja yang mampu mempengaruhi perkecambahan, ukuran biji yang lebih besar pun sangat mempengaruhi perkecambahan daripada ukuran biji yang lebih kecil, sebab biji yang lebih besar tentu memiliki kandungan karbohidrat, protein, serta mineral dan lemak yang lebih banyak daripada biji yang ukurannya lebih kecil.

c. Dormansi

Biji yang belum berkecambah sebenarnya masih dalam keadaan hidup tetapi akan tidak mengalami perkecambahan meskipun telah diletakkan pada tempat yang telah memenuhi syarat perkecambahan, hal ini karena biji berada dalam masa dormansi. Dormansi sendiri adalah kemampuan benih untuk menanggihkan perkecambahan sampai saatnya perkecambahan tiba.

d. Suplai hormon

Endosperm dalam biji mengandung hormon yang berguna untuk pertumbuhan enzim hidrolis pada benih yang nantinya mampu membantu pertumbuhan biji dan mampu memberi kekuatan serta kemampuan dinding sel guna mengemban setiap sifatnya.

e. Lamanya hidup

Pada hal ini sangat erat hubungannya dengan proses dormansi serta lamanya penyimpanan biji atau lamanya hidup biji bergantung pada genotipnya masing-masing.

f. Kekuatan semai

Kekuatan semai merupakan laju pertumbuhan biji yang bergantung pada lamanya periode penyimpanan biji. Biji yang disimpan sendiri dengan periode yang pendek yang tidak menguntungkan malah lebih berpengaruh pada laju pertumbuhan.

2. Faktor Eksternal/ dari lingkungan

Faktor eksternal atau faktor yang berasal dari lingkungan adalah faktor yang melibatkan genetik/hormon, air, suhu, media tanam, cahaya, dan faktor eksternal lainnya (Simposium, 2008).

a. Air

Air adalah salah satu faktor eksternal yang penting bagi pertumbuhan serta perkecambahan tanaman. Air juga mampu membantu proses fotosintesis, pengaktifan enzim dan memberi kelembaban pada tanaman sehingga tanaman tidak mudah layu dan kering. Pada perkecambahan biji, imbibisi adalah proses awalnya. Imbibisi air yang terjadi tergantung dari kandungan kimia pada biji (Gly, 2009).

Fungsi air untuk perkecambahan diantaranya adalah melunakkan kulit biji, sehingga embrio pada biji mampu mengembang lalu tumbuh menjadi kecambah. Menjadi salah satu transportasi suplai oksigen dalam biji sehingga proses metabolisme pada biji dapat berlangsung. Air juga mampu berfungsi guna mengencerkan sitoplasma dalam biji. Juga sebagai sarana translokasi cadangan

makanan menuju titik tumbuh dalam biji, sehingga biji mampu berkecambah dengan baik (Vinda Ervina, 2015).

Air merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pertumbuhan ataupun perkecambahan pada tanaman, sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Q.S Al-An'am [6]: 99

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مَاتَرَ اكْبَأً 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

“ 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 (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”.(Q.S. Al-An'am [6]: 99)

b. Suhu

Kesesuaian suhu juga mampu mempengaruhi pertumbuhan serta perkecambahan tanaman. Pada proses pertumbuhan, kita mengenal adanya anabolisme dan katabolisme, saat proses ini temperatur atau suhu berperan sangat penting dalam pertumbuhan (Suprpto, 2011).

Pada faktor suhu ini dikenal suhu optimum, minimum, dan maksimum, suhu minimum sendiri adalah suhu terendah yang diperlukan untuk tanaman melakukan perkecambahan dan biji yang berada pada suhu ini biasanya memiliki cara berkecambah yang tidak normal atau bahkan gagal dalam berkecambah. Suhu optimum merupakan suhu yang paling tepat guna melakukan perkecambahan pada tanaman, sedangkan suhu yang maksimum atau suhu tertinggi dimana biji mampu berkecambah, namun di suhu maksimum ini biji juga akan mengalami ketidaknormalan dalam proses perkecambahan (Amanda, 2019).

c. Cahaya

Pada pertumbuhan maupun pembuahan tanaman yang dikenal dengan istilah fotoperiodis yang merupakan pengelompokan tanaman berdasarkan berapa lama penyinaran yang dibutuhkan. Ada tanaman yang butuh waktu siangnya lebih panjang daripada masa kritisnya (malam hari), ada pula yang sebaliknya. Dan tanaman yang netral yang tidak terpengaruh oleh pendek panjangnya suatu penyinaran. Menurut (Campbell, 2008), tanaman dapat diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan pencahayaannya dalam proses perkecambahan yakni: tanaman yang membutuhkan cahaya terang untuk berkecambah, serta tanaman yang dapat berkecambah baik ditempat gelap maupun di tempat yang terang.

d. Medium

Penanaman tumbuhan yang memperhatikan media tanaman yang dipakai adalah hal yang penting, media yang digunakan dalam penanaman harusnya mudah dalam menyerap air, bebas dari hama penyakit. Sebab media tanam juga adalah faktor yang menunjang pertumbuhan tanaman ataupun perkecambahannya (Nugroho, 2019).

e. Gas

Proses pertumbuhan tanaman pasti sangat membutuhkan oksigen, pertukaran antara oksigen dan karbondioksida adalah interaksi kimia yang sangat penting dalam masa pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu gas juga merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan dan perkecambahan pada tanaman, respon yang diberikan oleh tanaman terhadap gas kimia yaitu: 20% gas oksigen (O_2) gas nitrogen 80% dan 0,03% karbondioksida (CO_2) (Rohmah and Saputro, 2016).

Intinya pada penelitian ini bahwa pertumbuhan tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF), akan tetapi ada faktor

lain (variabel kontrol) yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti halnya faktor-faktor diatas yaitu: air, pH, kelembaban, suhu, intensitas cahaya matahari, oksigen, dan unsur hara dalam tanah. Tetapi seperti yang kita tahu faktor semisal pemupukan, penyinaran matahari (intensitas cahaya), dan lain-lain adalah variabel kontrol dari penelitian ini dan tidak mungkin akan berpengaruh atau terjadi perbedaan karena diberikan komposisi, tempat, dan kondisi yang sama sehingga tidak akan terjadi perubahan signifikan pada variabel terikatnya. Sebab dalam pertumbuhan tanaman sendiri tidak akan lepas dari variabel kontrolnya, jadi kalau semisal tidak ada faktor penyiraman, pemupukan, dan intensitas cahaya otomatis pertumbuhan tanaman sendiri tidak akan mampu tumbuh dengan baik. Akan tetapi, yang dijadikan fokus pengamatan (variabel bebas) peneliti adalah pada paparan medan magnet dengan intensitas yang berbeda-beda. Apakah terjadi perbedaan pertumbuhan dan produktivitas pada tanaman atau tidak.

2.6 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Tanaman sehingga Mendorong Produktivitas Tanaman Kedelai dan Verifikasi Keamanan bagi Kesehatan Manusia

Pada pertumbuhan tanaman ada beberapa faktor yang mempengaruhinya diantaranya ada faktor internal dan eksternal. Faktor internal berasal dari dalam tanaman itu sendiri. Sedang untuk faktor eksternal adalah faktor yang sumbernya dari lingkungan tanaman itu sendiri seperti yang telah dijelaskan diatas seperti cahaya, suhu, kelembaban dan air, air sendiri adalah komponen terpenting karena lebih dari 80% sel-sel pada tumbuhan serta jaringan tanaman adalah air. Allah telah memerintahkan manusia untuk memperhatikan pertumbuhan tanaman sebagaimana dalam QS.Al-An'am: 99

أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرَةٍ إِذَا أَنْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.”(QS. Al-An’am: 99)

Kata “undzur” dalam ayat ini menerangkan bahwa Allah SWT memperhatikan pertumbuhan pada tanaman dan memperhatikan kematangannya, maka perlu diperhatikan juga hal-hal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan tanaman.

Dari materi yang telah dipaparkan di atas, telah dijelaskan bahwa medan magnet adalah daerah yang berada disekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet. Pada penelitian sebelumnya sudah kita ketahui bahwa adanya medan magnet yang mempengaruhi biji atau interaksi antara medan magnet dengan biji tanaman mampu memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap metabolisme serta pertumbuhan dan perkecambahan dari biji. Hal ini disebabkan karena medan magnet yang berada disekitar tanaman atau biji sehingga mempengaruhi laju elektron-elektron yang berada dalam sel tanaman sehingga mampu memberikan pengaruh terhadap metabolisme sel tumbuhan tersebut (Wibowo, 2019).

Tiap tanaman mengandung hormon yang berfungsi sebagai penunjang pertumbuhan tanaman tersebut, diantaranya terdapat hormon gyberelyn yang berfungsi sebagai peningkat kerja enzim hidrolis dalam tanaman. Pada permulaan pertumbuhan tanaman tentulah akar yang akan menjadi bagian paling penting sebagai pondasi pertumbuhan. Pertumbuhan awal pada akar ditunjang karena adanya pembesaran sel akar dan ujung akar, lalu terdapat pula hormon auksin dimana hormon ini memiliki fungsi guna meningkatkan aktivitas pertumbuhan pada tanaman, pada akar lembaga serta pucuk lembaga pada aktivasi geotropi (Rohmah and Saputro, 2016).

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

$$M = X_m H$$

X_m adalah simbol dari suseptibilitas magnetik. Dimana medan magnetik mampu mempengaruhi bahan yang ada disekitar yang merupakan medan magnet yang dipaparkan dan berasal dari medan magnet yang diakibatkan adanya magnetisasi, sehingga persamaan dapat ditulis sebagai berikut (Djoyowasito, 2019):

$$B = \mu^0 H + \mu_0 M$$

Persamaan dapat disubstitusikan kedalam persamaan sehingga:

$$B = \mu^0 H + \mu^0 X_m H$$

$$B = \mu^0 (1 + X_m) H$$

Pengklasifikasian medan magnet pada bahan dapat dianalisis dengan menentukan arah magnetisasi yang dihasilkan, jika suatu bahan yang berada dalam medan magnet mengalami magnetisasi yang berlawanan arah dengan medannya, maka bahan tersebut dikategorikan diamagnetik ($x < 0 : \mu < 1$). Jika bahan tersebut mengalami magnetisasi yang searah dengan arah medan magnetnya, sehingga bahan

tersebut termasuk dalam ciri paramagnetis ($\chi < 0 : \mu > 0$). Sedang untuk kategori ferromagnetik adalah bahan tersebut mempunyai permeabilitas relatif μ yang sangat besar (Rohmah and Saputro, 2016).

Ion K^+ , Na^+ , dan Ca^{2+} adalah kandungan yang terdapat dalam tanaman ion-ion tersebut mempunyai susceptibilitas yang berbeda. Jika susceptibilitas ion negatif maka pengaruh yang diberikan akan cenderung lebih kecil. Ketika nilai susceptibilitas positif dengan posisi bahan dalam kategori paramagnetik sehingga pengaruh yang diberikan akan lebih besar dan cenderung berpengaruh terhadap momen magnetik ion akan jadi searah, hal ini yang kemudian menyebabkan pergerakan suatu ion dalam bahan (Amanda, 2019).

Tanaman tersusun dari sel-sel yang didalamnya memiliki DNA dan disekitarnya terdapat molekul dari DNA yang bermuatan negatif. Muatan negatif yang berada disekitar molekul DNA sebagai intensitas yang dibebani. Dimana potensialnya akan meningkat karena pemberian medan magnet. Oleh sebab itu, medan magnet berpengaruh pada tahap molekuler serta mampu meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman (Dhawi, Al-khayri, and Hassan, 2009).

Medan magnet mampu meningkatkan reaksi-reaksi kimia pada tanaman, sehingga mampu memberikan efek positif pada aktivasi fotokimia tanaman, rasio respirasi juga aktivasi pada enzim (carbonel, 2000), klorofil karotenoid merupakan pigmen yang dihasilkan pada proses fotosintesis dan merupakan indikator penunjang kesehatan dan kesuburan tanaman karena dianggap sebagai mekanisme pertahanan terhadap stress pada tanaman, dimana stress tersebut dapat mengakibatkan berkembangnya spesies oksigen yang reaktif (Sahebjamei, 2007).

Medan magnet mampu menginduksi perubahan tingkat sel sehingga mengarah pada peningkatan visibilitas pada sel, organisasi serta diferensiasi, selain itu medan

magnet juga mampu untuk bertindak sebagai peniru hormon auksin pada tanaman kedelai, dimana hormon auksin kita ketahui sebagai hormon auksin untuk mempercepat pematangan pada buah dan mempercepat reaksi enzim yang berkaitan dengan reaksi dari hormon auksin, peningkatan ini mempengaruhi biomassa pada buah dan merangsang pembuahan menjadi lebih banyak (Valiron, 2005).

Dari sekian banyak percobaan dan penelitian dari para ahli dan peneliti berpendapat bahwa belum pernah ditemukan bukti paparan medan elektromagnetik frekuensi radio (RF) non ionizing radiation (memiliki frekuensi dan intensitas yang rendah yaitu 0-300 Hz) terhadap tumbuhan, hewan, maupun manusia akan menyebabkan beberapa masalah kesehatan ataupun penyakit (Swamardika, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian tentang medan magnet dengan intensitas dan frequency rendah yang mengakibatkan kanker maupun tumor (terutama pada anak) sampai saat ini belum dapat dibuktikan secara benar (berdasarkan hasil riset) (Radiologi, 2021), jadi dapat disimpulkan penggunaan medan magnet rendah (*Extremely Low Frequency*) aman digunakan untuk merangsang pertumbuhan biji kedelai serta memperbanyak produksi tanaman dan selain itu hasil produksinya aman di konsumsi manusia dan masyarakat.

Pengembangan teknologi yang ramah lingkungan ini adalah salah satu bentuk menjaga kelestarian lingkungan. Penggunaan medan magnet untuk perangsang pertumbuhan dan untuk meningkatkan produktivitas tanaman sudah teruji dengan banyaknya jurnal maupun literasi yang telah dipaparkan dan dirasa memberikan hasil yang baik. Maka akan selalu ada jalan yang Allah SWT berikan untuk orang-orang yang berbuat baik, mau mempermudah urusan manusia serta memikirkan segala ciptaan Nya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pada eksperimen ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Langsung (RAL). Rancangan Acak tersebut terdiri dari satu faktor perlakuan yakni faktor intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) (0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT dan 0,5 mT), dengan demikian percobaan ini terdiri atas 6×1 kombinasi perlakuan atau 6 kombinasi perlakuan sebagaimana. setiap kombinasi perlakuan dilakukan dengan 6 kali pengulangan dan ulangan dijadikan satu kelompok, sehingga jumlah total kombinasi perlakuan pada percobaan ini adalah 6×6 atau 36 kombinasi perlakuan.

Pada percobaan ini terdapat 3 variabel yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel terikat yaitu melingkupi waktu kemunculan kecambah pada biji kedelai (*Glycine max L. Merril*), tinggi batang, Kandungan klorofil daun, Waktu awal berbunga, dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*). Sedangkan untuk variabel bebas adalah intensitas kuat medan magnet (mT) *Extremel Low Frequency*(ELF). Dan variabel kontrolnya pada percobaan ini adalah suhu ruangan, intensitas cahaya dalam ruangan, pemupukan, dan kelembapan. Sedangkan sumber medan magnetnya dihasilkan dari kumparan Helmholtz.

Tabel 3. 1 Kombinasi perlakuan (intensitas medan magnet serta lama paparan medan magnet dengan masing-masing lama paparan 20 menit)

Intensitas Medan Magnet (K) dengan Lama Paparan 20 Menit
K0
K1
K2
K3
K4
K5

Keterangan:

Faktor perlakuan 1

K0 = 0 mT

K1 = 0,1 mT

K2 = 0,2 mT

K3 = 0,3 mT

K4 = 0,4 mT

K5 = 0,5 mT

3.2 Waktu dan Tempat Percobaan

Percobaan ini berjudul Pengaruh Intensitas Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Kedelai (*Glycine max L. Merril*) varietas grobogan. Praktikum ini dilakukan mulai bulan Desember 2021 - April 2022 yang akan dilakukan di laboratorium Elektromagnetik dan biofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk proses pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) serta pengambilan data kadar klorofil, dan *green house* jurusan biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk proses perawatannya.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang diperlukan pada percobaan ini antara lain:

A. digunakan untuk menanam pada media perkecambahan adalah:

1. wadah pembibitan (wadah mika)
2. gelas ukur volume 500 ml
3. kertas label
4. pinset penjepit
5. neraca analitik

B. Peralatan untuk perlakuan magnet adalah:

1. kumparan Helmholtz
2. power supply
3. connecting cord
4. tesla meter

C. Peralatan untuk pemindahan tanaman ke polybag adalah:

1. polybag berdiameter 30 cm dan tinggi 20 cm
2. cangkul

D. Alat untuk mengukur kadar klorofil adalah:

1. spektrofotometri UV Vis
2. pengaduk
3. mortar
4. pestel
5. cuvet 5 ml
6. timbangan digital
7. cutter atau gunting

8. tabung reaksi 15 buah

9. kantong plastik

10. corong

11. gelas beaker

E. Alat untuk mengukur panjang batang adalah:

1. mistar

F. Alat untuk mencatat data adalah:

1. bolpoint

2. lembar tabel

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. biji kedelai dari varietas grobogan

2. tanah murni

3. Asam borat

4. Etanol 90 %

5. kapas organik (kapuk)

6. air

7. gambyor untuk menyiram

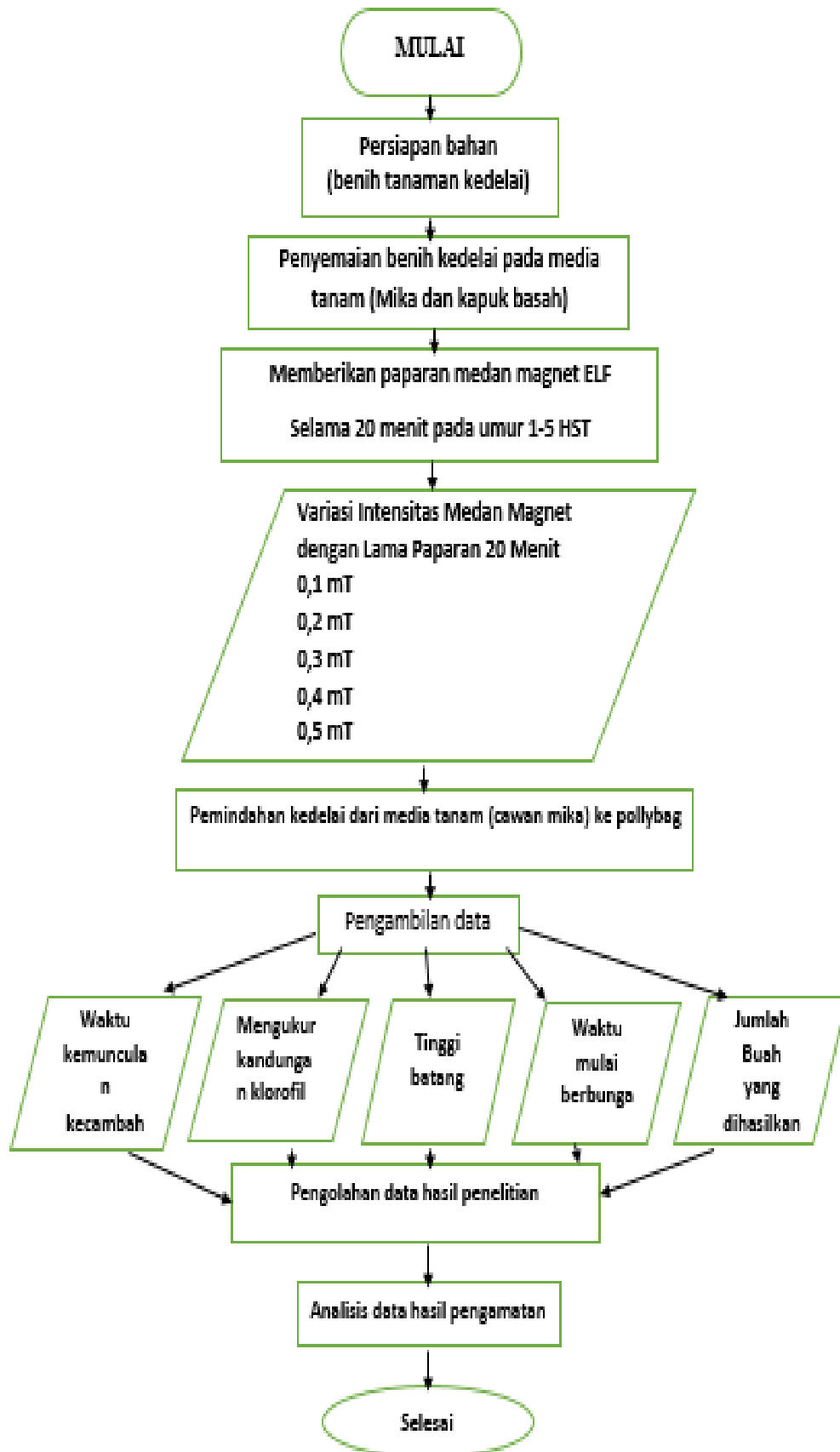
8. pupuk NPK

9. pupuk organik

10. batang kayu dan rafia untuk penyangga tanaman

3.4 Diagram Alir Metode Penelitian

Berikut diagram alir yang digunakan untuk percobaan ini:



3.5 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan pada percobaan ini adalah metode eksperimental jumlah total kombinasi perlakuan pada percobaan ini adalah 6×6 atau 36 kombinasi perlakuan. Masing-masing terdiri atas 6 benih kedelai (*Glycine max L. Merril*) untuk setiap intensitas paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan 6 variasi kuat medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dan 20 menit masing-masing lama waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan frekuensi konstan 100 Hz.

Pada percobaan memiliki beberapa proses:

1. Pemilihan sampel kedelai varietas grobogan dan dipersiapkan media perkecambahan,
2. Perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF),
3. Pemindahan kedelai ke *Polybag* dan pemeliharaannya,
4. Pengambilan data,
5. Analisis data.

3.5.1 Pemilihan Sampel Biji Kedelai (*Glycine max L. Merril*) serta Persiapan

Media Perkecambahan

1. Biji tanaman yang dipilih memiliki kualitas pertumbuhan yang bagus serta memiliki ukuran yang sama antara 0,2 – 0,3 gram (diukur menggunakan neraca analitik),
2. Biji kedelai (*Glycine max L. Merril*) yang dipilih adalah biji kedelai varietas grobogan,
3. Teknik sampling (penentuan sampel) pada pemilihan sampel biji kedelai yaitu menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak sederhana (*Simple Random Sampling*) dikarenakan sampel yang dipakai pada penelitian ini

memiliki karakteristik sebagai pedoman pengambilan sampel dan menggunakan kaidah peluang dalam penentuan sampel,

4. Penelitian dilakukan dengan metode UDK (Uji di atas Kertas),
5. Kapas organik (kapuk) dipotong sesuai dengan ukuran wadah,
6. Setiap wadah diisi dengan kapas organik (kapuk),
7. Kapas (kapuk) dalam wadah yang dibasahi dengan air terlebih dulu sebelum biji disemai diatasnya,
8. Wadah yang telah diisi dengan kapas (kapuk) lalu diberikan 6 biji kedelai (*Glycine max L. Merril*) varietas grobogan dengan jarak 10 mm antara biji satu dengan biji yang lainnya dan arah yang seragam,
9. Penyiraman yang telah dilakukan tiap 2 kali sehari untuk menjaga kelembapan pada media tanaman.

3.5.2 Perlakuan Medan Magnet

1. Medan magnet dihasilkan dari kumparan Helmholtz dengan 2 kumparan jarak antara kumparan satu dengan yang lain 200 mm, masing-masing kumparan terdiri dari 1000 lilitan diameter kawat 1 mm,
2. Jari-jari kumparan 200 mm dengan ketebalan 25 mm,
4. Pemaparan dilakukan setelah penyemaian biji pada media tanam (mika),
5. Sampel biji kedelai (*Glycine max L. Merril*) diletakkan di tengah-tengah kumparan Helmholtz dengan jarak 100 mm atau setengah jarak antara kumparan satu dengan yang lain,
6. Variasi paparan kuat medan magnet sebesar 0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT dan 0,5 mT,
7. Frekuensi medan magnet sebesar 100 Hz,

8. Arus diatur sehingga diperoleh nilai kuat medan magnet yang diharapkan (tidak boleh melebihi 3,5 A),
9. waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) masing-masing 20 menit,
10. waktu pemaparan medan magnet selama 20 menit pada umur 1 - 5 HST,
11. Kontrol suhu 27°C - 30°C (suhu ruangan).

3.5.3 Pemindahan Kedelai (*Glycine max L. Merril*) pada Pollybag dan Pemeliharaannya

1. Setelah persiapan media perkecambahan dan perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dipindahkan dari wadah tanam ke media *Pollybag* dengan ukuran 20 × 30 cm pada hari ke 6 HST,
2. Ukuran *Polybag* yang digunakan berdiameter 30 cm dan tinggi 20 cm
3. sebelum melakukan penanaman, *Polybag* diisi dengan tanah murni dengan pH 7,0 setinggi 20 cm dan berat kurang lebih 6 kg serta dicampur dengan pupuk organik,
4. Tanah disiram terlebih dahulu dengan air sebelum pemberian benih,
5. jarak antara *polybag* satu dengan yang lainnya 30 cm × 10 cm,
6. *Polybag* yang telah diisi dengan tanah kemudian dibuat 2 lubang, setiap lubang diisi 1 biji yang telah mengalami dormansi akibat paparan medan magnet selama 5 hari,
7. Bibit pada wadah tanam diletakkan diatas tanah dan ditutup tanah sampai ketinggian 5 cm,
8. Tanaman dalam *Polybag* disiram sekali sehari dan dilakukan pada pagi hari dan penyiraman dilakukan dengan volume 25 ml pada umur 1 - 14 hari dan 250 ml saat tanaman umur 14 hari keatas,

9. Tanaman diberi pupuk NPK saat berumur 10 HST, 20 HST, 30 HST dan 40 HST, dihitung sejak pemindahan bibit ke wadah *polybag*. Adapun dosis yang diberikan secara berurutan adalah 3 gr, 5 gr, 6 gr dan 6 gr per *polybag*,
10. Tanaman dijemur setiap pagi hari dari jam 7-10 guna mengurangi etiolasi yang berlebihan,
11. Tanaman diberi penyangga berupa batang kayu ketika batang mencapai ± 15 cm supaya tidak mudah roboh.

3.6 Pengambilan Data

Percobaan ini dilakukan dengan waktu kemunculan kecambah pada biji kedelai (*Glycine max L. Merril*), tinggi batang, kandungan klorofil, waktu mulai berbunga, dan banyaknya buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai.

1. Waktu kemunculan kecambah

Pengambilan data waktu kemunculan kecambah biji kedelai (*Glycine max L. Merril*) diambil setiap hari pada pagi hari sampai 5 kali selama 5 hari atau pengambilan data. Hari yang dihitung mulai saat hari sebelum tanam. Lalu dihitung rata-rata pada saat hari munculnya kecambah menggunakan persamaan (Amanda 2019):

$$\text{Rata-rata} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_7T_7}{\Sigma T_{total}}$$

Keterangan:

N = jumlah biji yang berkecambah dalam waktu tertentu

T = Jumlah antara awal pengambilan data sampai akhir pengambilan data dengan interval waktu tertentu

ΣT = Jumlah keseluruhan benih yang berkecambah

Tabel 3. 2 Variasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (*Glycine max L. meril*).

Medan magnet (mT)	Waktu Kemunculan Kecambah (hari) Ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	6
0 (kontrol)						
0,1						
0,2						
0,3						
0,4						
0,5						

2. Tinggi batang

Berikut dibawah ini adalah tabel panjang tinggi tanaman kedelai pengambilan data tinggi batang menggunakan mistar, pengukuran dimulai dari batas media tanam sampai ujung tanaman, pengambilan data diambil saat tanaman berumur 63 hari setelah keluarnya plumula (kecambah), setelah mendapatkan nilai kemudian dijumlah dan dirata-rata.

$$\text{Rata-rata} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_7T_7}{\Sigma T_{total}}$$

Keterangan:

N = Panjang batang tanaman tiap umur yang ditentukan

T = Jumlah antara awal pengambilan data sampai akhir pengambilan data dengan interval waktu tertentu

ΣT = Jumlah keseluruhan tinggi batang tanaman

4. Waktu awal berbunga

Perlakuan medan magnet pada biji kedelai diharapkan mampu mempercepat metabolisme pada tanaman sehingga mampu mempercepat waktu awal berbunga dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberikan perlakuan. Pengambilan data untuk waktu awal berbunga dihitung dari awal mula muncul bunga.

Tabel 3. 5 Variasi intensitas medan magnet dan lama paparan 20 menit terhadap Waktu Awal Berbunga.

Medan Magnet (mT)	Waktu Awal Berbunga					
	ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	6
0 (kontrol)						
0,1						
0,2						
0,3						
0,4						
0,5						

5. Jumlah buah yang dihasilkan

Pengambilan data untuk jumlah buah dengan menghitung jumlah buah yang dihasilkan tiap pohon yang menghasilkan buah, kemudian dibandingkan banyaknya buah yang dihasilkan tiap pohon (tiap perlakuan) dengan pohon (perlakuan) yang lain.

Sumber Variasi	Sum of Square (SS)	Degree of Freedom (df)	Mean Squares (MS)	F(hit)
Perlakuan (Tr)				
Error (E)				
Total(T)				

Langkah-langkah menghitung statistik uji:

1. Tentukan banyaknya perlakuan (k),
2. Hitung banyaknya data (n1, n2, n3.....n),
3. Jumlah data (x1, x2, x3.....x),
4. Hitung jumlah kuadrat perlakuan (SSTr), $SSTr = \sum_{i=1}^k \frac{x_i^2}{n_i} - \frac{x..^2}{n}$,
5. Hitung jumlah kuadrat data gabungan $\sum_{i=1}^k \sum_{j=k}^{n_i} X_{ij}^2$,
6. Hitung jumlah kuadrat total (SST), $SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=k}^{n_i} \frac{x_{.j}^2}{n}$,
7. Hitung jumlah kuadrat error (SSE), $SSE = SST - SSTr$,
8. Hitung derajat bebas df treatment = k-1, df eror = n-k,
9. Hitung rata-rata kuadrat perlakuan (MSTr) dan rata-rata eror (MSE), $MSTr = \frac{SSTr}{k-1}$, $MSE = \frac{SSE}{n-k}$,
10. Hitung F(hit) = MSTr/MSE,
11. Kaidah keputusan jika $F_h < F_{tabel}$, maka H_0 diterima, jika nilai $F_h \geq F_{tabel}$, maka H_0 ditolak, begitu pula sebaliknya.

One way anova adalah metode parametrik dalam uji perbandingan yang dapat digunakan apabila ingin membandingkan rata-rata dua atau lebih populasi yang saling bebas, dengan kata lain metode ini akan membandingkan sekumpulan data dengan kumpulan data yang lain lebih dari dua sampel.

sehingga saat telah mencapai hasil akhir dapat diketahui bahwa paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) ini mempunyai pengaruh atau tidak terhadap pertumbuhan serta produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini memakai 2 kumparan kawat berarus yaitu kumparan Helmholtz yang terhubung dengan Power Supply sebagai sumber tegangannya. Pada setiap kumparan memiliki 1000 lilitan, kawat berdiameter 1 mm. Selain itu, penelitian ini menggunakan biji kedelai varietas grobogan yang diperoleh dari BALITKABI (Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi). Perlakuan medan magnet pada biji kedelai dengan lama paparan 20 menit selama 5 hari. Perlakuan diberikan 6 variasi kerapatan fluks magnet 0 mT (kontrol), 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, 0,5 mT. Setiap satuan percobaan diulang sebanyak 6 kali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu kemunculan kecambah, tinggi batang tanaman, kandungan klorofil, waktu awal berbunga, dan jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai.

4.1.1 Data Pengaruh Medan Magnet (ELF) Terhadap Pertumbuhan dan produktivitas Kedelai

1. Waktu Kemunculan Kecambah

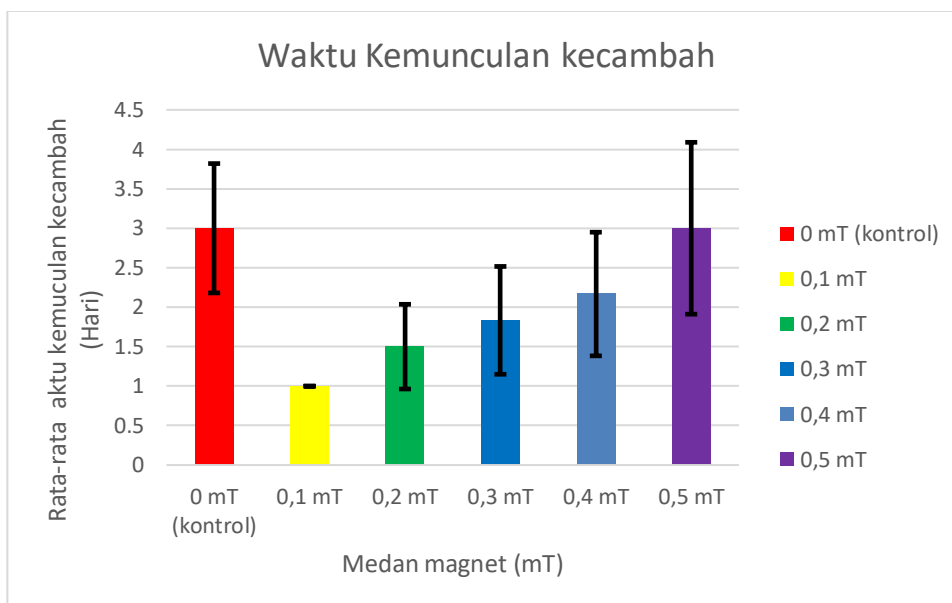
Pengambilan data waktu kemunculan kecambah dilakukan pada tiap pagi hari setelah pemberian paparan medan magnet. Data waktu kemunculan kecambah tanaman kedelai dicatat berdasarkan pada hari keberapa biji kedelai waktu kemunculan kecambah. Berdasarkan pengamatan, pengaruh variasi kerapatan fluks magnet dengan lama paparan 20 menit terhadap waktu muncul kecambah dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Data Waktu Kemunculan Kecambah Biji Kedelai (selama 5 hari)

Medan magnet (mT)	Waktu Kemunculan kecambah (hari) Pengulangan ke-						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
0 (kontrol)	5	2	2	2	5	3	3 ± 0,819
0,1	1	1	1	1	1	1	1 ± 0
0,2	3	1	1	2	1	1	1,5 ± 0,536
0,3	1	1	3	3	2	1	1,833 ± 0,683
0,4	1	1	3	2	3	3	2,166 ± 0,783
0,5	5	1	3	3	5	1	3 ± 1,088

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT lebih kecil nilai rata-ratanya dibandingkan dengan perlakuan yang lain, dapat diartikan bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT pada tabel ini lebih cepat kemunculan kecambah dibandingkan perlakuan lainnya, pada sampel yang tidak dipapari medan magnet (kontrol) rata-rata waktu kemunculan kecambahnya $3 \pm 0,819$ hari, kemudian pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata waktu kemunculan kecambahnya 1 hari, lalu untuk perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata waktu kemunculan kecambahnya $1,5 \pm 0,536$ hari, selanjutnya ketika perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT memiliki nilai rata-rata waktu kemunculan kecambah yaitu $1,83 \pm 0,683$ hari, lalu perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT diperoleh rata-rata kemunculan kecambah $2,16 \pm 0,783$ hari, dan yang terakhir perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT memiliki rata-rata waktu kemunculan kecambah dengan rata-rata berkecambah $3 \pm 1,088$ hari.

Data pada tabel 4.1 dibuat diagram batang (grafik) pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap waktu kemunculan kecambah yang ditampilkan pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4. 1 Grafik Waktu Kemunculan Kecambah

Pada gambar 4.1 dapat diketahui pengaruh paparan dari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap waktu kemunculan kecambah tanaman kedelai, grafik menunjukkan bahwa pemberian paparan medan magnet mampu mempersingkat waktu kemunculan kecambah dari $3 \pm 0,819$ hari ketika tidak dipapari medan magnet (kontrol) menjadi 1 (hari) saat perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, pada grafik itu juga dipaparkan waktu kemunculan kecambah yang paling singkat saat perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, yakni 1 hari, sedangkan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT sampai 0,5 mT menjadikan kemunculan kecambah lebih lama jika dibandingkan dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT.

Setelah dilakukan analisa terhadap grafik yang disuguhkan, data dari hasil pengaruh kerapatan fluks magnet ELF terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai kemudian dianalisis dengan memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA), sebelum itu akan dianalisis normalitasnya terlebih dahulu sehingga diperoleh tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Analisis Uji Normalitas Pengaruh Paparan Medan Magnet (*Extremely low Frequency*) ELF terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*)

		pengulangan	Trans_data
N		36	36
Normal Parameters	Mean	.25	.0000000
	Std. Deviation	.173	.17140015
Most Extreme Differences	Absolute	.140	.114
	Positive	.140	.108
	Negative	-.140	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		.841	.683
Asymp. Sig. (2-tailed)		.480	.739

Pada tabel 4.2 adalah analisis normalitas dari paparan meda magnet *Extremely Low Frequency* terhadap kemunculan kecambah pada tanaman kedelai, pada output tersebut dapat kita lihat, variabel data memiliki nilai kolmogorov-smirnov sebesar 0,683 dan $p=0,739$ ($p>0,05$), sehingga tidak ada perbedaan distribusi empirik dengan distribusi normal ideal, sehingga distribusi variabel data normal. Sedangkan pada variabel pengulangan memiliki nilai kolmogorov-smirnov sebesar 0,841 dan $p=0,480$ ($p>0,05$), sehingga tidak ada perbedaan distribusi empirik dengan distribusi normal ideal, sehingga distribusi variabel pengulangan normal. Karena berdistribusi normal maka selanjutnya bisa digunakan analisis parametrik yaitu dianalisis dengan memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA), sehingga diperoleh tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Analisis uji Anova pada pengaruh paparan medann magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap waktu kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.583	5	3.917	2.854	.032
Within Groups	41.167	30	1.372		
Total	60.750	35			

Pada tabel 4.3 ini mengenai pengaruh paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap kemunculan kecambah tanaman kedelai memakai uji

Analysis of Varians (ANOVA). Didapatkan dari data hasil analisis memiliki tingkat signifikansi sebesar $p = 0,032$, karena tingkat signifikansi lebih kecil atau kurang dari 0,005 atau 5% , sehingga disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, maka paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap awal kemunculan kecambah tanaman kedelai. Lalu karena uji *Analysis of Varians* (ANOVA) menunjukkan hasil H_0 ditolak, sehingga kemudian dilakukan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) maka dapat dianalisis perlakuan yang paling efektif dari keenam perlakuan terhadap awal kemunculan kecambah tanaman kedelai. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4. 4 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Awal kemunculan kecambah pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*)

Medan magnet (mT)	rata-rata	Notasi*
0,1	1	a
0,2	1,5	ab
0,3	1,833333	ab
0,4	2,166667	ab
0 (kontrol)	3	b
0,5	3	b

Pada tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa hasil daripada pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada analisa dampak paparan dari medan magnet ELF terhadap awal kemunculan kecambah tanaman kedelai dari yang paling kecil sampai yang paling besar yaitu dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, (kontrol), 0,4 mT, 0,3 mT, 0,2 mT, dan yang paling tinggi 0,1 mT, jika pada tanaman kedelai yang dipapari dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0 mT (kontrol), 0,4 mT, 0,2 mT, 0,2 mT, dan 0,1 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keenam variasi paparan medan magnet ini cenderung sama atau tidak beda nyata. Maka tanaman kedelai yang dipapari dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, 0,2 mT,

0,3 mT dan 0,4 mT berada pada satu himpunan homogen yang sama, yang artinya menunjukkan hasil yang tidak beda nyata, begitu pula 0,4 mT, 0,5 mT, dan 0,3 mT, 0,2 mT, (kontrol) dan 0,5 mT juga berada pada satu himpunan homogen yang sama pula sehingga dapat disebut juga memiliki pengaruh yang sama atau tidak beda nyata, sedangkan untuk perlakuan kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT dan (kontrol) mT dengan 0,1 mT berada pada himpunan homogen yang berbeda atau hasil yang berbeda nyata, maka dapat disebut bahwa terjadi variasi perlakuan terhadap awal berkecambah pada tanaman kedelai yang cukup signifikan, sehingga dari tabel 4.3 bisa ditarik kesimpulan bahwa intensitas yang paling efektif dan optimal terhadap awal berkecambah pada tanaman kedelai adalah kerapatan fluks magnet 0,1 mT dikarenakan nilai awal waktu berkecambahnya yang lebih singkat dari sampel kontrol dan sampel kerapatan fluks magnet yang lainnya.

2. Tinggi Batang Tanaman

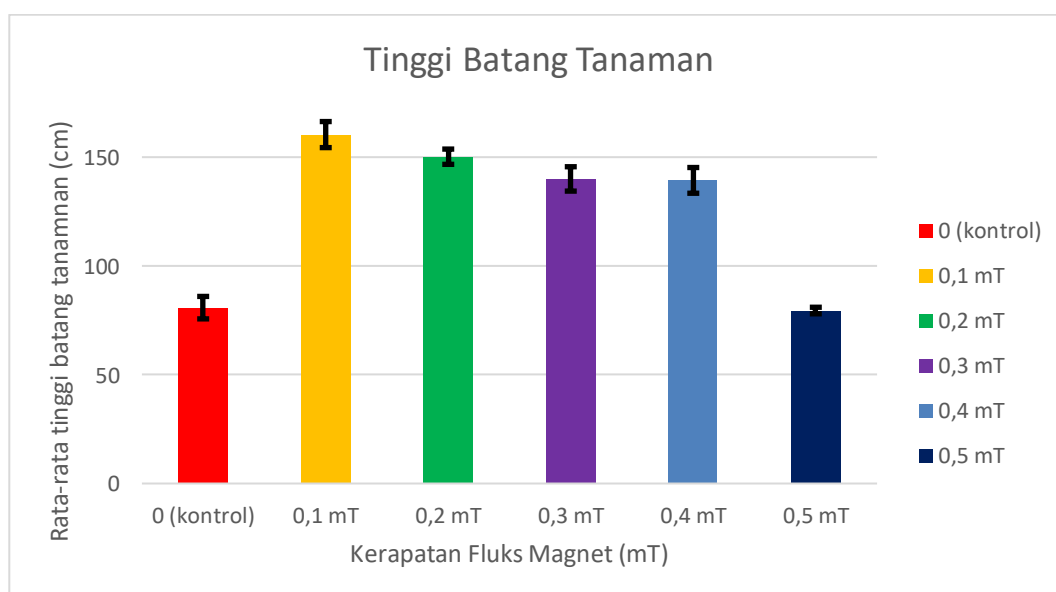
Pengambilan data tinggi batang tanaman kedelai dilakukan ketika tanaman berumur 63 hari setelah tanam. Berdasarkan pengamatan, pengaruh dari paparan kerapatan fluks magnet dengan lama paparan 20 menit terhadap panjang batang tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*) diperoleh dalam bentuk tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Data Tinggi Batang Tanaman (umuir 63 hari setelah tanam)

medan magnet (mT)	Tinggi Batang Tanaman (cm)						Rata-rata
	Pengulan ke-						
	1	2	3	4	5	6	
0(kontrol)	77	83,5	85,5	83,5	85,5	70	80,83 ± 5,16
0,1	163,5	167,2	165	154,3	149,3	163	160,38 ± 5,98
0,2	153	156	148,1	147,15	148	149	150,21 ± 3,50
0,3	132	128	146	150	145	139	140 ±5,60
0,4	131	134,5	134,5	142,5	148	145,5	139,33 ±5,91
0,5	79,5	75,9	80,6	79	83,5	78,5	79,5 ±1,50

Dari data 4.5 dijelaskan bahwa pada sampel kontrol atau sampel yang tidak diberikan paparan medan magnet memiliki rata-rata tinggi tanaman pada 63 hari setelah tanam mencapai tinggi $80,83 \pm 5,16$ cm, lalu saat diberikan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata tinggi tanaman pada 63 HST adalah $160,38 \pm 5,98$ cm, ketika perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata tinggi tanaman selama 63 HST yaitu $150,21 \pm 3,50$ cm, ketika perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata tinggi tanaman selama 63 HST yaitu $140 \pm 3,50$ cm, untuk perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata tinggi tanaman selama 63 HST adalah $139,33 \pm 5,91$ cm, dan saat perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata tinggi tanaman selama 63 HST yakni $79,5 \pm 1,50$ cm, dari penjelasan diatas rata-rata kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT yang memiliki nilai yang paling besar daripada perlakuan yang lain.

Data pada paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF yang mempengaruhi tinggi batang tanaman kedelai telah dicitrakan pada bentuk grafik, sebagaimana yang disuguhkan pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. 2 Grafik Tinggi Batang Tanaman

Pada gambar 4.1 dapat dilihat pengaruh kerapatan fluks magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap tinggi tanaman kedelai, dapat memberikan pengaruh dari kerapatan fluks magnet yang selanjutnya mampu untuk meningkatkan panjang batang tanaman, tanaman sendiri memiliki sel-sel yang didalamnya terdapat DNA dan yang berada disekitar molekul pada DNA tersebut bermuatan negatif, muatan itu menjadi intensitas yang dibebani, dimana potensialnya sendiri meningkat karena diberikan paparan medan magnet. Efeknya mencapai aktivasi sintesis protein yang mengarah pada perkembangan dan pertumbuhan akar. Selain itu medan magnet juga mampu mempengaruhi reproduksi serta metabolisme dari sel juga ekspresi sel dan aktivasi pada enzim tanaman. Sehingga medan magnet berpengaruh pada molekul yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Dhawi, Al-khayri, and Hassan 2009).

Kondisi perbedaan panjang tanaman karena pengaruh paparan kerapatan fluks magnetik menurut (Tirono, 2021) disebabkan adanya perubahan DNA karena paparan medan magnet terhadap tanaman kedelai dapat meningkatkan perbaikan DNA, medan magnet ELF mampu mengaktifkan respon stress, perlakuan medan magnet juga dipengaruhi kerapatan fluks magnet dan waktu perlakuan sehingga masing-masing kerapatan fluks magnet memiliki pengaruh yang berbeda.

Pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT adalah yang paling tinggi panjang batangnya diantara variasi intensitas yang lain dan tanaman yang tidak dipapari medan magnet (kontrol) selama 63 HST, sedangkan dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT kurva pada grafik 4.2 mulai menurun. Sehingga dapat disimpulkan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT dengan rata-rata panjang tanaman selama 63 HST $160,38 \pm 5,98$ cm yang mampu menghasilkan nilai rata-rata panjang batang yang optimal.

Setelah dilakukan analisa terhadap grafik 4.2 yang disuguhkan di atas, data dari hasil pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap tinggi batang pada tanaman kedelai kemudian dianalisis dengan memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA) sehingga diperoleh tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Analisis Uji Anova pengaruh paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap tinggi batang pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38322.472	5	7664.494	203.272	.000
Within Groups	1131.167	30	37.706		
Total	39453.639	35			

Pada tabel 4.6 ini mengenai analisis dari paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap tinggi batang pada tanaman kedelai memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA). Diperoleh hasil dari analisis memiliki tingkat signifikansi sebesar $p = 0,000$. karena tingkat signifikansi lebih kecil atau kurang dari 0,005 atau 5% , sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap tinggi batang tanaman kedelai . Lalu karena uji *Analysis of Varians* (ANOVA) menunjukkan hasil H_0 ditolak, sehingga kemudian dilakukan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) maka dapat dianalisis perlakuan yang paling efektif dari keenam perlakuan terhadap panjang batang tanaman kedelai. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4. 7 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Tinggi Batang pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merril*)

Medan Magnet (mT)	Rata-rata	notasi*
0 (kontrol)	47,029	a
0,5	47,753	a
0,4	84,143	b
0,3	87,086	b
0,2	92,941	c
0,1	111,47	d

Pada tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa hasil daripada pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada analisa dampak paparan dari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap panjang batang pada tanaman kedelai dari yang paling kecil sampai yang paling besar yaitu dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,3 mT, (kontrol), 0,2 mT, 0,4 mT, dan yang paling tinggi 0,1 mT. jika pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,3 mT, (kontrol), 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,1 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keenam variasi paparan medan magnet ini cenderung sama atau tidak beda nyata. Sehingga pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet (kontrol), dan 0,5 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh kedua variasi paparan medan magnet ini cenderung sama atau tidak beda nyata, begitu pula untuk perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT, 0,3 mT berada pada satu himpunan yang sama pula atau tidak beda nyata, sedangkan untuk 0,1 mT dengan 0,5 mT dan kontrol berada pada himpunan homogen yang berbeda atau berbeda nyata begitu pula 0,1 mT dengan 0,4 mT dan 0,3 mT juga pada 0,1 mT dengan 0,2 mT yang berada pada himpunan homogen yang berbeda sehingga diartikan memiliki beda nyata, maka dapat disebut bahwa terjadi variasi perlakuan terhadap panjang batang pada tanaman kedelai yang cukup signifikan, sehingga dari tabel 4.6 bisa ditarik kesimpulan bahwa kerapatan fluks magnet yang paling efektif terhadap panjang batang pada tanaman kedelai adalah paparan medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT karena memiliki panjang yang paling tinggi dari tanaman kontrol dan yang

diberikan paparan medan magnet yang lain dan notasi menunjukkan paling jauh dari perlakuan kontrol.

3. Kandungan Klorofil

Pengambilan data kadar klorofil memakai alat spektrofotometri UV-Vis dengan dicari nilai absorbansinya. Daun yang digunakan diekstrak yang dipilih adalah daun ke 3 dari bawah pada tiap tanaman. Pengambilan daun diambil ketika minggu ke 8 di hari ke 2. Pada jenis tumbuhan tingkat tinggi terdapat beberapa jenis klorofil yang sering ditemukan saat hasil fotosintesis, yaitu klorofil a dan klorofil b (Sumenda 2011), kedua jenis klorofil ini ada pada panjang gelombang 620 nm – 680 nm (Sumaryati 2011) panjang gelombang yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh pada tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4. 8 Nilai Absorbansi Daun Kedelai

Medan magnet (mT)	Rata-rata nilai OD (A)	
	645 nm	663 nm
0 (kontrol)	0,769	1,934
0,1	1,253	2,772
0,2	0,916	2,419
0,3	0,913	2,249
0,4	0,848	1,757
0,5	0,7306	1,875

Pada tabel 4.8 terjadi perbedaan hasil dari pengujian kadar klorofil pada daun tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*), pada pengujian ini peneliti menggunakan Etanol 70%. Ekstrak dari klorofil daun kedelai kemudian disaring menggunakan kertas saring lalu di tuang ke dalam cuvet sampai batasnya. Lalu cuvet dibersihkan permukaannya dengan tissue lalu dimasukkan cuvet tersebut ke dalam spektrofotometer UV-Vis. Data yang diperoleh pada tabel lalu dihitung dengan memakai rumus:

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

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

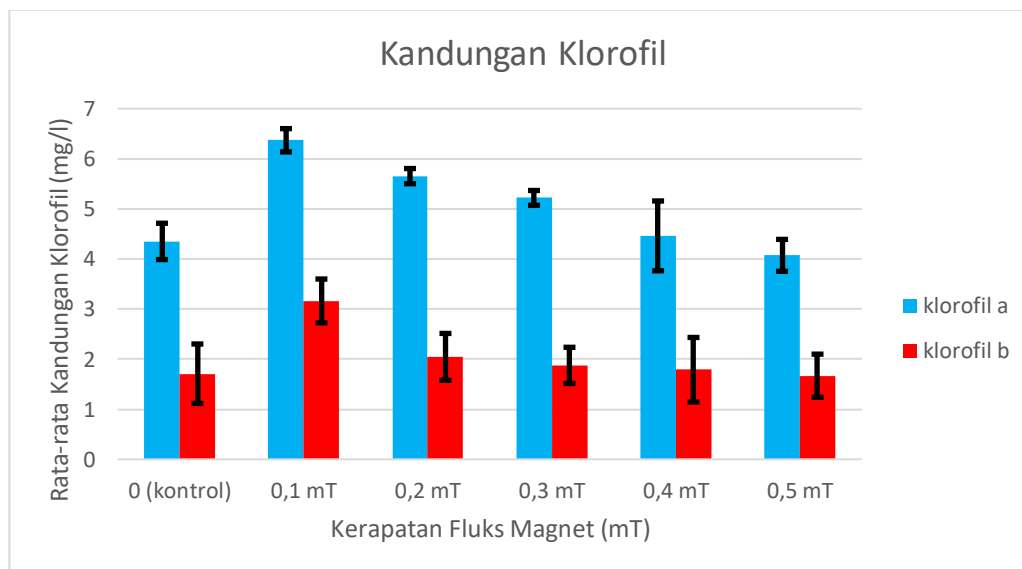
Hasil dari nilai klorofil a dan b dipaparkan pada tabel 4.9 sebagai berikut

Tabel 4. 9 Data Kandungan Klorofil a dan b pada Daun Kedelai

Medan magnet (mT)	Rata-rata nilai OD (A)	
	klorofil a (mg/l)	Klorofil b (mg/l)
0 (kontrol)	4.35 ± 0.593	1.708 ± 0.362
0,1	6.369 ± 0.438	3.161 ± 0.232
0,2	5.653 ± 0.468	2.045 ± 0.151
0,3	5.218 ± 0.361	1.874 ± 0.148
0,4	4.460 ± 0.644	1.788 ± 0.697
0,5	4.071 ± 0.430	1.669 ± 0.318

Pada tabel 4.9 dijelaskan bahwa sampel kontrol kandungan klorofil diperoleh nilai klorofil-a ($4,35 \pm 0,593$ mg/l) dan klorofil-b ($1,708 \pm 0,362$ mg/l). Lalu saat kadar klorofil pada sampel yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT adalah nilai puncaknya atau yang paling tinggi dari sampel yang lain yaitu klorofil a ($6,369 \pm 0,438$ mg/l) dan klorofil b ($3,161 \pm 0,232$ mg/l), setelah itu kandungan klorofil dengan sampel yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT sampai 0,5 mT mengalami penurunan, yaitu perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT klorofil a ($5,653 \pm 0,468$ mg/l) dan klorofil b ($2,045 \pm 0,151$ mg/l), perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT klorofil a ($5,218 \pm 0,361$ mg/l) dan klorofil b ($1,874 \pm 0,148$ mg/l), perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT dengan kandungan klorofil a ($4,46 \pm 0,644$ mg/l) dan klorofil b ($1,788 \pm 0,697$ mg/l) dan yang paling rendah perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT dengan klorofil a ($4,071 \pm 0,430$ mg/l) dan klorofil b ($1,669 \pm 0,318$ mg/l), sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dari nilai rata-rata klorofil a dan b yang paling besar nilainya adalah kerapatan fluks magnet 0,1 mT.

Data pada paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF yang mempengaruhi Kandungan klorofil tanaman kedelai telah dicitrakan pada bentuk grafik, sebagaimana yang disuguhkan pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 3 Grafik Kandungan Klorofil

Pada gambar 4.3 grafik kandungan klorofil pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*) yang dipapari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF selama 20 menit mengalami perbedaan antara kandungan klorofil sampel yang tidak dipapari medan magnet dengan yang diberikan variasi medan magnet. Pada kandungan klorofil a banyak menyerap cahaya biru-violet dan merah. Dan pada klorofil b banyak menyerap cahaya biru serta orange dan memantulkan cahaya kuning-hijau (Adjis, 2015) pada gambar 4.3 grafik konsentrasi kandungan klorofil a dan b yang menunjukkan nilai tertinggi sehingga dapat diketahui bahwa genus dari *Glycine* mengandung klorofil yang memiliki rumus kimia $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$.

Kandungan klorofil-a dan klorofil-b pada daun tanaman kedelai pada umur 70 hari dan kandungan klorofil paling tinggi adalah tanaman yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT yaitu klorofil-a sebesar $6,369 \pm 0,438$ mg/l dan klorofil-b sebesar $3,161 \pm 0,232$ mg/l dan yang paling rendah adalah perlakuan

dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT dengan klorofil-a sebesar $4,071 \pm 0,430$ mg/l dan klorofil-b sebesar $1,669 \pm 0,318$ mg/l, keadaan ini terjadi sebab terjadi peningkatan energi dalam mendistribusikan atom sehingga terjadi percepatan dalam proses metabolisme tanaman (Dhawi, Al-khayri, and Hassan 2009), tetapi dosis yang bisa diterima biji kedelai secara optimal adalah perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT.

Setelah dilakukan analisa terhadap grafik 4.3 yang disuguhkan diatas, data dari hasil pengaruh paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap kandungan klorofil daun pada tanaman kedelai kemudian dianalisis dengan memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA) sehingga diperoleh tabel 4.10 sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Analisis Uji Anova Pengaruh Paparan Medan Magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap Kandungan Klorofil daun pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Klorofil a	Between Groups	5.881	5	1.176	4.720	.003
	Within Groups	7.476	30	.249		
	Total	13.357	35			
klorofil b	Between Groups	2.392	5	.478	3.510	.013
	Within Groups	4.089	30	.136		
	Total	6.482	35			

Pada tabel 4.10 ini mengenai analisis dari paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap panjang batang pada tanaman kedelai memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA). Diperoleh hasil analisis signifikansinya pada klorofil-a sebesar $p = 0,003$ dan klorofil b sebesar $p = 0,013$, karena tingkat signifikansi klorofil-a dan b lebih kecil atau kurang daripada 0,005 atau 5% , sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap kadar klorofil a dan b pada tanaman kedelai. Lalu karena uji *Analysis of Varians* (ANOVA)

menunjukkan hasil H_0 ditolak, sehingga kemudian dilakukan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) maka dapat dianalisis perlakuan yang paling efektif dari keenam perlakuan terhadap panjang batang tanaman kedelai. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.11 dan 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 11 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Kandungan Klorofil a tanaman Kedelai (*Glycine max L.Merril*)

Medan Magnet (mT)	Rata-rata	Notasi*
0,5	4,071	a
0 (kontrol)	4,35	a
0,4	4,46	ab
0,3	5,218	abc
0,2	5,653	bc
0,1	6,369	c

Pada tabel 4.11 dapat disimpulkan bahwa hasil daripada pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada analisa dampak paparan dari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap kadar klorofil a pada tanaman kedelai dari yang paling kecil sampai yang paling besar yaitu dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, (kontrol), 0,4 mT, 0,3 mT, 0,2 mT dan yang paling tinggi 0,1 mT. jika pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,3 mT, (kontrol), 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,1 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keenam variasi paparan medan magnet ini cenderung sama. Sehingga pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,4 mT, (kontrol), dan 0,3 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keempat variasi kerapatan fluks magnet ini cenderung sama atau tidak beda nyata, Begitu pula pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT, 0,3 mT, dan 0,2 mT yang berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan

pengaruh yang dimiliki oleh kelima variasi paparan medan magnet ini cenderung sama, serta pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT, 0,2 mT, dan 0,1 mT juga berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh kelima variasi paparan medan magnet ini cenderung sama, sedangkan untuk perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, 0,5 mT, dan 0,4 mT berada pada himpunan homogen yang berbeda atau terjadi beda nyata, maka dapat disebut bahwa terjadi variasi perlakuan terhadap kadar klorofil daun pada tanaman kedelai yang cukup signifikan, sehingga dari tabel 4.10 bisa ditarik kesimpulan bahwa intensitas yang paling efektif terhadap kadar klorofil daun pada tanaman kedelai adalah paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT karena memiliki nilai rata-rata yang paling besar daripada perlakuan yang lain (notasi berada paling jauh dari perlakuan kontrol).

Tabel 4. 12 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Kandungan Klorofil b Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

Medan Magnet (mT)	Rata-rata	Notasi*
0,5	1,669	a
0 (kontrol)	1,708	a
0,4	1,788	a
0,3	1,874	a
0,2	2,045	a
0,1	3,161	b

Pada tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa hasil daripada pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada analisa dampak paparan dari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap kandungan klorofil b pada tanaman kedelai dari yang paling kecil sampai yang paling besar yaitu dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, (kontrol), 0,4 mT, 0,3 mT, 0,2 mT dan yang paling tinggi 0,1 mT. jika pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,3 mT,

(kontrol), 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,1 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keenam variasi paparan medan magnet ini cenderung sama. Sehingga pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,4 mT, 0,2 mT, (kontrol), dan 0,3 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh kelima variasi paparan medan magnet ini cenderung sama, sehingga dapat disebut juga memiliki pengaruh yang sama, sedangkan untuk 0,1 mT dengan 0,5 mT 0,4 mT, 0,2 mT, (kontrol), dan 0,3 mT berada pada himpunan homogen yang berbeda, maka dapat disebut bahwa terjadi variasi perlakuan terhadap kandungan klorofil daun pada tanaman kedelai yang cukup signifikan, sehingga dari tabel 4.11 bisa ditarik kesimpulan bahwa intensitas yang paling efektif terhadap kandungan klorofil daun pada tanaman kedelai adalah paparan medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT serta notasinya menunjukkan bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT memberikan pengaruh bagi sampel kontrol dan notasinya paling berbeda dari perlakuan yang lain.

4. Waktu Awal Berbunga

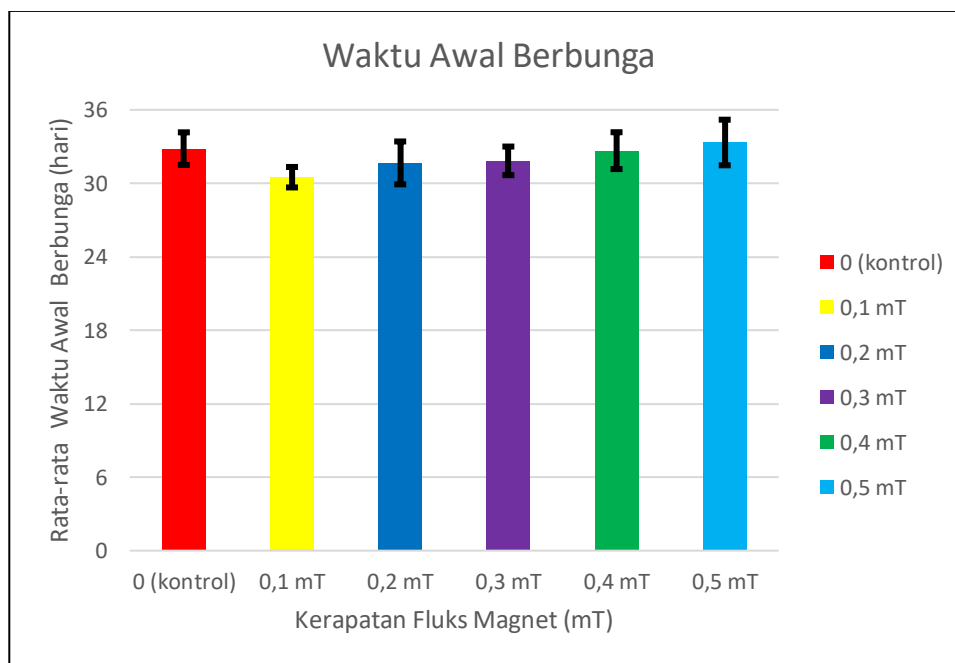
Pengambilan data dimulai ketika awal waktu berbunga pada tanaman kedelai. Data waktu awal berbunga pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*) dicatat berdasarkan pada hari ke berapa tanaman kedelai mulai tumbuh kuncup bunga. Berdasarkan pengamatan, pengaruh kerapatan fluks magnet dengan lama paparan 20 menit terhadap waktu mulai berbunga pada tanaman kedelai dapat disuguhkan dalam bentuk tabel 4.13 data pengamatan di bawah ini.

Tabel 4. 13 Data Awal Berbunga

Medan magnet (mT)	Waktu awal berbunga (hari) ulangan ke-						Rata-rata	
	1	2	3	4	5	6		
0 (kontrol)	32	32	35	32	34	32	32,833	$\pm 1,329$
0,1	30	31	30	32	30	30	30,5	$\pm 0,836$
0,2	35	32	31	31	31	30	31,667	$\pm 1,751$
0,3	32	33	30	33	32	31	31,833	$\pm 1,169$
0,4	32	35	32	32	31	34	32,667	$\pm 1,505$
0,5	35	32	35	32	31	35	33,333	$\pm 1,861$

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet kontrol dan 0,3 mT rata-rata nya diperoleh 32,83 HST ± 1.329 dan 31,83 HST ± 1.169 . Lalu ketika sampel perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT waktu berbunga pada sampel ini lebih cepat dari sampel yang lain yaitu rata-rata pada hari ke 30,5 HST ± 0.836 , sedangkan pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT waktu awal berbunga menjadi lebih lama yaitu hari ke 31,66 HST ± 1.751 , 32,6 HST ± 1.505 dan 33,3 HST ± 1.861 . sehingga dari tabel 4.12 menunjukkan sampel yang paling cepat berbunga adalah sampel yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT karena di hari ke 30,5 HST sudah berbunga dibandingkan dengan sampel yang lain, hal ini dimungkinkan perlakuan yang paling optimal untuk tanaman kedelai adalah diberikan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT karena memiliki rata-rata yang paling kecil atau menunjukkan yang paling cepat berbunga.

Data pada paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF yang mempengaruhi Waktu Awal Berbunga pada tanaman kedelai telah dicitrakan pada bentuk grafik, sebagaimana yang disuguhkan pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 4 Grafik Waktu Awal Berbunga

Pada gambar 4.4 ketika pemberian paparan medan magnet dengan lama waktu paparan 20 menit terjadi perbedaan waktu mulai berbunga pada setiap sampel kontrol dan tanaman yang diberikan perlakuan paparan medan magnet. Pada sampel kontrol waktu berbunganya mulai 32,83 HST. Sedang pada tanaman yang dipapari medan magnet, sampel yang paling awal adalah pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT dengan rata-rata nya 30,5 HST.

Setelah dilakukan analisa terhadap grafik 4.4 yang disuguhkan di atas, data dari hasil pengaruh paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai kemudian dianalisis dengan memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA) sehingga diperoleh tabel 4.14 sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Analisis Uji Anova Pengaruh Paparan Medan Magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap Awal Waktu Berbunga pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.139	5	6.228	2.958	.028
Within Groups	63.167	30	2.106		
Total	94.306	35			

Pada tabel 4.12 ini mengenai analisis dari paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap panjang batang pada tanaman kedelai memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA). Diperoleh hasil dari analisis memiliki tingkat signifikansi waktu awal berbunga sebesar 0,028, karena tingkat signifikansi lebih kecil daripada 0,005 atau 5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai. Lalu karena uji *Analysis of Varians* (ANOVA) menunjukkan hasil H₀ ditolak, sehingga kemudian dilakukan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) maka dapat dianalisis perlakuan yang paling efektif dari keenam perlakuan terhadap waktu awal kedelai. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4. 15 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Awal Waktu Berbunga Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*)

Medan Magnet (mT)	Rata-rata	Notasi*
0,1	30,5	a
0,2	31,667	ab
0,3	31,833	ab
0,4	32,667	b
0 (kontrol)	32,833	b
0,5	33,333	b

Pada tabel 4.15 dapat disimpulkan bahwa hasil daripada pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada analisa dampak paparan dari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai dari yang paling kecil sampai yang paling besar yaitu dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, (kontrol), 0,4 mT, 0,3 mT, 0,2 mT dan yang paling tinggi 0,1 mT. jika pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,3 mT, (kontrol), 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,1 mT berada pada satu himpunan homogen yang

berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keenam variasi paparan medan magnet ini cenderung sama. Sehingga pada tanaman kedelai yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, 0,2 mT, dan 0,3 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh ketiga variasi paparan medan magnet ini cenderung sama atau tidak terjadi beda nyata, sehingga dapat disebut juga memiliki pengaruh yang sama, begitu pula pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT, (kontrol), 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT pengaruh yang dimiliki oleh kelima variasi paparan medan magnet ini cenderung sama, dan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT, dan 0,3 mT yang merupakan satu himpunan homogen atau tidak terjadi beda nyata, sedangkan untuk 0,1 mT dengan 0,4 mT, (kontrol) dan 0,5 mT berada pada himpunan homogen yang berbeda atau terjadi beda nyata, maka dapat disebut bahwa terjadi variasi perlakuan terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai yang cukup signifikan, sehingga dari tabel 4.14 bisa ditarik kesimpulan bahwa intensitas yang paling efektif terhadap waktu awal berbunga pada tanaman kedelai adalah paparan medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT.

5. Jumlah buah yang dihasilkan

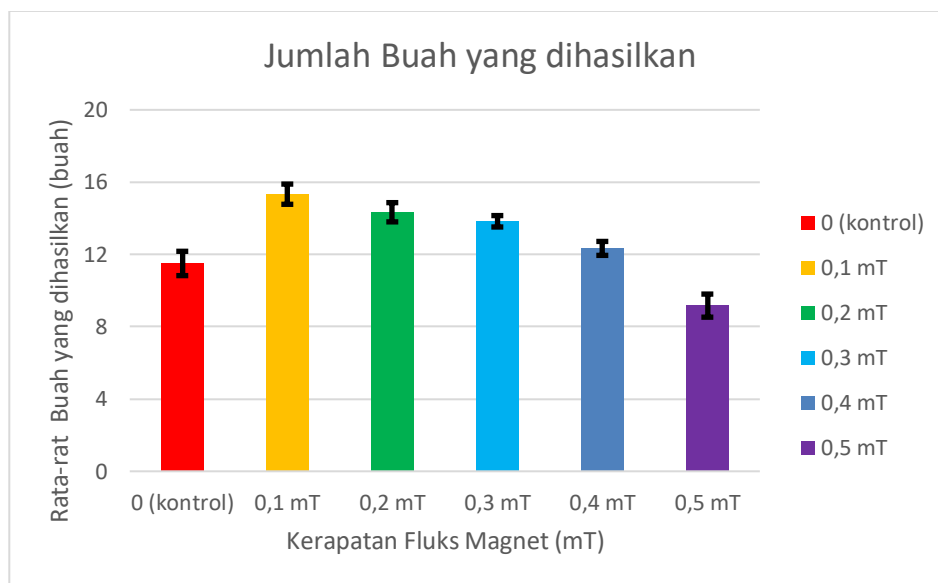
Pengambilan data Banyak buah yang dihasilkan berlangsung ketika tanaman sudah dipanen yaitu tepatnya pada minggu ke-10 setelah tanam, data yang diambil merupakan jumlah buah dari setiap pohon pada setiap pengulangan variasi medan magnet. Nilai dapat dilihat pada tabel 4.16 dibawah ini.

Tabel 4. 16 Data Jumlah Buah yang dihasilkan Tanaman

Medan magnet (mT)	Jumlah Buah yang dihasilkan (buah) Ulangan ke-						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
0 (kontrol)	13	10	10	9	14	13	11,5 ±0,673
0,1	15	22	16	13	14	12	15,333 ±0,559
0,2	15	11	13	19	13	15	14,333 ±0,532
0,3	13	11	12	17	16	14	13,833 ±0,316
0,4	10	12	10	11	19	12	12,333 ±0,386
0,5	10	7	6	8	13	11	9,166 ±0,639

Pada tabel data diatas dijelaskan bahwa sampel kontrol yang rata-rata nya diperoleh $11,5 \pm 2.073$ buah. Lalu ketika sampel perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT waktu berbunga pada sampel ini lebih banyak buah yang dihasilkan dari sampel yang lain yaitu rata-rata adalah $15,3 \pm 3.559$ buah, sedangkan pada 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT jumlah buah yang dihasilkan tiap pohon menjadi lebih sedikit yaitu secara berurutan $14,3 \pm 2.732$ buah, $13,83 \pm 2.316$ buah, $12,33 \pm 3.386$ buah, dan $9,16 \pm 2.639$ buah, sehingga dari tabel 4.15 menunjukkan sampel yang paling banyak buah yang yang dihasilkan adalah sampel yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT karena dapat menghasilkan rata-rata 15,3 buah dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh sampel yang lain atau yang tidak dipapari medan magnet.

Data pada paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF yang mempengaruhi jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai telah dicitrakan dalam bentuk grafik, sebagaimana yang disuguhkan pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Grafik Jumlah Buah yang dihasilkan

Pada gambar 4.5 ketika pemberian paparan medan magnet dengan lama waktu paparan 20 menit terjadi perbedaan jumlah buah yang dihasilkan pada setiap sampel kontrol dan tanaman yang diberikan perlakuan paparan medan magnet. Pada sampel kontrol diperoleh rata-rata buah yang dihasilkan 11,5 buah dari 6 sampel pengulangan. Sedang pada tanaman yang dipapari medan magnet, sampel yang paling banyak menghasilkan buah adalah pada paparan medan magnet yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT dengan rata-rata nya 15,33 buah.

Setelah dilakukan analisa terhadap grafik 4.5 yang disuguhkan diatas, data dari hasil pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap banyak buah yang dihasilkan tiap pohon pada tanaman kedelai kemudian dianalisis dengan memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA) sehingga diperoleh tabel 4.17 sebagai berikut.

Tabel 4. 17 Analisis Uji Anova Pengaruh Paparan Medan Magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap Banyak Buah yang Buah yang dihasilkan tiap Pohopn pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merril*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	149.583	5	29.917	3.721	.010
Within Groups	241.167	30	8.039		
Total	390.750	35			

Pada tabel 4.17 ini mengenai analisis dari paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap banyak buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai memakai uji *Analysis of Varians* (ANOVA). Diperoleh hasil dari analisis memiliki tingkat signifikansi waktu awal berbunga sebesar 0,010, karena tingkat signifikansi lebih kecil daripada 0,005 atau 5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap jumlah buah yang dihasilkan tiap pohon pada tanaman kedelai. Lalu karena uji *Analysis of Varians* (ANOVA) menunjukkan hasil H₀ ditolak, sehingga kemudian dilakukan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) maka dapat dianalisis perlakuan yang paling efektif dari keenam perlakuan terhadap jumlah buah yang dihasilkan tiap pohon pada tanaman kedelai. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4. 18 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Jumlah Buah yang dihasilkan Tanaman Kedelai (*Glycine max L.Merril*)

Medan Magnet (mT)	Rata-rata	Notasi*
0,5	9,166	a
0 (kontrol)	11,5	ab
0,4	12,333	abc
0,3	13,833	bc
0,2	14,333	bc
0,1	15,333	c

Pada tabel 4.18 dapat disimpulkan bahwa hasil daripada pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada analisa dampak paparan dari medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF terhadap jumlah buah yang dihasilkan tiap pohon pada tanaman kedelai dari yang paling kecil sampai yang paling besar yaitu dimulai dari perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, (kontrol), 0,4 mT, 0,3 mT, 0,2 mT dan yang paling tinggi 0,1 mT. jika pada tanaman kedelai yang dipapari medan magnet dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,3 mT,

(kontrol), 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,1 mT berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keenam variasi paparan medan magnet ini cenderung sama. Sehingga pada tanaman kedelai yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT, 0,4 mT, dan (kontrol) berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh ketiga variasi paparan medan magnet ini cenderung sama, sehingga dapat disebut juga memiliki pengaruh yang sama, Begitu pula pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT, 0,3 mT, (kontrol), dan 0,2 mT yang berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keempat variasi paparan medan magnet ini cenderung sama atau tidak terjadi beda nyata, juga pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT, 0,2 mT, 0,4 mT, dan 0,1 mT juga berada pada satu himpunan homogen yang berarti perbedaan pengaruh yang dimiliki oleh keempat variasi paparan medan magnet ini cenderung sama, sedangkan untuk 0,1 mT dengan 0,5 mT dan (kontrol) berada pada himpunan homogen yang berbeda atau terjadi beda nyata, maka dapat disebut bahwa terjadi variasi perlakuan terhadap banyak buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai yang cukup signifikan, sehingga dari tabel 4.18 bisa ditarik kesimpulan bahwa intensitas yang paling efektif terhadap jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai adalah paparan kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT serta notasinya paling jauh dari sampel kontrol.

Tabel 4. 19 Data Berat Bersih pada Buah

Medan magnet (mT)	Rata-rata berat bersih buah (gram)	
0 (kontrol)	2,015	± 0,0314
0,1	2,278	± 0,0188
0,2	2,076	± 0,0314
0,3	2,073	± 0,0316
0,4	1,811	± 0,0523
0,5	1,791	± 0,0372

Data ini diambil dari tiap 1 buah polong pada tanaman kedelai kemudian diambil bijinya dan ditimbang menggunakan neraca analitik, kemudian diambil data tiap ulangnya dan dirata-rata, dapat dilihat pula pada tabel bahwa paparan 0,1 mT adalah nilai rata-rata berat bersih buah yang paling besar yaitu sebesar $2,278 \pm 0,0188$ gram bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan pada penelitian dan data hasil pengamatan diperoleh dengan lima parameter penelitian yang meliputi waktu kemunculan kecambah, tinggi batang tanaman, kandungan klorofil daun, waktu awal berbunga, dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai yang diberikan variasi paparan medan magnet (*Extremely Low Frequency*) ELF selama 20 menit mampu memberikan dampak yang positif bagi pertumbuhan dan perkembangan bagi tanaman kedelai. Selanjutnya dilihat dan dianalisis menggunakan grafik serta tabel bahwa medan magnet ELF bahwa salah satu dari paparan medan magnet yaitu pada paparan dengan intensitas 0,1 mT mendapatkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol atau tanpa diberikan paparan medan magnet.

Pada penelitian ini dihasilkan kerapatan fluks magnet 0,1 mT yang membuat kecambah tumbuh lebih cepat pada tanaman kedelai, tinggi batang juga bertambah tinggi, kandungan klorofil semakin banyak, waktu berbunga semakin cepat, dan buah yang dihasilkan semakin banyak dibandingkan kontrol dan kerapatan fluks magnet yang lain, perlakuan kerapatan medan magnet 0,2 – 0,5 mT mulai menurun dibandingkan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mampu memberikan pengaruh yang optimal pada pertumbuhan tanaman kedelai.

Penelitian ini diperkuat dengan beberapa pernyataan dari para peneliti sebelumnya seperti (Anggraini, 2013) yang menyatakan bahwa pengaruh pada pertumbuhan dan perkecambahan pada tanaman kedelai dan kacang hijau dengan pemberian perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mampu meningkatkan aktivasi enzim amilase pada biji kedelai putih dan biji kacang hijau dengan lama paparan pada kacang hijau 11 menit 44 detik dan pada kedelai putih 15 menit 36 detik, begitu pula pada penelitian (Zahra, 2014) perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mampu meningkatkan dan memperbesar ukuran lebar xylem, diameter sel parenkim, serta panjang stomata kecambah dari biji kacang hijau dan kedelai.

Pada tanaman kedelai yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, dan 0,5 mT terhadap awal berkecambah, panjang batang, kadar klorofil daun, waktu awal berbunga dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai mengalami penurunan disebabkan karena intensitas paparannya melebihi batas intensitas optimum yang mampu diterima oleh tanaman kedelai sehingga protein dalam biji kedelai mengalami kerusakan pada proses pertumbuhan dari tanaman kedelai itu sendiri. Hasil dari pengamatan ini telah sesuai dengan penelitian (Zahra, 2014) bahwa ia mengatakan intensitas medan magnet pada tanaman kacang hijau yang paling bisa diterima kacang hijau adalah perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, sedangkan ketika diberikan perlakuan melebihi kerapatan fluks magnet 0,1 mT maka akan terlalu kuat dan justru akan menghambat metabolisme atau terjadi gangguan pada metabolisme serta menyebabkan terjadinya perubahan struktur pada membran biji tanaman kedelai sehingga sangat merugikan pertumbuhan tanaman kedelai.

Pada penelitian ini medan magnet beresilasi dengan frekuensi 100 Hz, maka diperlukan paparan medan magnet rendah untuk perlakuan benih, mengubah medan magnet adalah salah satu solusi guna mendapatkan kerapatan fluks magnet yang rendah seperti halnya pada penelitian Tirono, 2021 dimana perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT selama 20 menit dengan pelaksanaan 5 hari mampu mempersingkat waktu berkecambah yaitu dari 3 hari menjadi 1 hari saja.

Tanaman tersusun dari sel-sel yang didalamnya memiliki DNA dan disekitarnya terdapat molekul dari DNA yang bermuatan negatif. Muatan negatif yang berada disekitar molekul DNA sebagai intensitas yang dibebani. Dimana potensialnya akan meningkat karena pemberian medan magnet. Oleh sebab itu, medan magnet berpengaruh pada tahap molekuler serta mampu meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman (Dhawi, Al-khayri, and Hassan, 2009).

Paparan medan magnet mampu menginduksi singlet dan triplet dari elektron yang tak berpasangan sehingga menyebabkan stress oksidatif, stress oksidatif adalah faktor utama yang menyebabkan mutasi pada tanaman dimana sampel kontrol memiliki rata-rata panjang batang hanya 80,83 cm pada 63 HST dan pada sampel yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT lebih tinggi rata-ratanya dari sampel kontrol yaitu 160,38 cm pada 63 HST, sehingga disimpulkan bahwa medan magnet memiliki treatment yang sangat tinggi pada multiplikasi tumbuhan serta berkembangnya sel (Yokatani, 2001).

Medan magnet mampu meningkatkan reaksi-reaksi kimia pada tanaman, sehingga mampu memberikan efek positif pada aktivasi fotokimia tanaman, rasio respirasi juga aktivasi pada enzim (carbonel, 2000), klorofil karotenoid merupakan pigmen yang dihasilkan pada proses fotosintesis dan merupakan indikator penunjang kesehatan dan kesuburan tanaman karena dianggap sebagai mekanisme pertahanan

terhadap stress pada tanaman, dimana stress tersebut dapat mengakibatkan berkembangnya spesies oksigen yang reaktif (Sahebjamei, 2007), sehingga meningkat pula kadar karotenoid yang perannya melindungi sistem pada tanaman. Pada penelitian ini diperoleh perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT yang merupakan intensitas yang paling optimal terhadap kadar klorofil pada tanaman kedelai karena struktur kimia organik dan kloroplas mempunyai sifat paramagnetik sehingga dapat dimungkinkan dengan melihat penelitian ini sifat paramagnetiknya yang terpengaruh dengan medan magnet dan yang paling optimal dan paling bisa diterima oleh tanaman kedelai adalah perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT.

Medan magnet mampu menginduksi perubahan tingkat sel sehingga mengarah pada peningkatan visibilitas pada sel, organisasi serta diferensiasi (valiron, 2005) sehingga tanaman yang dipapari medan magnet rata-rata awal mulai berbunga lebih cepat daripada yang tidak dipapari medan magnet sama sekali (kontrol). Pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata waktu awal berbunganya 30,5 hari sedangkan pada sampel kontrolnya rata-rata awal waktu berbunganya 32,83 hari, dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mampu mempengaruhi awal waktu berbunga dan yang paling cepat awal waktu berbunganya terhadap tanaman kedelai.

Selain itu medan magnet juga mampu untuk bertindak sebagai peniru hormon auksin pada tanaman kedelai, dimana hormon auksin kita ketahui sebagai hormon auksin untuk mempercepat pematangan pada buah dan mempercepat reaksi enzim yang berkaitan dengan reaksi dari hormon auksin, peningkatan ini mempengaruhi biomassa pada buah dan merangsang pembuahan menjadi lebih banyak, hal ini terbukti bahwa medan magnet yang dipaparkan terhadap biji kedelai memiliki buah

yang lebih banyak daripada sampel kontrol, pada sampel kontrol hanya bisa dihasilkan buah rata-rata sebanyak 11,5 buah sedangkan sampel yang perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT mampu menghasilkan buah rata-rata sebanyak 15,3 buah, pada dasar teori dijelaskan bahwa tiap pohon tanaman kedelai varietas grobogan mampu menghasilkan sampai 20 polong tapi pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT di pengulangan ke 2 ini mampu menghasilkan sampai 22 polong ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT pada penelitian ini mampu melebihi hasil buah yang dihasilkan pada tanaman kedelai varietas grobogan di tempat lain.

Energi medan magnet ELF yang mengenai sel dan dapat memenuhi kebutuhan sel serta tidak sampai mengalami kematian disebabkan kelebihan kalsium yang dipengaruhi oleh besarnya intensitas yang sesuai rumus fisika pada dasar teori terkait laju energi tiap satu luasan yaitu, $S = \frac{B^2 C}{\alpha_0}$ untuk $B = \frac{d\phi m}{dt}$ atau $\oint B dt = \oint d\phi m$ dari persamaan ini didapatkan hubungan bahwa semakin besar fluks magnetik semakin besar pula energi yang didapatkan oleh suatu sampel yang terpapar medan magnet sebab ketika membran sel terpapar medan magnet ke ion maka terjadi perpindahan energi dari magnet ke ion yang mengakibatkan percepatan laju aliran ion melewati membran sel. dalam hal ini yang bersifat paramagnetis dalam bahan adalah ion (Ca^{2+}) sehingga mempengaruhi laju ion (Ca^{2+}) kedalam sel (sutrisno dan Gie, 1979).

Pemberian intensitas magnet diambang batas akan menurunkan indeks bias dan meningkatkan permeabilitas sel. Permeabilitas membran sel yang tinggi mengakibatkan aliran ion melalui membran sel menjadi meningkat, sehingga

konduktivitas membran sel meningkat. Konduktivitas yang tinggi menyebabkan kerusakan pada membran sel, sehingga menyebabkan sel mati (Tirono, 2021).

Intensitas paparan medan magnet ELF mempunyai peran yang sangat efektif bagi pertumbuhan tanaman kedelai. Sehingga interaksi dari tiap partikel di dalam maupun luar sel sangat optimal terhadap waktu kemunculan kecambah, tinggi batang, kandungan klorofil daun, waktu awal berbunga dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai. Paparan intensitas medan magnet 0,2 mT juga berpengaruh terhadap waktu kemunculan kecambah, tinggi batang, kandungan klorofil daun, waktu awal berbunga dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai akan tetapi pemberian pengaruh kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT yang paling berpengaruh yang lebih besar, sedangkan paparan medan magnet yang melebihi 0,1 mT, waktu kemunculan kecambah, tinggi batang, kandungan klorofil daun, waktu awal berbunga dan jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kerapatan fluks magnet yang dipaparkan ke tanaman kedelai. Sebab intensitas yang dipaparkan sudah melebihi dari kapasitas optimal yang diterima oleh tanaman kedelai.

Pada penelitian ini dibutuhkan medan magnet yang lebih rendah serta waktu perawatan yang lebih cepat daripada memakai listrik statis, densitas dari fluks magnet mampu menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dan optimum dengan perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT. Kekurangannya adalah menghubungkan kumparan Helmholtz dengan arus sinusoidal sehingga terjadi peningkatan impedansi yang mengakibatkan suhu kumparan meningkat.

4.3 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Diciptakannya tumbuhan di muka bumi ini telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam Al-Qur'an yang kemudian dijadikan sebagai rujukan para ilmuwan-ilmuan

seluruh dunia tentang kemu'jizatan Al-Qur'an, pada Q.S Al-An'am [6]: 95 Allah SWT berfirman:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمُ اللَّهُ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ

“Sungguh, Allah yang menumbuhkan butir (padi-padian) dan biji (kurma). Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Itulah (kekuasaan) Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”(Q.S. Al-An'am [6]: 95).

Menurut tafsir Al-misbah bahwa ayat tersebut menunjukkan betapa kuasanya Allah SWT yang menciptakan seluruh alam semesta beserta isinya, yang menciptakan dari tak hidup menjadi hidup, menjadikan makhluk tak hidup menjadi makhluk hidup, ayat ini membahas tentang keistimewaan proses pertumbuhan tanaman dari benih dimana benih ini berada dalam tempat sempit yang didalamnya terdapat zat-zat tak hidup dan terakumulasi.

Dalam biji kedelai terkandung lemak dimana lemak ini mengandung beberapa senyawa *fosfolipida* penting diantaranya *lesitin*, *sepalin*, dan *lipositol*. Kedelai juga diyakini orang-orang untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit seperti diabetes, ginjal, anemia, reumatik, diare, hepatitis dan hipertensi karena dalam kedelai terkandung zat flavonoid, yang mana senyawa ini banyak dijumpai pada buah-buahan, sayur-sayuran, dan kacang-kacangan atau biji-bijian, tetapi setelah beberapa tanaman yang telah dianalisis ternyata kedelai menempati urutan pertama, yang mengandung senyawa isoflavon dan derivatnya. Isoflavon dan derivatnya adalah senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan, antitumor, dan anti osteroklerosis. (Dixon R A, Steele CL, 1999).

Oleh karena itu penelitian ini diharapkan mampu membantu dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai yang memiliki kegunaan dan

kandungan yang banyak jika dikonsumsi, sebagaimana firman Allah SWT dalam QS.

An-Nahl 69 bahwa Allah telah menciptakan obat-obatan dalam tanam-tanaman:

ثُمَّ كَلَيْهِ مِنْ كُلِّ الشَّجَرِ مَأْكُلٌ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

“kemudian makanlah dari segala (macam) buah-buahan lalu tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu).” Dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir.”(QS. An-Nahl: 69)

Berdasarkan tafsir al-misbah bahwa Allah SWT telah menjadikan dan menciptakan makhluk hidup bermanfaat bagi kemaslahatan manusia, dimana seperti binatang dan tumbuhan menjadikan kemanfaatan bagi manusia itu sendiri.

Maka menjadi kewajiban kita sebagai khalifah di bumi untuk senantiasa melestarikan apa yang telah diberikan oleh Allah SWT. Salah satunya tidak merusak dan mengeksploitasi sumber daya alam secara besar-besaran, dan kita manusia makhluk yang diberikan akal ditugaskan untuk menggunakan pengetahuan yang kita miliki untuk senantiasa membawa inovasi dan perubahan, supaya alam yang diciptakan oleh Allah SWT yang disiapkan untuk kita tetap lestari dan menjadikan kenikmatan semua makhluk yang berada di bumi supaya lebih dekat kepadaNya dengan selalu mengucapkan syukur, sebagaimana firman Allah surat Ar-rahman ayat 10 – 12:

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنْعَامِ فِيهَا فَاكِهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ
 “Dan bumi telah dibentangkan-Nya untuk makhluk(-Nya), di dalamnya ada buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang, dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya”. (Q.S. Ar-Rahman [55]: 10 - 12)

Dan dipertegas lagi dalam surat Ar-rahman ayat 13 yang berbunyi

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبِينَ
 “Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”. (Q.S. Ar-Rahman [55]: 13)

Semua kenikmatan yang telah Allah berikan kepada manusia dan seluruh makhluknya harus senantiasa dirawat, inovasi teknologi yang ramah lingkungan dalam bidang pangan dan pertanian ini termasuk salah satu usaha manusia untuk melestarikan sumber daya alam, peningkatan produktivitas bahan pangan dengan medan magnet telah diuji oleh peneliti dan menghasilkan produk yang baik, sehingga akan ada selalu jalan Allah yang diberikan untuk manusia supaya mau berbuat baik dan menggunakan ilmu pengetahuannya demi kemaslahatan makhluk hidup yang lain.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh paparan medan magnet *Extremelly Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan dan produktivitas kedelai (*Glycine Max L. Merril*) dapat disimpulkan bahwa:

1. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu mempengaruhi waktu kemunculan kecambah tanaman kedelai saat diberikan paparan kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT memberikan hasil rata-rata waktu kemunculan kecambah yang lebih optimal dibandingkan yang tidak dipapari medan magnet maupun yang lebih tinggi dari 0,1 mT, dengan rata-rata waktu kemunculan kecambah pada paparan kerapatan fluks magnet 0,1 mT yaitu 1 ± 0 hari.
2. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu mempengaruhi tinggi batang tanaman kedelai, dimana tanaman kedelai saat dipapari kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT memberikan hasil rata-rata tinggi batang yang optimal dibandingkan dengan sampel kontrol ataupun perlakuan yang lain. Dengan hasil rata-rata tinggi batang selama 63 HST pada paparan fluks magnet 0,1 mT yaitu $160,38 \pm 5,98$ cm.
3. Kerapatan fluks magnet mampu mempengaruhi kandungan klorofil pada daun kedelai, dengan paparan yang paling optimal yaitu kerapat fluks magnet 0,1 mT dibandingkan dengan variasi intensitas yang lain maupun kontrol. Dengan hasil rata-rata kandungan klorofil pada paparan 0,1 mT sebesar $(6,369 \pm 0,438$ mg/l) dan klorofil b $(3,161 \pm 0,232$ mg/l).

4. Tanaman kedelai yang dipapari fluks magnet sebesar 0,1 mT mampu mempercepat waktu awal berbunga jika dibandingkan sampel kontrol maupun perlakuan intensitas yang lainnya, dengan waktu awal berbunga rata-rata pada hari ke 30,5 HST \pm 0.836, sedangkan sampel kontrol rata-rata berbunga pada hari ke 32,83 HST \pm 1.329.
5. Intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu mempengaruhi jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman kedelai varietas grobogan, dengan paparan medan magnet yang paling optimal sebesar 0,1 mT dan memiliki rata-rata banyaknya buah yang dihasilkan sebesar 15,3 \pm 3.559 buah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan tanaman varietas yang berbeda dengan ditambahkan variasi paparannya.
2. Untuk penelitian selanjutnya ditambah parameter yang akan diteliti guna menambah keakuratan informasi pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap tanaman.
3. Untuk penelitian selanjutnya dicari dampak negatif paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap lingkungan.
4. Dapat dilakukan untuk menambah variasi intensitas medan magnet karena setiap jenis tanaman memiliki kapasitas optimum yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, 2018. 2017. "Agrotekma dan budidaya tanaman" Jilid 2 (1): 1–15.
- Adjis. 2015. "Pengaruh Medan Magnet Solenoida dan Perendaman Air Magnetisasi terhadap Benih Kacang Kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*) Kadalua Varietas Tanggamus." *Jurnal Agroekotek* 7 (2): 153–59.
- Agroekoteknologi, 2020. Pengaruh Perendaman Air Kelapa Dan Rootone F Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Nilam (*Pogstemon cablin*, Benth) *Jurnal Online*, and Issn vol 8 1(2): 32.
- Anggraini, w. 2013. Isolasi dan karakterisasi Enzim amilase pada perkecambahan kedelai putih dan kacang hijau di bawah Pengaruh Medan Magnet 0,1 mT. Lampung : Universitas Lampung
- Amanda, Pradipta. 2019. "Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*)" *Fakultas Sains Dan Teknologi, Skripsi UIN Malang* 1(2): 45.
- Anies. 2007. "Mengatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik Dengan Manajemen Berbasis Lingkungan." Universitas Diponegoro: Semarang.
- Bansode, Rajesh S, Ruhi Tas, 2018. Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis Lampu terhadap Pertumbuhan Bayam (*Amaranthus sp.*). UIN Alaudin: Makassar (6) 40-44.
- BPS, 2012. "Statistika Indonesia Statistical Yearbook of Indonesia, Jilid 2." Badan Pusat Statistika Indonesia: Jakarta 7(3): 15.
- Campbell, Neil.A. 2004. *Biologi Campbell Eleventh Edition*. University of California: USA. Jilid 1(1): 55-57.
- Carbonell MV, dkk. 2000. "Stimulation of Germination in Rice (*Oryza sativa L*) by a static magnetic fields, *Electro and Magneto Biology*, 19:121-128
- Dan, Gumelar.A, 2015. "Pengaruh Kombinasi Larutan Perendaman dan Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas, Vigor dan Dormansi Benih Padi Hibrida Kultivar Sl-8". *Fakultas Agrobisnis dan Rekayasa Pertanian, Universitas Subang*. 2(2): 125-135
- Dhawi, Faten, Jameel M Al-khayri, and Essam Hassan. 2009. "Static Magnetic Field Influence on Elements Composition in Date Palm (*Phoenix Dactylifera L.*)" *Research Journal of Biological Sciences* 5 (2): 161–66.
- Djoyowasito, Gunomo. 2019. "Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L*)" *Universitas Negeri Jember*. 7 (1): 8–19.
- Drajat, 2011. "Tanaman yang diberikan Perlakuan dengan Pupuk Organik Cair, *Institut Pertanian Bogor* 1(2): 23-24."
- Emelia, Reza, Yuni Wulan, and Trapsilo Prihandono. 2010. "Magnetic field effect on water surface tension in aspect of glass and mica wettability" *University in Lublin* :

Poland 164–70.

- Fujimura dan Iino. 2020. "Surface tension of heavy water under high magnetic field" *Colloids and Interfaces*. Yokohama: Japan 4 (3): 143.
- Gly, Sriatun dkk. 2009. "Potensi Senyawa Isoflavon Dan Derivatnya Dari Kedelai (*Glycine Max. L*) Serta Manfaatnya Untuk Kesehatan." *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*. Universitas Negri Yogyakarta. 33–41.
- Grubner. 2013. "Pengaruh Dosis Kalium dan Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*).". Universitas Teuku Umar: Aceh 1-37.
- Irwanto, Irwanto, Rustam Baraq Noor, and Abdul Rofik. 2020. "Pengaruh Perendaman Air Kelapa Dan Rootone F Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Nilam (*Pogstemon Cablin, Benth*).". *Agrifarm : Jurnal Ilmu Pertanian* 8 (2): 67.
- Irwan, Wawan Aep. 2006. "Budidaya tanaman kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*).". Universitas Padjajaran: JATINANGOR.2(1):76-78.
- Kamil. 2018. "The Effect Of Soaking And Concentration Of GA3 Hormones Against Vigor And The Viability Of Teak Seed In The Nursery" 3(1):112-120.
- Linonia, Nursanti. 2014. "Pengaruh Jarak Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Grow More Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai." UNY.1-20.
- Malka N. Halgamuge, dkk. 2009. "Perbandingan Antara Dua Molekul untuk Interaksi antara Medan Listrik dan magnetik Protein dalam Membran" Universitas Lund: Swedia
- Nugroho, Dedi. 2011 "Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan." *urusan Teknik, Elektro Fakultas, Teknologi Industri, Universitas Islam, and Sultan Agung*.2(1): 9-17
- Pang, Xiao Feng, and Deng Bo. 2008. "The Changes of Macroscopic Features and Microscopic Structures of Water under Influence of Magnetic Field." *Physica B: Condensed Matter*.
- Prastio, Rizki Putra. 2015. "Kumpulan Helmholtz dan pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari, Erlangga : Jakarta."
- Prihatman, 2000. "Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) pada Aplikasi Kompos Azolla Biofisika dan ilmu terapan." jilid 2 vol (6) 255-261.
- Radiologi, Novita Sari Tarigan, Radiologi RSUD, and H Abdul Manap. 2021. "Analisis Dosis Paparan Radiasi Ruangan Sinar-X di Unit Radiologi RSUD H. Abdul Manap JAMBI ." Universitas Jambi 3 (1) 45-46.
- Radjit, Budhi Santoso, and Runik Diah Purwaningrahyu. 2013. "Pengendalian Gulma Pada Kedelai." *Kedelai: Teknik Produksi Dan Pengembangan Tanaman* Universitas Negri Surabaya. 2 (1): 281–95.
- Rohmah, Eka Afiyanti,. 2016. "Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Grobogan Pada Kondisi Cekaman Genangan." *Jurnal Sains*

Dan Seni :ITS

- Sahebjamei H, dkk. 2007, Effects of magnetic field on the atioxidant enzyme activities of suspensions-cultured tobacco cells. *Bioelectromagnetics*. 2(4): 42-47
- Shihab, Quraish. 2014. "Corak Penafsiran M. Quraish Shihab Dalam Tafsir Al-Misbah." *HUNAFA: Jurnal Studia Islamika* 11 (1): 109.
- Simposium, Prosiding. 2008. "Pengaruh Elektromagnetik terhadap Pertumbuhan tanaman_Hkr," 978-79.
- Sudarti dan Harijanto, Alex. 2017. "Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017 Analisis Intensitas Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF)"
- Sumaryati. 2011. "Polusi Udara Di Kawasan Cekungan Bandung." *Berita Dirgantara: Bandung* 12 (3): 83-89..
- Sumenda, Lusua. 2011. "Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera Indica L.*) Pada Tingkat Perkembangan Daun Yang Berbeda." *Jurnal Bios Logos* 1 (1) 10-11.
- "Suprpto, 2011. Pertumbuhan tanaman bonsai pada paparan medan magnet ELF." *Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta* 1(2): 32-34.
- Swamardika, I B Alit. 2009. "Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik terhadap Kesehatan Manusia (Suatu Kajian Pustaka)." 8 (1): 1-4.
- Tippler, Paul A., 2001. *Fisika untuk Sais dan Teknik Edisi ketiga*. Erlangga: Jakarta
- Tirono, Mokhammad, Farid Samsu Hananto, and Viranita Qurotul Aini. 2021. "An Effective Dose of Magnetic Field to Increase Sesame Plant Growth and Its Resistance to *Fusarium Oxysporum* Wilt" 16 (3): 285-91.
- Tirono, Mokhammad, Suharsiningsih. 2021. "Pemodelan Inaktiasi Bakteri Penyusun Biofilm dengan Medan Listrik Intensitas Rendah dan Mekanisme Terendah. *Pertanika* : UPM.
- Jedlicka, Paulen. A. 2019 *Tekhnik budidaya tomat yang tahan terhadap hama tanaman*. Oxford: USA.
- Vinda Ervina. 2015. "Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) terhadap Jumlah Bakteri *Acetobacter Xylinium* dan Ph pada Proses Pembuatan Starter Nata De Coco." *Skripsi*. Jember:UNEJ
- Wibowo, Priyo. 2019. "Pengukuran Medan Magnetik Helmholtz Coil Melalui Konversi Tegangan Efek Hall," 2 (1) 1-6.
- Zahra, Rita. 2014. "Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet 0,1 mT dan Perendaman Biji terhadap Kecepatan Pertumbuhan Kecambah dan Anatomi Sel Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) dan Kedelai Putih (*Glycine max (L).*Merril). Lampung : Universitas Lampung

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

Lampiran 1.a Data Waktu Kemunculan kecambah

medan magnet (mT)	Waktu Kemunculan Kecambah (hari)						Rata-rata
	Pengulangan ke-						
	1	2	3	4	5	6	
0 (kontrol)	5	2	2	2	5	2	3
0,1	1	1	1	1	1	1	1
0,2	3	1	1	2	1	1	1,5
0,3	1	1	3	3	2	1	1,833333
0,4	1	1	3	2	3	3	2,166667
0,5	5	1	3	3	5	1	3

Lampiran 2.a Tinggi Batang Tanaman

a. Minggu ke-1

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	11,2	31	29,92	22,9	19,9	9,01
2	10	34	30,1	28,4	21,38	9
3	11,13	33	25	16	20,91	10,2
4	12,1	28,3	24	21,3	22	10,3
5	16,32	26,3	22	18	20,9	13,32
6	13,23	27,9	21	21,4	19,9	12,23
Jumlah	73,98	180,5	152,02	128	124,99	64,06
Rata-rata	12,33	30,08333	25,33667	21,33333	20,83167	10,67667

b. Minggu ke-2

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	19,8	55	32	31,7	31,8	30,4
2	19,8	58,9	34	34,7	34	30,2
3	18,33	62	33,5	33	33	28
4	21,8	59	30,8	28,5	29	27,9
5	20,9	67	31,8	26,8	25,3	25,8
6	19,7	58,5	31,9	28	27,9	24,91
Jumlah	120,33	360,4	194	182,7	181	167,21
Rata-rata	20,055	60,06667	32,33333	30,45	30,16667	27,86833

c. Minggu ke-3

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	31,4	100	70	65	56	45,6
2	34,3	101	76	63,9	59	44,8
3	33	99	66	64	63	42
4	28,3	105	65	66	61	46,5
5	26,6	100	71,8	68,1	67,9	44,5
6	28	95	75,6	63,49	58,1	45,6
Jumlah	181,6	600	424,4	390,49	365	269
Rata-rata	30,26667	100	70,73333	65,08167	60,83333	44,83333

d. Minggu ke-4

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	46	120	102	100	84	51,9
2	49	118	102,9	103	82,2	47,9
3	43	115	99,04	99,9	92	46,5
4	61	128	105	105,38	81	50,5
5	47,3	125	100	99,7	92	47,5
6	55,1	114	95	93	106	49,9
Jumlah	301,4	720	603,94	600,98	537,2	294,2
Rata-rata	50,23333	120	100,6567	100,1633	89,53333	49,03333

e. Minggu ke-5

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	57	146	141	119	110	65,9
2	60	139	129,9	118	119,3	60,9
3	64	171	140,6	116	123,6	61,8
4	62	143	133	127,9	110	57,7
5	69	139	130,3	126,5	128,18	55,8
6	57,7	162	110,2	115,6	117,9	56,9
Jumlah	369,7	900	785	723	708,98	359
Rata-rata	61,61667	150	130,8333	120,5	118,1633	59,83333

f. Minggu ke-6

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	70	163	145	125	129	68,9
2	74,9	167	135	127,5	125	64,9
3	76	164	145	127	132	63,9
4	75	154	145	130	123	59,9
5	80,1	149	133,3	145	134,5	58,9
6	67,9	163	137	138	137,45	59
Jumlah	443,9	960	840,3	792,5	780,95	375,5
Rata-rata	73,98333	160	140,05	132,0833	130,1583	62,58333

g. Minggu ke-7

Pengulan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	77	163,5	153	132	131	79,5
2	83,5	167,2	156	128	134,5	75,9
3	85,5	165	148,1	146	134,5	80,6
4	83,5	154,3	147,15	150	142,5	79
5	85,5	149,3	148	145	148	83,5
6	70	163	149	139	145,5	78,5
Jumlah	485	962,3	901,25	840	836	477
Rata-rata	80,83333	160,3833	150,2083	140	139,3333	79,5

Lampiran 3.a Kadar Klorofil Daun

a. Kadar klorofil-a

pengulangan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	1,704645	3,126623	2,752631	3,214751	2,308975	1,677881
2	2,239666	2,796023	2,243503	2,430693	2,461623	2,085634
3	1,753463	3,079683	2,572605	2,3885	1,123295	1,393957
4	1,752263	2,742771	3,344994	2,185603	1,986435	2,33323
5	3,246986	3,450881	3,435258	2,764631	3,058188	2,566317
6	2,353265	3,911169	2,611063	2,670542	2,443697	2,158698
Jumlah	13,05029	19,10715	16,96005	15,65472	13,38221	12,21572
rata-rata	4,350096	6,36905	5,653351	5,21824	4,460738	4,071906

b. Kadar klorofil b

pengulangan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	0,789367	1,338119	0,922376	1,14644	0,624649	0,638156
2	0,43612	1,558437	1,165447	0,843315	0,400645	0,588033
3	0,43612	1,558437	1,165447	0,843315	0,400645	0,588033
4	1,273369	1,599337	0,872055	0,750116	2,258537	0,763745
5	1,16908	1,418728	0,862161	1,020195	0,874187	1,051308
6	1,021613	2,010073	1,148353	1,021273	0,806769	1,377727
Jumlah	5,125669	9,483132	6,135839	5,624653	5,365433	5,007003
rata-rata	1,708556	3,161044	2,04528	1,874884	1,788478	1,669001

Lampiran 4.a Waktu Awal Berbunga

Pengulangan ke- (hari)	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	32h/1b	30h/1b	35h/1b	32h/3b	32h/1b	35h/1b
2	32h/1b	31h/2b	32h/2b	33h/1b	35h/2b	32h/2b
3	35h/1b	30h/1b	31h/1b	30h/3b	32h/1b	35h/1b
4	32h/3b	32h/2b	31h/1b	33h/1b	32h/2b	32h/1b
5	34h/2b	30h/3b	31h/1b	32h/1b	31h/1b	31h/2b
6	32h/1b	30h/1b	30h/1b	31h/2b	34h/1b	35h/1b
jumlah	197	183	190	191	196	200
rata-rata	32,83333	30,5	31,66667	31,83333	32,66667	33,33333

Lampiran 5.a Jumlah Buah yang dihasilkan

pengulangan ke-	medan magnet (mT)					
	0 (kontrol)	0,1 mT	0,2 mT	0,3 mT	0,4 mT	0,5 mT
1	13	15	15	13	10	10
2	10	22	11	11	12	7
3	10	16	13	12	10	6
4	9	13	19	17	11	8
5	14	14	13	16	19	13
6	13	12	15	14	12	11
Jumlah	69	92	86	83	74	55
rata-rata	11,5	15,33333	14,33333	13,83333	12,33333	9,166667

Lampiran 2 Data Hasil Uji Lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

Lampiran 1.b Waktu Kemunculan Kecambah

data

Duncan			
peng ulan gan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.1	6	1.0000	
0.2	6	1.5000	1.5000
0.3	6	1.8333	1.8333
0.4	6	2.1667	2.1667
0	6		3.0000
0.5	6		3.0000
Sig.		.124	.054

Lampiran 2.b Tinggi Batang Tanaman (Hari ke-63 setelah tanam)

data

Duncan					
peng ulan gan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5	6	79.0000			
0	6	80.5000			
4	6		1.3900E2		
3	6		1.4000E2		
2	6			1.5017E2	
1	6				1.6017E2
Sig.		.675	.780	1.000	1.000

Lampiran 3.b Kandungan Klorofil Daun

Klorofil a

Duncan				
Intensi tas mag...	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.5mT	6	2.0360		
0.0 mT	6	2.1750		
0.4mT	6	2.2304	2.2304	
0.3mT	6	2.6091	2.6091	2.6091
0.2 mT	6		2.8267	2.8267
0.1mT	6			3.1845
Sig.		.077	.058	.068

klorofil b

Duncan			
Intensi tas mag...	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.5mT	6	.8345	
0.0 mT	6	.8543	
0.4mT	6	.8942	
0.3mT	6	.9374	
0.2 mT	6	1.0226	
0.1mT	6		1.5805
Sig.		.439	1.000

Lampiran 4.b Awal Waktu Berbunga

data

Duncan			
peng ulan gan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	6	30.5000	
2	6	31.6667	31.6667
0	6	31.8333	31.8333
3	6	31.8333	31.8333
4	6		32.6667
5	6		33.3333
Sig.		.156	.084

Lampiran 5.b Banyak Buah yang dihasilkan

data

Duncan				
peng ulan gan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
5	6	9.1667		
0	6	11.5000	11.5000	
4	6	12.3333	12.3333	12.3333
3	6		13.8333	13.8333
2	6		14.3333	14.3333
1	6			15.3333
Sig.		.076	.123	.103

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian

1. Persiapan pengukuran berat biji kedelai



2. Pembenuhan

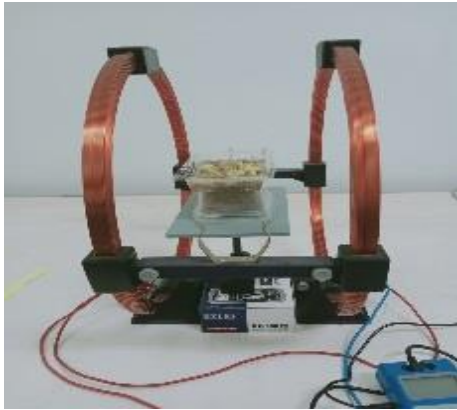


Hari ke-1

Hari ke-3

Hari ke-5

3. Pemaparan Medan Magnet (Extremely Low Frequency) ELF



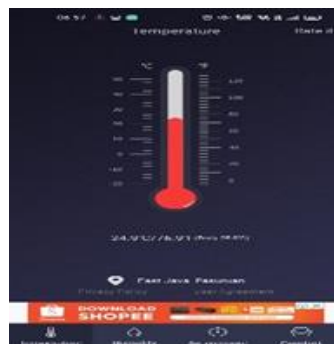
4. Penanaman dan Perawatan pada Tanaman



Proses pemberian Pupuk NPK dan Organik



Proses Penyiraman



Mengukur Suhu Ruangan

Pemindahan ke Polybag

5. Uji Parameter



Waktu Kemunculan Kecambah



Tinggi Batang Tanaman



Kandungan Klorofil Daun



Awal Waktu Berbunga



Banyak Buah yang dihasilkan



Berat Bersih Buah

6. Perkembangan masing-masing Parameter

✚ Waktu Kemunculan Kecambah



Hari 1



Hari 2



Hari 3



ke Polybag

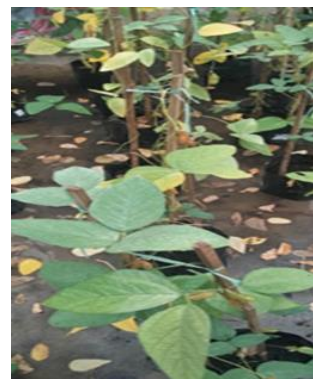
✚ Tinggi batang



Kontrol



0,1 mT



0,2 mT



0,3 mT



0,4 mT



0,5 Mt

✚ Kandungan Klorofil Daun



Sampel



penumbuk



cairan sampel



ekstrak



ukur absorban

✚ Waktu Awal Berbunga



✚ Waktu Berbuah



✚ Banyak Buah yang dihasilkan





BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ahmad Dika Rohmandhoni
NIM : 18640012
Fakultas/Program Studi : Fisika / Sains dan teknologi
Judul Skripsi : Pengaruh Intensitas Paparan Medan Magnet Extremely low frequency (ELF)
Pembimbing 1 : ter hadap pertumbuhan dan produktivitas kedelai
Pembimbing 2 : Dr. H. Mohammad Tirono, M.Si
Ahmad Abtokhi, M.Pd

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	24 Agustus 2021	Konsultasi BAB I	
2	17 September 2021	Konsultasi BAB I & BAB II	
3	24 September 2021	Konsultasi BAB III	
4	30 September 2021	Konsultasi pengambilan data	
5	1 November 2021	Konsultasi pengambilan data	
6	18 APRIL 2022	Konsultasi BAB IV	
7	21 April 2022	Konsultasi BAB IV	
8	17 Mei 2022	Konsultasi persamaan	
9	18 Mei 2022	Konsultasi semua bab, Acc	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	24 Mei 2022	Konsultasi Integrasi 1,2,4	

Malang, 24 Mei2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan,



Dr. Imam Tazi, M.Si