

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PERKECAMBAHAN BENIH WIJEN (*Sesamum Indicum L*)

SKRIPSI

Oleh:
PRADIPTA AMANDA A.S
NIM. 15640046



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

HALAMAN PENGANTAR

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PERKECAMBAHAN BENIH WIJEN (*Sesamum Indicum L*)

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:

Pradipta Amanda A.S
NIM. 15640046

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PERKECAMBAHAN BENIH WIJEN (*Sesamum Indicum L*)

SKRIPSI

Oleh:

Pradipta Amanda A.S

NIM. 15640046

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:
Pada tanggal: 03 Juli 2019

Menyetujui

Pembimbing I



Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan



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

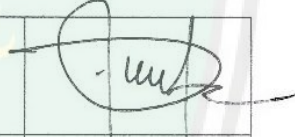


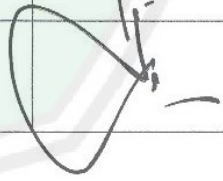
HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PERKECAMBAHAN BENIH WIJEN (*Sesamum Indicum L*)

SKRIPSI


Oleh:
Pradipta Amanda A.S
NIM. 15640046

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 18 Juli 2019

Ketua Penguji :	<u>Dr. H. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Penguji Utama :	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji :	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika




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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pradipta Amanda Amirotus Shobriyyah
NIM : 15640046
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L*)

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

Malang, Juli 2019
Yang Membuat Pernyataan



Pradipta Amanda A.S
NIM.15640046

MOTTO

وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَاَنشُرُوا يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

“Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

{Al-Mujadalah [58]: 11}

*“Yang disebut sebuah harapan hanyalah
ketika kita berani bangkit untuk mewujudkan
Yang disebut berbenah bukan selamanya
tentang menjadi lebih dari seseorang yang bukan diri kita
Yang disebut istiqomah memang tak
semudah langkah pada mulanya
Namun, semua akan menjadi berkah yang indah
ketika ilmu dan iman menjadi bekal utama untuk setiap
tapak dan arah yang kita pijak” ☺*

Berharap, Berbenah, Istiqomah

(Pradipta Amanda A.S, 2019)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, wasyukurillah, segala puji kupanjatkan kepada Allah sang maha Rohman dan Rohim, yang tak terkira melimpahkan segala ni'mat dan keberkahan di setiap langkah dalam kehidupanku,
Sholawat dan Salam senantiasa kupanjatkan kepada baginda sang pembawa lentera dalam kehidupan, Nabi Muhammad SAW.

Dengan segala rasa cinta dan hormat, kupersembahkan karya tulis ini kepada:

*Kedua orang tuaku, ayah Muhamad Subhan dan Ibu Khusnul Mar'ah
Yang selalu melimpahkan do'a, cinta, kasih, dan segala bentuk motivasi
Yang tidak terkira berharganya hingga aku mampu bertahan sampai detik ini.
Yang disetiap bait doanya terbesit namaku,
Yang disetiap sujudnya selalu terlimpah harap untuk kebahagiaanmu.*

Saudara-saudara dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan semangat tak putus-putusnya

Kepada bapak ibu guru MI Ma'arif NU Plososetro,
bapak ibu guru MTs. Putra-putri Simo,
Bapak ibu guru MA. Matholi'ul Anwar Simo, serta Kyai, bu nyai,
Ustadz dan uztadzah yayasan pondok pesantren Matholi'ul Anwar Simo,
Segenap dosen, laboran, Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
Yang telah memberikan segudang ilmu dan pengalaman berharga,
Mendidik dan mendoakan dengan penuh kasih nan kesabaran
Hingga aku mencapai titik yang sekarang.

Kepada teman-teman dan sahabat, yang telah Allah kirimkan kepadaku
Untuk menciptakan ribuan bahkan jutaan serpih kebahagiaan, kenangan,
Dan pelajaran yang tak terhingga, terutama teman-teman seperjuangan
Fisika angkatan 2015 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang,
Yang senantiasa membawa gelak tawa ceria, semangat yang tak terkira,
Semoga Allah senantiasa memberi kesempatan
untuk kita selalu menyambung tali ukhuwah islamiah
Semoga Allah senantiasa mengizinkan kita semua untuk berbincang kembali,
Berbahgia kembali, bukan hanya di dunia, tapi hingga ke surga-Nya, Aamiin. ☺

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L*)”**.

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 terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Ayah dan Ibu tersayang, tercinta, dan yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan limpahan doa yang membuat saya bisa gigih dan semangat hingga saat ini.
2. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Farid Samsu Hananto, M.T dan bapak Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Segenap dosen Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Segenap Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
8. Teman-teman mahasiswa Jurusan Fisika 2015 yang selalu ada dalam susah dan senang yang memberikan semangat dan menemani saat-saat penelitian.
9. Kakak-kakak fisika 2014 yang selalu bersedia membantu dan menjelaskan setiap hal yang menjadi pertanyaan.
10. Dini Nisa yang selalu sabar dan setia menerima dan menanggapi keluh kesah dan ungkap bahagia dalam proses pengerjaan skripsi ini.

11. Kurniansyah Ade Islami yang dengan sabar dan berlapang dada membantu baik ketika proses pengerjaan ataupun ketika proses penelitian.

12. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 27 Februari 2019

Pradipta Amanda A.S



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF)	9
2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz	10
2.3 Tanaman Wijen (<i>Sesamum indicum L.</i>).....	15
2.3.1 Manfaat dan Kegunaan Wijen (<i>Sesamum Indicum L.</i>)	16
2.3.2 Benih Wijen dan Kandungannya (<i>Sesamum indicum L.</i>)	19
2.4 Interaksi Medan Magnet dengan Benih	20
2.5 Perkecambahan Benih	22
2.5.1 Mekanisme Perkecambahan Benih.....	22
2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan Tanaman.....	24
2.6 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Tanaman.....	30
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Jenis Penelitian	34
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	35
3.3 Alat dan Bahan	35
3.4 Diagram Alir Metode Penelitian.....	36
3.5 Prosedur Penelitian	37
3.5.1 Pemilihan Sampel Benih Wijen (<i>Sesamum Indicum L.</i>) dan Persiapan Media Perkecambahan.....	37
3.5.2 Perlakuan Medan Magnet	38
3.5.3 Pengambilan Data	39
3.5.4 Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Data Hasil Penelitian	43

4.1.1	Data Pengaruh Intensitas Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (<i>Sesamum Indicum L.</i>).....	43
4.1.2	Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (<i>Sesamum Indicum L.</i>).....	50
4.2	Analisis Data.....	57
4.2.1	Pengaruh Intensitas Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF).....	57
4.2.1.1	Pengaruh intensitas medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Waktu Mulai Berkecambah.....	57
4.2.1.2	Pengaruh intensitas medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Daya Berkecambah.....	61
4.2.1.3	Pengaruh Intensitas Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Panjang Plumula.....	66
4.2.1.4	Pengaruh Intensitas Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Laju Pertumbuhan.....	70
4.2.2	Pengaruh Lama Paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF).....	75
4.2.2.1	Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Waktu Mulai Berkecambah.....	75
4.2.2.2	Pengaruh Lama Paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Daya Berkecambah.....	80
4.2.2.3	Pengaruh Lama Paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Panjang Plumula.....	85
4.2.2.4	Pengaruh Lama Paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Laju Pertumbuhan.....	90
4.3	Pembahasan.....	96
4.4	Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam.....	101
	BAB V PENUTUP.....	107
5.1	Kesimpulan.....	107
5.2	Saran.....	108
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian Kumputan Helmholtz	11
Gambar 2.2	Geometri untuk menghitung kuat medan magnet di suatu titik pada kawat melingkar	11
Gambar 2.3	Kumputan penyusun kumputan Helmholtz yang terpisah dengan jarak ℓ	13
Gambar 2.4	Tanaman Wijen (<i>Sesamum Indicum L.</i>)	16
Gambar 2.5	Benih wijen (<i>Sesamum Indicum L.</i>).....	19
Gambar 4.1	Grafik waktu mulai berkecambah pada lama paparan 10 menit ...	57
Gambar 4.2	Grafik waktu mulai berkecambah pada lama paparan 20 menit ...	58
Gambar 4.3	Grafik waktu mulai berkecambah pada lama paparan 30 menit ...	59
Gambar 4.4	Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai berkecambah.....	60
Gambar 4.5	Grafik daya berkecambah pada lama paparan 10 menit.....	62
Gambar 4.6	Grafik daya berkecambah pada lama paparan 20 menit.....	63
Gambar 4.7	Grafik daya berkecambah pada lama paparan 30 menit.....	64
Gambar 4.8	Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap daya berkecambah.....	65
Gambar 4.9	Grafik panjang plumula pada lama paparan 10 menit.....	66
Gambar 4.10	Grafik panjang plumula pada lama paparan 20 menit.....	67
Gambar 4.11	Grafik panjang plumula pada lama paparan 30 menit.....	68
Gambar 4.12	Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang plumula	69
Gambar 4.13	Grafik laju pertumbuhan pada lama paparan 10 menit	71
Gambar 4.14	Grafik laju pertumbuhan pada lama paparan 20 menit	71
Gambar 4.15	Grafik laju pertumbuhan pada lama paparan 30 menit	72
Gambar 4.16	Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap laju pertumbuhan	73
Gambar 4.17	Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap laju pertumbuhan	74
Gambar 4.18	Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0 mT	75
Gambar 4.19	Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,1 mT	76
Gambar 4.20	Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,3 mT	77
Gambar 4.21	Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,5 mT	78
Gambar 4.22	Grafik Pengaruh lama paparan medan magnet terhadap waktu mulai berkecambah.....	79
Gambar 4.23	Grafik daya berkecambah pada intensitas 0 mT.....	80
Gambar 4.24	Grafik daya berkecambah pada intensitas 0,1 mT.....	81
Gambar 4.25	Grafik daya berkecambah pada intensitas 0,3 mT.....	82
Gambar 4.26	Grafik daya berkecambah pada intensitas 0,5 mT.....	83
Gambar 4.27	Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap daya berkecambah.....	84
Gambar 4.28	Grafik panjang plumula pada intensitas 0 mT.....	85
Gambar 4.29	Grafik panjang plumula pada intensitas 0,1 mT.....	86
Gambar 4.30	Grafik panjang plumula pada intensitas 0,3 mT.....	87
Gambar 4.31	Grafik panjang plumula pada intensitas 0,5 mT.....	88

Gambar 4.32	Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap panjang plumula	89
Gambar 4.33	Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0 mT	90
Gambar 4.34	Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0,1 mT	91
Gambar 4.35	Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0,3 mT	92
Gambar 4.36	Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0,5 mT	93
Gambar 4.37	Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap laju pertumbuhan	94
Gambar 4.38	Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap laju pertumbuhan	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia biji wijen berkulit per 100 g.....	19
Tabel 3.1	Kombinasi perlakuan (Intensitas medan magnet dan lama pemaparan medan magnet).....	35
Tabel 3.2	Waktu mulai berkecambah benih wijen (<i>Sesamum indicum L.</i>).....	39
Tabel 3.3	Presentase daya berkecambah	40
Tabel 3.4	Panjang plumula.....	41
Tabel 3.5	Laju pertumbuhan kecambah	42
Tabel 4.1	Data Waktu mulai berkecambah pada lama paparan 10 menit	44
Tabel 4.2	Data Waktu mulai berkecambah pada lama paparan 20 menit	44
Tabel 4.3	Data Waktu mulai berkecambah pada lama paparan 30 menit	44
Tabel 4.4	Data presentase daya berkecambah pada lama paparan 10 menit.....	45
Tabel 4.5	Data presentase daya berkecambah pada lama paparan 20 menit.....	46
Tabel 4.6	Data presentase daya berkecambah pada lama paparan 30 menit.....	46
Tabel 4.7	Data Panjang Plumula pada lama paparan 10 menit	47
Tabel 4.8	Data Panjang Plumula pada lama paparan 20 menit	47
Tabel 4.9	Data Panjang Plumula pada lama paparan 30 menit	48
Tabel 4.10	Data laju pertumbuhan pada lama paparan 10 menit	49
Tabel 4.11	Data laju pertumbuhan pada lama paparan 20 menit	49
Tabel 4.12	Data laju pertumbuhan pada lama paparan 30 menit	49
Tabel 4.13	Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0 mT.....	51
Tabel 4.14	Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,1 mT.....	51
Tabel 4.15	Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,3 mT.....	51
Tabel 4.16	Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,5 mT.....	51
Tabel 4.17	Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0 mT.....	53
Tabel 4.18	Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0,1 mT.....	53
Tabel 4.19	Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0,3 mT.....	53
Tabel 4.20	Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0,5 mT.....	53
Tabel 4.21	Data panjang plumula pada intensitas 0 mT	54
Tabel 4.22	Data panjang plumula pada intensitas 0,1 mT	54
Tabel 4.23	Data panjang plumula pada intensitas 0,3 mT	55
Tabel 4.24	Data panjang plumula pada intensitas 0,5 mT	55
Tabel 4.25	Data laju pertumbuhan pada intensitas 0 mT	56
Tabel 4.26	Data laju pertumbuhan pada intensitas 0,1 mT	56
Tabel 4.27	Data laju pertumbuhan pada intensitas 0,3 mT	56
Tabel 4.28	Data laju pertumbuhan pada intensitas 0,5 mT.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data hasil penelitian
- Lampiran 2 Gambar penelitian



ABSTRAK

Amanda, Pradipta A.S. 2019. **Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*)**. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

Kata Kunci: Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)*, Perkecambahan Benih Wijen

Wijen merupakan tanaman kaya akan kandungan yang bermanfaat sehingga masyarakat banyak memanfaatkan wijen dalam kehidupan. Namun, jumlah produksi wijen sangat tidak seimbang dengan banyaknya kebutuhan wijen di Indonesia hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Agar dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik, salah satu teknologi pendukung yang dapat diberikan sebagai solusi untuk membantu meningkatkan produktivitas tanaman wijen, yakni dengan memanfaatkan perkembangan teknologi medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* dalam pemanfaatannya sebagai faktor pendukung perkecambahan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Menganalisis pengaruh kuat medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*) (2) Menganalisis pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*). Percobaan ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan Acak ini terdiri dari dua faktor perlakuan yakni faktor intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* (0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT) dan faktor yang kedua adalah lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* (10 menit, 20 menit, dan 30 menit), dan parameter penelitian meliputi: waktu mulai berkecambah, presentase daya berkecambah, panjang plumula, dan laju pertumbuhan. Penelitian ini terdiri dari 4x3 kombinasi perlakuan atau 12 kombinasi perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* dengan variasi intensitas memberikan pengaruh terhadap perkecambahan wijen, intensitas medan magnet yang paling berpengaruh adalah intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* sebesar 0,3 mT dan lama paparan medan magnet juga berpengaruh terhadap perkecambahan wijen, dari ketiga variasi lama paparan medan magnet yang paling berpengaruh adalah intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* dengan paparan selama 20 menit.

ABSTRACT

Amanda, Pradipta A.S. 2019. **The Effect of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field Exposure on Germination of Sesame Seeds (*Sesamum Indicum L.*)**. Thesis. Program Study of Physics. Faculty of Science and Technology. Universitas Islam negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Farid Samsu Hananto, M.T., (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

Key Words: Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field, Germination of Sesame Seeds

Sesame is a plant that rich of useful ingredients. Many people use sesame because of its benefits in life. However, the amount of sesame production is not very balanced with the large number of sesames needs in Indonesia. This is caused by several factors. In order to reduce the use of inorganic fertilizers, one of the supporting technologies that can be provided as a solution to increase the productivity of sesame plants is utilizing the development of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field technology in its utilization as a supporting factor for plant germination. The objectives of this research are: (1) To analyze the effect of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field strength on the germination process of sesame seeds (*Sesamum indicum L.*) (2) To analyze the effect of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field exposure on seed germination sesame (*Sesamum indicum L.*). This research was occurred experimentally by using a completely randomized design (CRD). This Random Design consists of two treatment factors, namely the magnetic field intensity of Extremely Low Frequency (ELF) (0 mT, 0.1 mT, 0.3 mT, and 0.5 mT), the duration of Extremely Low Frequency (ELF) of magnetic field exposure (10 minutes, 20 minutes, and 30 minutes), and the research parameters include: time to germinate, percentage of germination, length of plumula, and growth rate. This research consisted of 4x3 treatment combinations or 12 treatment combinations. The results of this research showed that Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field exposure with various intensity gave effect to sesame germination. The most influential magnetic field intensity was Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field intensity of 0.3 mT. The length of magnetic field exposure affected on sesame germination. Regarding the three long variations of magnetic field exposure, the most influential is the Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field intensity with exposure for 20 minutes.

مستخلص البحث

أمندا فرادفتا ا.س ٢٠١٩. تأثير تعرض مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)* على إنبات بذرة السمسم (*Sesamum Indicum L*). رسالة جامعية. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالنج. المشرف: (١) فريد سمس هنتنط، Drs. (٢) M.T. عبد البصيد , M.Si

الكلمات المفتاحية: مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)*، على إنبات بذرة السمسم

سمسم هو النبات فيه منافع كثيرة، كان المجتمع ينتفعون به في حياتهم. لكن مبلغ من إنتاجه غير متوازن بحاجة إليه في اندونيسيا، وهذا يسبب إلى أشياء كثيرة. لنقصان استعمال الأسمدة غير العضوية، من إحدى حلول داعمة التكنولوجيا تركيبة إنتاجية النبات سمسم هي إستفادة التكنولوجيا في مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)*) كعامل داعم على إنبات بذرة السمسم. ومن الأهداف من هذا البحث هي: (١) تحليل تأثير قوي في مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)* على إنبات بذرة السمسم (*Sesamum Indicum L*) (٢) تحليل تأثير طويل التعرض في مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)* على إنبات بذرة السمسم (*Sesamum Indicum L*). إستخدمت هذا البحث التجري واستخدمت خطة عشوائية كاملة (RAL) تتكون خطة عشوائية إلى عنصرين: الأول كثافة مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)* (0 mT, *Extremely Low Frequency (ELF)* Frequency (ELF) (١٠ دقائق، ٢٠ دقائق، ٣٠ دقائق) تحيط معلمة البحث: بداية الإنبات، ونسبة مئوية الإنبات، وطول فلومولا، وشدة النمو. وتتكون نتيجة التحريية من ٤x٣ تركيبات المعاملة أو ١٢ تركيبات المعاملة. نتيجة التحريية يدل على: عرض كثافة مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)*) له تأثير على إنبات بذرة السمسم، وأشد التأثير في مجال المغناطيسي هو كثافة مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)*) تبلغ ٠,٣ mT (0,3) و طول الزمان مجال المغناطيسي له تأثير أيضا على إنبات بذرة السمسم ومن ثلاث متنوعات القديمة، كان مجال المغناطيسي أكبر التأثير هو كثافة مجال المغناطيسي (*Extremely Low Frequency (ELF)*) بعشرين (٢٠) دقيقة .

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara dengan beragam kekayaan alam, baik kekayaan nabati ataupun kekayaan hewani yang dapat ditemukan di berbagai penjuru. Banyak tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan. Salah satunya adalah tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*), dalam benih wijen terdapat banyak kandungan yang bermanfaat jika dikonsumsi seperti kalsium, zat besi, protein, dan kandungan lainnya. Sehingga masyarakat banyak memanfaatkan wijen (*Sesamum indicum L.*) dalam kehidupan seperti sebagai campuran masakan, adonan kue, hiasan kue, serta kegunaan terbesar di Indonesia saat ini adalah sebagai bahan minyak nabati. Namun, jumlah produksi wijen (*Sesamum indicum L.*) sangat tidak seimbang dengan banyaknya kebutuhan wijen di Indonesia.

Produktivitas wijen (*Sesamum indicum L.*) di Indonesia hingga saat ini masih sangat rendah, bahkan sejak tahun 1987 kedudukan Indonesia menyandang sebagai Negara pengimpor wijen (*Sesamum indicum L.*) yang dulunya Indonesia merupakan Negara pengekspor wijen (*Sesamum indicum L.*) (Tirtosuprobo, 2008). Menurut Juanda dan Cahyono (2009), beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya pengembangan wijen di Indonesia di antaranya: (1) banyak para petani Indonesia yang belum mengenal tanaman wijen dibandingkan dengan tanaman palawija, (2) minat petani yang masih rendah untuk menanam wijen dikarenakan kurangnya teknologi budidaya wijen, (3) produktivitas wijen di Indonesia sangat rendah, hal ini dikarenakan teknik budidaya yang kurang baik dan kebanyakan

petani hanya menjadikan wijen sebagai tanaman selingan, (4) kurangnya informasi pasar yang didapatkan oleh petani Indonesia.

Saat ini salah satu teknik yang dapat dilakukan dalam penanaman adalah dengan memberikan pupuk anorganik agar wijen dapat tumbuh sesuai dengan harapan. Pupuk anorganik banyak dipilih oleh para petani karena keunggulan yang dimiliki. Keunggulan yang dimiliki pupuk anorganik di antaranya, dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman karena zat hara yang dapat disesuaikan kadarnya, harga yang terjangkau, pemakaian yang tidak rumit sehingga dapat menghemat waktu, banyak tersedia di alam dan mudah didapatkan (Prihmantoro, 2007).

Pada sisi lain, penggunaan pupuk anorganik untuk tanaman tidak selamanya memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan perkecambahan tanaman. Penggunaan pupuk anorganik dengan dosis yang tidak sesuai dapat merusak sifat kimia dan fisik lahan pertanian sehingga tanaman tidak tumbuh sesuai yang diharapkan. Hal ini bisa terjadi karena banyaknya pemberian pupuk anorganik dalam jangka panjang sehingga tertimbun dan pada akhirnya sulit untuk diuraikan. Selain itu, penggunaan pupuk anorganik dapat berpengaruh pada kandungan-kandungan positif yang ada dalam tanaman, buah, ataupun sayuran yang ditanam (Prihmantoro, 2007).

Agar dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik, salah satu teknologi pendukung yang dapat diberikan sebagai solusi untuk membantu meningkatkan produktivitas tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*), yakni dengan memanfaatkan perkembangan teknologi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF).

Terdapat dua faktor penunjang perkecambahan tanaman, di antaranya ada faktor internal dan faktor eksternal. Beberapa ilmuwan dalam penelitiannya telah menemukan bahwa salah satu faktor eksternal penunjang perkecambahan adalah medan magnet.

Menurut Adjis, dkk (1987), gaya yang diinduksi oleh medan magnet akan memberikan pengaruh pada pengendalian dan perubahan laju elektron yang ada dalam tanaman, sehingga berperan juga dalam metabolisme sel. Efek pemberian paparan medan magnet terhadap tumbuhan telah dibuktikan oleh beberapa peneliti. Di antaranya, Emelia (2015) Meneliti dengan menggunakan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada tomat ranti dengan intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebesar 100 μT dan 300 μT dengan lama waktu paparan 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Hasil yang diperoleh adalah bahwa dosis paparan intensitas 300 μT selama 60 menit merupakan dosis yang efektif untuk mempercepat laju pertumbuhan tanaman tomat ranti. Kemudian oleh Fauziah (2015) paparan medan magnet dengan variasi waktu dan kuat medan magnet (0 mT, 0.5 mT, 1 mT, dan 1.5 mT) memberikan pengaruh pada pertumbuhan perkecambahan biji kurma jenis majol dengan paparan paling efektif 1 mT dengan waktu 3 hari sekali paparan.

Hasil paling efektif pada peningkatan vigor tanaman tomat adalah pada paparan kuat medan 0.2 mT dengan waktu 7 menit 48 detik. Wulansari, dkk (2017) paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebesar 100 mT, 300 mT dan 600 mT berpengaruh pada pertumbuhan tanaman jamur kuping, dan kuat medan serta waktu paparan paling efektif adalah pada 600 mT selama 70

menit. Handoko, dkk (2017) melakukan penelitian dengan memaparkan medan magnet pada biji cabai dengan intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebesar 300 μ T dengan variasi waktu paparan 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan 90 menit. Hasil efektif medan magnet ELF yang dibutuhkan oleh biji cabai adalah pada paparan 300 μ T selama 60 menit dan 90 menit.

Beberapa penelitian yang dilakukan telah memperoleh hasil yang berbeda berdasarkan masing-masing sampelnya. Pada penelitian yang belum dilakukan adalah meneliti pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulainya berkecambah. Sehingga pembaharuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah meneliti pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulainya berkecambah dan diamati hingga pertumbuhan kecambahnya serta memberikan variasi intensitas kuat medan magnet dengan variasi waktu paparan interfal 10 menit, juga pembaharuan pada sampel yang diamati.

Medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz. Dalam hal ini, medan magnet yang dihasilkan merupakan medan magnet yang memiliki frekuensi yang sangat rendah atau disebut juga *Extremely Low Frequency* (ELF). Frekuensi ELF berkisar antara 0 Hz hingga 300 Hz. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) termasuk radiasi non-pengion. Selain bersifat non pengion, energi medan magnet ELF sangat kecil, sehingga efek yang ditimbulkan merupakan efek *non-thermal* yang artinya tidak menyebabkan perubahan suhu ketika berinteraksi atau menginduksi sistem (Anies, 2007).

Penciptaan tumbuhan di muka bumi juga pertumbuhan dan perkembangan benih tanaman telah jauh dibahas dalam Al-Qur'an yang kemudian terbukti secara ilmiah oleh para ilmuwan-ilmuan di dunia. Pada Q.S. Al-An'am [6]: 95 Allah berfirman:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَلِكُمْ اللَّهُ ۗ فَآتَىٰ
تُؤَفِّكُونَ

“Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup.(Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”(Q.S. Al-An'am [6]: 95).

Menurut tafsir Al- Misbah yang ditulis oleh Muhamad Quraisy Shihab, Ayat ini membicarakan mengenai istimewanya proses pertumbuhan tanaman dari bakal benihnya. Benih yang terdapat pada tanaman dengan tempat yang sempit yang juga terdapat di dalamnya zat-zat yang tidak hidup berakumulasi. Ketika embrio tanaman atau benih tersebut mulai memasuki masa pertumbuhan, zat-zat tak hidup yang berakumulasi tadi akan menjadi sarana transportasi makanan ke benih tersebut. Ketika benih tersebut sudah menjadi tunas, benih tersebut akan mulai dapat mencari makanannya sendiri melalui zat-zat kandungan yang ada di dalam tanah dan tanaman tersebut, seperti pembentukan klorofil melalui kandungan karbohidrat, zat garam yang larut dalam air yang kemudian akan diserap oleh akar tanaman tersebut yang telah mulai tumbuh juga dengan bantuan cahaya matahari yang merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kemudian jika sudah mencapai siklus akhirnya, tanaman tersebut akan

berbunga serta berbuah yang nantinya akan menghasilkan benih baru lagi, dan melalui siklus sebagaimana awalnya, dan begitulah seterusnya.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

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

Terdapat beberapa tanaman bermanfaat yang secara spesifik disebutkan dalam Al-Qur’an, seperti buah tiin, kurma, anggur, zaitun, dan masih banyak yang lain. Namun, bukan berarti tanaman yang tidak disebutkan secara spesifik berarti tanaman tersebut tidak bermanfaat, sebagaimana ayat di atas menyebutkan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik. Salah satunya adalah wijen (*Sesamum Indicum L*) yang digunakan sebagai objek pada penelitian ini, sebagaimana disebutkan dalam sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Ibnu Majah:

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

Agar produktivitas wijen (*Sesamum Indicum L.*) di Indonesia dapat ditingkatkan perlu adanya peningkatan teknologi dalam budidayanya, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut bagaimana pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L.*). Dengan adanya penelitian ini, dilakukan untuk menganalisis pengaruh medan magnet dengan frekuensi rendah terhadap proses perkecambahan benih Wijen (*Sesamum indicum L*). Diharapkan medan magnet dengan frekuensi rendah memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan perkecambahan benih wijen

(*Sesamum Indicum L.*) sehingga mampu meningkatkan potensi pemberdayaan tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*) di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, penelitian ini dilakukan untuk menjawab beberapa permasalahan. Di antaranya:

1. Bagaimana pengaruh kuat medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*)?
2. Bagaimana pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum
Mengetahui pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap perkecambahan benih Wijen (*Sesamum indicum L.*).
2. Tujuan Khusus
 - a. Menganalisis pengaruh kuat medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*).
 - b. Menganalisis pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Menambah wawasan keilmuan mengenai pengaruh medan magnet terhadap tumbuh kembang tanaman, terutama wawasan mengenai pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*).

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan mampu dipraktikkan dan digunakan sebagai tinjauan pembelajaran dalam upaya penunjang pemberdayaan tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*) dan peningkatan produktivitas wijen (*Sesamum indicum L.*) di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Benih wijen (*Sesamum indicum L.*) yang digunakan adalah benih wijen (*Sesamum indicum L.*) dengan jenis varietas wijen putih.
2. Data yang diambil adalah pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulainya perkecambahan, daya berkecambah, panjang plumula, dan laju pertumbuhan tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*).
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) merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi rendah (antara 0 Hz-300 Hz). Medan magnet ini termasuk dalam kategori *non ionizing*, dan energi yang dihasilkan sangat kecil. Sehingga medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan medan magnet yang dapat dikatakan tidak menghasilkan panas yang mengganggu (Sudarti dan Helianti, 2005).

Seiring berkembangnya zaman dan keilmuan, manfaat medan magnet dengan frekuensi rendah telah diteliti oleh beberapa ilmuwan bahwa medan magnet dengan frekuensi rendah berpengaruh terhadap perkecambahan, dormasi biji, serta pertumbuhan tanaman. Seorang peneliti melakukan eksperimen dengan memberikan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada tomat oleh Jedlicka (2014), dimana pada penelitiannya terbukti bahwa medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan biji tomat.

Medan magnet dan medan listrik yang dihasilkan oleh aliran arus listrik dapat dihitung secara terpisah, karena medan magnet dan medan listrik tidak tergantung satu sama lain, medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) memiliki beberapa karakter tersendiri, di antaranya (Ervinda, 2015):

1. Frekuensinya berkisar antara 0-300 Hz
2. Bersifat radiasi non ionisasi dan non termal

3. Medan magnet dan medan listrik tidak tergantung satu sama lain sehingga nilainya dapat dihitung secara terpisah
4. Medan magnet dapat menembus material seperti dinding pada bangunan
5. Medan magnet bisa di dapatkan dengan mudah

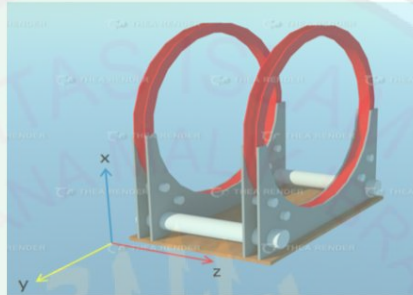
Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat diperoleh secara alami dan buatan. Sumber medan magnet alami adalah diperoleh dari magnet bumi, sedangkan sumber medan magnet buatan yakni medan magnet yang dihasilkan dari aliran arus listrik yang sengaja dibuat oleh manusia, seperti alat-alat elektronik yang ada di sekeliling kita. Semua alat elektronik yang ada di sekitar kita menghasilkan medan magnet sebanding dengan besarnya arus yang dialirkan (Nugroho, 2009). Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) juga dapat dihasilkan dari sepasang kumparan yang terpisah dengan jarak tertentu yang disebut dengan kumparan Helmholtz.

2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz

Kumparan Helmholtz merupakan alat yang dirangkai sedemikian rupa untuk menghasilkan suatu medan magnet. Kumparan Helmholtz terdiri dari dua kawat melingkar dengan jari-jari dan diameter yang sama, jumlah lilitan yang sama, dipasang secara paralel dengan jarak sesuai dengan lebar jari-jarinya. Kemudian dialiri diberikan arus yang akan mengalir secara searah dan kemudian menghasilkan medan magnet yang sama dan seragam (Arjadi, 2006).

Besar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz tergantung pada jumlah lilitan pada kumparan (N), besar arus yang mengalir (I), jari-jari kumparan (R), juga tergantung pada posisi kumparan Helmholtz sendiri. Medan

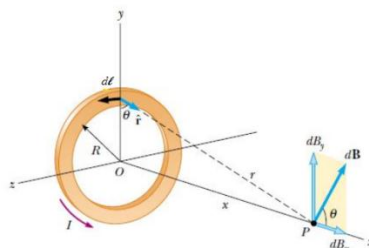
magnet yang dihasilkan akan timbul pada setiap titik sumbu x yang kemudian dapat dijelaskan dengan mengkombinasikan penyelesaian hukum Biot-Savart pada kawat melingkar dengan penyelesaian hukum Biot-Savart pada medan magnet disepanjang lilitan kawat (Hawa, 2011).



Gambar 2.1 Rangkaian Kumparan Helmholtz

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

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



Gambar 2.2 Geometri untuk menghitung kuat medan magnet di suatu titik pada kawat melingkar (Tipler, 2001).

Pada keadaan seperti gambar 2.2, setiap elemen dB tegak lurus dengan arah vektor r sehingga untuk setiap elemen $|d\ell \times \hat{r}| = (d\ell)(1) \sin \theta 90^\circ$. Semua elemen $d\ell$ memiliki arah yang sama terhadap titik P yang dinyatakan dengan (Tipler, 2001):

$$r^2 = x^2 + R^2 \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

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

$$dB = \frac{\mu_0 I |d\ell \times \hat{r}|}{4\pi r^3} = \frac{\mu_0 I d\ell}{4\pi x^2 + R^2} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

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

$$\begin{aligned} dB_x &= dB \sin \theta = dB \left(\frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) \\ &= \frac{\mu_0 I d\ell}{4\pi x^2 + R^2} \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \quad \dots\dots\dots (2.5) \end{aligned}$$

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

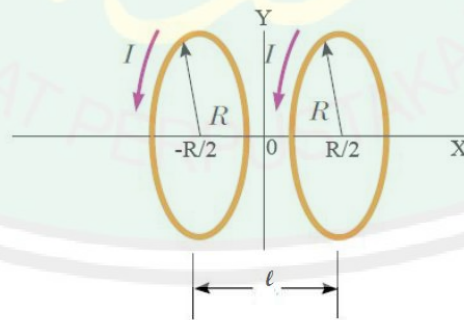
$$B_x = \oint \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$B_x = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(x^2 + R^2)^{3/2}} \oint d\ell \dots\dots\dots(2.7)$$

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

$$B_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR (2\pi R)}{(x^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Kumparan Helmholtz dibuat dengan dua kumparan dengan bentuk dan ukuran sama yang disusun secara paralel sebagaimana gambar 2.4. pada gambar jika titik P diambil sebagai acuan di tengah kumparan, maka medan magnet pada titik P merupakan hasil penjumlahan dari masing- masing kumparan (Prastio, 2015).



Gambar 2.3 Kumparan penyusun kumparan Helmholtz yang terpisah dengan jarak ℓ (Prastio, 2015)

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

$$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2} \left[\frac{1}{\left(\left(x + \frac{\ell}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{3/2}} + \frac{1}{\left(\left(x - \frac{\ell}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{3/2}} \right] \dots\dots\dots(2.9)$$

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

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = 0 \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\begin{aligned} \left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = & -\frac{3\mu_0 IR^2}{2} \left[\frac{2\left(x + \frac{\ell}{2}\right)}{\left(\left(x + \frac{\ell}{2}\right)^2 + R^2\right)^{3/2}} \right. \\ & \left. + \frac{2\left(x - \frac{\ell}{2}\right)}{\left(\left(x - \frac{\ell}{2}\right)^2 + R^2\right)^{3/2}} \right] \dots\dots\dots(2.11) \end{aligned}$$

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

$$\left. \frac{d^2B}{dx^2} \right|_{x=0} = -\frac{3}{2}\mu_0 IR^2 \left[2\left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^{-\frac{5}{2}} - \frac{5}{2}\ell^2\left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^{-\frac{7}{2}} \right] \dots\dots\dots(2.12)$$

$$0 = -\frac{3}{2}\mu_0 IR^2 \left[2\left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^{-\frac{5}{2}} - \frac{5}{2}\ell^2\left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^{-\frac{7}{2}} \right] \dots\dots\dots(2.13)$$

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

$$\left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^{-5} = \left(\frac{5}{4}\ell^2\right)^2 \left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^{-7} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\left(\frac{\ell^2}{4} + R^2\right)^2 = \left(\frac{5}{4}\ell^2\right)^2 \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\frac{\ell^2}{4} + R^2 = \frac{5}{4}\ell^2 \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

$$R^2 = \frac{5}{4}\ell^2 - \frac{\ell^2}{4} \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

$$R^2 = \ell^2 \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

$$R = \ell \quad \dots\dots\dots(2.20)$$

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

2.3 Tanaman Wijen (*Sesamum indicum L*)

Wijen (*Sesamum indicum L.*), merupakan tanaman musiman atau tanaman setahun yang termasuk dalam keluarga Pedaliceae. Tanaman yang memiliki asal dari Afrika tropik ini sudah berkembang secara luas di berbagai belahan dunia, antara lain sudah sampai hingga India, Tiongkok, dan sudah tidak asing lagi di Indonesia. Tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*) banyak dimanfaatkan di wilayah industri, baik sebagai campuran adonan, kue, masakan, bahkan menjadi bahan

baku minyak nabati yang disebut minyak wijen (*Sesamum indicum L.*). Benih wijen (*Sesamum indicum L.*) terdiri dari dua jenis, yakni benih wijen (*Sesamum indicum L.*) putih dan benih wijen (*Sesamum indicum L.*) hitam atau cokelat (Schuster, 1992).



Gambar 2.4 Tanaman Wijen (*Sesamum Indicum L.*) (Schuster, 1992)

Adapun klasifikasi tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*) secara klasifikasi taksonomi tanaman di antaranya:

- Divisi : Spermatophyta
- Sub-divisi : Angiospermae
- Class : Dicotyledonae
- Ordo : Pedaliaceae
- Genus : *Sesamum*
- Spesies : *Sesamum Indicum L.*

2.3.1 Manfaat dan Kegunaan Wijen (*Sesamum Indicum L.*)

Wijen (*Sesamum Indicum L.*) merupakan tanaman asal Afrika yang kaya manfaat. Dari produksi wijen (hasil panen di dalam negeri dan impor), sebanyak

77,6% diolah menjadi minyak wijen, 20,1% digunakan dalam industri makanan, dan 2,3% digunakan untuk keperluan lain. Tanaman yang sudah hampir tersebar di penjuru dunia ini memiliki kandungan manfaat yang beragam terutama pada benih atau bijinya. Sehingga masyarakat di berbagai Negara memanfaatkannya dalam berbagai macam kebutuhan terutama olahan industri pangan, begitu pula di Indonesia (Juanda dan Cahyono, 2009).

Benih wijen (*Sesamum indicum L.*) mengandung 50,53% minyak nabati, 20% protein, 7-8 serat kasar, 15% residu bebas nitrogen, 4,5-6,5% abu. Sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai macam kegunaan. Kegunaan utama yang paling besar adalah sebagai bahan minyak nabati, yang disebut minyak wijen (*Sesamum indicum L.*). Minyak wijen yang diproduksi dari benih wijen juga dikenal banyak mengandung vitamin E. minyak wijen juga mengandung lemak tak jenuh dan sama sekali tidak mengandung asam linoleat. Ampas benih wijen juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak yang cukup bagus untuk hewan ternak karena mengandung banyak protein di dalamnya (Hariyono, 2005).

Pada industri pangan, wijen (*Sesamum indicum L.*) memiliki peranan yang cukup luas, seperti sebagai olahan makanan, campuran kue, juga untuk hiasan kue seperti pada onde-onde, wijen (*Sesamum indicum L.*) ditaburkan pada olahan onde-onde sebagai hiasan sehingga membuat tampilan onde-onde menjadi semakin menarik dan unik (Schuster, 1992). Selain di bidang industri pangan, benih wijen (*Sesamum indicum L.*) juga dapat dimanfaatkan di dunia obat-obatan. Daun wijen dapat dimanfaatkan sebagai obat sakit kepala dan diare serta untuk menumbuhkan rambut (Juanda dan Cahyono, 2009).

Kegunaan wijen hampir dikenal diseluruh penjuru dunia, di antaranya (Juanda dan Cahyono, 2009):

1. Di Mesir, biji wijen digunakan sebagai penambah aroma kue dan makanan.
2. Di India, wijen yang diolah menjadi tepung dicampurkan pada gandum atau nasi.
3. Di Afrika, biji wijen ditumbuk kasar dan dibuat campuran sup.
4. Di Palestina, tepung wijen diolah menjadi makanan yang terkenal, yang disebut “Chalbe”
5. Di Cina dan Malaysia, biji wijen digunakan sebagai hiasan makanan dan kue.
6. Di Eropa dan Amerika, minyak wijen memiliki peranan penting, sehingga pada kedua Negara tersebut memiliki kebijakan bahwa harus menambahkan minyak wijen pada setiap pembuatan margarin agar margarin terjaga kesegarannya serta dapat dibedakan antara bahan alami dan buatan.
7. Di Cina dan Jepang, minyak wijen digunakan sebagai campuran obat-obatan. Benih wijen (*Sesamum indicum L.*) dipercaya dapat merangsang pertumbuhan juga dapat menguatkan daya fikir terutama pada anak-anak. Sebagai obat anti oksidan dan dapat mengurangi luka panas akibat terbakar (Schuster, 1992).

2.3.2 Benih Wijen dan Kandungannya (*Sesamum indicum L.*)

Tanaman wijen dikenal dengan kaya manfaat terutama pada benih atau bijinya, hal ini dikarenakan kandungan dalam benih wijen terdiri dari beberapa kandungan yang memiliki manfaat besar bagi tubuh manusia, di antaranya mengandung 20% protein dimana protein ini merupakan kandungan yang dapat memberikan manfaat jika dikonsumsi, kemudian juga mengandung 7-8 % serat kasar, 4,5-6,5 % abu, 15 % residu nitrogen, dan kandungan terbesar adalah minyak nabati sebesar 50-53% dalam benih wijen, inilah alasan mengapa benih wijen banyak diproduksi untuk minyak nabati hingga saat ini (Hariyono, 2005).



Gambar 2.5 Benih wijen (*Sesamum Indicum L.*)

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

Tabel 2.1 Komposisi kimia biji wijen berkulit per 100 g

No	Komposisi Kimia	Varietas Putih		Varietas Hitam	
		(1)	(2)	(1)	(2)
1	Air (g)	8,3	4,9	5,4	5,4
2	Protein (g)	17,8	22,5	17,8	25
3	Lemak (g)	48,4	48,1	48	46,5
4	Karbohidrat (g)	15,5	14,5	15,3	9,1

5	Ca (mg)	1,13	-	-	-
6	P (mg)	614	-	-	-
7	Fe (mg)	9,5	-	-	-
8	Vitamin B (µg)	0,93	0,98	-	-
9	Serat	8,5	6,3	8,3	6,5
10	Abu	1,4	5,3	1,6	6,7

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

2.4 Interaksi Medan Magnet dengan Benih

Menurut Grubner (2011), medan magnet yang dipaparkan pada suatu benih atau tanaman akan memberikan pengaruh terhadap gerakan ion kalsium (Ca^{2+}) yang melintasi membran sel, sedangkan 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 terpengaruh dan kemudian membuka gerbang saluran. Percepatan laju ion yang terjadi menyebabkan peningkatan transportasi pada membran sel sehingga metabolisme dan pertumbuhan sel pada benih atau tanaman menjadi lebih cepat. Ketika ion-ion tersebut mulai bergerak, yang terjadi di dalamnya adalah gerakan memutar dan berulang, sehingga dapat dirumuskan:

$$F = \frac{qB}{2m} \dots\dots\dots(2.25)$$

Pada persamaan di atas F menyimbolkan putaran setengah lingkaran pada tiap detiknya, q adalah besaran muatan ion, B adalah kuat medan magnet, dan m adalah massa partikel atau ion tersebut. Interaksi medan magnet dengan membran

dapat menyebabkan perubahan sinyal dalam tiap proses, bahkan mampu mengaktifkan protein dan molekul pada permukaan membran sitoplasma (Grubner, 2011).

Zat besi (Fe) juga terdapat dalam beberapa tanaman, Fe merupakan salah satu bahan feromagnetik yang memiliki resultan medan atomis yang besar, hal ini dikarenakan zat besi memiliki spin elektron yang kebanyakan tidak berpasangan di dalamnya, tiap-tiap spin yang tidak berpasangan akan menimbulkan medan magnet yang dihasilkan dari suatu atom besar. Medan magnet inilah yang akan memberikan pengaruh pada kelajuan elektron-elektron dalam tumbuhan sehingga meningkatkan metabolisme pertumbuhan dan perkecambahan tanaman (Grubner, 2011).

Paparan medan magnet pada suatu bahan memberikan pengaruh terhadap ion-ion yang ada di dalamnya yang akan menyebabkan terjadinya potensial membran. Hal ini terjadi karena ion K^+ yang menembus keluar dan ion Na^+ yang berdifusi ke dalam membran. Paparan medan magnet menyebabkan perubahan konsentrasi ion yang kemudian berpengaruh terhadap pergerakan ion tersebut. Paparan medan magnet mempercepat laju ion melalui fluks magnetik. Bagian yang terpapar medan magnet akan memperoleh kekuatan lebih untuk mengikat pada saluran protein sehingga membantu proses pembukaan gerbang saluran. Gerakan ion-ion K^+ , Na^+ dari sitosol intraseluler dapat dicapai melalui saluran permeabel sehingga akan meningkatkan konsentrasi ion ekstraseluler (Grubner, 2011).

2.5 Perkecambahan Benih

Perkecambahan merupakan proses pertumbuhan embrio dalam benih yang kemudian akan menjadi tanaman muda. Tanaman dapat dikatakan berkecambah jika telah tumbuh plumula dan radikula. Dapat juga dikatakan bahwa perkecambahan merupakan proses metabolisme embrio dalam benih hingga tumbuh menjadi kecambah yang akan tumbuh normal dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan ketentuan ISTA (Taiz dan Zeiger, 2002).

Ada berbagai macam perdefinisi perkecambahan oleh para ilmuwan, di antaranya, menurut Sastro Utomo (1990) perkecambahan merupakan awal dari pertumbuhan biji atau perbanyakan secara vegetatif. Menurut Kamil (1987), perkecambahan merupakan suatu aktivitas embrionik axis. Perkecambahan merupakan aktivitas pertumbuhan dimana embrio dalam benih akan berkembang menjadi tanaman muda (Abidin, 1987).

Perkecambahan tiap-tiap biji tidak selalu bersamaan, karena pertumbuhan dan perkecambahan tanaman tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung, di antaranya ada faktor dormansi, faktor internal, dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari dalam tanaman itu sendiri, sedangkan faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari lingkungan sekitar tanaman tersebut sehingga akan mempengaruhi kecepatan dan karakteristik perkecambahan (Taiz dan Zeiger, 2002).

2.5.1 Mekanisme Perkecambahan Benih

Menurut Toole dan Hendrick (1956), perkecambahan benih tanaman melalui beberapa tahapan di antaranya:

1. Tahap penyerapan air atau disebut imbibisi, ini merupakan proses perkecambahan yang paling awal, proses ini akan diikuti dengan melunaknya kulit benih sehingga terjadi pengembangan.
2. Hidrasi jaringan, yakni penambahan air pada mineral sehingga terbentuk mineral baru dalam suatu jaringan.
3. Absorpsi O_2 yakni proses penyerapan oksigen sebagai salah satu respirasi jaringan.
4. Tahap pengaktifan enzim dan pencernaan, yakni tahap dimana molekul dan senyawa-senyawa yang kompleks terpecah menjadi senyawa dan molekul yang lebih kecil sehingga larut dalam air dan lebih mudah diangkut melalui dinding sel dan membran. Tahap ini dimulai dengan peningkatan kerja sel dan enzim serta meningkatnya respirasi pada benih (Kamil, 1979).
5. Tahap transpor molekul, pada tahap ini terjadi penguraian bahan-bahan makanan seperti karbohidrat, lemak, dan protein. Menurut Kamil (1979), cadangan makanan yang dicerna telah menghasilkan asam amino, gula, dan asam lemak, hasil inilah yang akan ditranslokasikan dari tempat penyimpanan makanan ke tempat yang membutuhkan yakni titik tumbuh benih atau sumbu embrio.
6. Tahap asimilasi. Menurut Kamil (1979), tahap ini merupakan tahap penyelesaian penggunaan makanan. Asimilasi terjadi pada daerah meristematik menghasilkan energi yang akan digunakan untuk

pembentukan sel-sel yang baru. Tahap ini disebut juga proses pembangunan kembali.

7. Tahap respirasi, yakni proses perombakan sebagian cadangan makanan menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti energi.
8. Inisiasi pembelahan dan pembesaran sel.
9. Munculnya embrio. Hal ini ditandai dengan pengembangan biji yang kemudian akan membelah sehingga kulit biji akan pecah.

2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan Tanaman

Tanaman merupakan makhluk hidup yang memiliki salah satu ciri di antaranya tumbuh dan berkembang. Setiap makhluk hidup pasti akan mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan merupakan bertambahnya ukuran suatu makhluk hidup, sehingga pada tanaman pertumbuhan juga berpengaruh pada pembuahan. Pada masa pertumbuhan tanaman tentunya harus didukung dengan perawatan dan pemeliharaan yang tepat. Selain dengan perawatan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, di antaranya ada faktor internal dan faktor eksternal.

Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari dalam tanaman itu sendiri, sedangkan faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar tanaman tersebut atau dapat dikatakan berasal dari lingkungan sekitar tanaman tersebut. Selama ini cahaya dikenal sebagai faktor pertumbuhan yang sangat fenomenal, namun sesungguhnya faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman terdiri dari banyak sekali macamnya.

Menurut Abidin (1987), Kuswanto (1996), dan Sutopo (2002), faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dikelompokkan menjadi dua macam, di antaranya:

1. Faktor Internal atau Faktor Genetis

Faktor internal atau faktor genetis merupakan faktor yang berhubungan dengan gen atau hormon dari dalam tanaman itu sendiri yang mengontrol pertumbuhan tanaman tersebut. Faktor genetis berpengaruh terhadap potensi hasil tinggi dan sifat lainnya, seperti ketahanan hidup, mudah tidaknya terserang hama penyakit, di antaranya:

- a. Tingkat kematangan benih

Tingkat kematangan biji atau benih tentu mempengaruhi perkecambahan tanaman itu sendiri, endosperm yang ada di dalam benih terkadang ada yang sudah matang ada yang belum matang. Endosperm yang belum matang belum cukup untuk perkembangan embrio dalam benih tersebut, berbeda dengan endosperm yang sudah matang.

- b. Ukuran benih

Bukan hanya kematangan benih saja yang akan mempengaruhi perkecambahan, ukuran benih yang lebih besar juga lebih menunjang perkecambahan dibandingkan ukuran benih yang lebih kecil, karena benih dengan ukuran lebih besar tentu kandungan di dalamnya (Karbohidrat, protein, mineral, dan lemak) lebih banyak dibandingkan benih berukuran kecil.

c. Dormansi

Benih yang belum berkecambah sebenarnya masih dalam keadaan hidup namun akan tetap tidak berkecambah meskipun telah diletakkan di tempat yang memenuhi syarat perkecambahan, hal ini dikarenakan biji sedang dalam masa dormansi. Dormansi dapat diartikan juga sebagai kemampuan benih dalam menanggguhkan perkecambahan hingga saatnya berkecambah tiba.

d. Suplai hormon

Endosperm dalam benih mengandung hormon yang berfungsi sebagai pertumbuhan enzim hidrolis dalam benih yang akan menunjang pertumbuhan benih, serta memberikan kekuatan dan kemampuan dinding sel untuk mengemban setiap sifatnya.

e. Lamanya hidup

Hal ini berhubungan dengan mekanisme dormansi dan lamanya penyimpanan benih sebelum perkecambahan, lamanya penyimpanan atau lamanya hidup benih tergantung pada genotip masing-masing benih.

f. Kekuatan Semai

Kekuatan semai atau disebut juga laju pertumbuhan benih tergantung pada lamanya periode penyimpanan benih. Benih yang disimpan dengan periode pendek yang tidak menguntungkan lebih berpengaruh pada laju pertumbuhan dibandingkan dengan viabilitas benih (Chopeland, 1967).

2. Faktor Eksternal atau Faktor Lingkungan

Faktor eksternal atau faktor lingkungan merupakan faktor yang berasal dari lingkungan sekitar tanaman, tanpa melibatkan genetik atau hormon. Air,

suhu, media tanam, cahaya, serta faktor eksternal lainnya (Nyakpa, 1988). Faktor lingkungan terbagi dua yakni faktor biotik (hama, penyakit, gulma, dan mikroorganisme tanah), dan abiotik (cahaya, suhu, angin, curah hujan, serta kesuburan tanah).

a. Air

Air merupakan salah satu faktor eksternal yang paling penting bagi pertumbuhan dan perkecambahan. Air mampu membantu dalam proses fotosintesis, pengaktifan enzim serta memberikan kelembaban pada tanaman sehingga tanaman tidak layu atau kering. Dalam perkecambahan biji, imbibisi merupakan proses awalnya. Imbibisi air yang terjadi bergantung terhadap kandungan kimia pada biji itu sendiri (Hidayat, 1995).

Fungsi air dalam proses perkecambahan benih di antaranya adalah melunakkan kulit benih, sehingga embrio dalam benih dapat mengembang dan kemudian tumbuh menjadi kecambah. Menjadi salah satu transportasi suplai oksigen dalam benih sehingga proses metabolisme dalam benih dapat berlangsung. Air juga berfungsi untuk mengencerkan sitoplasma dalam benih sehingga dapat terjadi metabolisme dalam benih, serta sebagai sarana traslokasi cadangan makanan menuju titik tumbuh dalam benih sehingga benih dapat berkecambah dengan baik (Santosa, 1990).

Air salah satu faktor yang sangat penting dalam proses pertumbuhan atau perkecambahan tanaman, sebagaimana yang telah disebutkan dalam Q.S Al-An'am [6]: 99.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا

مُتْرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ

مُشَابِهٍ ۚ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَُمْ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

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

b. Suhu

Kesesuaian suhu juga termasuk hal penting yang perlu diperhatikan dalam pertumbuhan dan perkecambahan tanaman. Dalam proses pertumbuhan, dikenal dengan anabolisme dan katabolisme, pada proses inilah temperatur berperan sangat penting dalam pertumbuhan (Hidayat, 1995).

Pada parameter suhu, dikenal istilah suhu minimum, optimum, dan maksimum. Suhu minimum merupakan suhu terkecil yang diperlukan untuk proses perkecambahan tanaman dan benih dengan suhu di bawah suhu ini akan berkecambah secara tidak normal atau gagal berkecambah. Suhu optimum adalah suhu yang paling tepat untuk proses perkecambahan benih tanaman. Sedangkan suhu maksimum yakni suhu tertinggi dimana benih dapat berkecambah, namun di atas suhu maksimum benih akan berkecambah secara tidak normal (Kuswanto, 1996).

c. Cahaya

Pada pertumbuhan atau pembuahan tanaman dikenal istilah fotoperiodis yakni pengelompokan tanaman berdasarkan berapa lama penyinaran yang dibutuhkan. Ada tanaman yang membutuhkan waktu kritis (malam hari) lebih panjang daripada waktu siangnya, tanaman yang membutuhkan waktu siangnya lebih panjang dari masa kritisnya, tanaman yang netral atau tidak begitu terpengaruh dengan pendek panjangnya waktu penyinaran. Menurut Kinzel (1926), tanaman dapat diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan pencahayaannya dalam proses perkecambahan yakni: tanaman yang membutuhkan cahaya terang untuk berkecambah, tanaman yang membutuhkan ruang gelap untuk berkecambah, dan tanaman yang dapat berkecambah baik di tempat gelap maupun di tempat terang.

d. Medium

Penanaman tanaman memperhatikan media tanaman yang digunakan merupakan hal yang penting, media yang digunakan dalam penanaman harusnya mudah menyerap air, bebas dari hama penyakit. Sebab media tanam juga merupakan faktor penunjang pertumbuhan tanaman ataupun perkecambahan (Sutopo, 2002)

e. Gas

Proses pertumbuhan tanaman tentu sangat membutuhkan oksigen, pertukaran oksigen dan karbondioksida merupakan interaksi kimia yang sangat penting dalam masa pertumbuhan tanaman. Oleh sebab itu gas merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan

tanaman. Umumnya, respon yang diberikan oleh tanaman terhadap gas kimia adalah: 20% gas oksigen (O_2), 80% gas nitrogen dan 0.03% karon dioksida (CO_2) (Hidayat, 1995).

2.6 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Tanaman

Pada pertumbuhan tanaman, ada beberapa faktor yang mempengaruhi. Di antaranya ada faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang berasal dari tanaman itu sendiri. Sedangkan faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari lingkungan sekitar tanaman tersebut, seperti cahaya, kelembaban, temperatur, dan air. Air merupakan salah satu komponen penting untuk tumbuhan. Sebab lebih dari 80% sel-sel pada tumbuhan dan jaringan tanaman adalah air (Campbell, 2008).

Berdasarkan penjelasan yang sudah dipaparkan sebelumnya, telah dijelaskan bahwa medan magnet merupakan daerah di sekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet. Pada penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya telah diketahui bahwa adanya medan magnet di sekitar tumbuhan memberi dampak yang baik terhadap metabolisme sel dan jaringan pada suatu tanaman. Hal ini dikarenakan medan magnet yang ada di sekitar tanaman mampu memberikan pengaruh terhadap pengendalian laju elektron-elektron yang ada dalam sel tumbuhan sehingga memberikan pengaruh baik terhadap metabolisme sel tumbuhan (Agustrina, 2008).

Tiap tanaman mengandung hormon yang berfungsi menunjang pertumbuhan tanaman tersebut, di antaranya terdapat hormon giberelin yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja enzim hidrolis dalam tanaman. Pada permulaan

pertumbuhan tanaman tentunya akar menjadi bagian paling penting sebagai fondasi pertumbuhan. Pertumbuhan awal akar ditunjang karena adanya pembesaran sel akar atau ujung akar. Kemudian terdapat juga hormon auksin yang berfungsi untuk meningkatkan aktivitas pertumbuhan tanaman, pada akar lembaga dan pucuk lembaga pada aktivasi geotropi (Gardner, 1991).

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

$$M = X_m H \quad \dots\dots\dots(2.21)$$

X_m disini sebagai simbol suseptibilitas magnetik. Medan maget yang dapat mempengaruhi bahan yang ada di sekitarnya adalah berasal dari medan magnet yang dipaparkan dan berasal dari medan magnet akibat adanya magnetisasi, sehingga persamaan 2.21 dapat dituliskan sebagai berikut (Sutrisno dan Gie, 1979):

$$B = \mu^0 H + \mu_0 M \quad \dots\dots\dots(2.22)$$

Persamaan 2.21 dapat di substitusikan ke dalam persamaan 2.22 sehingga:

$$B = \mu^0 H + \mu_0 X m H \quad \dots\dots\dots(2.23)$$

$$B = \mu^0 (1 + X m) H \quad \dots\dots\dots(2.24)$$

Klasifikasi magnet suatu bahan dapat dianalisis dengan menentukan arah magnetisasi yang dihasilkan, jika suatu bahan yang berada pada medan magnet mengalami magnetisasi yang berlawanan arah dengan medannya maka bahan tersebut dikategorikan diamagnetik ($X < 0$; $\mu < 1$). Jika bahan tersebut mengalami magnetisasi yang searah dengan arah medan magnetnya maka bahan tersebut termasuk dalam kategori paramagnetik ($X > 0$; $\mu > 0$). Sedangkan untuk kategori feromagnetik adalah bahan tersebut memiliki permeabilitas relatif μ yang sangat besar (Gerthsen, 1996).

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

Para ilmuwan terdahulu telah banyak melakukan penelitian mengenai pengaruh medan elektromagnetik terhadap tumbuhan. Dr. Ott John dari Institut Riset Kesehatan Lingkungan dan Cahaya di Sarasota pernah melakukan sebuah

penelitian pada tahun 1920, yakni menggunakan sampel tanaman Mimosa yang diletakkannya pada tambang dengan kedalaman 650 kaki, kemudian mengamatinya. Didapatkan bahwa tanaman mimosa yang diletakkan pada tambang, mengatupkan daun-daunnya. Kejadian ini disebutkan oleh Dr. Ott bahwa adanya keterkaitan dengan fenomena elektromagnetik (Tompkin, 2008).

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

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Percobaan ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan Acak ini terdiri dari dua faktor perlakuan yakni faktor intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) (0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT) dan faktor yang kedua adalah lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) (10 menit, 20 menit, dan 30 menit), dengan demikian penelitian ini terdiri dari 4x3 kombinasi perlakuan atau 12 kombinasi perlakuan sebagaimana pada tabel 3.1. Tiap-tiap kombinasi perlakuan dilakukan dengan enam kali pengulangan, sehingga jumlah total kombinasi perlakuan pada penelitian ini adalah 12x6 atau 72 kombinasi perlakuan.

Pada penelitian ini terdapat tiga variabel yakni variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol. Variabel terikatnya adalah meliputi waktu mulainya berkecambah benih wijen (*Sesamum indicum L.*), daya berkecambah, panjang plumula, dan laju pertumbuhan benih wijen (*Sesamum indicum L.*). Sedangkan untuk variabel bebasnya adalah intensitas kuat medan magnet (mT) *Extremely Low Frequency* (ELF) dan lama waktu pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dalam satuan menit. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah suhu ruangan, intensitas ruangan, kelembaban, dan intensitas suara. Sumber medan magnet yang digunakan adalah kumparan Helmholtz.

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan (Intensitas medan magnet dan lama pemaparan medan magnet)

Intensitas Medan magnet ELF (K)	Lama Pemaparan (L)		
	L0	L1	L2
K0	K0L0	K0L1	K0L2
K1	K1L0	K1L1	K1L2
K2	K2L0	K2L1	K2L2
K3	K3L0	K3L1	K3L2

Keterangan:

Faktor perlakuan 1 (K):

K0 = 0 mT

K1 = 0,1 mT

K2 = 0,3 mT

K3 = 0,5 mT

Faktor Perlakuan 2 (L):

L0 = 10 Menit

L1 = 20 Menit

L2 = 30 Menit

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

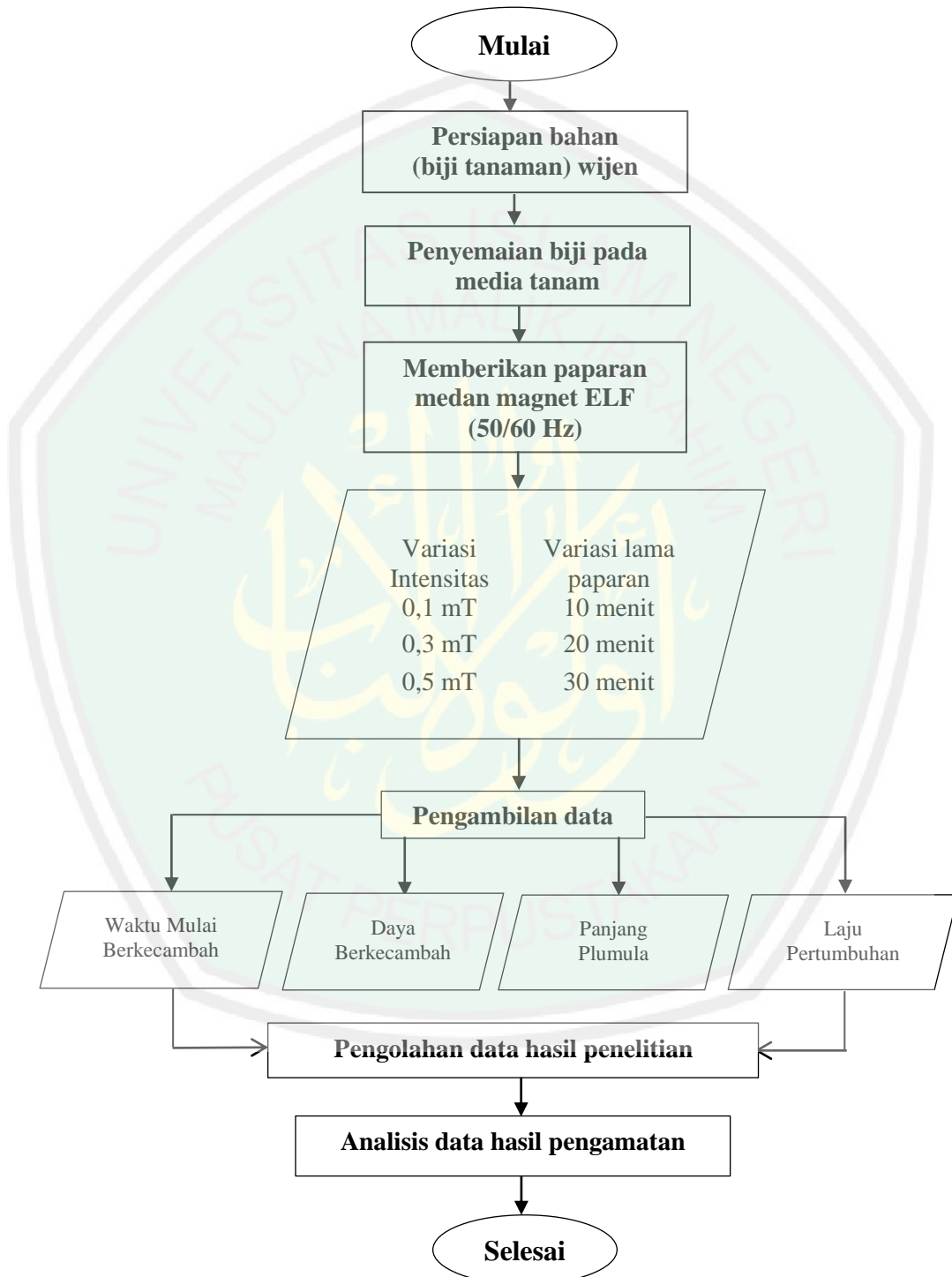
Penelitian berjudul pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap perkecambahan benih wijen (*Sesamum indicum L.*).

Percobaan atau analisis ini dilakukan mulai bulan Maret 2019- Mei 2019 yang dilakukan di Laboratorium elektromagnetik jurusan Fisika fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan pada penelitian ini di antaranya: Kumparan Helmholtz, teslameter, multimeter digital, *power supply*, penggaris, *beaker glass*, gelas ukur, *environment meter*, *connecting*, jangka sorong, wadah pembibitan, pipet tetes. Adapun bahan yang diperlukan adalah: Air, kertas merang, dan benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) varietas wijen putih.

3.4 Diagram Alir Metode Penelitian



3.5 Prosedur Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Jumlah total kombinasi perlakuan pada penelitian ini adalah 12x6 atau 72 kombinasi perlakuan. Masing-masing terdiri dari 5 benih wijen (*Sesamum indicum L.*). Pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan 3 variasi kuat medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dan 3 variasi lama waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan frekuensi konstan 50/60 Hz.

Pada penelitian ini terdapat beberapa proses:

1. Pemilihan sampel benih wijen (*Sesamum indicum L.*) dan persiapan media perkecambahan
2. Perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)
3. Pengambilan data
4. Analisis data

3.5.1 Pemilihan Sampel Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*) dan Persiapan Media Perkecambahan

1. Biji tanaman yang dipilih memiliki kualitas pertumbuhan yang bagus dan memiliki ukuran yang sama.
2. Benih wijen (*Sesamum indicum L.*) yang dipilih adalah benih wijen (*Sesamum indicum L.*) jenis varietas wijen putih.
3. Penelitian dilakukan dengan metode UDK (Uji di atas Kertas)
4. Kertas merang dipotong sesuai dengan ukuran wadah
5. Setiap wadah diisi dengan 5 potong kertas merang

6. Kertas merang dalam wadah dibasahi dengan air terlebih dahulu sebelum pemberian benih
7. Wadah yang sudah diisi dengan kertas merang kemudian diberikan 5 benih wijen (*Sesamum indicum L.*) dengan jarak 20 mm antara benih satu dengan benih lainnya dan arah yang seragam.
8. Penyiraman dilakukan tiap 2 kali sehari untuk menjaga kelembaban media tanam.

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.
3. Pemaparan dilakukan 1 hari setelah tanam (HST).
4. Sampel benih diletakkan di tengah-tengah kumpatan Helmholtz.
5. Variasi paparan kuat medan magnet sebesar 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT.
6. Frekuensi medan magnet sebesar 50/60 Hz.
7. Arus diatur sedemikian rupa hingga memperoleh nilai kuat medan magnet yang diharapkan (tidak boleh melebihi 3,5 A)
8. Serta variasi waktu pemaparan medan magnet *Exremely Low Ferequency* (ELF) di antaranya 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.
9. Kontrol suhu 27°C.

3.5.3 Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mengukur waktu mulai berkecambah, daya berkecambah, panjang plumula, dan laju pertumbuhan tanaman wijen (*Sesamum Indicum L.*)

1. Waktu mulai berkecambah

Pengambilan data waktu mulai berkecambah benih wijen (*Sesamum indicum L.*) diambil setiap hari pada pagi hari hingga akhir penelitian, hari mulai dihitung mulai hari setelah tanam. Kemudian dihitung rata-rata hari berkecambah menggunakan rumus (Sutopo, 2004):

$$\text{Rata-rata hari} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_7T_7}{\Sigma T_{\text{Total}}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

N= Jumlah biji yang berkecambah dalam waktu tertentu

T= Jumlah antara awal pengujian hingga akhir pengujian dengan interval waktu tertentu

ΣT = Jumlah keseluruhan biji yang berkecambah

Tabel 3.2 Waktu mulai berkecambah benih wijen (*Sesamum indicum L.*)

Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Waktu mulai berkecambah pada ulangan ke- (Hari ke-)					
		1	2	3	4	5	6
0 mT	-						
0,1 mT	10						
	20						
	30						
0,3 mT	10						
	20						

	30						
0,5 mT	10						
	20						
	30						

2. Presentase daya berkecambah

Tabel 3.3 Presentase daya berkecambah

Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Daya berkecambah (%) pada ulangan ke-					
		1	2	3	4	5	6
0 mT	-						
0,1 mT	10						
	20						
	30						
0,3 mT	10						
	20						
	30						
0,5 mT	10						
	20						
	30						

3. Panjang plumula

Pengambilan data panjang plumula dilakukan pengukuran menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari leher kecambah sampai pangkal kotiledon.

Pengambilan data dimulai pada 5 hari setelah tanam, setelah mendapatkan nilai kemudian dijumlah dan dirata-rata.

Tabel 3.4 Panjang plumula

Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Panjang Kecambah (mm) pada ulangan ke-					
		1	2	3	4	5	6
0 mT	-						
0,1 mT	10						
	20						
	30						
0,3 mT	10						
	20						
	30						
0,5 mT	10						
	20						
	30						

4. Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan kecambah wijen (*Sesamum Indicum L.*) didapatkan melalui persamaan:

$$\text{Laju Pertumbuhan} = \frac{\text{Pertambahan Tinggi}}{\text{Selang waktu}} \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Tabel 3.5 Laju pertumbuhan kecambah

Kuat Medan Magnet (mT)	Lama pemaparan (menit)	Laju Pertumbuhan (mm/hari) pada ulangan ke-					
		1	2	3	4	5	6
0 mT	-						
0,1 mT	10						
	20						
	30						
0,3 mT	10						
	20						
	30						
0,5 mT	10						
	20						
	30						

3.5.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk penelitian paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) ini adalah menggunakan grafik sehingga nanti ketika telah mencapai hasil akhir dapat diketahui bahwa paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) ini memiliki pengaruh atau tidak terhadap perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L.*).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.1 Data Pengaruh Intensitas Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*)

1. Waktu Mulai Berkecambah

Pengambilan data waktu mulai berkecambah dilakukan pada tiap pagi hari setelah paparan medan magnet. Data waktu mulai berkecambah benih wijen dicatat berdasarkan pada hari ke berapa benih wijen mulai tumbuh kecambah. Berdasarkan pengamatan, pengaruh intensitas medan magnet dengan lama paparan (10 menit, 20 menit, dan 30 menit) terhadap waktu mulai berkecambah benih wijen dapat dipaparkan dalam bentuk tabel data pengamatan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu mulai berkecambah antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet. Bahwa pada sampel kontrol waktu mulai benih berkecambah adalah hari ke-3. Ketika pemberian intensitas medan magnet sebesar 0,1 mT waktu mulai berkecambah semakin cepat daripada kontrol yakni hari ke-2,2. Ketika pemberian medan magnet 0,3 mT waktu mulai berkecambah paling cepat adalah hari ke-2. Namun, ketika pemberian medan magnet sebesar 0,5 mT waktu mulai berkecambah lebih lambat dengan waktu tercepat adalah hari ke-2,333. Untuk lebih detail mengenai data hasil penelitian telah tertera pada tabel 4.1-4.3.

Tabel 4.1 Data Waktu mulai berkecambah pada lama paparan 10 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Waktu Mulai berkecambah (Hari ke-) pada lama paparan 10 menit
0 mT	2.833 ±0.183
0,1 mT	2.289 ±0.179
0,3 mT	2.033 ±0.082
0,5 mT	2.388 ±0.215

Tabel 4.2 Data Waktu mulai berkecambah pada lama paparan 20 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Waktu Mulai berkecambah (Hari ke-) pada lama paparan 20 menit
0 mT	2.7 ±0.183
0,1 mT	2.2 ±0.160
0,3 mT	2 ±0
0,5 mT	2.333 ±0.295

Tabel 4.3 Data Waktu mulai berkecambah pada lama paparan 30 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Waktu Mulai berkecambah (Hari ke-) pada lama paparan 30 menit
0 mT	3 ±0.183
0,1 mT	2.308 ±0.248
0,3 mT	2.142 ±0.169
0,5 mT	2.528 ±0.455

2. Daya Berkecambah

Data daya berkecambah merupakan data yang mengungkapkan berapa presentase benih wijen yang berkecambah pada tiap medianya. Daya berkecambah dinyatakan dalam bentuk persen (%) yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan rumus:

$$\text{Daya Berkecambah} = \frac{\text{Banyak benih yang berkecambah}}{\text{Jumlah total benih}} \times 100\%$$

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan daya berkecambah antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet, bahwa pada sampel kontrol daya berkecambah hanya mencapai 60,5 %, ketika pemberian intensitas medan magnet sebesar 0,1 mT daya berkecambah lebih banyak daripada kontrol yakni mencapai 83,333 %. Ketika pemberian medan magnet 0,3 mT daya berkecambah semakin meningkat yakni mencapai 100%. Namun, ketika pemberian medan magnet sebesar 0,5 mT daya berkecambah menurun kembali yakni mencapai 76,667%. Untuk lebih lengkapnya mengenai data daya berkecambah telah tertera pada tabel 4.4-4.6.

Tabel 4.4 Data presentase daya berkecambah pada lama paparan 10 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Daya Berkecambah (%) pada lama paparan 10 menit
0 mT	60 ±4.082
0,1 mT	80 ±4.082
0,3 mT	96.667 ±5.164
0,5 mT	73.333 ±5.163

Tabel 4.5 Data presentase daya berkecambah pada lama paparan 20 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Daya Berkecambah (%) pada lama paparan 20 menit
0 mT	60.5 ±5.164
0,1 mT	83.333 ±4.082
0,3 mT	100 ±0
0,5 mT	76.667 ±6.325

Tabel 4.6 Data presentase daya berkecambah pada lama paparan 30 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Daya Berkecambah (%) pada lama paparan 30 menit
0 mT	56.667 ±5.164
0,1 mT	76.667 ±5.477
0,3 mT	93.333 ±5.477
0,5 mT	60 ±5.477

3. Panjang Plumula

Pada penelitian ini juga menganalisis mengenai pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap panjang plumula kecambah wijen. Intensitas medan magnet yang digunakan adalah 0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT. Data panjang plumula merupakan data yang mengungkapkan panjang batang kecambah selama pemberian paparan medan magnet 20 hari dengan variasi lama paparan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan panjang plumula antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian

perlakuan medan magnet. Pada sampel kontrol panjang plumula hanya mencapai 56,667 mm. Ketika pemberian intensitas medan magnet sebesar 0,1 mT panjang plumula lebih tinggi daripada kontrol yakni mencapai 64,814 mm. Ketika pemberian medan magnet 0,3 mT panjang plumula semakin meningkat yakni mencapai 66,608 mm. Namun, ketika pemberian medan magnet sebesar 0,5 mT panjang plumula menurun kembali yakni mencapai 61,083 mm. Untuk lebih lengkapnya mengenai data daya berkecambah benih wijen telah tertera pada tabel 4.7-4.9.

Tabel 4.7 Data Panjang Plumula pada lama paparan 10 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Panjang Plumula (mm) pada lama paparan 10 menit
0 mT	55 ±4.272
0,1 mT	63.617 ±4.301
0,3 mT	64.933 ±6.367
0,5 mT	60.889 ±4.128

Tabel 4.8 Data Panjang Plumula pada lama paparan 20 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Panjang Plumula (mm) pada lama paparan 20 menit
0 mT	56.667 ±0.929
0,1 mT	64.814 ±3.666
0,3 mT	66.608 ±5.908
0,5 mT	61.083 ±3.028

Tabel 4.9 Data Panjang Plumula pada lama paparan 30 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Panjang Plumula (mm) pada lama paparan 30 menit
0 mT	53.333 ±4.272
0,1 mT	59.431 ±2.979
0,3 mT	63.744 ±4.367
0,5 mT	56.667 ±5.757

4. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan merupakan pertambahan panjang kecambah wijen yang dinyatakan dalam satuan mm/hari. Laju pertumbuhan juga dipengaruhi oleh intensitas medan magnet, pada penelitian ini intensitas medan magnet yang digunakan adalah 0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT. Laju pertumbuhan kecambah wijen diamati melalui panjang plumula kecambah yang kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Laju Pertumbuhan} = \frac{\text{Pertambahan Tinggi}}{\text{Selang waktu}}$$

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan laju pertumbuhan antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet. Pada sampel kontrol laju pertumbuhan hanya mencapai 1.854 mm/hari. Ketika pemberian intensitas medan magnet sebesar 0,1 mT laju pertumbuhan lebih cepat daripada kontrol yakni mencapai 3.370 mm/hari. Ketika pemberian medan magnet 0,3 mT laju pertumbuhan semakin meningkat yakni mencapai 2.723 mm/hari. Namun, ketika pemberian medan magnet sebesar 0,5 mT laju pertumbuhan menurun

kembali yakni mencapai 2.364 mm/hari. Untuk lebih lengkapnya mengenai data laju pertumbuhan kecambah benih wijen dapat dilihat pada tabel 4.10-4.12.

Tabel 4.10 Data laju pertumbuhan pada lama paparan 10 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada lama paparan 10 menit
0 mT	53.333 ±4.272
0,1 mT	59.431 ±2.979
0,3 mT	63.744 ±4.367
0,5 mT	56.667 ±5.757

Tabel 4.11 Data laju pertumbuhan pada lama paparan 20 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada lama paparan 20 menit
0 mT	53.333 ±4.272
0,1 mT	59.431 ±2.979
0,3 mT	63.744 ±4.367
0,5 mT	56.667 ±5.757

Tabel 4.12 Data laju pertumbuhan pada lama paparan 30 menit

Intensitas Medan Magnet (mT)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada lama paparan 30 menit
0 mT	53.333 ±4.272
0,1 mT	59.431 ±2.979
0,3 mT	63.744 ±4.367
0,5 mT	56.667 ±5.757

4.1.2 Data Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*)

1. Waktu Mulai Berkecambah

Pengambilan data waktu mulai berkecambah dilakukan pada tiap pagi hari setelah paparan medan magnet. Data waktu mulai berkecambah benih wijen dicatat berdasarkan pada hari ke berapa benih wijen mulai tumbuh kecambah. Berdasarkan pengamatan, pengaruh lama paparan medan magnet dengan intensitas 0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT terhadap waktu mulai berkecambah benih wijen dapat dipaparkan dalam bentuk tabel data pengamatan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu mulai berkecambah antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet. Pada sampel kontrol waktu mulai benih berkecambah adalah hari ke-3. Ketika pemberian intensitas medan magnet selama 10 menit waktu mulai berkecambah semakin cepat daripada kontrol yakni hari ke-2,033. Ketika pemberian medan magnet selama 20 menit waktu mulai berkecambah paling cepat adalah hari ke-2. Namun, ketika pemberian medan magnet selama 30 menit waktu mulai berkecambah lebih lambat dengan waktu tercepat adalah hari ke-2,142. Untuk lebih lengkap mengenai data waktu mulai berkecambah dapat dilihat pada tabel 4.13-4.16.

Tabel 4.13 Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0 mT

Lama paparan (menit)	Waktu mulai berkecambah (hari ke-) Pada intensitas 0 mT
10 menit	2.833 ±0.183
20 menit	2.700 ±0.183
30 menit	3.00 ±0.183

Tabel 4.14 Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,1 mT

Lama paparan (menit)	Waktu mulai berkecambah (hari ke-) Pada intensitas 0,1 mT
10 menit	2.289 ±0.179
20 menit	2.200 ±0.160
30 menit	2.308 ±0.248

Tabel 4.15 Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,3 mT

Lama paparan (menit)	Waktu mulai berkecambah (hari ke-) Pada intensitas 0,3 mT
10 menit	2.033 ±0.082
20 menit	2.00 ±0
30 menit	2.142 ±0.169

Tabel 4.16 Data waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,5 mT

Lama paparan (menit)	Waktu mulai berkecambah (hari ke-) Pada intensitas 0,5 mT
10 menit	2.388 ±0.215
20 menit	2.333 ±0.295
30 menit	2.528 ±0.457

2. Daya Berkecambah

Data daya berkecambah merupakan daya yang mengungkapkan berapa presentase benih wijen yang berkecambah pada tiap medianya. Daya berkecambah dinyatakan dalam bentuk persen (%) yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan rumus:

$$\text{Daya Berkecambah} = \frac{\text{Banyak benih yang berkecambah}}{\text{Jumlah total benih}} \times 100\%$$

Berdasarkan penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan, pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan intensitas sebesar 0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT, didapatkan sebagaimana tertera pada tabel 4.17-4.20. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan daya berkecambah antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet. Pada sampel kontrol daya berkecambah hanya mencapai 60,5 %. Ketika pemberian intensitas medan magnet selama 10 menit daya berkecambah lebih banyak daripada kontrol yakni mencapai 96,667 %. Ketika pemberian medan magnet selama 20 menit daya berkecambah semakin meningkat yakni mencapai 100%. Namun, ketika pemberian medan magnet selama 30 menit daya berkecambah menurun kembali yakni mencapai 93,333%. Untuk lebih lengkapnya mengenai data hasil penelitian telah tertera pada tabel 4.17-4.20.

Tabel 4.17 Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0 mT

Lama paparan (menit)	Daya berkecambah (%) pada intensitas 0 mT
10 menit	60 ±4.083
20 menit	60.5 ±4.083
30 menit	56.667 ±5.164

Tabel 4.18 Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0,1 mT

Lama paparan (menit)	Daya berkecambah (%) pada intensitas 0,1 mT
10 menit	80 ±4.083
20 menit	83.333 ±4.083
30 menit	76.667 ±5.477

Tabel 4.19 Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0,3 mT

Lama paparan (menit)	Daya berkecambah (%) pada intensitas 0,3 mT
10 menit	96.667 ±5.163
20 menit	100 ±0
30 menit	93.333 ±5.477

Tabel 4.20 Data presentase daya berkecambah pada intensitas 0,5 mT

Lama paparan (menit)	Daya berkecambah (%) pada intensitas 0,5 mT
10 menit	73.333 ±5.163
20 menit	76.667 ±6.325
30 menit	60 ±4.083

3. Panjang Plumula

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan panjang plumula antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet. Pada sampel kontrol panjang plumula hanya mencapai 56,667 mm. Ketika pemberian intensitas medan magnet selama 10 menit panjang plumula lebih tinggi daripada kontrol yakni mencapai 64,933 mm. Ketika pemberian medan magnet selama 20 menit panjang plumula semakin meningkat yakni mencapai 66,608 mm. Namun, ketika pemberian medan magnet selama 30 menit panjang plumula menurun kembali yakni mencapai 63,744 mm. Untuk lebih lengkapnya data mengenai data daya berkecambah benih wijen dapat dilihat pada tabel 4.21-4.24.

Tabel 4.21 Data panjang plumula pada intensitas 0 mT

Lama paparan (menit)	Panjang plumula (mm) pada intensitas 0 mT
10 menit	55 ±4.272
20 menit	56.667 ±0.929
30 menit	53.333 ±4.272

Tabel 4.22 Data panjang plumula pada intensitas 0,1 mT

Lama paparan (menit)	Panjang plumula (mm) pada intensitas 0,1 mT
10 menit	63.617 ±4.3014
20 menit	64.814 ±3.666
30 menit	59.431 ±2.980

Tabel 4.23 Data panjang plumula pada intensitas 0,3 mT

Lama paparan (menit)	Panjang plumula (mm) pada intensitas 0,3 mT
10 menit	64.933 ±6.366
20 menit	66.608 ±5.908
30 menit	63.744 ±4.367

Tabel 4.24 Data panjang plumula pada intensitas 0,5 mT

Lama paparan (menit)	Panjang plumula (mm) pada intensitas 0,5 mT
10 menit	60.889 ±4.128
20 menit	61.083 ±3.028
30 menit	56.667 ±5.757

4. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan merupakan pertambahan panjang kecambah wijen yang dinyatakan dalam satuan mm/hari. Laju pertumbuhan juga dipengaruhi oleh lama paparan medan magnet, pada penelitian ini intensitas medan magnet yang digunakan adalah 0 mT, 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT. Laju pertumbuhan kecambah wijen diamati melalui panjang plumula kecambah yang kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Laju Pertumbuhan} = \frac{\text{Pertambahan Tinggi}}{\text{Selang waktu}}$$

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan laju pertumbuhan antara sampel benih sebagai kontrol dan benih dengan pemberian perlakuan medan magnet. Pada sampel kontrol laju pertumbuhan hanya mencapai 1.854 mm/hari. Ketika pemberian intensitas medan magnet

selama 10 menit laju pertumbuhan lebih cepat daripada kontrol yakni mencapai 2,399 mm/hari. Ketika pemberian medan magnet selama 20 menit laju pertumbuhan semakin meningkat yakni mencapai 2.723 mm/hari. Namun, ketika pemberian medan magnet selama 30 menit laju pertumbuhan menurun kembali yakni mencapai 2,213 mm/hari. Untuk lebih lengkapnya mengenai data laju pertumbuhan kecambah benih wijen dapat dilihat pada tabel 4.25-4.28.

Tabel 4.25 Data laju pertumbuhan pada intensitas 0 mT

Lama paparan (menit)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada intensitas 0 mT
10 menit	1.774 ±0.293
20 menit	1.854 ±0.325
30 menit	1.458 ±0.3067

Tabel 4.26 Data laju pertumbuhan pada intensitas 0,1 mT

Lama paparan (menit)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada intensitas 0,1 mT
10 menit	2.188 ±0.247
20 menit	2.370 ±0.305
30 menit	2.146 ±0.295

Tabel 4.27 Data laju pertumbuhan pada intensitas 0,3 mT

Lama paparan (menit)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada intensitas 0,3 mT
10 menit	2.399 ±0.459
20 menit	2.723 ±0.451
30 menit	2.213 ±0.239

Tabel 4.28 Data laju pertumbuhan pada intensitas 0,5 mT

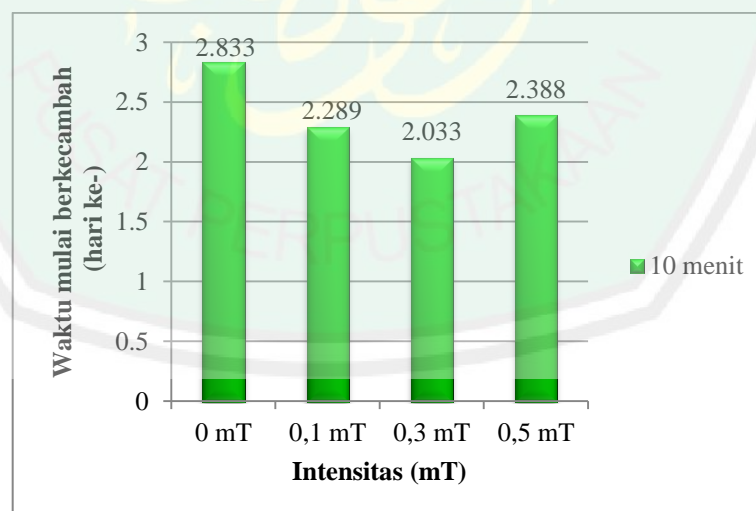
Lama paparan (menit)	Laju pertumbuhan (mm/hari) pada intensitas 0,5 mT
10 menit	2.064 ±0.248
20 menit	2.364 ±0.355
30 menit	1.924 ±0.272

4.2 Analisis Data

4.2.1 Pengaruh Intensitas Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

4.2.1.1 Pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Waktu Mulai Berkecambah

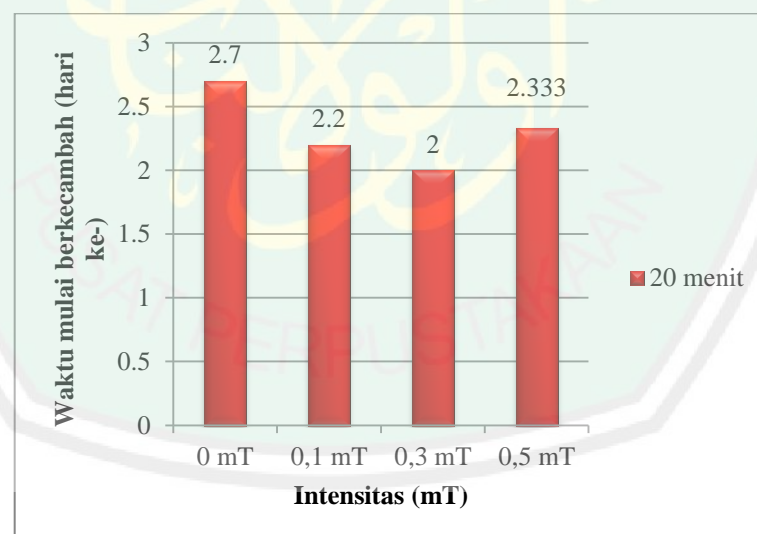
Data pada tabel 4.1-4.3 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulai berkecambah sebagaimana pada gambar 4.1-4.4.



Gambar 4.1 Grafik waktu mulai berkecambah pada lama paparan 10 menit

Pada grafik 4.1 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 10 menit terjadi perbedaan antara waktu mulai berkecambah benih

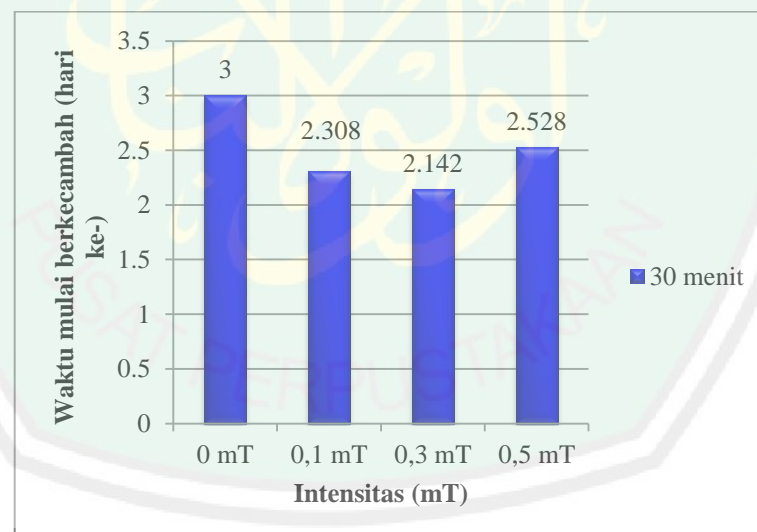
kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) waktu mulai berkecambah adalah hari ke- 2,833. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT waktu mulai berkecambah semakin cepat yakni pada hari ke- 2,289. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, waktu mulai berkecambahnya lebih cepat lagi yakni pada hari ke-2,033. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = -0.4x + 3.185$ dan regresi (R^2)= 0.9586. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT waktu mulai berkecambah lebih lambat lagi yakni pada hari ke- 2,388 sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 2 Grafik waktu mulai berkecambah pada lama paparan 20 menit

Pada pemberian variasi intensitas dengan lama paparan 20 menit, dapat dilihat pada gambar 4.2 bahwa waktu mulai berkecambah benih sampel kontrol adalah pada hari ke-2,700. Ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebesar 0,1 mT proses perkecambahan benih wijen

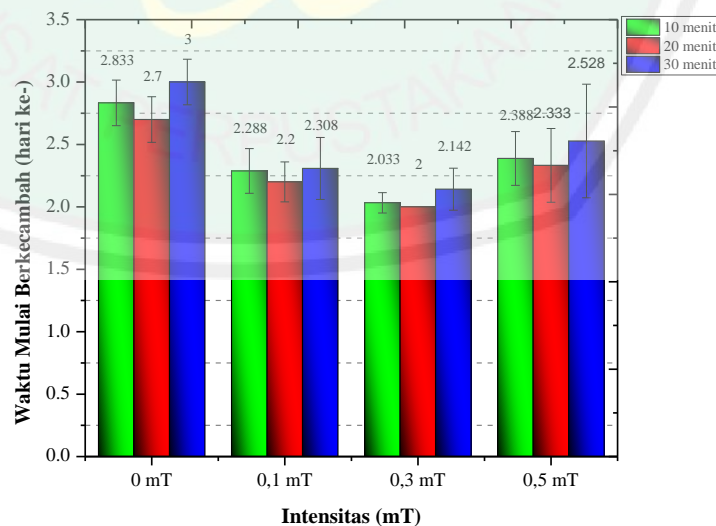
juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet (pada hari ke-2,2) namun tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan 0,3 mT (yakni pada hari ke- 2,00) dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.2, sehingga dapat disebutkan bahwa persebaran macam nilai pada penelitian ini tidak cukup besar. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai berkecambah berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = -0.35x + 3$ dan regresi (R^2)= 0.9423. Sedangkan ketika paparan sebesar 0,5 mT pertumbuhan kecambah lebih lambat atau menurun (yakni pada hari ke- 2,333) dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet saat 10 menit dan 20 menit.



Gambar 4. 3 Grafik waktu mulai berkecambah pada lama paparan 30 menit

Pada grafik 4.3 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 30 menit terjadi perbedaan antara waktu mulai berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) waktu mulai berkecambah adalah hari ke- 3. Kemudian ketika diberikan

intensitas 0,1 mT waktu mulai berkecambah semakin cepat yakni pada hari ke-2,308. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, waktu mulai berkecambahnya lebih cepat lagi yakni pada hari ke-2,142. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = y = -0.429x + 3.3413$ dan regresi (R^2)= 0.8887. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, waktu mulai berkecambah lebih lambat lagi yakni pada hari ke- 2,528 sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.4. Jika intensitas dan lama paparan tidak sesuai dengan kapasitas benih maka pengaruh yang diberikan tidak akan optimal, karena ketidakseimbangan hidrogen dan peningkatan daya serap yang terjadi pada benih. Inilah yang dialami benih ketika diberikan paparan medan magnet dengan intensitas 0,5 mT sebagaimana yang dapat dilihat pada grafik 4.3.

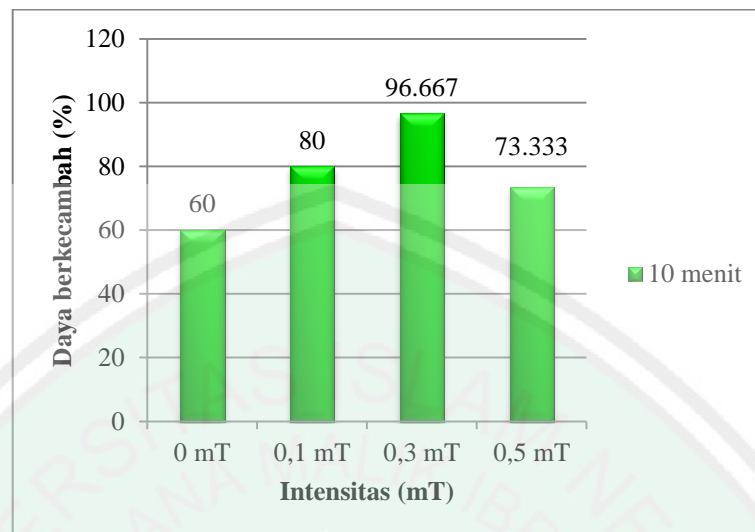


Gambar 4.4 Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai berkecambah

Dari grafik 4.1-4.4 dapat dianalisis bahwa dari ketiga variasi intensitas medan magnet yang memberikan pengaruh paling besar terhadap waktu mulainya berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 0,3 mT dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.1-4.4. Menurut Djoyowasito, dkk (2019), medan magnet juga dapat memecah ikatan hidrogen pada air dalam media tanam, sehingga molekul-molekul air yang tidak terikat lebih banyak sehingga menyebabkan meningkatnya daya hidrasi serta air lebih mudah diserap oleh tanaman. Disamping itu, medan magnet menyebabkan gaya antar dipol dalam media tanam yakni antara air (H₂O) dan oksigen (O₂) sehingga tanaman tidak merasa jenuh dan metabolisme berjalan dengan lebih lancar. Hal inilah yang terjadi pada pemberian paparan medan magnet dengan intensitas 0,3 mT. Pemberian paparan medan magnet yang semakin besar dan waktu paparan yang semakin lama akan semakin mempercepat pelepasan ikatan hidrogen, namun, jika besar intensitasnya tidak sesuai dengan kapasitas tanaman akan menyebabkan tanaman dalam keadaan terlalu kering sehingga yang terjadi bukanlah laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal inilah yang terjadi ketika memberikan paparan medan magnet dengan intensitas 0,5 mT.

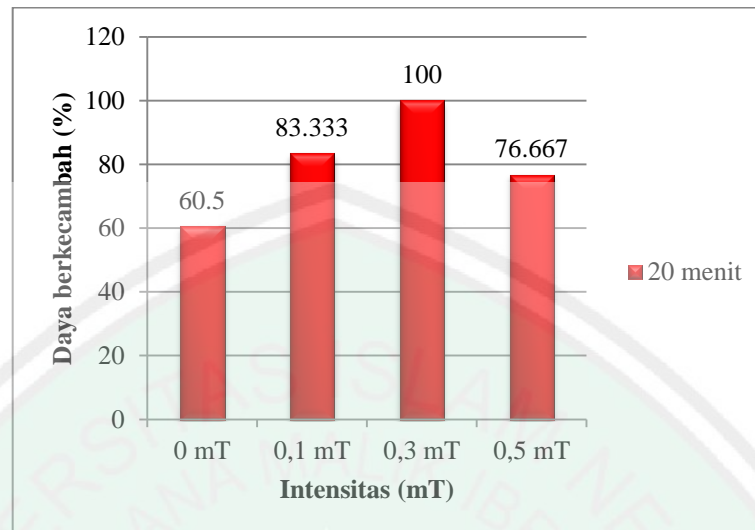
4.2.1.2 Pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Daya Berkecambah

Data pada tabel 4.4-4.6 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap daya berkecambah sebagaimana pada gambar 4.5-4.8.



Gambar 4. 5 Grafik daya berkecambah pada lama paparan 10 menit

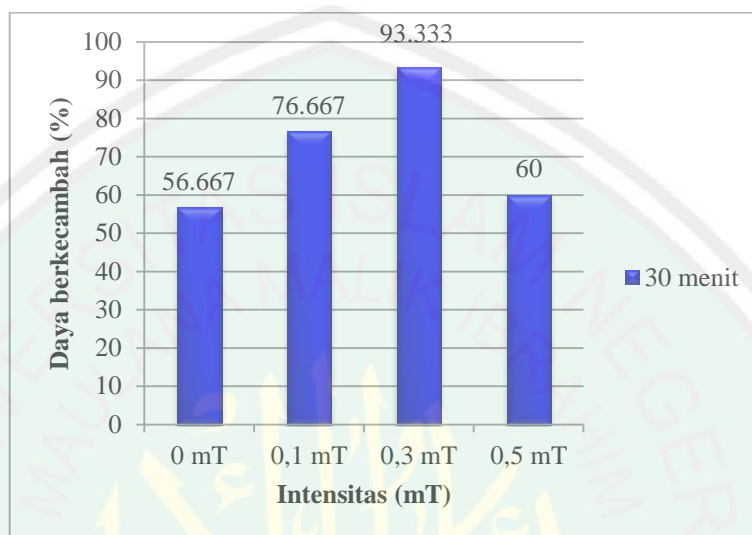
Pada grafik 4.5 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 10 menit terjadi perbedaan antara daya berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) daya berkecambah adalah 60%. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT daya berkecambah semakin banyak yakni 80%. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, daya berkecambahnya lebih banyak lagi yakni 96,667%. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 18.334x + 42.222$ dan regresi (R^2)= 0.9973. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, daya berkecambah lebih sedikit lagi yakni 73,333% sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 6 Grafik daya berkecambah pada lama paparan 20 menit

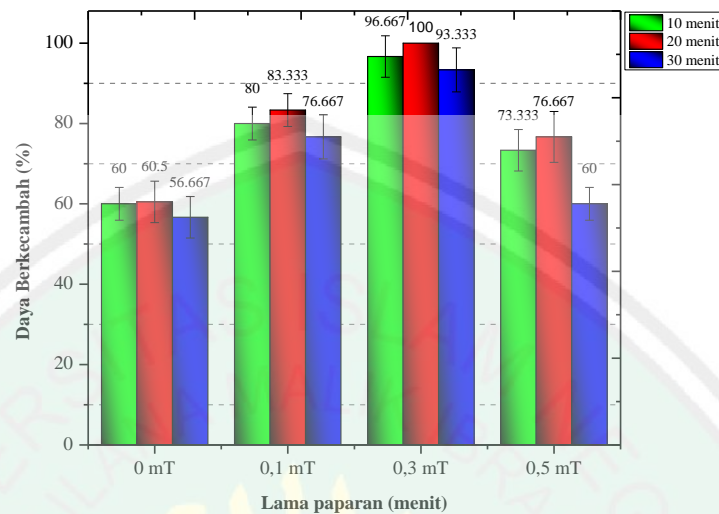
Pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa benih sampel kontrol (0 mT) presentase terbesar hanya mencapai 60,5%. Pada grafik 4.6 terlihat bahwa ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan intensitas 0,1 mT proses perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet (dengan presentase pada pemberian intensitas 0,1 mT adalah 83,333 %), ini tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan dengan intensitas 0,3 mT yakni sebanyak 100% dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.6. Dapat disebutkan bahwa persebaran macam nilai pada penelitian ini tidak cukup besar. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 19.75x + 41.778$ dan regresi (R^2)= 0.9919. Sedangkan ketika paparan dengan intensitas 0,5 mT pertumbuhan kecambah (dengan presentase pada pemberian intensitas 0,5 mT adalah 76,667 %) lebih lamban atau menurun dibandingkan dengan pemberian

paparan medan magnet sebesar 0,1 mT dan 0,3 mT sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.7 Grafik daya berkecambah pada lama paparan 30 menit

Pada grafik 4.7 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 30 menit terjadi perbedaan antara daya berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) daya berkecambah adalah 56,667%. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT daya berkecambah semakin banyak yakni 76,667%. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT daya berkecambahnya lebih banyak lagi yakni 93,333%. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 18.333x + 38.89$ dan regresi (R^2)= 0.9973. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, daya berkecambah lebih sedikit lagi yakni 73,333% sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.7.



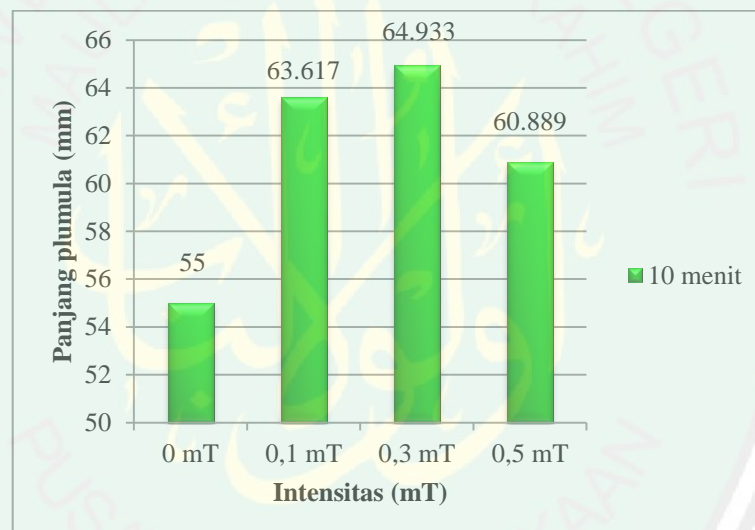
Gambar 4.8 Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap daya berkecambah

Dari grafik 4.5-4.8, dapat dianalisis bahwa dari ketiga variasi intensitas medan magnet yang memberikan pengaruh terbesar terhadap daya berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 0,3 mT dengan lama paparan 20 menit presentase daya berkecambah mencapai 100%. Pengaruh yang diberikan oleh paparan medan magnet ada dikarenakan adanya interaksi antar partikel yang ada di dalam dan diluar sel-sel kecambah wijen. Ion-ion yang bergerak dengan kecepatan tertentu sesuai dengan kuat medan magnet dengan lama paparan yang diberikan. Menurut Djoyowasito (2019) interaksi inilah yang menghasilkan energi elektromagnet yang kemudian sebagian energinya diubah menjadi energi kimia sehingga berperan dalam pertumbuhan kecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*). Namun, berdasarkan grafik 4.8 didapatkan bahwa pemberian medan magnet dengan paparan 0,5 mT menyebabkan pertumbuhan lebih menurun dibandingkan dengan intensitas 0,1

mT dan 0,3 mT, hal ini dikarenakan kuat medan magnet dengan intensitas terlalu besar tidak sesuai dengan kapasitas benih wijen (*Sesamum Indicum L*).

4.2.1.3 Pengaruh Intensitas Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Panjang Plumula

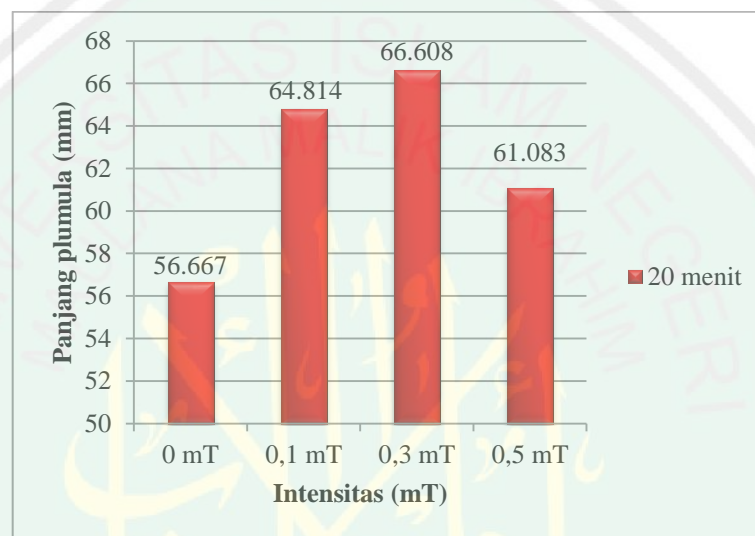
Data pada tabel 4.7-4.9 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap panjang plumula sebagaimana pada gambar 4.9-4.12.



Gambar 4.9 Grafik panjang plumula pada lama paparan 10 menit

Pada grafik 4.9 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 10 menit terjadi perbedaan antara panjang plumula benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) panjang plumula adalah 55 mm. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT panjang plumula semakin tinggi yakni 63,617 mm. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, panjang plumula lebih panjang lagi yakni 64,933 mm. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki

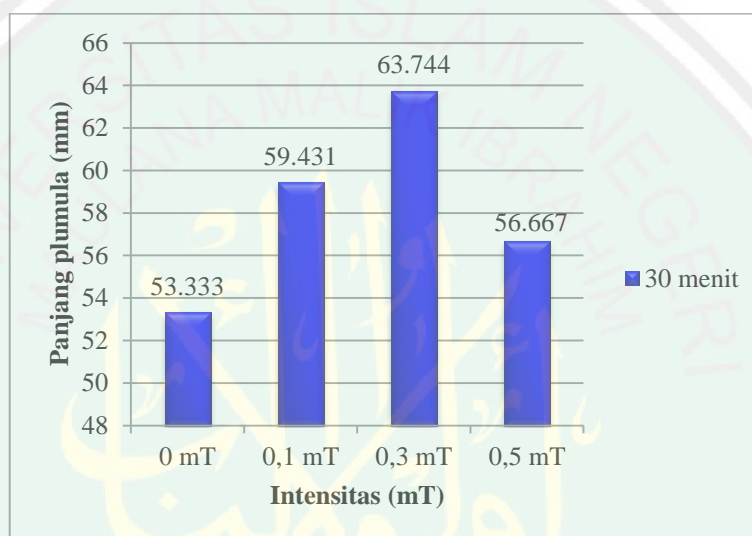
hubungan dengan pengaruh terhadap panjang plumula yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 4.9665x + 51.25$ dan regresi (R^2)= 0.8474. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, panjang plumula lebih kecil lagi yakni 60,889 mm sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 10 Grafik panjang plumula pada lama paparan 20 menit

Pada gambar 4.10 menunjukkan bahwa pemberian variasi intensitas medan magnet dengan lama paparan 20 menit panjang plumula sampel kontrol (0 mT) hanya mencapai 56,667 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.10 bahwa ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan intensitas 0,1 mT proses perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet hingga panjang plumula mencapai 64,814 mm. Tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan dengan intensitas 0,3 mT yakni panjang plumula mencapai 66,608 mm dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.3. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap panjang

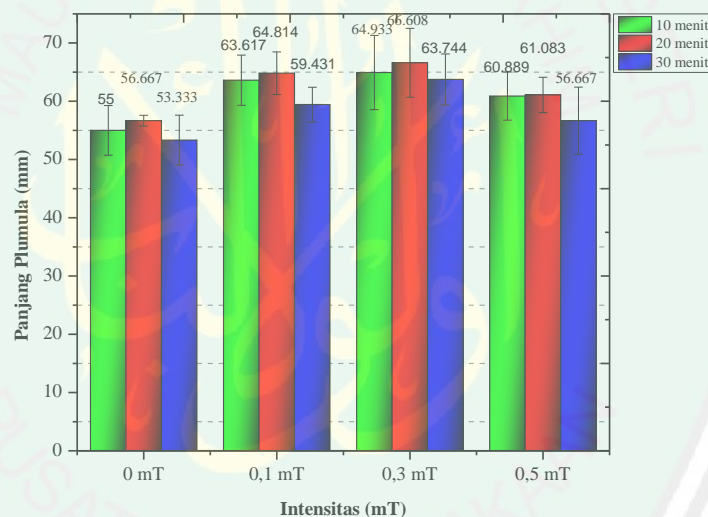
plumula yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 4.9705x + 52.755$ dan regresi (R^2)= 0.8802. Sedangkan ketika paparan dengan intensitas 0,5 mT pertumbuhan kecambah lebih lamban atau menurun dan panjang plumula mencapai 61,083 mm dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet sebesar 0,1 mT dan 0,3 mT sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 11 Grafik panjang plumula pada lama paparan 30 menit

Pada grafik 4.11 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 30 menit terjadi perbedaan antara panjang plumula benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) panjang plumula adalah 53,333 mm. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT panjang plumula semakin tinggi yakni 59,431 mm. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, panjang plumula lebih panjang lagi yakni 63,744 mm. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap panjang plumula yang cocok dan linier dengan persamaan $y = 5.2055x + 48.425$ dan regresi (R^2)= 0.9903. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, panjang plumula

lebih kecil lagi yakni 56,667 mm sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.11. Pemberian paparan medan magnet yang semakin besar dan waktu paparan yang semakin lama akan semakin mempercepat pelepasan ikatan hidrogen, namun jika besar intensitasnya tidak sesuai dengan kapasitas tanaman akan menyebabkan tanaman dalam keadaan terlalu kering sehingga yang terjadi bukanlah laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal inilah yang terjadi ketika memberikan paparan medan magnet dengan intensitas 0,5 mT.



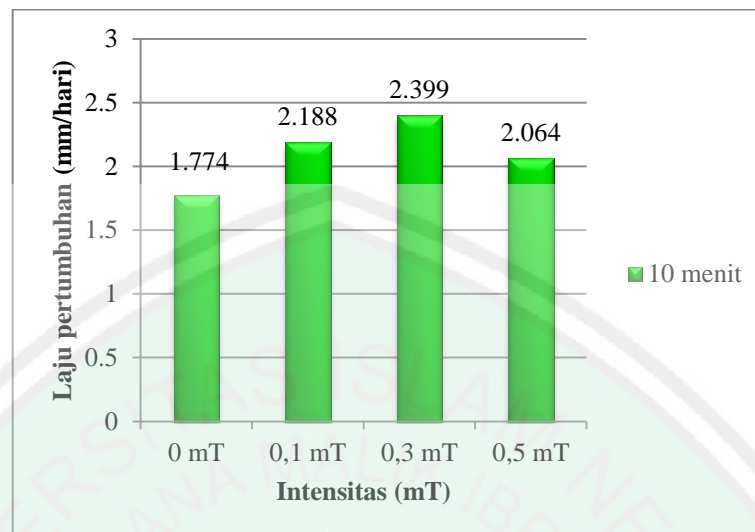
Gambar 4. 12 Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap panjang plumula

Dapat dianalisis dari grafik 4.9-4.12 bahwa dari ketiga variasi intensitas medan magnet yang memberikan pengaruh terbesar terhadap panjang plumula kecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 0,3 mT dengan panjang plumula mencapai 66,608 mm. Unsur Fe yang terdapat dalam benih wijen merupakan salah satu unsur magnetik. Dalam atom besi terdapat empat spin elektron yang tidak berpasangan sehingga banyak menghasilkan medan

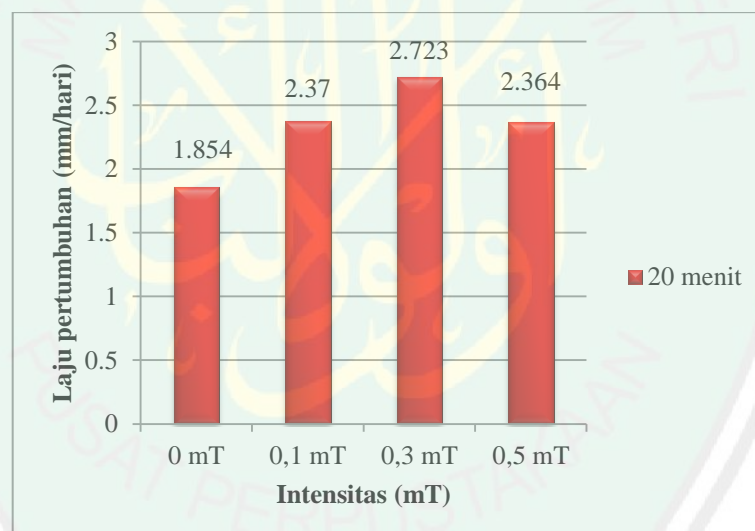
magnet. Medan magnet inilah yang dapat mempengaruhi metabolisme perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L*). Menurut Emelia (2015) juga menyebutkan bahwa paparan medan magnet yang diberikan pada tumbuhan juga berpengaruh terhadap enzim alfa-amilase, enzim inilah yang berperan dalam proses perkecambahan tanaman.

4.2.1.4 Pengaruh Intensitas Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Laju Pertumbuhan

Data pada tabel 4.10-4.12 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap laju pertumbuhan sebagaimana pada gambar 4.13-4.17. Pada grafik 4.13 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 10 menit terjadi perbedaan antara laju pertumbuhan benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) laju pertumbuhan adalah 1,774 mm/hari. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT laju pertumbuhan semakin tinggi yakni 2,188 mm/hari. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, laju pertumbuhan lebih cepat lagi yakni 2,399 mm/hari. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.3125x + 1.4953$ dan regresi (R^2)= 0.966. Namun ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, laju pertumbuhan lebih lambat lagi yakni 2,064 mm/hari. Sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.16. Hal ini dikarenakan kuat medan magnet dengan paparan intensitas terlalu besar tidak sesuai dengan kapasitas benih wijen (*Sesamum Indicum L*).



Gambar 4. 13 Grafik laju pertumbuhan pada lama paparan 10 menit



Gambar 4. 14 Grafik laju pertumbuhan pada lama paparan 20 menit

Pada gambar 4.12 menunjukkan bahwa pemberian variasi intensitas medan magnet dengan lama paparan 20 menit laju pertumbuhan sampel kontrol (0 mT) hanya mencapai 1,854 mm/hari. Ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan intensitas 0,1 mT proses perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet dengan laju pertumbuhan adalah 2,370 mm/hari. Tidak sebesar pengaruh pada

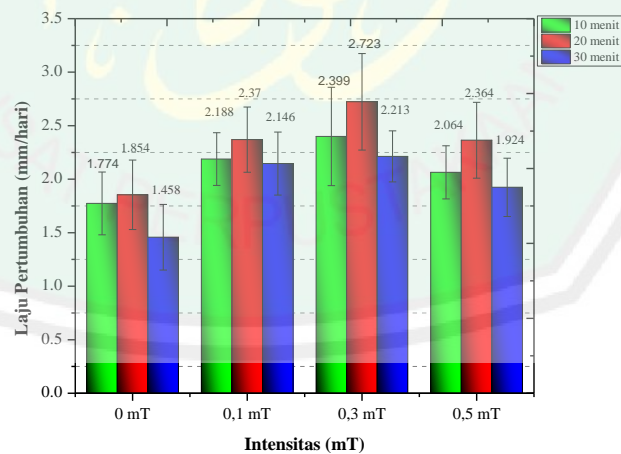
pemberian paparan dengan intensitas 0,3 mT yakni 2,723 mm/hari dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.4345x + 1.4467$ dan regresi (R^2)= 0.9884. Sedangkan ketika paparan dengan intensitas 0,5 mT pertumbuhan kecambah lebih lamban atau menurun (dengan laju pertumbuhan adalah 2,364 mm/hari) dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet sebesar 0,1 mT dan 0,3 mT sebagaimana dapat dilihat pada grafik 4.14.



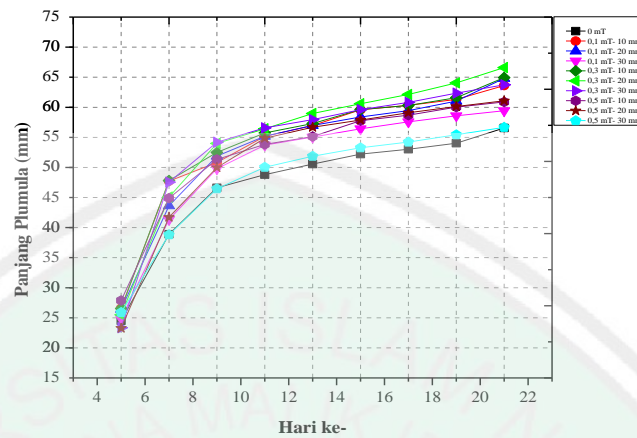
Gambar 4.15 Grafik laju pertumbuhan pada lama paparan 30 menit

Pada grafik 4.15 saat pemberian variasi intensitas dengan lama paparan selama 30 menit terjadi perbedaan antara laju pertumbuhan benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) laju pertumbuhan adalah 1,458 mm/hari. Kemudian ketika diberikan intensitas 0,1 mT laju pertumbuhan semakin tinggi yakni 2,146 mm/hari. Ketika intensitas medan magnet ditingkatkan menjadi 0,3 mT, laju pertumbuhan lebih cepat lagi

yakni 2,213 mm/hari. Sehingga pengaruh intensitas dari 0 mT, 0,1 mT, dan 0,3 mT memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.3775x + 1.184$ dan regresi (R^2)= 0.816. Sedangkan ketika medan magnet ditingkatkan menjadi 0,5 mT, laju pertumbuhan lebih lambat lagi yakni 1,924 mm/hari, sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.15. Pemberian paparan medan magnet yang semakin besar dan waktu paparan yang semakin lama akan semakin mempercepat pelepasan ikatan hidrogen, namun jika besar intensitasnya tidak sesuai dengan kapasitas tanaman akan menyebabkan tanaman dalam keadaan terlalu kering, sehingga yang terjadi bukanlah laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal inilah yang terjadi ketika memberikan paparan medan magnet dengan intensitas 0,5 mT.



Gambar 4.16 Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap laju pertumbuhan



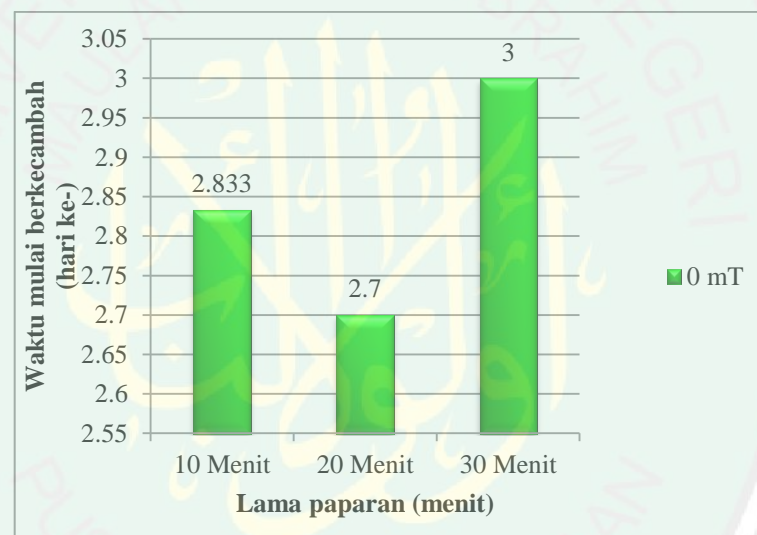
Gambar 4.17 Grafik pengaruh intensitas medan magnet terhadap laju pertumbuhan

Dapat dianalisis dari grafik 4.13-4.17 bahwa dari ketiga variasi intensitas medan magnet yang memberikan pengaruh terbesar terhadap laju berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 0,3 mT selama 20 menit dengan laju pertumbuhan 2.723 mm/hari. Medan magnet akan meningkatkan laju ion-ion yang ada dalam sel-sel tumbuhan yang kemudian akan menyebabkan perubahan transport pada membran sel. Bagian tanaman yang terpapar oleh medan magnet akan menghasilkan kekuatan pada ion kalsium (Ca^{2+}) dan ion kalsium akan bergerak aktif untuk membuka gerbang saluran pada membran sel. Kadar kalsium akan meningkat, peningkatan kadar kalsium inilah yang kemudian menyebabkan perubahan tekanan osmosis. Kemudian aktivitas enzim-enzim akan meningkat, terutama pada enzim alfa-amilase sebab enzim inilah yang berpengaruh besar terhadap metabolisme tanaman, sehingga medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat berpengaruh pada perkecambahan.

4.2.2 Pengaruh Lama Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

4.2.2.1 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Waktu Mulai Berkecambah

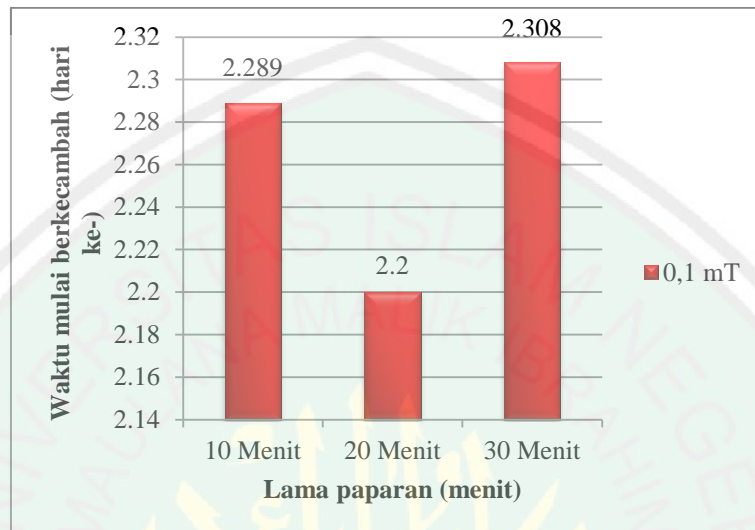
Data pada tabel 4.3-4.16 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap waktu mulai berkecambah sebagaimana pada gambar 4.18-4.22.



Gambar 4.18 Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0 mT

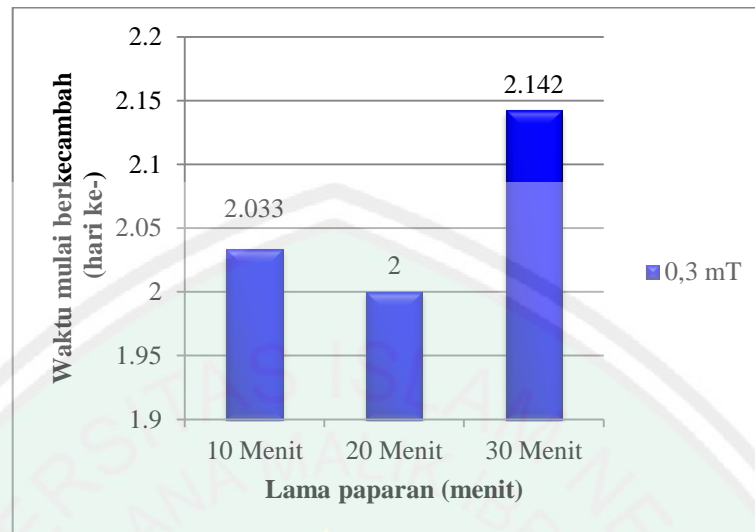
Pemberian intensitas 0 mT merupakan sampel yang digunakan sebagai kontrol, atau sampel tanpa perlakuan yang digunakan sebagai pembandingan dengan sampel yang diberi perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai bekecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = -0.133x + 2.966$ dan regresi (R^2)= 1. Dengan adanya sampel kontrol, maka dapat dianalisis adakah pengaruh pemberian

papan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap daya berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L*).



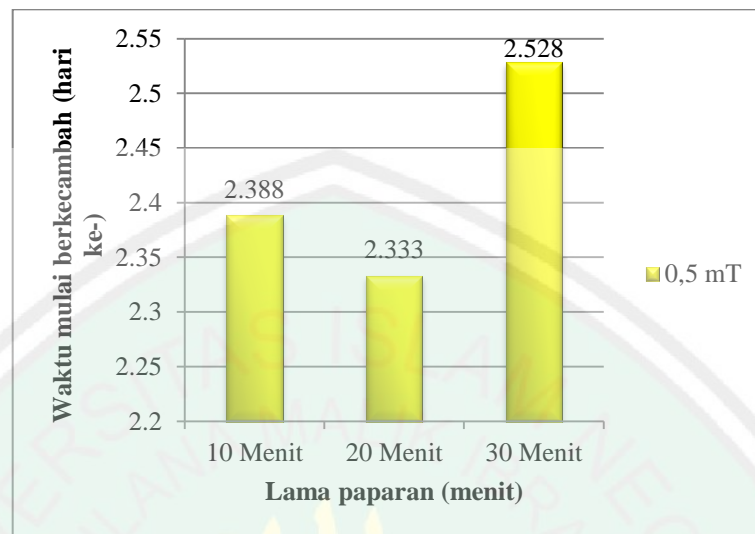
Gambar 4.19 Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,1 mT

Pada grafik 4.19 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,1 mT menit terjadi perbedaan antara waktu mulai berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol waktu mulai berkecambah adalah hari ke- 2,833. Kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit waktu mulai berkecambah semakin cepat yakni pada hari ke-2,289. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, waktu mulai berkecambahnya lebih cepat lagi yakni pada hari ke-2,200. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai bekecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = -0.089x + 2.37$ dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit waktu mulai berkecambah lebih lambat lagi yakni pada hari ke- 2,308 sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.19.



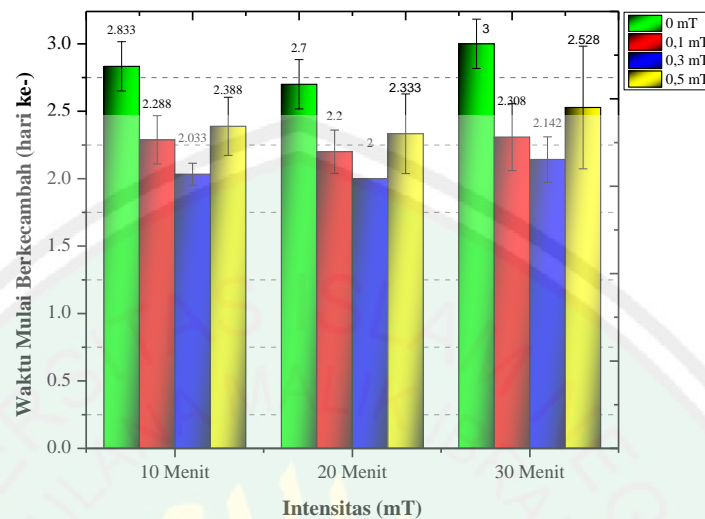
Gambar 4. 20 Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,3 mT

Pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,3 mT dapat dilihat pada grafik 4.20 yang bahwa waktu mulai berkecambah benih sampel kontrol adalah pada hari ke-2,700. Ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) selama 10 menit proses perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet (pada hari ke-2,033). Tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan selama 20 menit (pada hari ke- 2,00) dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.5-4.8. Dapat disebutkan bahwa persebaran macam nilai pada penelitian ini tidak cukup besar. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai bekecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = -0.033x + 2.066$ dan regresi (R^2)= 1. Sedangkan ketika paparan selama 30 menit pertumbuhan kecambah lebih lamban atau menurun (yakni pada hari ke- 2,142) dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet saat 10 menit dan 20 menit sebagaimana dapat dilihat pada grafik 4.20.



Gambar 4. 21 Grafik waktu mulai berkecambah pada intensitas 0,5 mT

Pada grafik 4.21 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,5 mT menit terjadi perbedaan antara waktu mulai berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) waktu mulai berkecambah adalah hari ke- 3, kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit waktu mulai berkecambah semakin cepat yakni pada hari ke-2,388. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, waktu mulai berkecambahnya lebih cepat lagi yakni pada hari ke-2,333. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap waktu mulai bekecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = -0.055x + 2.443$ dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit waktu mulai berkecambah lebih lambat lagi yakni pada hari ke- 2,528 sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.21.



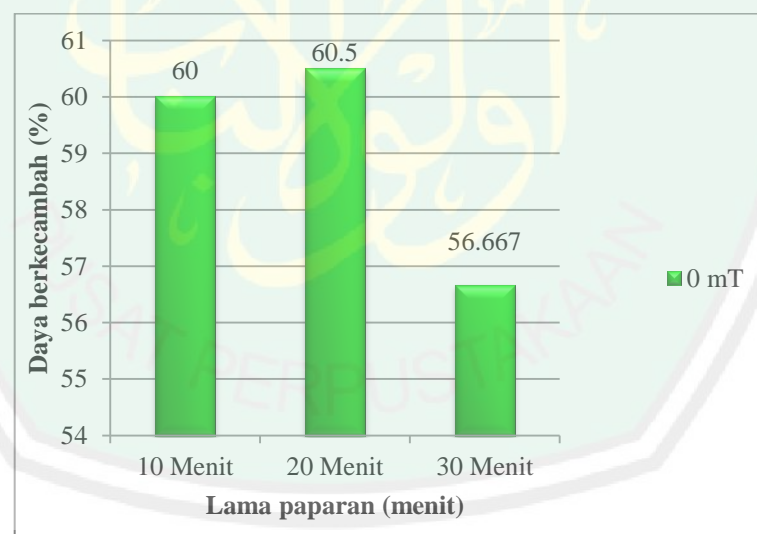
Gambar 4. 22 Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap waktu mulai berkecambah

Dapat dianalisis dari grafik 4.18-4.22 bahwa dari ketiga variasi dari ketiga variasi lama paparan medan magnet yang memberikan pengaruh terbesar terhadap waktu mulai berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 20 menit. Menurut Djoyowasito, dkk (2019), medan magnet juga dapat memecah ikatan hidrogen pada air dalam media tanam, sehingga molekul-molekul air yang tidak terikat lebih banyak. Hal ini menyebabkan meningkatnya daya hidrasi serta air lebih mudah diserap oleh tanaman. Disamping itu, medan magnet menyebabkan gaya antar dipol dalam media tanam yakni antara air (H_2O) dan oksigen (O_2) sehingga tanaman tidak merasa jenuh dan metabolisme berjalan dengan lebih lancar. Inilah yang terjadi pada pemberian paparan medan magnet dengan intensitas 0,3 mT dengan lama paparan selama 20 menit. Pemberian paparan medan magnet yang semakin besar dan waktu paparan yang semakin lama akan semakin mempercepat

pelepasan ikatan hidrogen, namun jika besar intensitasnya tidak sesuai dengan kapasitas tanaman akan menyebabkan tanaman dalam keadaan terlalu kering sehingga yang terjadi bukanlah laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal inilah yang terjadi ketika memberikan paparan medan magnet dengan lama paparan selama 30 menit.

4.2.2.2 Pengaruh Lama Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Daya Berkecambah

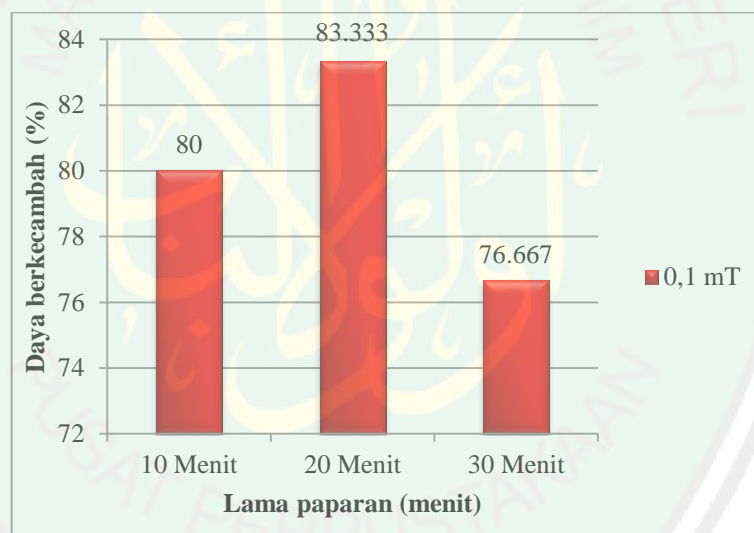
Data pada tabel 4.17-4.20 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap daya berkecambah sebagaimana pada gambar 4.23-4.27.



Gambar 4.23 Grafik daya berkecambah pada intensitas 0 mT

Pemberian intensitas 0 mT merupakan sampel yang digunakan sebagai kontrol, atau sampel tanpa perlakuan yang digunakan sebagai pembandingan dengan sampel yang diberi perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Dapat dilihat pada tabeln 4.23 nilainya sangat berdekatan pada masing

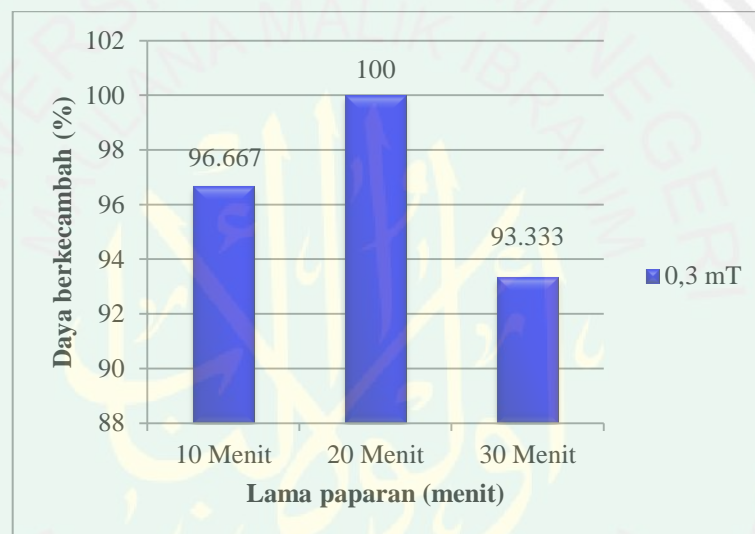
masing lama paparan saat pemberian paparan selama 10 menit daya berkecambah sebesar 60%, pada pemberian paparan selama 20 menit daya berkecambah sebesar 60.5%. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya bekecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.5x + 59.5$ dan regresi (R^2)= 1. Dengan adanya sampel kontrol, maka dapat dianalisis adakah pengaruh pemberian papan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap daya berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L*).



Gambar 4.24 Grafik daya berkecambah pada intensitas 0,1 mT

Pada grafik 4.24 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,1 mT menit terjadi perbedaan antara daya berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) daya berkecambah adalah 60%. Kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit daya berkecambah semakin banyak yakni 80%. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, daya berkecambahnya

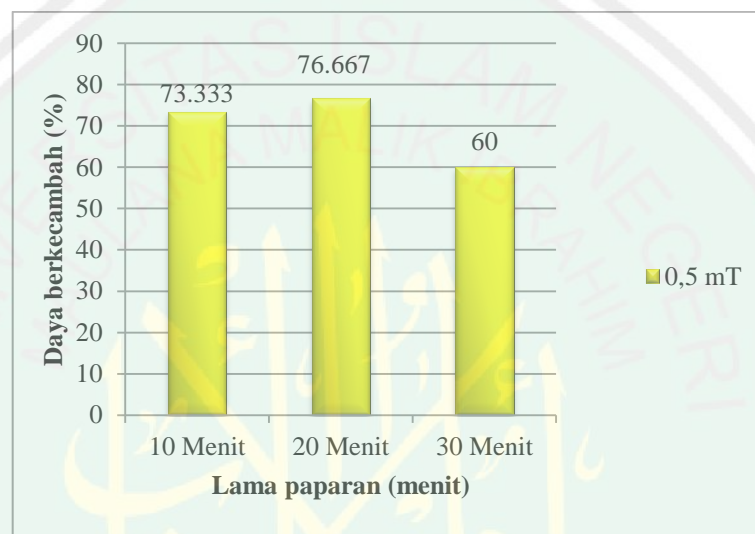
lebih banyak lagi yakni 83,333%. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 3.333x + 76.667$ dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit daya berkecambah lebih kecil lagi yakni 76,667% sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.24.



Gambar 4.25 Grafik daya berkecambah pada intensitas 0,3 mT

Pada gambar 4.23 menunjukkan bahwa benih sampel kontrol (0 mT) presentase terbesar hanya mencapai 60,5%. Pada tabel 4.25 ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) selama 10 menit proses perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet dengan presentase tertinggi mencapai 96,667%. Tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan selama 20 menit dengan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.25. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya berkecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 3.333x + 93.334$ dan regresi (R^2)= 1.

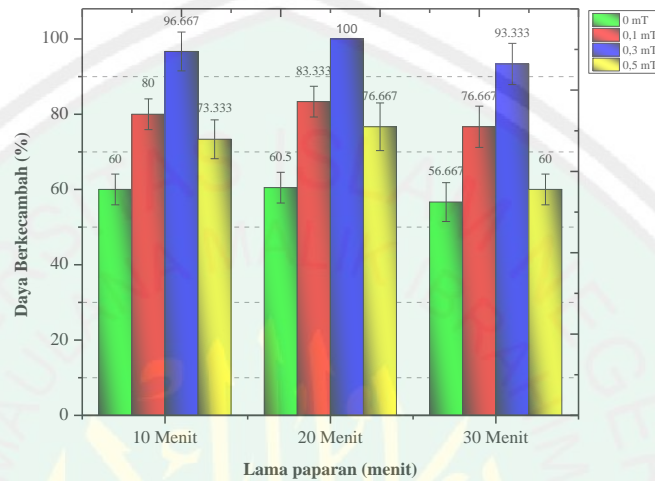
Sedangkan ketika paparan selama 30 menit pertumbuhan kecambah lebih lamban atau menurun (dengan presentase tertinggi mencapai 93.333%) dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet saat 10 menit dan 20 menit sebagaimana pada tabel 4.25.



Gambar 4.26 Grafik daya berkecambah pada intensitas 0,5 mT

Pada grafik 4.26 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,5 mT menit terjadi perbedaan antara daya berkecambah benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada tabel 4.6 benih kontrol (0 mT) daya berkecambah adalah 56,667%. Pada tabel 4.26 kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit daya berkecambah semakin banyak yakni 73,333%. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, daya berkecambahnya lebih banyak lagi yakni 76,667%. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap daya bekecambah yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 3.333x + 93.334$ dan regresi (R^2)= 1. dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika

lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit daya berkecambah lebih kecil lagi yakni 60% sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.26.



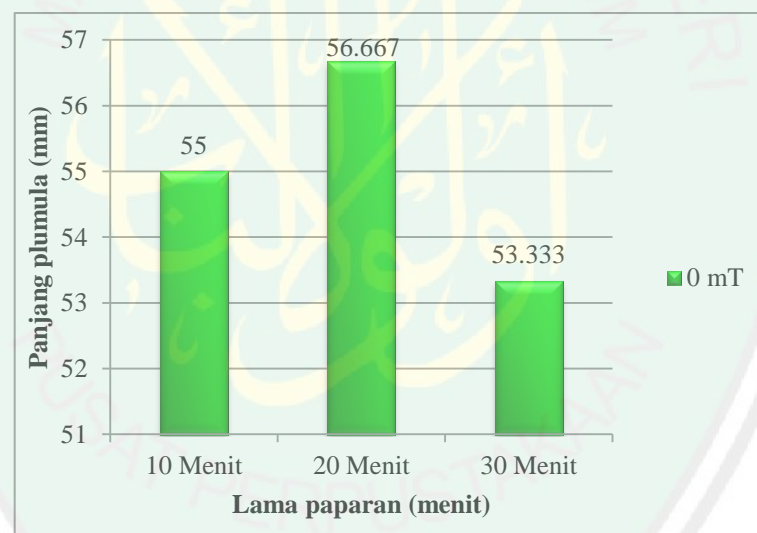
Gambar 4.27 Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap daya berkecambah

Dapat dianalisis dari gambar 4.23-4.27 bahwa dari ketiga variasi dari ketiga variasi lama paparan medan magnet yang memberikan pengaruh terbesar terhadap daya berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 20 menit hingga daya berkecambah mencapai 100%. Pengaruh yang diberikan oleh paparan medan magnet ada dikarenakan adanya interaksi antar partikel yang ada di dalam dan diluar sel-sel kecambah wijen. Ion-ion bergerak dengan kecepatan tertentu sesuai dengan kuat medan magnet dengan lama paparan yang diberikan. Menurut Djoyowasito (2019) interaksi inilah yang menghasilkan energi elektromagnet yang kemudian sebagian energinya diubah menjadi energi kimia sehingga berperan dalam pertumbuhan kecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*). Namun, berdasarkan grafik didapatkan bahwa pemberian medan magnet dengan paparan 30 menit menyebabkan

pertumbuhan lebih menurun dibandingkan dengan lama paparan 10 menit dan 20 menit. Hal ini dikarenakan kuat medan magnet dengan paparan terlalu lama tidak sesuai dengan kapasitas benih wijen (*Sesamum Indicum L*).

4.2.2.3 Pengaruh Lama Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Panjang Plumula

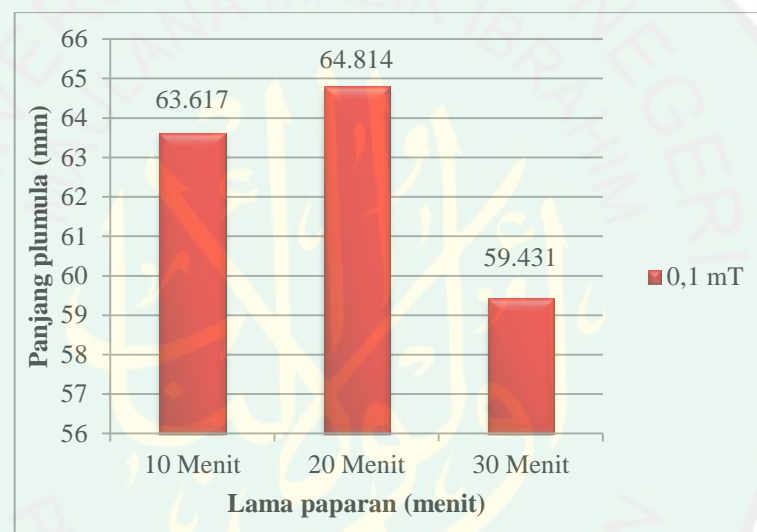
Data pada tabel 4.21-4.24 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap panjang plumula sebagaimana pada gambar 4.28-4.32.



Gambar 4.28 Grafik panjang plumula pada intensitas 0 mT

Pemberian intensitas 0 mT merupakan sampel yang digunakan sebagai kontrol, atau sampel tanpa perlakuan yang digunakan sebagai pembanding dengan sampel yang diberi perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Dapat dilihat pada tabel 4.28 nilainya sangat berdekatan pada masing masing lama paparan saat pemberian paparan selama 10 menit panjang plumula 55 mm, pada pemberian paparan selama 20 menit panjang plumula

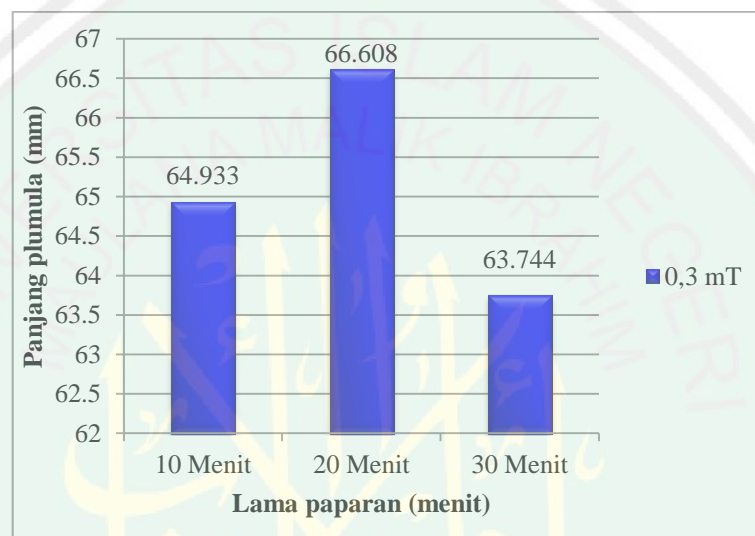
56,667 mm. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap panjang plumula yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 1.667x + 53.333$ dan regresi (R^2)= 1. dan regresi (R^2)= 1. Dengan adanya sampel kontrol, maka dapat dianalisis adakah pengaruh pemberian paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap daya berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L*).



Gambar 4.29 Grafik panjang plumula pada intensitas 0,1 mT

Pada grafik 4.29 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,1 mT terjadi perbedaan antara panjang plumula benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) panjang plumula adalah 55 mm. Kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit panjang plumula semakin tinggi yakni 63,617 mm. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, panjang plumula lebih tinggi lagi yakni 64,814 mm. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap panjang plumula yang

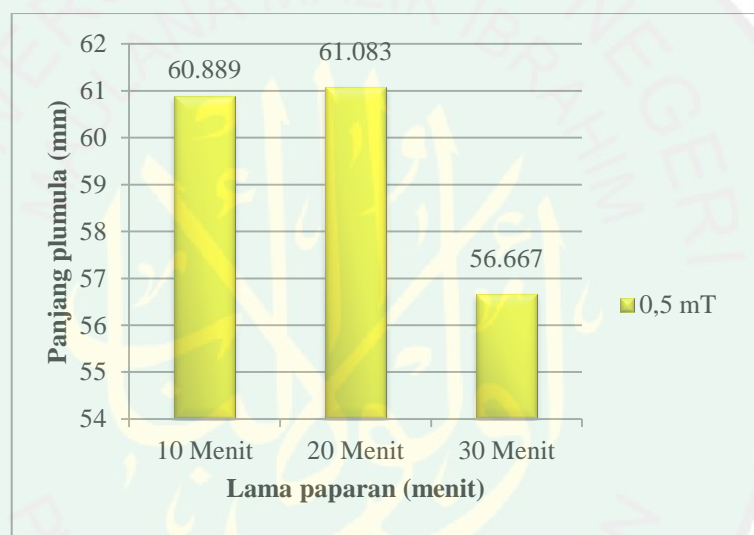
cocok dan linier, dengan persamaan $y = 1.197x + 62.42$ dan regresi (R^2)= 1. dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit panjang plumula lebih rendah lagi yakni 59,431 mm sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.30 Grafik panjang plumula pada intensitas 0,3 mT

Pada grafik 4.30 menunjukkan bahwa pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,3 mT panjang plumula sampel kontrol (0 mT) hanya mencapai 56,667 mm dan simpangan baku demikian tertera pada tabel 4.25-4.28, sehingga dapat disebutkan bahwa persebaran macam nilai pada penelitian ini tidak cukup besar. Ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) selama 10 menit proses perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet dengan nilai panjang plumula pada lama paparan selama 10 menit adalah 64,933 mm. Tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan selama 20 menit. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh

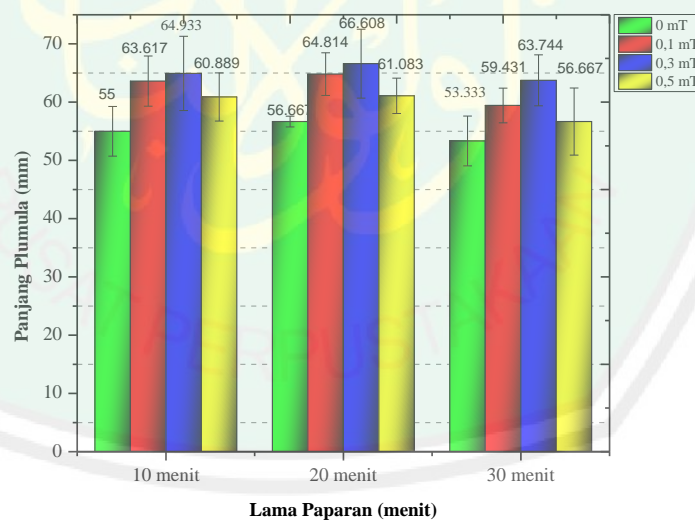
terhadap panjang plumula yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 1.675x + 63.258$ dan regresi (R^2)= 1. dan regresi (R^2)= 1. Sedangkan ketika paparan selama 30 menit (dengan nilai panjang plumula pada lama paparan selama 30 menit adalah 63,744 mm) pertumbuhan kecambah lebih lamban atau menurun dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet saat 10 menit dan 20 menit sebagaimana pada gambar 4.30.



Gambar 4. 31 Grafik panjang plumula pada intensitas 0,5 mT

Pada grafik 4.31 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,5 mT terjadi perbedaan antara panjang plumula benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan, yakni pada benih kontrol (0 mT) panjang plumula adalah 53,333 mm. Kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit panjang plumula semakin tinggi yakni 60,889 mm. pada gambar 4.31 juga menunjukkan ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, panjang plumula lebih tinggi lagi yakni 61,083 mm. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki

hubungan dengan pengaruh terhadap panjang plumula yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.194x + 60.695$ dan regresi (R^2)= 1 .Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit panjang plumula lebih rendah lagi yakni 56,667 mm sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.31. Pemberian paparan medan magnet yang semakin besar dan waktu paparan yang semakin lama akan semakin mempercepat pelepasan ikatan hidrogen, namun jika besar intensitasnya tidak sesuai dengan kapasitas tanaman akan menyebabkan tanaman dalam keadaan terlalu kering sehingga yang terjadi bukanlah laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal inilah yang terjadi ketika memberikan paparan medan magnet selama 30 menit.



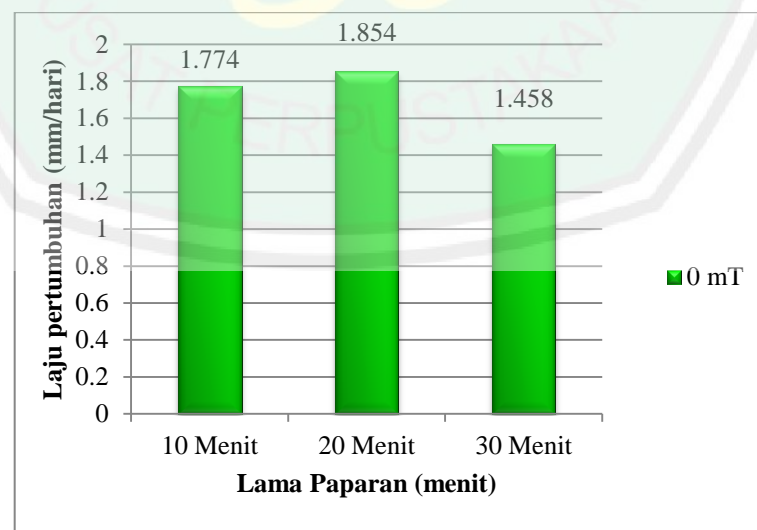
Gambar 4.32 Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap panjang plumula

Dapat dianalisis dari grafik 4.28-4.32 bahwa dari ketiga variasi dari ketiga variasi lama paparan medan magnet yang paling efektif terhadap panjang plumula berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 20

menit panjang plumula mencapai 66,608 mm. Unsur Fe yang terdapat dalam benih wijen merupakan salah satu unsur magnetik, dalam atom besi terdapat empat spin elektron yang tidak berpasangan sehingga banyak menghasilkan medan magnet. Medan magnet inilah yang dapat mempengaruhi metabolisme perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L*). Menurut Emelia (2015) juga menyebutkan bahwa paparan medan magnet yang diberikan pada tumbuhan juga berpengaruh terhadap enzim alfa-amilase, enzim inilah yang berperan dalam proses perkecambahan tanaman.

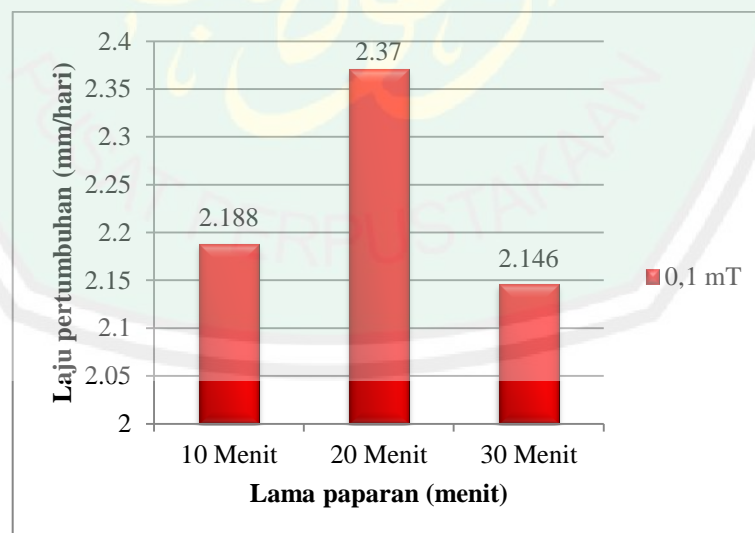
4.2.2.4 Pengaruh Lama Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Laju Pertumbuhan

Data pada tabel 4.25-4.28 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap laju pertumbuhan sebagaimana pada gambar 4.33-4.38.



Gambar 4.33 Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0 mT

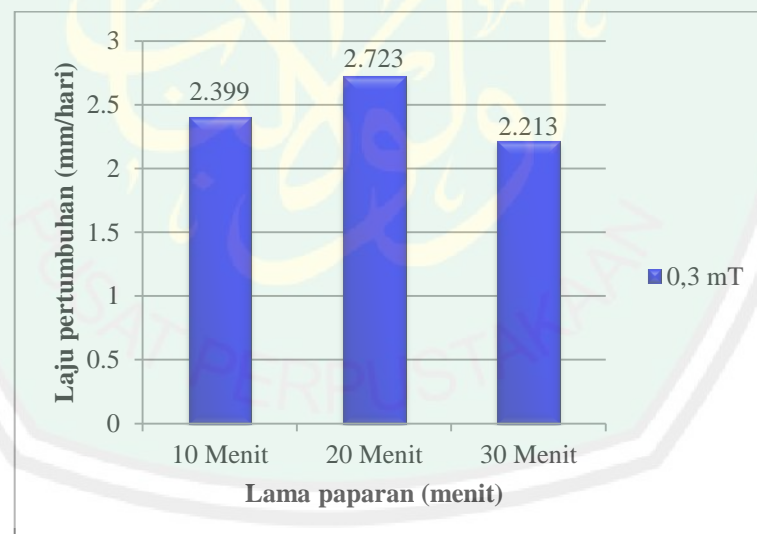
Pemberian intensitas 0 mT merupakan sampel yang digunakan sebagai kontrol, atau sampel tanpa perlakuan yang digunakan sebagai pembanding dengan sampel yang diberi perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Dapat dilihat pada tabel 4.33 nilainya sangat berdekatan pada masing masing lama paparan saat pemberian paparan selama 10 menit laju pertumbuhan 1,774 mm/hari, pada pemberian paparan selama 20 menit laju pertumbuhan 1,854 mm/hari. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.08x + 1.694$ dan regresi (R^2)= 1. Dengan adanya sampel kontrol, maka dapat dianalisis adakah pengaruh pemberian paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap laju pertumbuhan kecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L*).



Gambar 4.34 Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0,1 mT

Pada grafik 4.34 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,1 mT menit terjadi perbedaan antara laju pertumbuhan benih kontrol

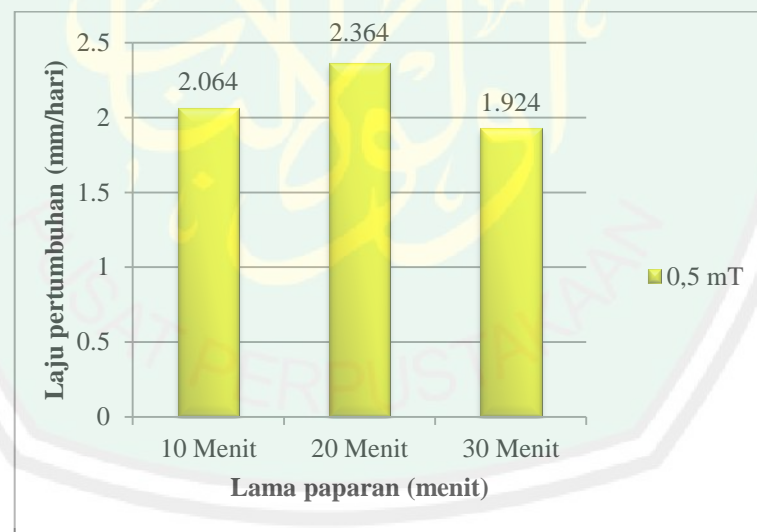
dengan benih yang diberikan perlakuan, yakni pada benih kontrol (0 mT) laju pertumbuhan adalah 1,774 mm/hari. Kemudian ketika diberikan medan magnet selama 10 menit laju pertumbuhan semakin cepat yakni 2.188 mm/hari. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, laju pertumbuhan lebih cepat lagi yakni 2,370 mm/hari. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.182x + 2.006$ dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit laju pertumbuhan lebih lambat lagi yakni 2,156 mm/hari sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.34.



Gambar 4.35 Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0,3 mT

Pada gambar 4.35 menunjukkan bahwa pemberian variasi lama paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 0,3 mT laju pertumbuhan sampel kontrol (0 mT) hanya mencapai 1,854 mm/hari. Ketika diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) selama 10 menit proses

perkecambahan benih wijen juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet (dengan laju pertumbuhan pada paparan selama 10 menit adalah 2,399 mm/hari). Tidak sebesar pengaruh pada pemberian paparan selama 20 menit yakni sebesar 2,723 mm/hari. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.324x + 2.075$ dan regresi (R^2)= 1. Sedangkan ketika paparan selama 30 menit pertumbuhan kecambah (dengan laju pertumbuhan pada paparan selama 30 menit adalah 2.213 mm/hari) lebih lambat atau menurun dibandingkan dengan pemberian paparan medan magnet saat 10 menit dan 20 menit sebagaimana yang dapat dilihat pada grafik 4.35.

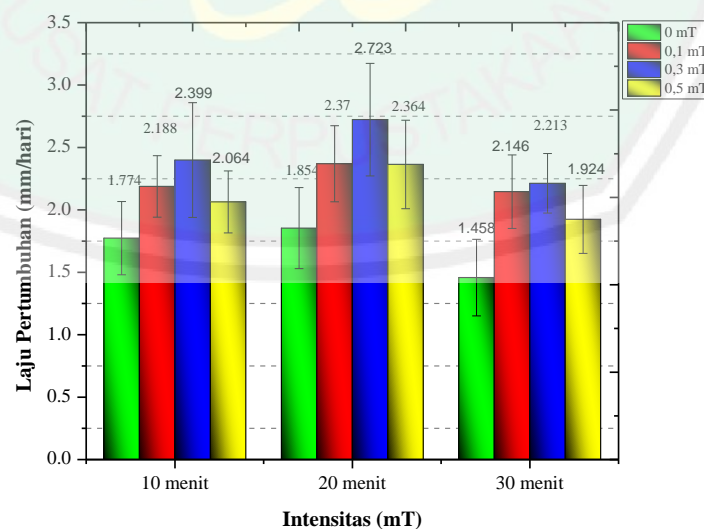


Gambar 4.36 Grafik laju pertumbuhan pada intensitas 0,5 mT

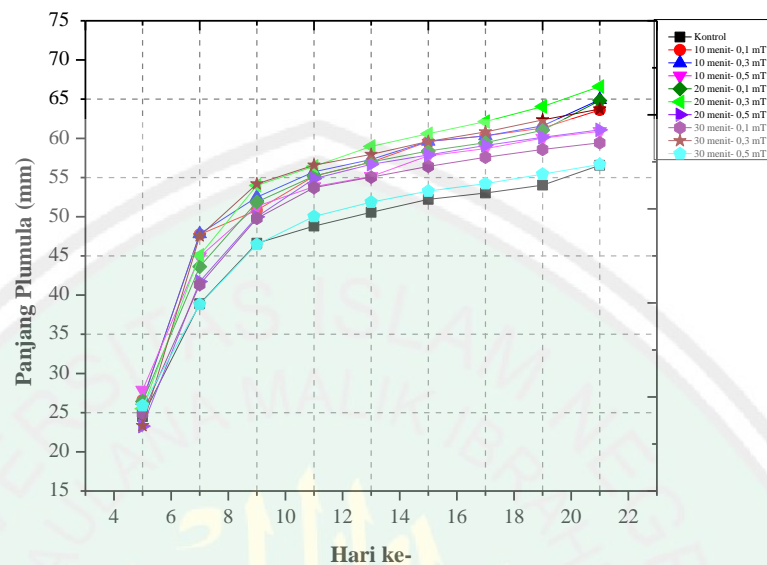
Pada grafik 4.36 saat pemberian variasi lama paparan dengan intensitas sebesar 0,5 mT menit terjadi perbedaan antara laju pertumbuhan benih kontrol dengan benih yang diberikan perlakuan. Pada benih kontrol (0 mT) laju pertumbuhan adalah 1,458 mm/hari. Kemudian ketika diberikan medan magnet

selama 10 menit laju pertumbuhan semakincepat yakni 2,064 mm/hari. Ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 20 menit, laju pertumbuhan lebih cepat lagi yakni 2,364 mm/hari. Sehingga pengaruh lama paparan dari 10 menit dan 20 menit memiliki hubungan dengan pengaruh terhadap laju pertumbuhan yang cocok dan linier, dengan persamaan $y = 0.3x + 1.764$ dan regresi (R^2)= 1. Namun ketika lama paparan medan magnet ditingkatkan menjadi 30 menit laju pertumbuhan lebih lamban lagi yakni 1,924 mm/hari sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4.36.

Dapat dianalisis dari grafik 4.33-4.38 bahwa dari ketiga variasi dari ketiga variasi lama paparan medan magnet yang memberikan pengaruh terbesar dalam membantu laju berkecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L.*) adalah 20 menit dengan intensitas 0,3 mT laju pertumbuhan mencapai 2,723 mm/hari.



Gambar 4.37 Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap laju pertumbuhan



Gambar 4.38 Grafik pengaruh lama paparan medan magnet terhadap laju pertumbuhan

Pengaruh yang diberikan oleh paparan medan magnet ada dikarenakan adanya interaksi antar partikel yang ada di dalam dan diluar sel-sel kecambah wijen. Ion-ion bergerak dengan kecepatan tertentu sesuai dengan kuat medan magnet dengan lama paparan yang diberikan. Menurut Djoyowasito (2019) interaksi inilah yang menghasilkan energi elektromagnet yang kemudian sebagian energinya diubah menjadi energi kimia sehingga berperan dalam pertumbuhan kecambah benih wijen (*Sesamum Indicum L*). Namun, berdasarkan grafik didapatkan bahwa pemberian medan magnet dengan paparan 30 menit menyebabkan pertumbuhan lebih menurun dibandingkan dengan lama paparan 10 menit dan 20 menit. Hal ini dikarenakan kuat medan magnet dengan paparan terlalu lama tidak sesuai dengan kapasitas benih wijen (*Sesamum Indicum L*).

4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan dengan parameter penelitian meliputi waktu mulai berkecambah, presentase daya kecambah, panjang plumula, serta laju pertumbuhan diperoleh hasil bahwa intensitas dan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) memberikan pengaruh terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L.*). Dapat dilihat pada hasil analisis menggunakan grafik bahwa medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang diberikan dengan variasi intensitas 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 dengan variasi lama paparan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit mendapatkan hasil rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol yang tanpa diberikan perlakuan.

Intensitas medan magnet yang dipaparkan dapat memberikan pengaruh terhadap perkecambahan wijen (*Sesamum Indicum L.*). Hal ini dikarenakan wijen (*Sesamum Indicum L.*) banyak mengandung komponen bermanfaat seperti vitamin B, protein, mineral, juga mengandung banyak kandungan Fe di dalamnya (Handajani dan Hastuti, 2002). Menurut Grubner (2011), Fe merupakan salah satu unsur yang mampu dipengaruhi sifat kemagnetan feromagnetik. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Emelia (2015) pada tanaman tomat. Menurut Emelia, dkk (2015) bahan yang mengandung feromagnetik mudah dipengaruhi oleh medan magnet karena memiliki struktur atomis yang besar, sehingga ketika dikenai medan magnet maka elektron-elektron di dalamnya akan terlepas dengan sendirinya dan akan menjadi searah dengan medan magnetnya.

Hal ini dikarenakan dalam unsur feromagnetik banyak spin atom yang tidak berpasangan, sehingga momen spin yang tidak berpasangan tersebut yang menghasilkan medan magnet yang lebih besar. Bidang yang terpapar medan magnet akan meningkatkan laju ion kalsium (Ca^{2+}) sehingga menyebabkan perubahan transportasi pada membran sel atau yang disebut potensial membran. Meningkatnya laju ion kalsium ini menyebabkan ion kalsium bergerak lebih aktif sehingga akan membuka gerbang saluran pada membrane sel. Kadar ion kalsium akan semakin meningkat dan menyebabkan perubahan tekanan osmosis dan daya serap tanaman. Perubahan tekanan osmosis ini akan meningkatkan aktivitas enzim-enzim yang ada di dalam sel tanaman, dalam hal perkecambahan enzim yang paling berperan adalah enzim alfa-amilase (Handoko,dkk, 2017).

Unsur Fe yang terdapat dalam benih wijen merupakan salah satu unsur magnetik, dalam atom besi terdapat empat spin elektron yang tidak berpasangan sehingga banyak menghasilkan medan magnet. Medan magnet inilah yang dapat mempengaruhi metabolisme perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L*). Menurut Emelia (2015) juga menyebutkan bahwa paparan medan magnet yang diberikan pada tumbuhan juga berpengaruh terhadap enzim alfa-amilase. Enzim inilah yang berperan dalam proses perkecambahan tanaman. Semakin besar medan magnet yang dipaparkan maka aktivitas enzim alfa-amilase semakin cepat hal inilah yang akan berpengaruh terhadap laju metabolisme tumbuhan, sehingga paparan medan magnet dapat memberikan pengaruh terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L*).

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang paling berpengaruh adalah pada intensitas 0,3 mT. Intensitas 0,3 mT sesuai dengan kapasitas benih wijen sehingga interaksi antar partikel dalam sel dan di luar sel optimal terhadap waktu mulai berkecambah, daya berkecambah benih, panjang plumula kecambah, juga berpengaruh pada laju pertumbuhan kecambah benih wijen. Pada intensitas 0,1 mT juga memberikan pengaruh terhadap proses perkecambahan hanya saja pada intensitas 0,3 mT dengan paparan 20 menit pengaruh yang diberikan lebih besar. Sedangkan pada pemberian intensitas medan magnet sebesar 0,5 mT proses perkecambahan melamban kembali, hal ini dikarenakan dosis paparan medan magnet yang diberikan kurang sesuai untuk kapasitas benih wijen (*Sesamum Indicum L*).

Selain besarnya Intensitas, lamanya pemaparan medan magnet juga berpengaruh terhadap proses perkecambahan benih wijen. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa lama paparan yang paling sesuai untuk mempercepat waktu mulai berkecambah adalah 20 menit, begitu pula pada parameter daya berkecambah. Pada pemberian paparan medan magnet selama 20 menit dengan intensitas 0,3 mT presentase daya perkecambahan benih wijen lebih optimal dibandingkan dengan pemberian medan magnet dengan paparan medan magnet selama 10 menit dan 30 menit. Pada lama paparan 10 menit medan magnet juga memberikan pengaruh terhadap perkecambahan namun tidak sebesar pengaruh yang diberikan pada lama paparan 20 menit. Hal ini juga terjadi pada parameter panjang plumula dan laju pertumbuhan kecambah wijen, sedangkan pada lama

paparan 30 menit proses perkecambahan lebih lamban, hal ini dikarenakan lama paparan selama 30 menit terlalu besar diberikan untuk benih wijen, sehingga laju elektron dan pelepasan ikatan hidrogen yang terjadi tidak sesuai dan menyebabkan tanaman dalam keadaan kering.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Djoyowasito, dkk (2019). Menurut Djoyowasito, dkk (2019), medan magnet juga dapat memecah ikatan hidrogen pada air dalam media tanam, sehingga molekul-molekul air yang tidak terikat lebih banyak. Pemecahan ikatan hidrogen ini menyebabkan meningkatnya daya hidrasi serta air lebih mudah diserap oleh tanaman. Disamping itu, medan magnet menyebabkan gaya antar dipol dalam media tanam yakni antara air (H_2O) dan oksigen (O_2) sehingga tanaman tidak merasa jenuh dan metabolisme berjalan dengan lebih lancar, hal inilah yang terjadi pada pemberian paparan medan magnet dengan intensitas 0,3 mT dengan lama paparan selama 20 menit.

Pemberian paparan medan magnet yang semakin besar dan waktu paparan yang semakin lama akan semakin mempercepat pemecahan ikatan hidrogen. Namun, jika besar intensitasnya tidak sesuai dengan kapasitas tanaman akan menyebabkan tanaman dalam keadaan terlalu kering sehingga yang terjadi bukanlah laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal inilah yang terjadi ketika memberikan paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 0,5 mT dan pemberian medan magnet dengan lama paparan selama 30 menit.

Pengaruh paparan medan magnet terhadap perkecambahan juga dijelaskan dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Handoko, dkk (2017). Berdasarkan

penelitiannya menjelaskan bahwa paparan medan magnet akan meningkatkan laju ion-ion yang ada dalam sel-sel tumbuhan yang kemudian akan menyebabkan perubahan transport pada membran sel. Bagian tanaman yang terpapar oleh medan magnet akan menghasilkan kekuatan pada ion kalsium (Ca^{2+}) sehingga ion kalsium akan bergerak aktif untuk membuka gerbang saluran pada membran sel. Kadar kalsium akan meningkat, peningkatan kadar kalsium inilah yang kemudian menyebabkan perubahan tekanan osmosis. Perubahan tekanan osmosis ini menyebabkan aktivitas enzim-enzim akan meningkat, terutama pada enzim alfa-amilase sebab enzim inilah yang berperan besar terhadap perkecambahan tanaman. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat berpengaruh pada perkecambahan, dimana hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa adanya pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman cabai merah besar dengan pemberian intensitas medan magnet sebesar 0,3 mT.

Hasil dari penelitian ini kurang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Emelia, dkk (2015), yang meneliti pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap perkecambahan benih tomat ranti. Emelia, dkk (2015) mengungkapkan bahwa semakin besar intensitas yang diberikan maka pengaruh yang diberikan akan semakin optimal, sedangkan dari hasil penelitian yang dilakukan pada wijen ini ketika diberikan paparan sebesar 0,5 mT pengaruhnya tidak linier dengan pemberian intensitas 0,1 mT dan 0,3 mT. Hal ini dikarenakan pada penelitian Emelia, dkk (2015) belum menganalisis bagaimana pengaruhnya jika diberikan intensitas medan magnet diatas 300 μT , sehingga hasil penelitian menyebutkan bahwa paparan medan magnet *Extremely*

Low Frequency (ELF) berpengaruh terhadap perkecambahan benih tomat ranti dengan besar intensitas paling efektif adalah 300 μT dengan pernyataan bahwa semakin besar intensitas yang diberikan maka pengaruhnya akan semakin optimal.

Begitu juga untuk pengaruh lama paparan, pada penelitian yang dilakukan oleh Emelia, dkk (2015) menyebutkan bahwa lama paparan paling efektif adalah selama 60 menit. Terdapat selisih dengan lama paparan yang dilakukan pada benih wijen ini. Hal ini dikarenakan kapasitas benih yang memang berbeda antara benih wijen dengan benih tomat ranti, sehingga lama paparan yang dibutuhkan pun berbeda.

4.4 Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam

Penciptaan tumbuhan dimuka bumi juga pertumbuhan dan perkembanganya telah jauh dibahas dalam Al-Qur'an yang kemudian terbukti secara ilmiah oleh para ilmuwan-ilmuan di dunia. Pada Q.S. Al-An'am [6]: 95 Allah SWT berfirman:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ ۚ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ۖ فَآتَىٰ تُوْفُكُونَ

“Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup.(Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”(Q.S. Al-An'am [6]: 95).

Menurut tafsir Al- Misbah yang ditulis oleh Muhamad Quraissy Shihab, Ayat tersebut mengungkapkan betapa kuasanya Allah SWT dalam menciptakan isi alam semesta, menjadikan yang tak hidup menjadi hidup, menjadikan hal tak hidup dari makhluk hidup, seperti susu perah yang dihasilkan oleh sapi ternak. Ayat ini membicarakan mengenai istimewanya proses pertumbuhan tanaman dari

bakal benihnya. Benih yang terdapat pada tanaman dengan tempat yang sempit yang juga terdapat di dalamnya zat-zat yang tidak hidup berakumulasi. Ketika embrio tanaman atau benih tersebut mulai memasuki masa pertumbuhan, zat-zat tak hidup yang berakumulasi tadi akan menjadi sarana transportasi makanan ke benih tersebut.

Ketika benih tersebut sudah menjadi tunas, benih tersebut akan mulai dapat mencari makanannya sendiri melalui zat-zat kandungan yang ada di dalam tanah dan tanaman tersebut, seperti pembentukan klorofil melalui kandungan karbohidrat, zat garam yang larut dalam air yang kemudian akan diserap oleh akar tanaman tersebut yang telah mulai tumbuh juga dengan bantuan cahaya matahari yang merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kemudian jika sudah mencapai siklus akhirnya, tanaman tersebut akan berbunga serta berbuah yang nantinya akan menghasilkan benih baru lagi, dan melalui siklus sebagaimana awalnya, dan begitulah seterusnya.

Allah telah menciptakan bumi dengan beragam kekayaan alam, baik kekayaan nabati ataupun kekayaan hewani yang dapat ditemukan di berbagai penjuru. Banyak tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan. Salah satunya adalah tanaman wijen (*Sesamum indicum L.*), dalam benih wijen terdapat banyak kandungan yang bermanfaat jika dikonsumsi seperti kalsium, zat besi, protein, dan kandungan lainnya. Sebagaimana yang telah difirmankan dalam surat Asy-syu'ara [26]: 7

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

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

Terdapat beberapa tanaman bermanfaat yang secara spesifik disebutkan dalam Al-Qur’an, seperti buah tiin, kurma, anggur, zaitun, dan masih banyak yang lain. Namun, bukan berarti tanaman yang tidak disebutkan secara spesifik berarti tanaman tersebut tidak bermanfaat, sebagaimana ayat di atas menyebutkan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik. Salah satunya adalah wijen (*Sesamum Indicum L*) yang digunakan sebagai objek pada penelitian ini.

Begitu pula telah disebutkan dalam Al-Qur’an bahwa Allah SWT memerintahkan untuk mengamati perkembangan tanaman termasuk tanaman wijen (*Sesamum Indicum L*) dalam surat Al-An’am [6]: 99.

انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (Q.S. Al-An’am [6]: 99).

Perintah Allah SWT dalam Al-Qur’an inilah yang mendorong para ilmuwan untuk meneliti dan mengamati tanaman yang ada di alam semesta, hingga hasilnya dapat digunakan sebagai acuan pembelajaran dan menambah pengetahuan setiap manusia.

Melihat rendahnya produktivitas wijen di Indonesia saat ini, penelitian ini diharapkan mampu membantu pemberdayaan dalam upaya peningkatan produktivitas wijen di Indonesia dengan memanfaatkan medan magnet *Extremely*

Low Frequency (ELF). Sebagaimana yang kita ketahui bahwa wijen merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat di antaranya:

1. Sebagai bahan makanan

Mahluk hidup membutuhkan makanan untuk bertahan hidup, Allah menciptakan segala sesuatu bukan tanpa manfaat, begitu pula dengan terciptanya tanaman wijen (*Sesamum Indicum L*) yang Allah ciptakan dengan salah satu manfaatnya yakni sebagai sumber makanan mahluk hidup, sebagaimana tanaman yang lainnya. Allah telah berfirman dalam Al-Qur'an surat At-Thaha [20]: 53.

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَّكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَنْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى

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

Berdasarkan penjelasan dalam tafsir hidayatul ihsan ayat ini menjelaskan betapa pentingnya tumbuhan untuk mahluk hidup. Berdasarkan penelitian para ilmuwan telah membuktikan bahwa hanya tumbuhan yang dapat memproduksi makannya sendiri, sehingga manusia dan hewan pasti akan membutuhkan tumbuhan sebagai makanannya. Secara keseluruhan ayat ini memberikan kesimpulan bahwa tidak dapat dipungkiri lagi bahwa tumbuhan merupakan sumber makanan untuk mahluk hidup di alam semesta.

2. Bahan Obat-obatan (Medis)

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

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

Asam folat dalam wijen (*Sesamum Indicum L*) melindungi ibu hamil dari resiko cacat otak janin, sedangkan mineral penting dari wijen (kalsium, tembaga, besi, magnesium, mangan, fosfor, selenium, dan seng) membantu menjaga tekanan darah tetap normal dan memperkuat pertumbuhan otot serta tulang. Selain itu minyak wijen merupakan antioksidan tinggi untuk menangkal radikal bebas juga dapat meningkatkan aktivitas vitamin E dalam tubuh. Wijen juga mengandung vitamin B kompleks yang dapat meningkatkan energi secara keseluruhan, untuk kesehatan kulit, kekebalan tubuh, dan masih banyak manfaat yang lain (Subakti dan Deri, 2012).

Oleh sebab itulah penelitian ini dilakukan diharapkan agar mampu membantu dalam peningkatan produktivitas tanaman wijen di Indonesia yang telah disebutkan bahwa tanaman wijen memiliki kegunaan dan kandungan yang kaya akan manfaat jika dikonsumsi.

Sebagaimana yang juga telah di firmankan oleh Allah SWT dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 68-69 bahwa Allah SWT telah menciptakan bahan obat-obatan dari buah dan tanaman:

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (٦٨) ثُمَّ
 كُلِّي مِنَ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ
 شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (٦٩)

“Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: “Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia. Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan 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. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan” (Q.S. An-Nahl [16]: 68-69).

Berdasarkan tafsir Al-Misbah ayat ini menjelaskan tentang himbauan Allah SWT kepada nabi Muhammad SAW, bahwa Allah SWT telah menunjukkan kuasa-Nya mengenai penyelesaian dalam hal bertahan hidup bagi makhluk-Nya, baik itu manusia, hewan, ataupun tumbuh-tumbuhan.. Dalam hal ini, Allah SWT memerintahkan lebah untuk menjadikan gua-gua di pegunungan, celah-celah pepohonan dan puncak- puncak rumah sebagai tempat tinggal mereka. Kemudian Allah SWT memberi petunjuk pada lebah untuk menjadikan buah-buahan dari berbagai jenis pohon dan tumbuhan sebagai makanannya. Berkat kuasa Allah SWT yang telah memberikan petunjuk kepada lebah itu sehingga lebah dapat bertahan hidup dan melanjutkan hidupnya dengan lenih mudah dan aman. Allah SWT mengeluarkan cairan dari perut lebah tersebut, cairan dengan berbagai warna yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai sarana medis untuk kesehatan, juga pemanfaatan yang lainnya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap proses perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L*), hasil dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan variasi intensitas 0,1 mT, 0,3 mT, dan 0,5 mT terhadap benih wijen (*Sesamum Indicum L*) memiliki pengaruh terhadap proses perkecambahannya, dari ketiga variasi intensitas medan magnet yang paling berpengaruh adalah intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebesar 0,3 mT. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian dan pengamatan beberapa parameter di antaranya: waktu mulai berkecambah pada hari ke 2, daya berkecambah mencapai 100%, panjang plumula mencapai 66,608 mm, dan laju pertumbuhan kecambah 2,723 mm/hari.
2. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan variasi lama paparan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit terhadap benih wijen (*Sesamum Indicum L*) memiliki pengaruh terhadap perkecambahannya, dari ketiga variasi lama paparan medan magnet yang paling berpengaruh adalah intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan paparan selama 20 menit. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian dan pengamatan beberapa parameter diantaranya: waktu mulai berkecambah hari ke-2, daya

berkecambah mencapai 100%, panjang plumula mendapai 66,608 mm, dan laju pertumbuhan kecambah 2,723 mm/hari.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk perkembangan selanjutnya mengenai pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap perkecambahan benih wijen (*Sesamum Indicum L*) karena pada penelitian ini jenis wijen yang digunakan adalah wijen varietas putih maka dapat dilakukan penelitian pada wijen jenis lainnya ataupun pada tanaman lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1987. *Dasar- Dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman*. Bandung : Angkasa.
- Adjis, A., Imam, P., dan Sumarboyo, Y. 1987. *Fisika Seni IPA*. Jakarta: Pustaka Ilmu.
- Agustrina. 2008. *Perkecambahhan dan Pertumbuhan Kecambah Leguminosae Dibawah Pengaruh Medan Magnet*. Lampung: Jurusan biologi FMIPA Universitas Lampung.
- Al-Qur'an dan Terjemah. 2009. Departemen Agama RI. Bandung: Jabal.
- Anies. 2007. *Mengatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik Dengan Manajemen Berbasis Lingkungan*. Pidato pengukuhan Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Arjadi, R.H. 2006. Sistem Pengukuran Medan Magnetik Dari Sumber Medan Elektromagnetik Helmholtz. *AMTeQ*, pp. 81-92.
- Campbell, Neil A, & Reece, & Jane B. 2008. *Biologi Edisi Kedelapan jilid 2*. Terjemahan D. Tyas. Jakarta: Erlangga.
- Chopeland, L. O. 1967. *Principles of Seed Science and Technology*. Minneapolis. Burgess Publ. Comp.
- Djoyowasito, Gunomo., Ary Musthofa Ahmad., Musthofa Lutfi., dan Alifah Maulidiyah. 2019. Pengaruh Induksi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L*). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 7 No. 1, 8-19.
- Emelia, Reza., Trapsilo Prihandono., Sudarti. 2015. Aplikasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 100 μ t dan 300 μ t Pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol 4 No. 2. 164-170.
- Ervinda, Vinda. 2015. *Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF(Extremely Low Frequency) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Acetobacter Xylinum dan pH Pada Proses Pembuatan Starter Nata de Coco*. Skripsi. Jember: UNEJ.
- Fauziah, Annisa'ul. 2015. *Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Biji Kurma Jenis Majol*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.

- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya*, alih bahasa : Susilo dan Subiyanto). Jakarta: UI Press.
- Gerthsen, 1996. *Fisika Listrik Magnet dan Optik*. Alih Bahasa oleh Musaddiq Musbach. Jakarta: Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa.
- Grubner, Siti Julaikha. 2011. *Peningkatan Poliferasi Kultur Sel Punca Masenkim Asal Darah Tepi Melalui Pemaparan Medan Magnet Disk Permanen 200 mT Selama Dua dan Empat jam per Hari*. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Handajani, H., dan Hastuti S.D. 2002. *Budidaya Perairan*. Malang: Bayu Media.
- Handajani, S., Erlina W.R dan Suminah Anantanya. 2006. *The Queen of Oil, Potensi Agribisnis Komoditas Wijen*. Yogyakarta: Andi.
- Handoko., Sudarti., dan Rif'ati Dina Handayani. 2017. Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum Annum.L*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum Annum.L*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol 5 No. 4. 370-377.
- Hariyono. 2005. *Pengembangan wijen di lahan sawah sesudah padi (MK-1 dan 2). Studi Kasus Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah*. Laporan hasil kunjungan ke kabupaten Sukoharjo. Balittas, 5 p.
- Hawa, Pamela Anisa Lil. 2011. *Alat Ukur Distribusi Medan Magnet pada Kumputan Helmholtz*. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hidayat, Estiti. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: ITB
- Jedlicka, J., Oleg, P., Stefan, A. 2014. *Research of effect of low frequency magnetic field on germination, growth and fruiting of field tomatoes*. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*.
- Juanda, Dede, J.S, dan Cahyono Bambang 2009. *Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kamil, Jurnalis. 1979. *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa Raya.
- Kamil, Jurnalis. 1987. *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa Raya.
- Kinzel, W. 1926. *Frost and Licht, Neve Tabellen*. Stuttgart: Eugen Ulmer.

- Kuswanto, H. 1996. *Dasar-dasar Teknologi Produksi dan Sertifikasi Benih*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Musa, Marwan bin. 2010. *Hidayatul Ihsan Bitafsiril Qur'an*. Bandung: (t.p)
- Nugroho, Dedi. 2009. Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan SUTET 500 KV Terhadap Medan Magnet. *Jurnal Media ElektriKa*. Vol.2, No. 2, hal 9-17.
- Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Pulung, M.A., Amroh, A.G., Munawar, A., Hong, G.B., dan N. Hakim. 1998. *Kesuburan Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Prastio, 2015. *Kumbaran Helmholtz*. rpprastio.wordpress.com. Diakses Pada Tanggal 21 Desember 2016.
- Prihmantoro, 2007. *Memupuk Tanaman Sayur*. Jakarta: Penebar Swadata Pustaka.
- Santosa. 1990. *Fisiologi Tumbuhan. Metabolisme dan Pertumbuhan Tanaman Tingkat Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
- Sastro, Utomo. 1990. *Ekologi Gulma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Schuster, W. H. 1992. *Opflon Zen in Eropa*, DLG Verlag, Frank Fort-am-Main.
- Shihab, Muhammad Quraish. 2001. *Tafsir Al-misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera hati.
- Subakti, Yazid dan Deri Rizki Anggarani. 2012. *Bahan Makanan Terbaik Menurut Al-Qur'an dan Sunnah*. Yogyakarta: Percetakan Galangpress.
- Sudarti dan Helianti. 2005. The Effect Of Alteration 11-10 To The Immune Modulation Response On Bul/C Mice Exposed Extremely Low Frequency Magnetic Field 20 MT. *jurnal saintifika*, 6(1):46-52. Jember: Universitas jember.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Jakarta: Rajawali Press.
- Sutrisno., dan Gie, 1979. *Fisika Dasar: Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB.
- Taiz, L., dan E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology 3rd Edition*. Sunderland: Sinauer Associates.

Tipler, Paul A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Alih Bahasa oleh Bambang Soegijono. Jakarta: Erlangga.

Tirtosuprobo. 2008 [http://www. Balittas. Info/download/prosiding/wijen11.pdf](http://www.Balittas.Info/download/prosiding/wijen11.pdf). *Memacu Pengembangan Wijen untuk Mendukung Agroindustri*. Diakses pada tanggal 20 Desember pukul 19.00 WIB.

Tompkin, Peter dan Christopher Bird.2008. *Keajaiban Tumbuhan Temuan Sains Yang Menggetarkan*. Terjemahan oleh: Syaifullah. Yogyakarta: Kutub.

Toole, E, H., dan S. Hendricks, 1956. *Plant Phisiol*. Annu:Rev.

Weiss, E.A. 1971. *Castor, Sesame, and Safflower*. London: Leonard Hill

Wijayanto, 2008. *Elektromagnetika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wulansari, Mardhika, Sudarti, Rif'ati Dina Handayani. 2017. Pengaruh Induksi Medan Magnet *Extremly Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia auricula*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol 6. No 2. 181-188.



LAMPIRAN

Lampiran 1

DATA HASIL PENELITIAN

Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Waktu mulai berkecambah pada ulangan ke- (Hari ke-)						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
0 mT	10	3	3	2.67	3	2.667	2.667	2.833
	20	3	3	2.60	3	2.667	2.5	2.7
	30	3	3	3	3	3	3	3
0,1 mT	10	2.4	2.33	2.2	2.4	2.4	2	2.289
	20	2.25	2.25	2	2	2.5	2.2	2.2
	30	2	2.5	2.6	2.5	2.25	2	2.308
0,3 mT	10	2	2	2	2.2	2	2	2.033
	20	2	2	2	2	2	2	2
	30	2	2.4	2.2	2.25	2	2	2.142
0,5 mT	10	2.33	2.5	2.4	2.5	2	2.6	2.389
	20	2	2.25	2	2.75	2.25	2.75	2.333
	30	3	2.75	2	2.75	2	2.667	2.528

Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Presentase pada ulangan ke- (%)						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
0 mT	10	60	60	40	40	60	40	60
	20	60	60	60	40	60	40	60.5

	30	40	60	40	40	60	40	56.667
0,1 mT	10	80	80	60	80	100	80	80
	20	100	100	80	100	80	60	83.333
	30	80	60	60	80	80	60	76.667
0,3 mT	10	100	100	80	80	100	100	96.667
	20	100	100	100	100	100	100	100
	30	100	80	80	100	100	80	93.333
0,5 mT	10	60	80	80	60	80	80	73.333
	20	80	80	100	80	60	80	76.667
	30	60	60	60	60	60	60	60

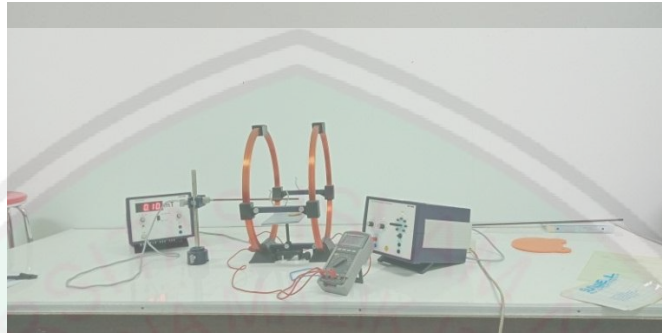
Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Panjang Kecambah pada ulangan ke- (mm)						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
0 mT	10	55	56	54	65	53.333	56	55
	20	55.67	56	54	65	53.333	56	56.667
	30	51.225	54.2	51.1	62.021	50.2	51.2	53.333
0,1 mT	10	68.2	65.5	66	65.5	57.5	59	63.617
	20	69.25	65.8	67	66	61.333	59.5	64.814
	30	56.25	64.5	60	60.5	58.333	57	59.431
0,3 mT	10	71	72.5	68	61	57.5	59.6	64.933
	20	73	70.6	71	65.8	59.25	60	66.608
	30	64.2	69.4	67.6	63.6	58.666	59	63.744

0,5 mT	10	63	63	62.5	65.333	55	56.5	60.889
	20	65	59.5	64.7 5	60.25	59	58	61.083
	30	49.75	61.5	62	49.5	60.5	56.75	56.667

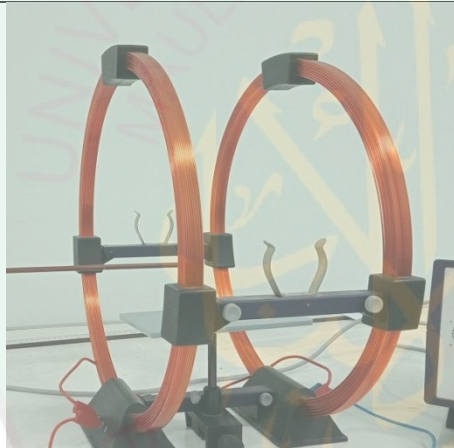
Kuat Medan Magnet (mT)	Lama paparan (menit)	Laju Pertumbuhan pada ulangan ke- (mm/hari)						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
0 mT	10	1.855	1.45	1.625	2.270	1.875	1.563	1.774
	20	1.870	1.45	1.701	2.270	1.875	1.563	1.854
	30	1.855	1.45	1.425	2.050	1.875	1.563	1.458
0,1 mT	10	2.275	2.12	2.583	2.275	1.931	1.938	2.188
	20	2.422	2.55	2.438	2.781	2.0625	1.969	2.370
	30	2.219	2.562	2.047	2.375	1.859	1.813	2.146
0,3 mT	10	2.888	2.453	2.7	2.688	1.794	1.875	2.399
	20	2.975	2.888	3.313	2.788	2.2188	2.157	2.723
	30	2.462	2.1	2.35	2.375	2.142	1.844	2.213
0,5 mT	10	2.109	2.109	1.944	2.459	2.063	1.698	2.064
	20	2.671	2.625	2.438	2.594	2.041	1.8135	2.364
	30	1.671	2.031	2.105	2.313	1.813	1.609	1.924

Lampiran 2

GAMBAR PENELITIAN



Gambar 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz



Gambar 2 Kumparan Helmholtz



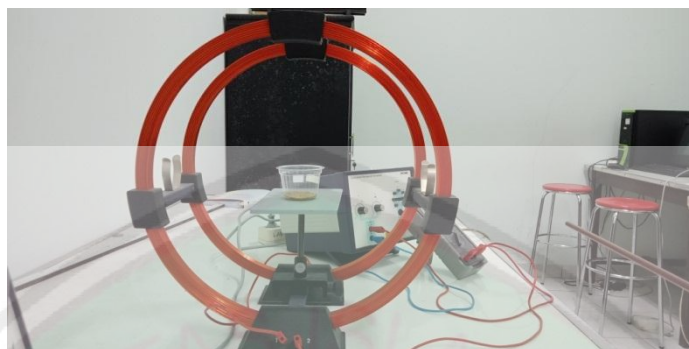
Gambar 3 Teslameter



Gambar 4 Multimeter digital



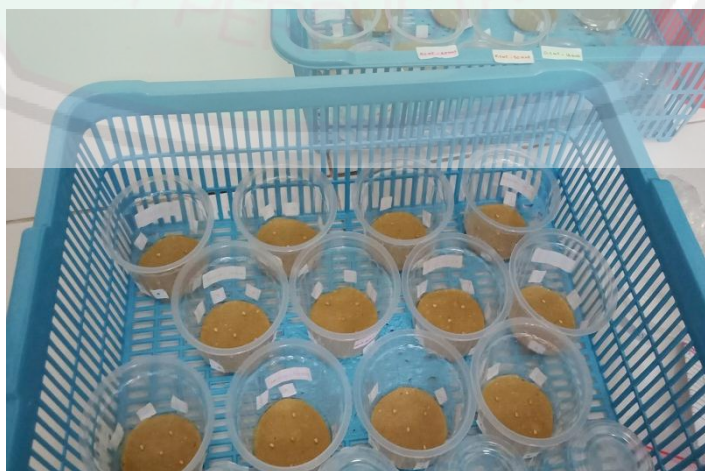
Gambar 5 Multi Environment meter



Gambar 6 Proses pemaparan medan magnet



Gambar 7 Benih wijen (*Sesamum Indicum L*)



Gambar 8 Benih siap dipapari



Gambar 9 Benih mulai berkecambah



Gambar 10 Kecambah wijen (*Sesamum Indicum L*)



Gambar 11 Kecambah wijen setelah 20 hari



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

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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Pradipta Amanda Amirotus Shobriyyah
NIM : 15640046
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L*)
Pembimbing I : Farid Samsu Hananto, M.T.
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si.

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	10 Januari 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	18 Januari 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	24 Januari 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
4	28 Januari 2019	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
5	22 Mei 2019	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
6	24 Juni 2019	Konsultasi Bab IV	
7	25 Juni 2019	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II	
8	01 Juli 2019	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II, & IV	
9	01 Juli 2019	Konsultasi Bab V	
10	02 Juli 2019	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	
11	02 Juli 2019	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	

Malang, 02 juli 2019
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,

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