

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SERTA KADAR
KALIUM JAHE MERAH (*Zingiber officinale var. Rubrum*)**

SKRIPSI

Oleh:

NILA MIGHFAROH
NIM. 19640044



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SERTA KADAR KALIUM JAHE MERAH**
(Zingiber officinale var. Rubrum)

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh:

NILA MIGHFAROH
NIM. 19640044

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SERTA KADAR KALIUM JAHE MERAH
(*Zingiber officinale var. Rubrum*)**

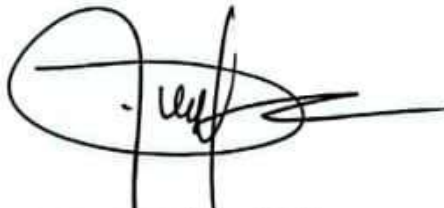
SKRIPSI

Oleh:

NILA MIGHFAROH
NIM. 19640044

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 23 Mei 2023

Pembimbing I



Dr. Drs. M. Tiroho, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Pembimbing II



Arista Romadani, S.Si., M.Sc
NIP. 19900905 201903 1 018

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Anton Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SERTA KADAR KALIUM JAHE MERAH
(*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)


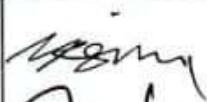
SKRIPSI

Oleh:

NILA MIGHFAROH
NIM. 19640044

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi Dan Dinyatakan Diterima
Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Pada Tanggal, 22 Juni 2023

Penguji Utama	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd,M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji	<u>Irian, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. Drs. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	<u>Arista Romadani, S.Si, M.Sc</u> NIP. 19900905 201903 1 018	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Ariant Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nila Mighfaroh

NIM : 19640044

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan serta Kadar Kalium Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*).

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

Malang, 19 Juni 2023
Yang Membuat Pernyataan



Nila Mighfaroh
NIM.19640044

MOTTO

“Di dunia ini tidak ada kesedihan yang abadi,
tidak ada kebahagiaan yang abadi, begitu pula
kesusahan, begitu pula kenyamanan
Akan tetapi jika engkau hidup dengan hati yang
menerima, ridho, dan bersyukur akan setiap
ketetapan dan pemberian Allah maka engkau akan
hidup bahagia bagai raja yang menguasai seluruh
dunia”

~ Imam Syafi'i ~

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah tiada henti-hentinya ungkapan rasa syukur yang terucap atas terselesaikannya skripsi ini. Saya persembahkan skripsi ini dengan penuh rasa cinta, syukur dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tuaku tersayang Ibu Siti Zulaikhah dan Bapak Umar Tajudin yang doa, dukungan, dan kasih sayangnya tak pernah terputus serta perjuangan dan pengorbanannya yang begitu luar biasa demi masa depan yang terbaik bagi anaknya.
2. Untuk kakakku Mas Irfan, Mbak Dessy, Mas Shohib, dan Mbak Mariatul yang selalu memberi dorongan dan semangat.
3. Para dosen dan pembimbing, yang telah memberikan pengetahuan, bimbingan, petunjuk, dan pengarahan selama penyusunan skripsi ini sehingga terselesaikan dengan baik.
4. Teruntuk semua sahabat dan temanku yang telah ikut berproses dan berpartisipasi dalam terselesaikannya skripsi ini hingga akhir.
5. Pengasuh, Ustadz dan Ustadzah, serta teman-teman santri PP. Daruzzahra Arrifa'i yang selalu memberikan ilmu, semangat dan motivasi.

Untuk semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan, saya mengucapkan banyak terimakasih. Semoga kebaikan kalian akan dibalas oleh Allah SWT dengan yang lebih baik dan dipermudah segala urusannya di dunia maupun di akhirat kelak.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan serta Kadar Kalium Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang dengan adanya ilmu pengetahuan yang sangat luas saat ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya arahan, bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai 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 ini. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Dr. Mokhammad Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, motivasi dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi dengan bai

5. Bapak Arista Romadani, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Integrasi Sains dan Islam yang senantiasa membantu memberikan arahan terhadap permasalahan integrasi dalam skripsi ini.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Umi, Abi, Mas Irfan, Mas Shohib serta keluarga di rumah yang selalu memberikan doa dan dukungan agar penulis senantiasa diberikan kelancaran dalam melaksanakan segala hal.
8. Teman-teman seperjuangan saya yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberi bantuan sehingga terselesaikannya laporan 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, 20 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
مستخلص البحث	xviii
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	10
1.5 Batasan Masalah	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Medan Magnet	12
2.2 Medan Magnet dari Kumputan Helmholtz	14
2.3 Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	19
2.3.1 Morfologi Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	20
2.3.2 Kandungan dan Manfaat Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	21
2.4 Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	25
2.5 Kandungan Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	27
2.6 Interaksi Medan Magnet terhadap Biologis	28
BAB III METODOLOGI	31
3.1 Jenis Penelitian	31

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3 Alat dan Bahan.....	31
3.3.1 Alat	31
3.3.2 Bahan.....	32
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.5 Prosedur Penelitian.....	34
3.5.1 Pemilihan Bibit Jahe Merah	34
3.5.2 Perlakuan Pemaparan Medan Magnet.....	34
3.5.3 Penanaman dan Perawatan Jahe Merah	35
3.5.4 Uji Aktivitas Antioksidan Jahe Merah.....	35
3.5.5 Penentuan Kadar Kalium Jahe Merah.....	37
3.5.6 Pengolahan Data	38
3.5.7 Analisis Data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Data Hasil Pembahasan.....	42
4.1.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	43
4.1.2 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	47
4.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	51
4.1.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	55
4.1.5 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	61
4.1.6 Hubungan Antara Berat Segar dengan Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	66
4.1.7 Hubungan Antara Berat Segar dengan Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>).....	68
4.2 Pembahasan	71
4.3 Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam	76
BAB V KESIMPULAN	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Garis-garis medan magnet.....	13
Gambar 2. 2	Medan magnet pada suatu titik dengan jarak s berada di kawat berarus melingkar	15
Gambar 2. 3	Rangkaian kumparan helmholtz.....	17
Gambar 2. 4	Tanaman jahe merah	19
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4. 1	Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanamn Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	44
Gambar 4. 2	Grafik Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	48
Gambar 4. 3	Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	53
Gambar 4. 4	Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	58
Gambar 4. 5	Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	63
Gambar 4. 6	Grafik Hubungan Berat Segar Rimpang dengan Aktivitas Antioksidan Jahe Merah yang Dipapari Medan Magnet	67
Gambar 4. 7	Grafik Hubungan Berat Segar Rimpang dengan Kadar Kalium Jahe Merah yang Dipapari Medan Magnet	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Klasifikasi Ilmiah Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	20
Tabel 2. 2	Kandungan Zat Gizi Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)...	25
Tabel 3. 1	Berat Segar Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>) .	39
Tabel 3. 2	Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	39
Tabel 3. 3	Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	40
Tabel 3. 4	Hubungan Antara Berat Segar dengan Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	40
Tabel 3. 5	Hubungan Antara Berat Segar dengan Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	40
Tabel 4. 1	Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	43
Tabel 4. 2	Hasil ANOVA terhadap Tinggi Tanaman	45
Tabel 4. 3	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Jahe Merah.....	46
Tabel 4. 4	Pengaruh Medan Magnet Tinggi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	47
Tabel 4. 5	Hasil ANOVA terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman	50
Tabel 4. 6	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah	50
Tabel 4. 7	Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	51
Tabel 4. 8	Hasil ANOVA terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah	54
Tabel 4. 9	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah	55
Tabel 4. 10	Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	57
Tabel 4. 11	Hasil ANOVA terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah	59
Tabel 4. 12	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Aktivitas Antioksidan.....	60
Tabel 4. 13	Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	62
Tabel 4. 14	Hasil ANOVA terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	64
Tabel 4. 15	Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	65
Tabel 4. 16	Hubungan Antara Berat Segar dengan Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah.....	66
Tabel 4. 17	Uji Korelasi Product Moment Pengaruh Berat Segar terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>).....	67
Tabel 4. 18	Hubungan Antara Berat Segar dengan Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah	68

Tabel 4. 19 Uji Korelasi Product Moment Pengaruh Berat Segar terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)..... 70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian	90
Lampiran 2. Data Hasil Uji ANOVA (<i>Analysis of variance</i>) dan Uji Lanjut DMRT (<i>Duncan's Multiple Range Test</i>).....	97
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	102

ABSTRAK

Mighfaroh, Nila. 2023. **Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan serta Kadar Kalium Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing (I) Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si. (II) Arista Romadani S,Si., M.Sc.

Kata Kunci : Kerapatan Fluks Magnet, Medan Magnet, Pertumbuhan, Antioksidan, Kalium, Jahe Merah

Salah satu tanaman jenis rimpang yang kerap kali dimanfaatkan sebagai rempah maupun bahan baku pengobatan tradisional di Indonesia yaitu jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*). Upaya dalam proses peningkatan produksi dan mutu jahe merah yaitu dengan memakai teknologi medan magnet tanpa menghasilkan limbah radiasi yang berbahaya yang dapat merusak lingkungan. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium rimpang jahe merah. Serta untuk mengetahui hubungan antara berat segar dengan aktivitas antioksidan dan kadar kalium rimpang jahe merah yang diperoleh. Medan magnet diperoleh dari kumparan Helmholtz dengan 7 variasi kerapatan fluks magnet (0 mT, 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT, 0,4 mT, 0,5 mT, dan 0,6 mT) selama 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat rimpang, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium rimpang jahe merah. Kerapatan fluks magnet optimum dalam meningkatkan tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar, dan kadar kalium rimpang jahe merah adalah 0,4 mT. Namun pertumbuhan tinggi tanaman dan kadar kalium jahe merah mengalami penurunan pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT. Sedangkan pada aktivitas antioksidan kerapatan fluks magnet optimum ketika 0,2 mT dan mengalami penurunan pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT, 0,4 mT, 0,5 mT, dan 0,6 mT. Hubungan antara berat segar rimpang dengan aktivitas antioksidan jahe merah berbanding terbalik dan hubungannya dengan kadar kalium berbanding lurus.

ABSTRACT

Mighfaroh, Nila. 2023. **Effect of Magnetic Field Exposure on Growth and Antioxidant Activity and Potassium Levels of Red Ginger (*Zingiber officinale var. Rubrum*)**. Thesis. Physics Study Program. Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor (I) Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si. (II) Arista Romadani S,Si., M.Sc.

Keywords : Magnetic Flux Density, Magnetic Field, Growth, Antioxidants, Potassium, Red Ginger

One type of rhizome plant that is often used as a spice or raw material for traditional medicine in Indonesia is red ginger (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Efforts in the process of increasing the production and quality of red ginger are by using magnetic field technology without producing hazardous radiation waste that can damage the environment. The purpose of this study was to determine the effect of magnetic flux density on plant height, plant height growth, antioxidant activity, and potassium levels of red ginger rhizome. As well as to determine the relationship between fresh weight and antioxidant activity and potassium levels of red ginger rhizome obtained. The magnetic field was obtained from a Helmholtz coil with 7 variations of magnetic flux density (0 mT; 0,1 mT; 0,2 mT; 0,3 mT; 0,4 mT; 0,5 mT and 0,6 mT) for 20 minutes. The results showed that magnetic field treatment could affect plant height, plant height growth, rhizome weight, antioxidant activity, and potassium levels of red ginger rhizome. The optimum magnetic flux density in increasing plant height, plant height growth, fresh weight, and potassium levels of red ginger rhizome was 0,4 mT. However, plant height growth and red ginger potassium levels decreased at a magnetic flux density of 0.6 mT. Whereas in antioxidant activity the optimum magnetic flux density was 0,2 mT and decreased at 0,3 mT, 0,4 mT, 0,5 mT and 0,6 mT magnetic flux densities. The relationship between the fresh weight of the rhizome and the antioxidant activity of red ginger is inversely proportional and the relationship with potassium levels is directly proportional.

مستخلص البحث

مغفروح، نيلا. 2023. تأثير التعرض للمجالات المغناطيسية على النمو ونشاط مضادات الأكسدة ومستويات البوتاسيوم للزنجبيل الأحمر (*Zingiber officinale var. Rubrum*). فرضية. برنامج دراسة الفيزياء بكلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالنج. (١) الدكتور محمد تيرونو، (٢) أريستا رمضان الماجستير.

الكلمات المفتاحية : كثافة التدفق المغناطيسي ، المجال المغناطيسي ، النمو ، مضادات الأكسدة ، البوتاسيوم ، الزنجبيل الأحمر

أحد النباتات من نوع جذمور التي غالبا ما تستخدم كتوابل و مواد خام للطب التقليدي في إندونيسيا هو الزنجبيل الأحمر (*Zingiber officinale var. Rubrum*). الجهود المبذولة في عملية زيادة إنتاج وجودة الزنجبيل الأحمر هي باستخدام تقنية المجال المغناطيسي دون انتاج نفايات إشعاعية ضارة يمكن أن تلحق الضرر بالبيئة. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير كثافة التدفق المغناطيسي على ارتفاع النبات ونمو ارتفاع النبات ونشاط مضادات الأكسدة ومستويات البوتاسيوم لجذور الزنجبيل الأحمر. وكذلك لتحديد العلاقة بين الوزن الطازج مع النشاط المضاد للأكسدة ومستويات البوتاسيوم من جذور الزنجبيل الأحمر التي تم الحصول عليها. تم الحصول على المجال المغناطيسي من ملف هيلمهولتز مع 7 اختلافات في كثافة التدفق المغناطيسي (0,2; 0,3 mT; 0,4 mT; 0,5 mT; 0,6 mT) لمدة 20 دقيقة. أظهرت النتائج أن معالجة المجال المغناطيسي يمكن أن تؤثر على ارتفاع النبات ونمو ارتفاع النبات ووزن الجذمور ونشاط مضادات الأكسدة ومستويات البوتاسيوم في جذور الزنجبيل الأحمر. كثافة التدفق المغناطيسي المثلى في زيادة ارتفاع النبات ، ونمو ارتفاع النبات ، والوزن الطازج ، ومحتوى البوتاسيوم في جذور الزنجبيل الأحمر هي 0,4 mT ومع ذلك ، انخفض نمو ارتفاع النبات ومستويات البوتاسيوم من الزنجبيل الأحمر عند كثافة تدفق مغناطيسي تبلغ 0,6 mT بينما في النشاط المضاد للأكسدة ، فإن كثافة التدفق المغناطيسي المثلى هي 0,2 mT وتنخفض في كثافة التدفق المغناطيسي من 0,3 mT; 0,4 mT; 0,5 mT; 0,6 mT العلاقة بين الوزن الطازج للجذور والنشاط المضاد للأكسدة للزنجبيل الأحمر تتناسب عكسيا والعلاقة مع مستويات البوتاسيوم تتناسب طرديا.

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam berlimpah di dunia, baik kekayaan hewani maupun kekayaan nabati. Kapasitas lahan dan keanekaragaman hayati yang tersedia menjadi salah satu faktor yang mendorong untuk dilakukannya pengembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia. Saat ini kesadaran masyarakat untuk menjalani kehidupan yang sehat secara alami semakin meningkat, sehingga tanaman dan obat-obatan herbal digandrungi banyak peminat. Hal ini juga didorong oleh munculnya pandemi Covid-19 yang terjadi di Indonesia, masyarakat memanfaatkan tanaman herbal sebagai salah satu upaya dalam pencegahan terhadap tertularnya virus Covid-19 yang dapat menyerang ketahanan tubuh (Salsabila dan Hendera, 2021). Disamping itu masyarakat lebih memilih tanaman herbal sebagai alternatif obat-obatan dibandingkan dengan menggunakan obat-obatan kimia adalah karena secara ilmiah obat-obatan herbal dipercaya dapat bekerja secara holistik tanpa menimbulkan efek samping (Safitri & Azmi, 2010).

Tanaman herbal yang telah diketahui secara luas dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia salah satunya adalah jahe merah. Jahe merah yang dikenal dengan nama latin *Zingiber officinale var. Rubrum* merupakan salah satu temu-temuan dari suku *Zingiberaceae*. Awal mula munculnya tanaman rempah jahe yaitu berasal dari Asia Selatan, kemudian menyebar hingga ke seluruh dunia (Redi Aryanta, 2019). Di wilayah Asia, jahe dapat digunakan untuk bahan rempah-rempah dapur dan obat alami sejak beberapa ribu tahun ke belakang (Ware, dikutip

dalam Redi Aryanta, 2019). Jahe menjadi salah satu suplemen herbal paling banyak diminati di Amerika Serikat yang bersifat aromatik, menghangatkan tubuh, dan merangsang buang angin, sehingga sebagian besar industri farmasi di dunia mengklaim ekstrak jahe dapat digunakan sebagai obat untuk mengatasi penyakit pencernaan (Kaluku, 2018). Nutrisi yang terkandung pada jahe sebagai bumbu rempah-rempah dapur menjadi pelengkap zat-zat gizi yang terkandung pada menu utama juga dapat memelihara kelancaran proses pencernaan pada tubuh (Kaluku, 2018).

Jahe mengandung senyawa gingerol dan volatile yang menimbulkan rasa dan aroma pedas yang khas. Senyawa gingerol pada jahe sebagai antikoagulan yang berfungsi untuk mencegah darah mengalami penggumpalan dan memiliki aktivitas antioksidan diatas vitamin E (Kaluku, 2018). Menurut (Zulfan, 2018), keunggulan jahe merah dibandingkan dengan jenis jahe lainnya yaitu memiliki komponen volatil (minyak atsiri) dan non volatile (oleoresin) yang sangat tinggi daripada jenis-jenis jahe lainnya. Minyak atsiri yang terkandung kurang lebih sebanyak 2,58-3,90% dan kandungan oleoresin sebanyak 3% dari total berat kering (Hasanah, dikutip dalam Aidin et al., 2016), kandungan serat lebih kecil dan menimbulkan rasa yang lebih pedas karena lebih banyak kandungan zat keton zingeron yang ada dalam jahe merah. Jahe merah memiliki banyak kandungan yang ada di dalamnya, sehingga tanaman ini memiliki khasiat yang tinggi terhadap tubuh. Menurut jurnal *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, jahe dapat digunakan untuk menyembuhkan beberapa keluhan seperti gangguan *degenerative* (peradangan sendi), gangguan kardiovaskuler, muntah, diabetes melitus, meredakan kolesterol LDL (lemak jahat), trigliserida, dan dapat menambah HDL

(lemak baik) (Nurseha et al., 2022).

Beberapa senyawa yang terkandung dalam jahe merah merupakan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan. Salah satu komponen utama jahe adalah zingiberol yang berfungsi sebagai antiradang dan kaya akan antioksidan (Syaputri et al., 2021). Saat ini, aktivitas antioksidan yang berasal dari senyawa fenolik tumbuhan menjadi fokus utama bagi industri biofarmaka untuk menggantikan antioksidan yang bersifat sintetik dalam pencegahan berbagai penyakit (Nahak & Sahu, 2011). Antioksidan merupakan senyawa kimia yang fungsinya untuk mencegah terbentuknya radikal bebas dengan cara menghambat reaksi oksidasi dari rantai radikal bebas, menghambat proses oksidasi, atau dengan memperlambat peroksidasi lipid. Radikal bebas adalah salah satu molekul atau senyawa yang menyebabkan macam-macam penyakit degeneratif seperti jantung, hipertensi, diabetes, dan lainnya (Agus Hendra Wibawa & Tirta, 2021). Radikal bebas memuat satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Hal tersebut akan reaktif dalam menemukan pasangannya dengan cara menyerang dan mengikat molekul di sekitarnya (Wiendarlina & Sukaesih, 2019). Oleh sebab itu, radikal bebas yang terdapat dalam tubuh manusia menjadi sangat berbahaya, sehingga perlu mengontrol potensi radikal bebas tersebut dengan memanfaatkan bahan tumbuhan sebagai antioksidan dari luar untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas.

Selain itu, jahe merah juga mengandung unsur hara yang penting bagi tubuh. Konsumsi jahe merah yang cukup sangat bermanfaat bagi tubuh karena jahe merah mengandung banyak mineral. Tubuh tidak dapat mensintesis mineral, sehingga unsur tersebut harus diperoleh dari makanan. Mineral dibagi menjadi makromineral dan mikromineral. Makromineral merupakan mineral yang dibutuhkan bagi tubuh

lebih dari 100 mg per hari, sedangkan mikromineral dibutuhkan kurang dari 100 mg per hari. Makromineral meliputi kalium, magnesium, natrium, dan kalsium sedangkan mikromineral meliputi mangan dan seng (Pardede & Muftri, 2013). Kalium merupakan salah satu mineral esensial yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mengatur keseimbangan cairan, mengontraksikan otot, dan menjaga sistem saraf hingga 95% dari kadar kalium cairan intraseluler. Makanan kaya akan kalium bagus untuk penderita dengan tekanan darah yang tinggi.

Kebutuhan kalium dalam tubuh manusia kurang lebih sebanyak 2000 mg/hari. (Sitanggang, 2013). Kalium merupakan mineral endogen yang mengatur fungsi sel saraf dan otot, utamanya otot jantung (Nugroho et al., 2021). Selain itu, kalium memiliki tugas dalam menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh dan berguna untuk mengontrol tekanan darah. Ketika kadar kalium pada tubuh turun, gejala yang berbeda akan timbul tergantung pada tingkat hilangnya jumlah kalium (Gumantan et al., 2021). Kalium elektrolit dapat mengatur tekanan darah agar tetap stabil, mengatur ritme dan pemompaan jantung, mendukung aktivitas saraf listrik, mengatur kontraksi otot dan metabolisme sel, juga memelihara kesehatan tulang dan keseimbangan elektrolit (Gumantan et al., 2021). Jumlah normal kalium dalam darah adalah antara 3,5 sampai 5 milimol/liter (mmol/L). Jika kadar kalium kurang dalam tubuh atau hipokalemia dapat menimbulkan berbagai macam penyakit seperti diare, dehidrasi, dan efek samping obat diuretik. Sedangkan kelebihan kalium atau hiperkalemia mampu menyebabkan penyakit seperti dehidrasi berat, gagal ginjal, asidosis atau rendahnya kadar hormon kortisol dalam tubuh, seperti: penyakit *B. Addison* (Gumantan et al., 2020).

Allah Swt dalam Al-Quran menyatakan bahwa kelak penghuni surga akan di

berikan minuman dengan suatu campuran, yaitu jahe yang terdapat pada firmannya Q.S Al-Insan ayat 17-18:

وَيُسْقَوْنَ فِيهَا كَأْسًا كَانَ مِزَاجُهَا زَنْجَبِيلًا ﴿٧٦﴾ عَيْنًا فِيهَا تُسَمَّى سَلْسَبِيلًا ﴿٨١﴾

“Di dalam surga itu mereka diberi minum segelas (minuman) yang campurannya adalah jahe. (Yang didatangkan dari) sebuah mata air surga yang dinamakan *salsabil*”. Q.S AL-Insan [76]: 17-18

Menurut Quraish Shihab dalam Tafsir al-Misbah, menjelaskan ayat tersebut bahwasanya nanti para penghuni surga akan dijamu dengan minuman yang tercampur dengan jahe, namun jahe yang dimaksud bukanlah seperti jahe yang ada di dunia. Jahe yang dimaksud adalah salah satu mata air yang ada di surga dengan nama Salsabil (Shihab, 2004).

Terdapat fakta bahwasanya jahe merupakan salah satu tumbuhan yang namanya disebut dalam Al-Qur’an. Bahkan pada zamannya, Rasulullah Saw menggunakan jahe untuk alternatif pengobatan dan dinyatakan sebagai hidangan minuman bagi para penghuni surga (Juliarti, 2021). Ibnu Qayyim memaparkan atsar dalam bukunya Al-Tibb al-Nabawi, yang ia kutip dari Abu Nu’aim dan diceritakan dari Jalil Sa’ad al-Khudri: Suatu ketika kaisar Romawi memberi Nabi Muhammad Saw setempayan besar jahe. Dia memberi setiap sahabat termasuk saya, sepotong jahe (Hamim, 2015). Tafsir Mazhari menjelaskan bahwasanya jahe banyak digemari oleh masyarakat Arab dan digunakan untuk campuran minuman dan pengobatan (Badan Litbang & Diklat Kementrian Agama RI, 2011). Oleh karena itu, meneliti tentang jahe sangat menarik dan perlu diperdalam, sehingga dalam tulisan ini akan dibahas mengenai tanaman jahe merah.

Konsumsi jahe yang digunakan sebagai keperluan dalam negeri maupun sebagai ekspor tergolong tinggi. Pada tahun 2018, hampir semua tanaman biofar-

maka mengalami peningkatan luas panen khususnya rimpang-rimpangan, namun terjadi penurunan pada tanaman jahe. Sekitar 350,9 hektar atau sebesar 3,32% luas panen tanaman jahe mengalami penurunan sebesar 9.174 ton daripada dengan luas panen di tahun sebelumnya (Pujiasmanto et al., 2021).

Allah Swt telah berfirman dalam Q.S Al-A'raf [7]: 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتَهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرِجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ
يَشْكُرُونَ ﴿٨٥﴾

“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur”. Q.S Al-A'raf [7]: 58

Ayat diatas dapat diartikan mengenai jenis-jenis tanah di permukaan bumi. Ada yang baik dan berbuah bila terkena air hujan sedikit dapat menumbuhkan segala jenis tumbuhan dan menghasilkan makanan yang banyak dan ada pula yang tidak baik walaupun hujan banyak tetapi tumbuh-tumbuhannya prihatin dan tidak dapat menghasilkan apapun. Maksud “tanah yang baik” pada ayat tersebut adalah tanah yang subur. Tanah yang baik akan berfungsi sebagai media tanam untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini tentunya dilakukan atas izin Allah SWT yang mengatur seluruh alam semesta ini. Karena ada juga tumbuhan yang tidak bisa tumbuh di tanah yang kaya unsur hara karena beberapa faktor. Padahal tumbuhan yang tumbuh subur dengan izin Allah terdiri dari beberapa bagian yang berfungsi dengan baik, seperti akar untuk menyerap udara dan mineral pada tanah yang subur. Tafsir ayat ini secara saintifik dapat diartikan bahwa tanaman dapat tumbuh secara subur atas izin Allah Swt, tanaman akan tumbuh dengan subur apabila tanah sebagai media tanamnya mengandung unsur yang mendukung pertumbuhannya. Unsur hara yang terdapat dalam tanah salah satunya berasal dari hujan yang diturunkan dari

langit. Kelembaban tanah akan senantiasa terjaga serta membuat tanah menjadi baik apabila terdapat udara yang mengalir untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu cara untuk mendapatkan tanah subur adalah dengan cara menjaga lingkungan yang ada. (Zuhaida, 2018).

Pembudidayaan jahe merah dapat dilakukan pada tanah dengan kondisi yang subur, gembur, dan mengandung bahan organik dengan ukuran pH tanah sekitar 6,8-7 (Salsabila dan Hendera, 2021). Jahe merah tumbuh dengan baik apabila suhu udara berkisar antara 19 – 30°C. Selain itu, curah hujan dapat menyebabkan ketidakseimbangan terhadap unsur hara yang terkandung dalam tanah. Hal ini menyebabkan rusaknya unsur tanah dan berkurangnya mikrobiologi yang ada dalam tanah, sehingga mempengaruhi hasil tanaman jahe merah. Pertumbuhan yang optimum dapat diperoleh pada wilayah dengan curah hujan berkisar antara 1000-4000 mm/tahun. Namun, apabila jahe merah tersebut ditanam pada wilayah dengan curah hujan kurang dari 1000 mm/tahun, maka skema pengairan hendaklah tercukupi dengan baik (Hadiyanto, 2011). Bahan organik yang digunakan untuk media tanam lebih berkualitas daripada menggunakan bahan anorganik. Bahan organik yang dipadukan dengan media tanah akan menghasilkan aerasi dan drainase yang optimum (Pujiasmanto et al., 2021). Penggunaan pupuk anorganik dengan rutin tanpa melakukan penambahan pupuk organik bisa mengakibatkan unsur hara dalam tanah menurun dan produktivitas tanaman menjadi berkurang.

Teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas jahe merah di Indonesia salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi medan magnet. Dalam perambatannya medan magnet maupun medan listrik tidak memerlukan suatu medium perantara atau disebut dengan gelombang elektromagnetik.

Penggunaan medan magnet dalam bidang pertanian dapat mempengaruhi tumbuhnya akar, tunas, dan aktivitas enzim (Buyukuslu, 2006). Medan magnet diciptakan oleh pergerakan muatan listrik. Kekuatan medan magnet diukur dengan satuan ampere per meter (A/m). Lebih sering peneliti mendefinisikan kerapatan fluks atau yang biasa disebut dengan mikrottesla (μT) (Mardhika Wulansari, Sudarti, 2017). Perlakuan menggunakan medan magnet mampu memberi dampak yang bagus pada kenaikan metabolisme sel tanaman (Cakmak et al., 2010). Medan magnet dapat memberikan pengaruh terhadap struktur membran sel, sehingga akan meningkatkan permeabilitas dan transport ion dan berpengaruh terhadap jalur metabolisme (Hoyazn et al., 2010). Gaya yang diinduksi medan magnet akan berpengaruh pada pengendalian dan perubahan laju elektron yang terdapat pada tanaman serta metabolisme sel di dalamnya (Djoyowasito et al., 2021).

Penelitian sebelumnya usai dilakukan oleh (Prihatin et al., 2020) menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan medan magnet terhadap tanaman edamame dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ dan lama waktu pemaparan 60 dan 120 menit dapat berpengaruh secara signifikan terhadap biomassa tanaman edamame. Selain itu, paparan medan magnet menggunakan variasi intensitas $0,1 \mu T$; $0,2 \mu T$; $0,3 \mu T$; $0,4 \mu T$, dan $0,5 \mu T$ dalam meningkatkan pH dan kadar air dalam pembuatan cream cheese kacang tanah menunjukkan peningkatan pH dan kadar air. Namun, mengalami penurunan ketika seiring bertambahnya waktu (Ernita Apriani, Suparno, Aminatul Munawaroh, 2021). Penelitian lain tentang pemaparan medan magnet juga dilakukan oleh (Nuriyah & Sudarti, 2022) yaitu mengetahui pengaruh paparan medan magnet ELF dengan intensitas $500 \mu T$ selama 60, 90, dan 120 menit terhadap pH dan kualitas fisik cabai rawit hijau. Hasil yang didapatkan pada

penelitian tersebut adalah semakin lama pemaparan, menunjukkan semakin baik pula kualitas ketahanan fisik cabai rawit hijau.

Berdasarkan latar belakang diatas dan penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti sebelumnya, menunjukkan bahwa medan magnet mampu menimbulkan efek secara fisik maupun secara biologis terhadap tanaman. Penelitian selanjutnya ini akan dilakukan terhadap jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) untuk mengetahui pengaruh dari paparan medan magnet pada pertumbuhan dan aktivitas antioksidan serta kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*).

1.2 Rumusan Masalah

Mengenai latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar rimpang, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)?
2. Bagaimana hubungan antara berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) yang telah diberi perlakuan kerapatan fluks magnet dengan aktivitas antioksidan dan kadar kalium yang terkandung didalamnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar, aktivitas antioksidan dan kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*).

2. Untuk mengetahui hubungan antara berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) yang telah diberi perlakuan kerapatan fluks magnet dengan aktivitas antioksidan dan kadar kalium yang terkandung didalamnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yaitu:

1. Dapat menambah wawasan keilmuan pada bidang Biofisika mengenai pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar, aktivitas antioksidan dan kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) serta hubungan antara berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) terhadap aktivitas antioksidan dan kadar kalium rimpang jahe merah yang terkandung di dalamnya..
2. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar, aktivitas antioksidan dan kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) serta hubungan antara berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) terhadap aktivitas antioksidan dan kadar kalium rimpang jahe merah yang terkandung di dalamnya.

1.5 Batasan Masalah

Hal-hal dibatasi dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Sampel bibit jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) yang digunakan adalah varietas unggul
2. Data yang diambil yaitu pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman berat segar rimpang, aktivitas antiok-

sidan jahe merah, dan kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

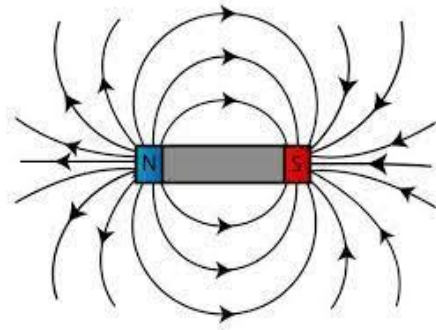
3. Kumparan Helmholtz sebagai penghasil medan magnet
4. Variasi kerapatan fluks magnet yang digunakan yaitu 0.0 mT; 0.1 mT; 0.2 mT; 0.3 mT; 0.4 mT; 0.5 mT; 0.6 mT
5. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH
6. Analisa aktivitas antioksidan rimpang jahe merah menggunakan spektrofotometri UV-Vis
7. Uji kadar kalium rimpang jahe merah menggunakan metode destruksi kering
8. Analisa kadar kalium rimpang jahe merah menggunakan spektrofotometri serapan atom

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet

Awal mula terjadinya sejarah kemagnetan yaitu pada zaman Yunani purba. Sifat-sifat magnet alam telah ditulis oleh para ilmuwan terdahulu seperti Thales dari Milete, Socrates, dan Plato (Johannes, 1995). Medan magnet adalah suatu area atau suatu daerah yang dikelilingi oleh gaya magnetik. Magnet dapat diciptakan dari bahan baja, besi, dan berbagai jenis logam yang disatukan. Sebuah magnet mengandung elementer atau magnet-magnet kecil yang mempunyai arah yang teratur. Sedangkan pada bahan atau logam yang tidak mengandung magnet, arahnya tidak teratur dan tidak memiliki kutub pada ujung logam tersebut (Ardiansyah et al., 2001). Medan magnet akan berinteraksi apabila terdapat medan sebagai penghubungnya. Muatan yang bergerak akan menghasilkan medan magnet (Johannes, 1995). Gaya antar muatan magnet berbanding lurus dengan jumlah kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar muatan satu dengan lainnya. Jenis medium yang berada pada kedua muatan magnet berpengaruh terhadap besarnya gaya magnetostatika (Soedjojo, 1998). Pola atau garis-garis yang dimiliki oleh medan magnet bergerak muncul dari kutub utara dan menuju ke kutub selatan. Dua kutub sejenis yang saling bertemu akan tolak menolak satu sama lain dan dua kutub tidak sejenis akan tarik menarik. Seperti yang tampak pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Garis-garis Medan Magnet

Gejala kemagnetan dengan gejala kelistrikan memiliki hubungan diantara keduanya yang telah ditemukan oleh Oersted pada tahun 1819, hal ini dapat diamati ketika terdapat kawat yang mengandung arus listrik didekatkan dengan arah jarum kompas, maka jarum kompas tersebut akan terpengaruh oleh kawat berarus listrik. Apabila kawat berarus disejajarkan dengan jarum kompas, maka arah simpangan akan sejajar, namun jika arah arus dibalik, maka arah simpangan akan membalik pula. Hal ini menandakan bahwa arus listrik memiliki sifat dapat mengerahkan medan magnet dengan alirannya bermuatan positif (Johannes, 1995).

Terdapat 2 jenis benda berdasarkan sifat kemagnetan yang dimiliki, yaitu benda magnetik dan benda non-magnetik. Benda magnetik merupakan benda yang memuat bahan dapat ditangkap atau ditarik ketika didekatkan oleh magnet. Sedangkan benda non-magnetik merupakan benda yang tidak bisa ditangkap oleh magnet (Suryatin, 2008). Bahan dengan jenis yang berbeda memiliki nilai μ yang berbeda, dimana μ merupakan sifat magnetik yang dimiliki oleh medium tersebut. Sifat ini dapat dikatakan sebagai permeabilitas magnetik atau permeabilitas suatu medium. Pada kondisi hampa udara: (Kong, 2001)

$$\mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

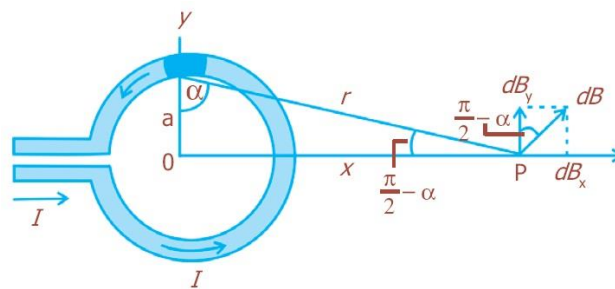
Memungkinkan medium lain nilai permeabilitasnya lebih kecil atau lebih

besar dibandingkan dengan permeabilitas hampa udara (Kong, 2001). Berdasarkan arah momen dipol magnet suatu bahan terhadap arah medan magnet yang ada disekitarnya, semua elemen yang ada di alam semesta terdiri dari unsur magnetik, yaitu bahan feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik (Prihatin et al., 2020). Bahan feromagnetik memiliki permeabilitas yang lebih tinggi daripada μ_0 . Dimana Fe ini merupakan mineral yang mempunyai nilai suseptibilitas magnetik paling tinggi (Kong, 2001).

2.2 Medan Magnet dari Kumparan Helmholtz

Kumparan Helmholtz dapat diartikan sebagai dua buah lilitan berarus yang sejajar terhadap jarak radiusnya (Johannes, 1995). Kumparan Helmholtz terdiri atas dua buah kumparan yang terbagi dengan jarak dengan jumlah jari-jari yang sepadan, dimana kumparan tersebut terhubung secara seri dan terdapat aliran arus listrik yang alirannya searah (DC) di dalamnya sehingga menimbulkan medan magnetik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1 (Ginisa Ardiyani, Erwin, 2015). Kedua unit kumparan Helmholtz memiliki arah yang sejajar dari dua sumbu kumparan. Kumparan Helmholtz menghasilkan medan magnet yang sangat kecil berupa satuan mili Tesla (mT) (Gayatri et al., 2019). Peneliti terdahulu telah merancang kumparan Helmholtz sebagai penghasil kerapatan fluks magnetik yang memiliki sifat seragam dalam penampang pipa aliran sehingga akan didapatkan nilai aliran fluks yang mempunyai keakuratan yang tinggi (Wang et al., 2008). Kumparan tersebut difungsikan untuk mengetahui ukuran komponen horizontal dari medan magnetik bumi (Krikos, 2018). Besaran primer dalam kemagnetan yaitu kekuatan medan magnetik dan sifatnya yang uniform, karena hal tersebut dapat dimanfaatkan dalam berbagai peralatan, contohnya seperti pada

bioelektromagnetik yang berfungsi sebagai pengkalibrasi alat ukur dengan mempergunakan medan magnetik frekuensi rendah pada prosesnya (Bangkit & Ruhimat, 2015). Hubungan antara kuat medan magnetik yang diperoleh dari kumparan Helmholtz dengan arus yang bergerak dan banyaknya lilitan berbanding lurus dan hubungannya akan berbanding terbalik dengan jarak antar kumparan-kumparan Helmholtz (Ginisa Ardiyani, Erwin, 2015).



Gambar 2. 2 Medan Magnet pada Suatu Titik dengan Jarak s Berada di Kawat Berarus Melingkar

Jika dilihat pada Gambar 2.2, komponen yang tegak lurus pada sumbu kawat melingkar yaitu dB_y . Pada komponen tersebut resultan medan magnet akan sama dengan nol yang disebabkan oleh setiap elemen pada loop akan saling menghilangkan satu sama lain. Ketika komponen y saling meniadakan, maka hasil dari medan magnet pada titik hanya memiliki nilai selain nol pada arah sumbu x , sehingga dapat dituliskan (Asmin, 2020):

$$dB_x = dB \sin \theta \quad (2.1)$$

$$dB_x = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin \theta \quad (2.2)$$

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

$$dB_x = \frac{\mu_0 IRdl}{4\pi r^3} \quad (2.4)$$

Maka nilai r bila dilihat menggunakan teorema Pythagoras adalah:

$$r = \sqrt{x^2 + R^2} \quad (2.5)$$

Sehingga:

$$dB_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl}{x^2 + R^2} \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \quad (2.6)$$

$$dB_x = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(\sqrt{x^2 + R^2})^3} dl \quad (2.7)$$

Diketahui satu loop kawat dapat menghasilkan medan magnet dengan cara mengintegrasikan komponen dB_x , yaitu (Serway & Jewett, 2010):

$$dB_x = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(x^2 + R^2)^{3/2}} dl \quad (2.8)$$

$$B_x = \oint dB_x \quad (2.9)$$

$$B_x = \oint \frac{\mu_0 IR}{4\pi(x^2 + R^2)^{3/2}} dl \quad (2.10)$$

$$B_x = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(x^2 + R^2)^{3/2}} \oint dl \quad (2.11)$$

Integral $dl = 2\pi R$ untuk seluruh kawat berarus, sehingga persamaan B_x menjadi:

$$B_x = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(x^2 + R^2)^{3/2}} 2\pi R \quad (2.12)$$

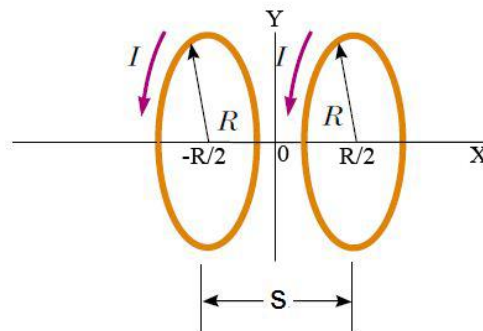
$$B_x = \frac{\mu_0 IR^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}} \quad (2.13)$$

Jika kawat lingkaran berbentuk kumparan yang memiliki banyaknya lilitan N , induksi magnet di inti kawat sepanjang sumbu mendatar adalah (Akhamd, 2010):

$$B_x = \frac{N\mu_0 IR^2}{2(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2.14)$$

Apabila pada suatu titik kawat di tengah kumparan diambil sebagai acuan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3, maka medan magnet yang dihasilkan pada titik tersebut merupakan hasil penjumlahan kedua kumparan (Prastio, 2015). Titik tengah yang terletak antara dua buah loop pada rangkaian kumparan Helmholtz dapat dituliskan sebagai berikut (Bhatt et al., 2010):

$$x = \frac{s}{2} \quad (2.15)$$



Gambar 2. 3 Rangkaian Kumparan Helmholtz
(Sumber: <https://rpprastio.wordpress.com/2015/05/20/helmholtz-coil/>)

Dua buah lingkaran pada Gambar 2.3 menunjukkan kumparan yang tersusun dengan jumlah lilitan sama banyaknya antara kedua kumparan tersebut. Medan magnet akan timbul apabila terdapat arus listrik yang mengalir dan memiliki momen searah dengan sumbu x. Persamaan Hukum Biot Savart dapat digunakan untuk menghitung besarnya medan magnet yang diperoleh (Hawa, 2011).

Besar kecilnya medan magnet pada tiap titik di sepanjang sumbu x titik pusat kumparan dapat diungkapkan dengan menggabungkan penyelesaian Hukum Biot Savart pada kawat melingkar yang berwujud lilitan. Penurunan persamaan Hukum Biot Savart menunjukkan besar medan magnet yang timbul di sepanjang kawat

melingkar yang dialiri arus listrik (Hawa, 2011). Dengan persamaan awal Hukum Biot Savart yaitu (Tipler, 2001):

$$dB = \frac{\mu_0 I dl \times \hat{r}}{4\pi r^2} \quad (2.16)$$

$$dB = \frac{\mu_0 I dl \times \sin 90^\circ}{4\pi r^2} \quad (2.17)$$

$$dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \quad (2.18)$$

Penurunan dari persamaan Hukum Biot Savart menunjukkan bahwa besar medan magnet B pada jarak x dari inti lingkaran di sepanjang sumbu koil adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{\mu_0 INR^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}} \quad (2.19)$$

Besarnya medan magnet didapatkan dari kumparan Helmholtz dipengaruhi oleh arus listrik I yang digunakan, banyaknya lilitan N, jari-jari kumparan R, dan jarak x (jarak antara titik inti kumparan menuju titik tersendiri) (Hawa, 2011).

Dua buah kumparan yang identik dirangkai secara paralel dan koaksial dengan besar jarak antar koil yaitu a seperti pada Gambar 2.3, besarnya medan magnet yang terdapat di sepanjang sumbu x (koil) adalah sebagai berikut (Prastio, 2015):

$$B = \frac{\mu_0 INR^2}{2} \left[\frac{1}{[R^2+(x+a/2)^2]^{3/2}} + \frac{1}{[R^2+(x+a/2)^2]^{3/2}} \right] \quad (2.20)$$

Besar medan magnet yang ada di antara koil akan bernilai tetap apabila $s=R$ dan bersifat seragam di zona sepanjang $-R/2 < x < +R/2$. Turunan B pada x di sekitar titik nol nilainya juga diharuskan nol supaya medan magnet yang didapatkan homogen antara keduanya (Gayatri et al., 2019). Sehingga didapatkan turunan pertama yaitu (Prastio, 2015):

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = 0 \quad (2.21)$$

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = -\frac{3\mu_0 IR^2}{2} \left[\left(\left(x + \frac{s}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{\frac{3}{2}} 2 \left(x + \frac{s}{2} \right) + \left(\left(x + \frac{s}{2} \right)^2 + R^2 \right)^{\frac{3}{2}} 2 \left(x + \frac{s}{2} \right) \right] \quad (2.22)$$

Supaya medan magnet bersifat homogen antara kumparan-kumparan tersebut maka turunan kedua nilai akhirnya harus bernilai nol juga, sehingga (Prastio, 2015):

$$\left. \frac{d^2B}{dx^2} \right|_{x=0} = -\frac{3}{2} \mu_0 IR^2 \left[2 \left(\frac{s^2}{4} + R^2 \right)^{\frac{5}{2}} - \frac{5}{2} s^2 \left(\frac{s^2}{4} + R^2 \right)^{\frac{7}{2}} \right] \quad (2.23)$$

Hasil persamaan tersebut membuktikan bahwa medan magnet yang diperoleh dari kumparan Helmholtz akan homogen selang keduanya jika jarak satu sama lain sebanding dengan besarnya jari-jari kumparan.

2.3 Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan salah satu jenis tanaman rimpang yang populer di Indonesia. Jahe merupakan tanaman tahunan yang tumbuh hidup merumpun dan menghasilkan rimpang dengan berbagai macam bentuk. Tinggi batang semu tanaman jahe berkisar antara 30-70 cm (Rukmana, dikutip dalam Widiya et al., 2019). Rimpang jahe memiliki ukuran rimpang yang kecil dengan warna jingga muda hingga kemerahan dan berlapis-lapis (Syukur, 2006).

Berikut merupakan klasifikasi dari jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*):



Gambar 2. 4 Tanaman jahe merah

(Sumber: Zulfan, 2018)

Tabel 2. 1 Klasifikasi Ilmiah Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Klasifikasi Ilmiah	
Regnum	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Subdivisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	Zingiberaceae
Genus	Zingiber
Spesies	Zingiber officinale Roxb. Var. Rubrum

(Hapsah et al., 2010)

2.3.1 Morfologi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

2.3.1.1 Batang

Batang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) berbentuk bulat kecil dengan warna hijau kemerahan, aroma yang dihasilkan berbau menyengat, memiliki diameter 13-16 mm. Terdapat batang semu yang dimiliki oleh jahe yang mencakup pangkal daun yang saling padu. Pada umumnya, batang jahe terdapat bintik yang warnanya putih dan mempunyai kandungan air yang cukup melimpah (*succulent*) (Indah Aryanti, Eva Sartini Bayu, 2015).

2.3.1.2 Daun

Daun jahe merah memiliki bentuk lonjong dan lancip serta menyirip serupa dengan daun yang dimiliki oleh rerumputan besar. Taksiran panjangnya berkisar antara 5 – 25 cm dan lebar antara 0,8 – 2,5 cm. Pucuk daun sedikit tumpul dan apabila daun telah kering atau mati pangkal daun akan tetap hidup dan berganti menjadi rimpang baru (Syukur, 2002). Pangkal daun saling melekat satu dengan yang lainnya sehingga terbentuk batang. Helai daun berbentuk bangun garis dan tersusun secara berseling (Indah Aryanti, Eva Sartini Bayu, 2015).

2.3.1.3 Akar

Akar yang dimiliki jahe merah yaitu akar tunggal yang dapat tumbuh semakin besar apabila semakin bertambah usianya. Akar-akar yang membesar akan membentuk rimpang dan tunas hingga muncul tanaman jahe merah baru. Bagian bawah rimpang akan tumbuh akar dan bagian atas rimpang akan muncul tunas (Aryanti et al., 2015).

2.3.1.4 Bunga

Bunga jahe berupa bulir yang memiliki panjang 5-7 cm dan tidak berbulu. Bunga tersebut berada pada ketiak daun pelindung yang mempunyai berbagai bentuk, diantaranya lonjong, runcing, dan bulat telur. Pembungaan pada jahe jarang terjadi karena pembungaan dipengaruhi oleh faktor cuaca dan panjang hari. Perbungaan jahe merah memiliki tangkai yang dengan bentuk silindris. Mahkota bunga terdiri atas 3 lembar, berbentuk runcing hingga lanset (Rehman et al., 2019).

2.3.2 Kandungan dan Manfaat Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Diantara berbagai macam jenis jahe yang tumbuh di Indonesia, jahe merah memiliki aroma yang kuat dan mempunyai rasa pedas yang tinggi dibandingkan dengan yang lainnya. Sehingga hal tersebut menjadi suatu ciri khas dari jahe merah. Pada umumnya, di Indonesia jahe merah digunakan sebagai bahan bumbu dapur yang menambah cita rasa masakan. Selain itu, secara empiris juga dapat digunakan sebagai ramuan obat-obatan yang memiliki beragam manfaat bagi tubuh (Handrianto, 2016). Seluruh senyawa kimia yang terkandung pada jahe merah dapat dimanfaatkan untuk kesehatan. Penelitian membuktikan bahwa unsur kimia yang terkandung pada jahe merah adalah komponen senyawa yang banyak diperlukan oleh tubuh. dalam hal ini dapat digunakan untuk kesehatan ataupun sebagai nutrisi

salah satunya adalah sebagai senyawa antibakteri (Martani, 2015). Aroma khas pada jahe merah ditimbulkan oleh minyak jahe, sedangkan rasa pedas disebabkan oleh kandungan oleoresin pada jahe merah. Jahe mengandung oleoresin sebanyak 7-10%, minyak atsiri sebanyak 1-3%, saripati sekitar 52%, dan beberapa sisanya berupa protein, vitamin, serta mineral (Awanis & Mutmainnah, 2016). Rimpang jahe merah memiliki beberapa kandungan didalamnya, diantaranya yaitu:

a. Minyak Atsiri

Jahe merah mengandung minyak atsiri, dimana minyak atsiri ini menyebabkan aroma harum yang menjadikan ciri khas pada jahe tersebut. *Zingiberen* dan *zingiberol* merupakan komponen paling utama yang menyebabkan bau harum pada jahe merah (Setyawan, 2015 dalam Meilanisari, 2017). Komponen yang tersusun pada minyak atsiri terdiri atas α -pinena, kamfena, kariofilena, β -pinena, α -farnesena, sineol, dl-kamfor, isokariofilena, kariofilena-oksida, dan germakron, komponen-komponen tersebut mampu membentuk antibakteri sehingga dapat mencegah perkembangbiakan bakteri (Mulyani, 2010 dalam Hadrianto, 2016). Senyawa monoterpene (α -pinene, β -pinene, dan α -terpinene) yang ada pada minyak atsiri jahe merah dapat menghambat aktivitas membran sel bakteri. Membran sel yang rusak dapat menjadikan transport nutrisi (senyawa dan ion) terganggu sampai menyebabkan sel bakteri kehilangan nutrisi untuk pertumbuhan (Handrianto, 2016). Banyaknya minyak atsiri yang terkandung dalam jahe merah dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu usia tanaman dan umur panen. Semakin lama jahe ditanam, maka akan semakin banyak minyak atsiri yang terkandung didalamnya (Ismi, 2017).

b. Oleoresin

Komponen utama jahe merah yang menimbulkan rasa pedas yaitu oleoresin. Oleoresin terdiri atas gabungan minyak atsiri dan senyawa terpenoid didalamnya. Komponen ini terdiri dari gingerol, shogaol, zingiberen, minyak jahe, dan resin yang tidak dapat menguap. Gingerol juga shogaol adalah senyawa turunan fenol yang berfungsi sebagai antibakteri. Fenol dan protein merupakan ikatan yang lemah dan cepat terurai dan ketika fenol menyentuh kadar tinggi, membran sel mengalami lisis dikarenakan terjadi koagulasi protein (Awanis & Mutmainnah, 2016). Gingerol bersifat tidak stabil dengan adanya panas dan bertitik didih rendah yaitu 30-32 °C, sehingga pada suhu yang sangat panas gingerol akan berubah menjadi shogaol (Hargono, Fitra Pradhita, 2015). Pada saat proses pemanasan seperti pengeringan, penghalusan, atau saat penguapan pelarut dapat menyebabkan kandungan 6-shogaol yang lebih banyak. Hal ini dikarenakan gingerol bersifat tidak stabil dan dapat beralih menjadi shogaol karena mengalami penyusutan air ketika proses pemanasan berlangsung (Hargono, Fitra Pradhita, 2015). Selain itu, yang menyebabkan sedikitnya kandungan 6-shogaol pada penelitian adalah sedikitnya juga kandungan 6-gingerol, 8-gingerol dan 10-gingerol pada jahe sehingga gingerol yang beralih menjadi shogaol tidak cukup banyak. Gingerol dapat terdekomposisi menjadi shogaol pada suhu 60°C. Gingerol menjadi tidak stabil dikarenakan adanya temperatur tinggi juga suasana asam (pH <4) dan segera beralih ke shogaol (Mao et al., 2019). Ekstrak jahe yang dipanaskan dengan temperatur kurang dari 70°C lebih minim merubah gingerol menjadi shogaol. Kandungan rasa pedas yang dimiliki oleh shogaol lebih sedikit

dibandingkan pada gingerol dan sebagai komponen penting dari jahe kering (Huang et al., 2012). Ekstraksi rimpang jahe segar untuk mendapatkan gingerol dilangsungkan dengan menggunakan suhu rendah dikarenakan gingerol bersifat suseptibel terhadap dekomposisi termal. Senyawa murni gingerol memiliki warna kuning pucat dan bersifat fluktuatif atau labil terhadap suhu tinggi ketika proses pemrosesan maupun penyimpanan, sehingga senyawa ini lebih sering didapatkan pada jahe segar dibandingkan pada jahe kering. Hal ini menyebabkan gingerol susah untuk dimurnikan karena tidak dapat larut dalam air (Hargono, Fitra Pradhita, 2015).

c. Zat lainnya

Rimpang jahe juga berisi kandungan magnesium, fosfor, seng, folat, vitamin B6, vitamin A, riboflavin, dan niasin (Ware, 2017). Karbohidrat yang terkandung dalam jahe merah berguna untuk menghasilkan energi, memelihara kesehatan jantung, dan mempertahankan massa otot. Salah satu hasil metabolisme dari karbohidrat, protein, dan lemak adalah energi. Energi yang berlebih dapat disimpan dalam bentuk glikogen yang berguna untuk pencadangan energi dalam jangka pendek dan berupa lemak sebagai cadangan berjangka panjang. Protein dalam jahe merah berfungsi sebagai zat pembangun sel, simpanan makanan, memelihara kesetimbangan pH tubuh, dan sebagai antibodi. Adapun vitamin C yang terkandung bermanfaat sebagai zat pengatur dan antioksidan bagi tubuh (Rohayani, 2015 dalam Sari, 2021). Serat bekerja dalam peningkatan kepadatan feses, merendahkan kadar lemak dalam darah, melindungi sistem pencernaan, dan mencegah kanker usus besar (Yustika, 2018 dalam Sari, 2021).

Tabel 2. 2 Kandungan Zat Gizi Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

No.	Jenis Zat Gizi	Nilai Gizi per 100 gr
1.	Energi	79 kkal
2.	Karbohidrat	17,86 gr
3.	Serat	3,60 gr
4.	Protein	3,57 gr
5.	Sodium	14 mg
6.	Zat besi	1,15 gr
7.	Potasium	33 mg
8.	Vitamin C	7,70 mg

Sumber: Ware (2017)

2.4 Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Senyawa kimia yang terkandung dalam rimpang jahe merah dapat berperan sebagai antioksidan. Menurut (Herawati & Saptarini, 2020) antioksidan yang terdapat dalam jahe merah sebesar 57,14 ppm. Antioksidan memiliki peran dalam menghambat terbentuknya radikal bebas dengan menahan reaksi oksidasi dari rantai radikal bebas, menunda atau menghambat proses oksidasi, dan melambatkan proses dari peroksidasi lipid (Agus Hendra Wibawa & Tirta, 2021). Peroksidasi lipid menyebabkan rantai asam lemak terputus menjadi senyawa-senyawa yang bersifat toksik terhadap sel. Apabila dalam sel terdapat senyawa yang bersifat toksik kemudian bereaksi dengan senyawa oksidan maka akan dapat menimbulkan terbentuknya radikal bebas yang lebih banyak. Radikal bebas yang dapat memicu timbulnya penyakit degeneratif dalam tubuh jika dibiarkan secara terus menerus seperti hipertensi, jantung, diabetes dan lainnya (Rukhayyah et al., 2022).

Antioksidan adalah senyawa yang mampu memblokir radikal bebas untuk menangkal penyakit yang ditimbulkan akibat radikal bebas tersebut. Studi pada tanaman menunjukkan bahwa tanaman yang didalamnya terkandung metabolit sekunder berupa flavonoid dan fenol bermanfaat sebagai radikal bebas dengan efek

antioksidan. (Rukhayyah et al., 2022). Dengan sifat radikal bebas yang sangat reaktif dan tidak stabil dalam tubuh, mampu memunculkan rusaknya jaringan, seluler, dan genetik (Herawati & Saptarini, 2020). Radikal bebas bermula dari makanan yang mengandung zat kimia, asap rokok, hasil penyinaran UV, dan asap kendaraan sehingga dibutuhkan suatu senyawa yang mampu menangkal radikal bebas, yaitu antioksidan (Rukhayyah et al., 2022). Disamping radikal bebas memiliki potensi yang membahayakan, terbukti bahwa radikal bebas memiliki manfaat untuk makhluk hidup, seperti pada polimerasi komponen dinding sel, detoksifikasi bahan kimia dan sistem pertahanan tubuh terhadap patogen. Supaya produksi radikal bebas dapat dikontrol maupun diatur, maka dibutuhkan antioksidan dari luar untuk membantu tubuh dari serangan radikal bebas (Basma et al., 2011).

Antioksidan alami yang berasal dari tanaman herbal merupakan pilihan yang tepat untuk mengendalikan stres oksidatif. Senyawa ini biasanya mengandung racun karena berasal dari alam. Ketika antioksidan berinteraksi dengan radikal DPPH, mereka menyumbangkan proton ke radikal DPPH melalui atom H-fenol dan proses transfer elektron, sehingga radikal bebas akan bersifat netral dan membentuk DPPH-H (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine), yaitu DPPH dengan reaktivitas yang lebih sedikit (Rukhayyah et al., 2022). Salah satu cara untuk melakukan uji aktivitas antioksidan yang sering digunakan yaitu memakai metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Metode ini merupakan metode yang simpel dimana tingkat sensitivitas DPPH sebagai senyawa radikal bebas cukup tinggi (Octariani et al., 2021).

2.5 Kandungan Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Jahe merah kaya akan mineral yang berguna bagi tubuh bila digunakan dalam jumlah tidak berlebihan. Mineral merupakan salah satu nutrisi yang dibutuhkan tubuh. (Luh et al., 2012). Massa tubuh manusia hampir 99 % terdiri dari enam unsur diantaranya yaitu hidrogen, oksigen, kalsium, karbon, nitrogen, dan fosfor. Hanya sekitar 0,85% terdiri dari lima unsur lainnya: natrium, belerang, magnesium, klorin, dan kalium. Kesebelas elemen ini sangat penting bagi kehidupan (Yuliandra & Fahrizqi, 2020).

Kalium berguna bagi tubuh untuk mengelola terapi tekanan darah tinggi dan membersihkan karbon dioksida di dalam darah (Yaswir & Ferawati, 2012). Kalium bersama dengan logam membantu mengatur tekanan osmotik dan keseimbangan asam basa dalam memelihara cairan intraseluler dan sebagian terikat dengan protein (Sada & Rahman, 2014). Kurangnya kalium atau hipokalemia dapat berdampak tidak baik bagi tubuh karena menyebabkan detak jantung melambat terlalu lama. Selain itu, kelebihan kalium dalam tubuh atau hiperkalemia dapat menyebabkan aritmia jantung, bahkan ketika konsentrasi lebih tinggi dapat menyebabkan serangan jantung atau palpitasi (Yaswir & Ferawati, 2012). Kalium sangat penting mengatur berbagai fungsi saraf dan otot fungsi hormonal dan pembekuan darah (Kurnianingsih & Supriadi, 2022). Kalium juga merupakan mineral yang bermanfaat bagi tubuh kita diantaranya yaitu dapat mengatasi tekanan darah, mengobati hipertensi dan membersihkan karbon dioksida di dalam tubuh.

Pada tanaman, konsentrasi kalium lebih tinggi di bagian batang tanaman dibandingkan dengan daun. penyerapan Kandungan mineral tumbuhan berkaitan erat dengan kandungan mineral tanah. Mineral yang terserap oleh tanaman

dipengaruhi oleh kandungan mineral tanah.. Semakin banyak nutrisi yang ada di dalam tanah, semakin banyak mineral yang diproduksi di tanaman ini (Kurnianingsih & Supriadi, 2022).

2.6 Interaksi Medan Magnet terhadap Biologis

Perlakuan pemaparan medan magnet secara berkala pada tumbuhan dapat menimbulkan ketidaksamaan dampak biologis pada tingkat sel, jaringan, dan organ yang berkorelasi dengan regulasi metabolisme tumbuhan juga pada keseimbangan ion kalsium intraseluler (Belyavskaya, 2004 dalam Fuad et al., 2018). Paparan medan magnet akan menimbulkan dampak pada tanaman secara genetik. Dampak pemaparan medan elektromagnetik pertama kali akan mengenai struktur membran sel, dimana karakteristik semi-permeabilitas membran akan mengalami perubahan untuk beragam molekul dan ion, konfigurasi lipid dan protein membran mengalami perubahan pula, dan perubahan pada fase interaksi yang terjadi antara molekul dengan membran yang saling berkorelasi (Yalcin dan Erdem, 2012 dalam Fuad et al., 2018).

Ion kalsium (Ca^{2+}) adalah salah satu ion yang memiliki pengaruh ketika dikenai paparan medan magnet. Energi akan berpindah dari medan magnet menuju ion ketika membran sel dikenai paparan medan magnet. Hal ini akan menyebabkan kecepatan dan aliran ion kalsium semakin meningkat ketika melalui membran sel. Kecepatan aliran ion kalsium akan berubah dan mengakibatkan organisme menjadi berbeda, yaitu berupa resonansi ion dan kalsium. Proses tersebut dinamakan dengan proses pengkodean protein yang berlangsung pada *Ribose Nucleic Acid* (RNA) (Fuad et al., 2018). Berubahnya kadar ion kalsium terjadi karena dipengaruhi oleh perubahan osmosis dan perubahan pada kapasitas sel dalam proses penyerapan air.

Salah satu kandungan enzim dalam perkecambahan adalah enzim α -amilase, sehingga penyerapan air pada sel biji semakin bertambah yang disebabkan oleh proses metabolisme yang lebih cepat pada biji (Sudarti et al., 2021). Proses metabolisme dalam sel akan meningkat seiring meningkatnya enzim pada biji tanaman, sehingga asupan gizi yang masuk ke dalam sel dapat diserap dan dicerna dengan baik. Namun, protein dalam sel akan rusak apabila jumlah ion kalsium yang terserap ke dalam sel terlalu banyak dan cepat, sehingga dapat mengganggu aktivitas metabolisme sel dan dapat mengakibatkan ketidakseimbangan dalam sel.

Kerapatan fluks magnet berpengaruh terhadap besarnya energi yang diperoleh suatu bahan yang dikenai paparan medan magnet dan berbanding terbalik. Hal ini dapat menyebabkan bertambahnya jumlah ion kalsium yang ada dalam sel dikarenakan pergerakan ion kalsium menjadi lebih cepat (Fuad et al., 2018). Benih yang tidak aktif jika dikenai perlakuan medan magnet diketahui dapat mempercepat laju pertumbuhan (Maffei, 2014 dalam Djoyowasito et al., 2021). Medan magnet mampu mengaktifkan respons tegangan seluler, sebagai protektor bagi mekanisme yang menginduksi ekspresi stress pada gen, serta dapat mempengaruhi sintesis DNA, RNA, dan proliferasi seluler (Shabrangi, 2011 dalam Djoyowasito et al., 2021). Menurut (Pramana, 2015 dalam Djoyowasito et al., 2021), terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi tumbuhan yang dikenai medan magnet, diantaranya yaitu frekuensi medan magnet yang digunakan, varietas tumbuhan yang dikenai medan magnet, dan durasi pemaparan. Ketika terjadi proses perkecambahan, medan magnet memiliki sifat yang dapat mengganti sifat fisika dan kimia air yang digunakan sebagai media perkecambahan. Air yang diberikan perlakuan medan magnet lebih gampang terserap oleh jaringan biji, sehingga dapat

mempercepat waktu dormansi biji dan mampu menaikkan persentase perkecambahan tersebut (Sari, 2015 dalam Djoyowasito et al., 2021).

Penggunaan dosis yang tepat dalam paparan medan magnet terhadap benih tumbuhan dapat mengoptimalkan produktivitas suatu benih tanaman. Hal ini disebabkan karena terdapat medan magnet yang menimbulkan sifat kimia maupun sifat fisika air sehingga lebih mudah terserap dalam tumbuhan, sehingga dapat tumbuh dengan subur. Selain itu, medan magnet juga mempengaruhi komponen-komponen mikro seperti kalsium dan kalium sehingga meningkatkan kandungan zat-zat bergizi yang terkandung pada tumbuhan (Fuad et al., 2018).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian eksperimental untuk mengetahui pertumbuhan dan aktivitas antioksidan serta kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) yang. Bibit jahe merah diberi perlakuan dengan memaparkan medan magnet selama 20 menit tiap perlakuan selama 5 hari berturut-turut. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu perlakuan pemaparan kerapatan fluks magnet dengan 7 variasi kerapatan fluks magnet: 0.0 mT; 0.1 mT; 0.2 mT; 0.3 mT; 0.4 mT; 0.5 mT; dan 0.6 mT. Setiap unit perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan serta Kadar Kalium Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)“ dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Fisika dan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022 hingga selesai. Jahe merah ditanam di lahan bedengan dengan pengaruh lingkungan yang homogen.

3.3 Alat dan Bahan

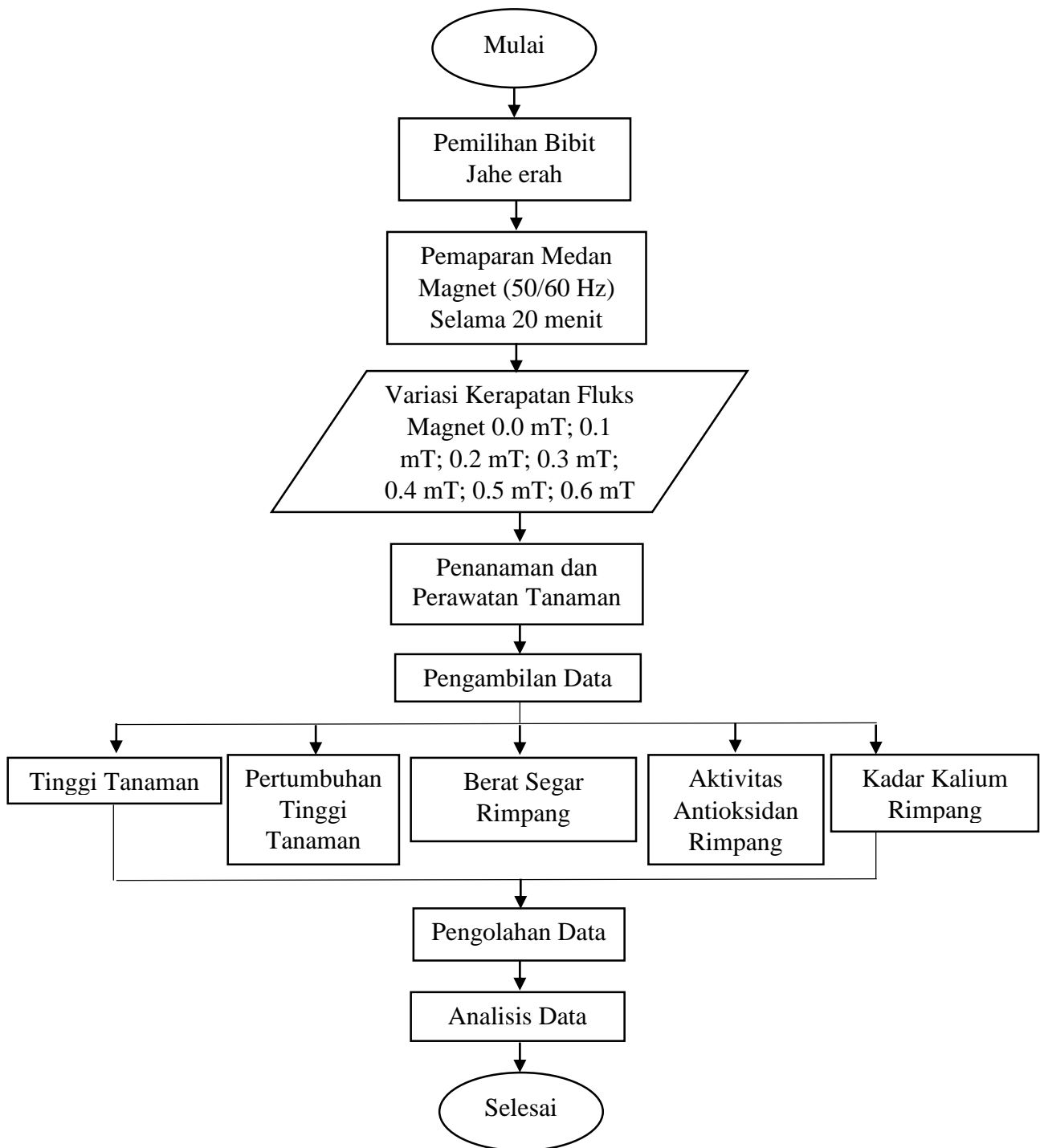
3.3.1 Alat

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya yaitu kumparan Helmholtz, power supply, connecting cord, teslameter, polybag, sekop, neraca digital, pisau, mortar, corong, gelas ukur, labu ukur, oven, mikropipet, gelas beaker, tabung reaksi, AAS, spektrofotometer UV-Vis, lemari asam, botol vial.

3.3.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya yaitu bibit jahe merah, tanah gembur, pupuk kandang, sekam, etanol 96%, larutan blanko, kertas label, kertas saring Whatman No. 1, tissue, bubuk DPPH, HNO₃, aqua demineralisata, dan alumunium foil.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental atau pengamatan yang dilakukan secara langsung. Total jumlah kombinasi perlakuan pada penelitian ini yaitu 7 x 5 atau 35 kombinasi perlakuan. Bibit jahe merah dipapari medan magnet selama 20 menit. Terdapat beberapa proses yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Pemilihan bibit jahe merah
2. Perlakuan pemaparan medan magnet
3. Penanaman dan perawatan jahe merah
4. Pengambilan data tinggi tanaman, pertumbuhan, dan berat segar rimpang jahe merah
5. Uji aktivitas antioksidan metode DPPH menggunakan Spektrofotometer UV-Vis
6. Uji kadar kalium jahe merah metode destruksi kering menggunakan AAS
7. Pengolahan data
8. Analisis data

3.5.1 Pemilihan Bibit Jahe Merah

1. Bibit jahe merah yang dipilih adalah varietas unggul yang dipilih dari kebun jahe merah di daerah Turen, Kab. Malang dengan ukuran yang sama yaitu \pm 10 gram.
2. Bibit dibersihkan dari tanah dan kotoran yang menempel.

3.5.2 Perlakuan Pemaparan Medan Magnet

1. Medan magnet yang digunakan adalah bersumber dari kumparan Helmholtz, dimana kumparan tersebut disambungkan dengan *power supply*, tiap-tiap kumparan memiliki 1000 lilitan dengan jarak antar kawat 200 mm dan dia-

meter kawat 1 m.

2. Pemaparan dilakukan pada benih jahe merah yang siap digunakan.
3. Sampel ditaruh pada posisi tengah antara kedua kumparan Helmholtz.
4. Variasi kerapatan fluks magnet sebesar 0.0 mT; 0.1 mT; 0.2 mT; 0.3 mT; 0.4 mT; 0.5 mT; dan 0.6 mT.
5. Besar frekuensi medan magnet yang digunakan adalah 50/60 Hz.
6. Besar arus yang digunakan ditentukan menyesuaikan dengan nilai kerapatan fluks magnet yang diperlukan.
7. Pemaparan medan magnet terhadap sampel dilakukan selama 20 menit per hari selama 5 hari berturut-turut.
8. Kontrol suhu ruang (27° C).

3.5.3 Penanaman dan Perawatan Jahe Merah

1. Bibit jahe merah ditanam dalam polybag berukuran 20 × 20 cm, kemudian ditandai dengan kertas label berisi variasi kerapatan fluks magnet.
2. Polybag dipenuhi dengan tanah gembur, kemudian dicampur dengan sekam dan pupuk kandang dan diberi lubang sebesar bibit jahe merah.
3. Ditanam bibit jahe merah yang telah memiliki tunas ke dalam polybag.
4. Tanaman dilakukan penyiraman secukupnya yang ditujukan supaya tanaman tetap terjaga kelembabannya.

3.5.4 Uji Aktivitas Antioksidan Jahe Merah

3.5.4.1 Pembuatan Ekstrak Jahe Merah

1. Sampel rimpang jahe merah segar dicuci terlebih dahulu menggunakan air dan dikeringkan. Rimpang jahe merah yang telah bersih kemudian dipotong secara tipis dan dilakukan pengeringan menggunakan oven selama 17 jam

dengan suhu 50-58 °C atau sampai bisa dipatahkan.

2. Sebanyak 2,5 g rimpang jahe merah yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan mortar.
3. Selanjutnya bubuk jahe merah direndam dalam 10 ml etanol 96 % selama ± 3 hari dalam tabung reaksi.
4. Dilakukan pengadukan pada rendaman setiap 24 jam sekali. Setelah 3 hari, rendaman sampel disaring menggunakan kertas saring sampai didapatkan maserat.
5. Selanjutnya maserat diuapkan dalam oven hingga seluruh pelarut etanol 96 % menguap sehingga didapatkan ekstrak kental.

3.5.4.2 Analisis Aktivitas Antioksidan Jahe Merah

a. Preparasi Sampel Ekstrak Rimpang Jahe Merah

1. Sampel ekstrak jahe merah ditimbang sebanyak 10 mg.
2. Kemudian dilarutkan menggunakan etanol ke dalam labu ukur 10 mL hingga tanda batas dan didapatkan larutan sampel ekstrak jahe merah konsentrasi 1000 ppm sebanyak 10 mL.

b. Pembuatan Radikal Bebas DPPH

1. Ditimbang DPPH sebanyak 2,4 mg kemudian dilarutkan menggunakan etanol ke dalam labu ukur 20 mL.
2. Diperoleh larutan DPPH konsentrasi 0,3 mM sebanyak 20 mL.
3. Pembuatan larutan DPPH diulangi dengan berat dan volume yang sama sehingga diperoleh larutan sebanyak 40 mL.

c. Pengukuran % Inhibisi Antioksidan Sampel Ekstrak Jahe Merah

1. Dipipet masing-masing sampel sebanyak 25 mL menggunakan pipet

ukur kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur.

2. Selanjutnya ditambahkan larutan DPPH 0,3 mM sebanyak 1 mL pada masing-masing tabung reaksi yang telah berisi sampel.
1. Campuran divortex beberapa saat hingga homogen dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu 40° C.
2. Selanjutnya campuran diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 516 nm.

Perhitungan % inhibisi dari sampel adalah:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Abs Kontrol} - \text{Abs Sampel}}{\text{Abs Kontrol}} \times 100\%$$

3.5.5 Penentuan Kadar Kalium Jahe Merah

1. Setelah jahe di oven pada suhu 100 °C dengan lamanya waktu 3 jam, kemudian dilakukan pengabuan dengan cara destruksi kering yaitu di *furnace* selama 3 jam dengan besar suhu 550 °C.
2. Sampel yang telah menjadi abu masing-masing ditimbang sebanyak 0,5 gram dan ditambahkan dengan HNO₃ (1:1) dalam gelas beaker, kemudian dihomogenkan sampai abu larut.
3. Dialihkan ke dalam labu takar 5 mL abu yang sudah larut dan diencerkan dengan aqua demineralisata hingga batas tera.
4. Selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1 sampai diperoleh filtrat bening dan ditampung ke dalam botol.
5. Filtrat yang diperoleh dimuat dalam botol sampel, kemudian diencerkan sebanyak 80.000 kali pengenceran.
6. Pembuatan larutan kurva kalibrasi kalium dengan mengambil sebanyak 2,5 mL; 5 mL, 7,5 mL; 10 mL dan 12,5 mL larutan baku 40 µg/mL, tiap larutan

dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL ditambahkan dengan aqua demineralisata (larutan ini mengandung kalium dengan konsentrasi 2 $\mu\text{g/mL}$, 4 $\mu\text{g/mL}$, 6 $\mu\text{g/mL}$, 8 $\mu\text{g/mL}$ dan 10 $\mu\text{g/mL}$) sampai tanda batas. Nilai absorbansi yang didapatkan harus berada di antara rentang kurva kalibrasi larutan baku kalium.

- Selanjutnya sampel dan larutan standar siap dibaca menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 766,5 nm.

3.5.6 Pengolahan Data

Penelitian dilakukan untuk mengukur tinggi tanaman, pertumbuhan tanaman, berat segar rimpang, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*).

- Tinggi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Tabel 3. 1 Tinggi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Tinggi Tanaman Jahe Merah (cm)				
	Ulangan Ke-				
	1	2	3	4	5
0					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					
0,6					

2. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)Tabel 3. 2 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (cm)				
	Ulangan Ke-				
	1	2	3	4	5
0					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					
0,6					

3. Berat segar buah jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)Tabel 3. 3 Berat Segar Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Berat Segar Rimpang Jahe Merah (gram)				
	Ulangan Ke-				
	1	2	3	4	5
0					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					
0,6					

4. Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)Tabel 3. 4 Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Kerapatan Fluks (mT)	Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (%)				
	Ulangan Ke-				
	1	2	3	4	5
0					
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					
0,6					

3.5.7 Analisis Data

Selepas seluruh data diperoleh dari hasil pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan aktivitas antioksidan serta kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*), maka untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan aktivitas antioksidan serta kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) dilakukan analisis data menggunakan analisis statistik One Way ANOVA. Jika hasil uji memperlihatkan terdapat signifikansi pengaruh, maka selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) agar dapat diketahui perbedaan nyata tiap perlakuan satu sama lain. Akhirnya didapatkan hasil untuk mengetahui kerapatan fluks magnet yang optimal memiliki pengaruh terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan, berat segar rimpang, aktivitas antioksidan kadar kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan aktivitas antioksidan serta kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar rimpang, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Medan magnet yang digunakan pada penelitian ini yaitu 2 buah kumparan kawat Helmholtz yang disambungkan ke *power supply* dengan frekuensi arus listrik sebesar 50/60 Hz. Tiap kumparan tersebut terdiri atas 1000 lilitan dengan diameter 1 mm. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pemaparan medan magnet yang terdiri dari 7 variasi perlakuan, yaitu 0 mT (kontrol), 0.1 mT, 0.2 mT, 0.3 mT, 0.4 mT, 0.5 mT, dan 0.6 mT. Tiap perlakuan membutuhkan 5 kali ulangan. Sampel benih jahe merah diletakkan di tengah antara 2 kumparan sesuai dengan variasi kerapatan fluks magnet yang dapat diketahui nilainya menggunakan Teslameter. Kontrol suhu dengan suhu ruang (27 °C). Pemaparan medan magnet terhadap jahe merah dilaksanakan dalam waktu 20 menit/hari selama 5 hari berturut-turut, selanjutnya benih ditanam pada polybag berukuran 20 × 20 cm yang berlokasi di Turen, Kabupaten Malang dengan kontrol penyiraman air, sinar matahari, suhu, komposisi tanah (pupuk dan sekam) dan kelembaban udara. Setelah dilakukan penanaman jahe merah selama 49 hari, kemudian dilakukan penelitian di Laboratorium Jurusan Fisika dan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan kadar kalium pada jahe merah sesuai

dengan kombinasi perlakuan.

4.1.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Jahe Merah

(Zingiber officinale var. Rubrum)

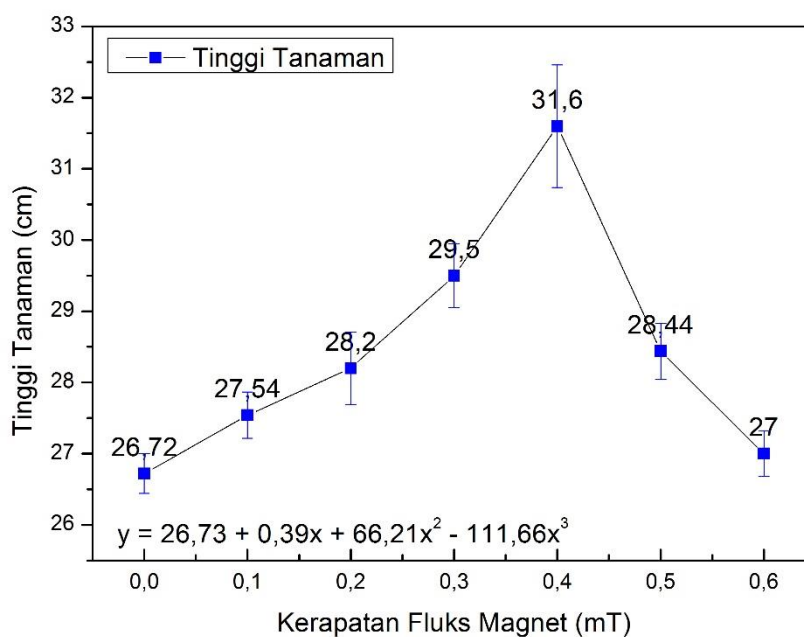
Salah satu indikator dalam menentukan ukuran pertumbuhan suatu tanaman yang paling mudah dilihat secara kasat mata yaitu dengan mengukur tinggi tanaman. Data tinggi tanaman dapat diukur menggunakan mistar. Pengukuran dilakukan dengan mengukur mulai dari pucuk batang tanaman jahe merah sampai batang yang menyentuh tanah. Waktu pengambilan data dilakukan pada minggu ketujuh setelah penanaman jahe merah. Berdasarkan pengamatan, pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Jahe Merah
(Zingiber officinale var. Rubrum)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Tinggi Tanaman (cm)					Rata-rata
	Ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	
0	27	26,5	27	26,3	26,8	26,72±0,350
0,1	27,5	28	27,7	27	27,5	27,54±0,174
0,2	28	27,5	29	28,5	28	28,20±0,833
0,3	29	29	30	30	29,5	29,50±0,426
0,4	30,5	31	31,5	33	32	31,60±0,863
0,5	28	29	28,7	28	28,5	28,44±0,631
0,6	27	26,5	27,5	27	27	27,00±0,160

Hasil penelitian pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tinggi tanaman jahe merah antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diberi perlakuan medan magnet. Pada tanaman kontrol rata-rata tinggi tanaman jahe merah adalah 26,72±0,350 cm. Ketika tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT rata-rata tinggi tanaman adalah 27,54±0,174 cm. Saat tanaman

diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,2 mT rata-rata tinggi tanaman adalah $28,20 \pm 0,833$ cm. Ketika tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT rata-rata tinggi tanaman adalah $29,50 \pm 0,426$ cm. Selanjutnya ketika tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT rata-rata tinggi tanaman adalah $31,60 \pm 0,863$ cm. Adapun saat tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT rata-rata tinggi tanaman adalah $28,44 \pm 0,631$ cm. Ketika tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,6 mT rata-rata tinggi tanaman adalah $27,00 \pm 0,160$ cm. Selanjutnya data pada tabel 4.1 yaitu pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah dibuat plot grafik pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Tanamn Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh paparan medan magnet antara sampel yang diberi perlakuan kerapatan fluks magnet dengan sampel kontrol. Grafik yang terlihat pada gambar 4.1 memperlihatkan bahwasanya tanaman yang diberi perlakuan medan magnet mampu menambah tinggi tanaman

jahe merah. Perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT menunjukkan tinggi tanaman optimum yaitu $31,60 \pm 0,863$ cm. Pada perlakuan kontrol tinggi tanaman jahe merah yaitu mencapai $26,72 \pm 0,350$ cm. Pada saat sampel diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT tinggi tanaman mencapai $27,54 \pm 0,174$ cm. Pada saat sampel diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT tinggi tanaman mencapai $28,20 \pm 0,833$ cm. Saat sampel diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT tinggi tanaman mencapai $29,50 \pm 0,426$ cm. Ketika kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT, tinggi tanaman mengalami penurunan dibandingkan dengan perlakuan 0,4 mT yaitu $28,44 \pm 0,631$ cm. Tatkala sampel diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,6 mT menunjukkan tinggi tanaman $27,00 \pm 0,160$ cm. Selanjutnya untuk mengetahui signifikansi pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah dengan kerapatan fluks magnet yang divariasikan, maka data tersebut perlu dilakukan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui rata-rata tinggi tanaman jahe merah tiap perlakuan pada variasi kerapatan fluks magnet yang tidak sama sehingga dapat dilakukan perbandingan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan yang berbeda secara signifikan. Hasil dari uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil ANOVA terhadap Tinggi Tanaman

	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat Tinggi Tanaman	F-hitung	Sig.
Antar Grup	85,039	6	14,173	48,444	0,000
Dalam Grup	8,192	28	0,293		
Total	93,231	34			

Sig.

H_0 = Tidak terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

H_1 = Terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Syarat = jika sig. < 0,05 maka H_0 ditolak

Hasil uji ANOVA yang terlihat pada tabel 4.2 mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memperlihatkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh yaitu 0,000. Dimana ketika nilai probabilitas signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memiliki perbedaan yang nyata. Dikarenakan H_0 ditolak, maka selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Tinggi Tanaman Jahe Merah

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rerata Tinggi Tanaman	*Notasi
0	26,72	a
0,6	27,00±0,160	ab
0,1	27,54±0,174	bc
0,2	28,20±0,833	cd
0,5	28,44±0,631	d
0,3	29,50±0,426	e
0,4	31,60±0,863	f

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

Berdasarkan tabel 4.3 menampakkan bahwa sampel kontrol daripada sampel yang telah diberi perlakuan medan magnet menampilkan hasil berbeda nyata. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT menghasilkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol yang memiliki arti bahwa kerapatan fluks magnet 0,4

mT memiliki pengaruh yang optimum dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

4.1.2 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

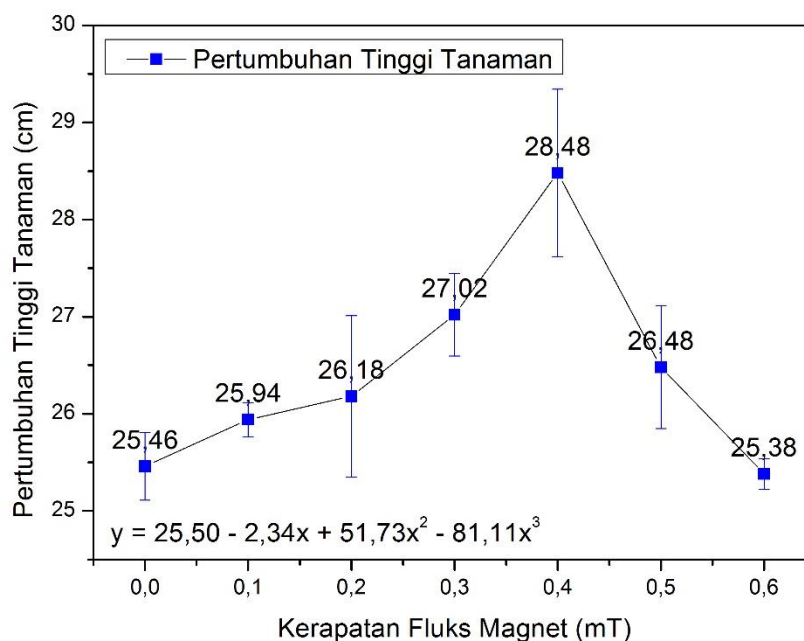
Pengukuran pertumbuhan tanaman jahe merah dilakukan dengan mengukur mulai dari pucuk batang tanaman jahe merah sampai batang yang menyentuh tanah. Waktu pengambilan data dilakukan dengan menghitung selisih antara tinggi tanaman pada hari ketujuh atau minggu pertama dengan tinggi tanaman pada hari terakhir sebelum pemanenan atau minggu ketujuh. Berdasarkan penglihatan, pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah dapat dilihat dalam tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pengaruh Medan Magnet Tinggi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Pertumbuhan Tinggi Tanaman (cm)					Rata-rata
	Ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	
0	25,7	25	26	25,3	25,3	25,46±0,350
0,1	25,7	26	26,2	26	25,8	25,94±0,174
0,2	26	25,2	27,5	26,7	25,5	26,18±0,833
0,3	27	26,6	27,5	27,5	26,5	27,02±0,426
0,4	27,5	27,5	28,7	29,7	29	28,48±0,863
0,5	25,4	27	27,2	26,3	26,5	26,48±0,631
0,6	25,5	25,5	25,5	25,3	25,1	25,38±0,160

Hasil penelitian pada tabel 4.4 menampilkan bahwa pertumbuhan tanaman jahe merah antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diberi perlakuan medan magnet memiliki ketidaksamaan. Rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah pada tanaman kontrol lebih kecil daripada rata-rata tanaman yang diberi

perlakuan, yaitu $25,46 \pm 0,350$ cm. Tatkala tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman adalah $25,94 \pm 0,174$ cm. Saat tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,2 mT rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman $26,18 \pm 0,833$ cm. Manakala tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman adalah $27,02 \pm 0,426$ cm. Selanjutnya ketika tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman adalah $28,48 \pm 0,863$ cm. Adapun saat tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman adalah $26,48 \pm 0,631$ cm. Ketika tanaman diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,6 mT rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman $25,38 \pm 0,160$ cm. Selanjutnya data pada tabel 4.4 yaitu pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah dibuat plot grafik pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Gambar 4.2 memperlihatkan bahwa adanya pengaruh paparan medan magnet antara sampel kontrol dengan sampel eksperimen terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah. Perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman optimum yaitu $28,48 \pm 0,863$ cm. Pada perlakuan kontrol nilai pertumbuhan jahe merah yaitu $25,46 \pm 0,350$ cm. Tatkala sampel diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT pertumbuhan tinggi tanaman yang diperoleh adalah $25,94 \pm 0,174$ cm. Ketika sampel diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman $26,18 \pm 0,833$ cm. Saat sampel diberi paparan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT pertumbuhan tinggi tanaman yang diperoleh adalah $27,02 \pm 0,426$ cm. Pada saat kerapatan fluks magnet 0,5 mT, pertumbuhan tinggi tanaman menunjukkan hasil yang lebih kecil daripada ketika diberi perlakuan kerapatan fluks magnet 0,4 mT yaitu $26,48 \pm 0,631$ cm. Sedangkan ketika sampel diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,6 mT pertumbuhan tinggi tanaman yang diperoleh adalah $25,38 \pm 0,160$ cm. Selanjutnya untuk mengetahui signifikansi pengaruh paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah, maka data perlu dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui rata-rata tinggi tanaman jahe merah tiap perlakuan pada variasi kerapatan fluks magnet yang tidak sama sehingga dapat dilakukan perbandingan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan yang berbeda secara signifikan. Hasil dari uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil ANOVA terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman

	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat Pertumbuhan Tinggi Tanaman	F-hitung	Sig.
Antar Grup	34,492	6	5,749	14,654	0,000
Dalam Grup	10,984	28	0,392		
Total	45,476	34			

Sig.

H_0 = Tidak terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

H_1 = Terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Syarat = jika sig. < 0,05 maka H_0 ditolak

Hasil uji ANOVA yang terlihat pada tabel 4.5 mengenai pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memperlihatkan bahwa nilai signifikansi yang didapatkan adalah 0,000. Dimana ketika nilai probabilitas signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memiliki perbedaan yang nyata. Dikarenakan H_0 ditolak, maka selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jahe Merah

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rerata Pertumbuhan Tinggi Tanaman	*Notasi
0,6	25,38±0,160	a
0	25,46±0,350	a
0,1	25,94±0,174	ab
0,2	26,18±0,833	abc
0,5	26,48±0,631	cd
0,3	27,02±0,426	d
0,4	28,48±0,863	e

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

Berdasarkan tabel 4.6 memperlihatkan bahwa sampel kontrol daripada sampel eksperimen memberikan hasil yang berbeda nyata. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT menghasilkan notasi paling jauh dengan notasi sampel kontrol, artinya kerapatan fluks magnet 0,4 mT memiliki pengaruh yang optimum daripada perlakuan medan magnet yang lain-lain.

4.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Pengambilan data berat segar rimpang jahe merah menggunakan neraca analitik untuk mendapatkan data berat buah yang diperoleh. Berdasarkan hasil penglihatan, pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah dapat dilihat dalam tabel 4.7.

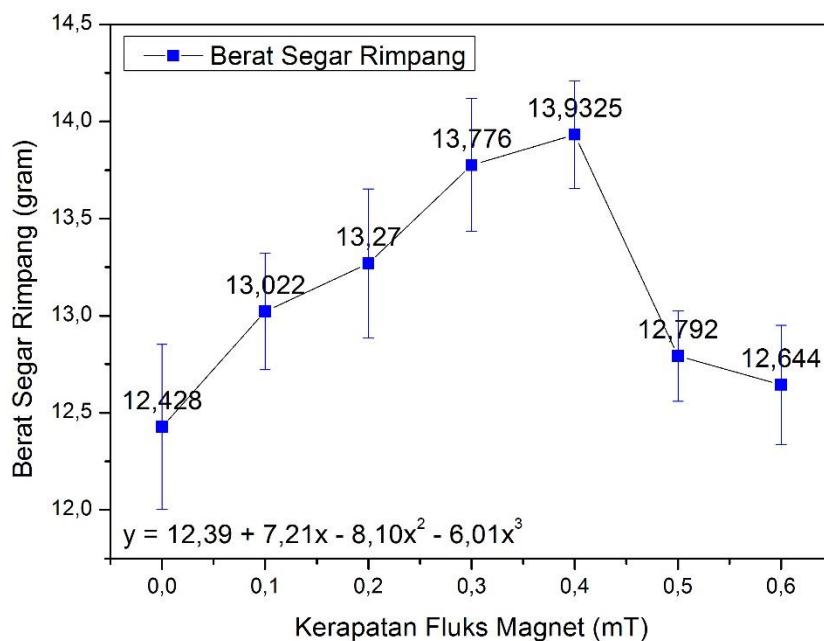
Tabel 4. 7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Berat Segar Rimpang Jahe Merah (gram)					Rata-rata
	Ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	
0	11,83	12,48	12,14	13,08	12,61	12,428±0,425
0,1	12,68	13,57	12,85	12,98	13,03	13,0228±0,300
0,2	13,25	12,98	13,6	13,78	12,74	13,278±0,383
0,3	14,1	13,32	13,45	14,18	13,83	13,7768±0,342
0,4	14,23	13,48	13,97	14,05	14,12	13,9325±0,278
0,5	12,64	13,1	12,45	12,98	12,79	12,7928±0,232
0,6	12,47	12,86	12,25	12,52	13,12	12,6448±0,308

Hasil penelitian yang ditampilkan pada tabel 4.7 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan hasil berat segar rimpang jahe merah antara tanaman kontrol

dengan tanaman eksperimen. Rata-rata berat segar rimpang jahe merah pada tanaman kontrol lebih kecil daripada tanaman eksperimen, yaitu sebesar $12,428 \pm 0,424$ gram. Tatkala tanaman diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,1 mT rata-rata berat segar rimpang yang didapatkan sebesar $13,022 \pm 0,299$ gram. Saat tanaman diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,2 mT rata-rata berat segar rimpang yang didapatkan sebesar $13,27 \pm 0,383$ gram. Kemudian apabila tanaman diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,3 mT rata-rata berat segar rimpang yang didapatkan sebesar $13,776 \pm 0,342$ gram. Selanjutnya pada saat tanaman diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,4 mT rata-rata berat segar rimpang yang didapatkan sebesar $13,9325 \pm 0,277$ gram. Adapun saat tanaman diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,5 mT rata-rata berat segar rimpang sebesar $12,792 \pm 0,232$ gram. Tatkala tanaman diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,6 mT rata-rata berat segar rimpang sebesar $12,644 \pm 0,307$ gram. Selanjutnya data pada tabel 4.7 yaitu pengaruh medan magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah dibuat plot grafik pada gambar 4.3.

Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa adanya pengaruh paparan medan magnet antara sampel kontrol dengan sampel eksperimen. Grafik yang terlihat pada gambar 4.3 menunjukkan bahwasanya tanaman yang memperoleh perlakuan medan magnet dapat menambah berat segar rimpang jahe merah dibandingkan dengan jahe merah kontrol.



Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT menghasilkan berat segar rimpang jahe merah optimum sebesar $13,9325 \pm 0,278$ gram. Pada perlakuan kontrol berat segar rimpang jahe merah lebih kecil dibandingkan dengan sampel yang diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet yaitu sebesar $12,428 \pm 0,425$ gram. Tatkala sampel dipapari medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menghasilkan berat segar rimpang jahe merah sebesar $13,0228 \pm 0,300$ gram. Ketika sampel dipapari medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT menghasilkan berat segar rimpang jahe merah sebesar $13,278 \pm 0,383$ gram. Saat sampel dipapari medan magnet dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT menghasilkan beart segar rimpang jahe merah sebesar $13,7768 \pm 0,342$ gram. Ketika kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT, berat segar rimpang jahe merah mengalami penurunan dibandingkan dengan perlakuan kerapatan fluks magnet 0,4 mT yaitu $12,7928 \pm 0,232$ gram. Sedangkan pada saat

sampel diberi perlakuan paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,6 mT menunjukkan berat segar rimpang jahe merah $12,6448 \pm 0,308$ gram. Selanjutnya untuk mengetahui signifikansi pengaruh paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah, maka data perlu dilakukan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui rata-rata berat segar rimpang jahe merah tiap perlakuan pada variasi kerapatan fluks magnet yang tidak sama sehingga dapat membandingkan perbedaan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan secara signifikan. Hasil dari uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil ANOVA terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah

	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat Berat Segar Rimpang	F-hitung	Sig.
Antar Grup	9,987	6	1,665	12,425	0,000
Dalam Grup	3,751	28	0,134		
Total	13,738	34			

Sig.

H_0 = Tidak terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

H_1 = Terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Syarat = jika sig. < 0,05 maka H_0 ditolak

Hasil uji ANOVA yang terlihat pada tabel 4.8 mengenai pengaruh medan magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memperlihatkan bahwasanya nilai signifikansi yang didapatkan adalah 0,000. Dimana ketika nilai probabilitas signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa pengaruh paparan medan magnet terhadap berat segar rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memiliki perbedaan yang nyata. Dikarenakan H_0 ditolak, maka selanjutnya

dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Text*) untuk mengetahui ketidaksamaan antar perlakuan yang disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Berat Segar Rimpang Jahe Merah

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rerata Berat Segar Rimpang Jahe Merah	Notasi*
0	12,428±0,425	a
0,6	12,6448±0,308	ab
0,5	12,7928±0,232	abc
0,1	13,0228±0,300	bc
0,2	13,278±0,383	c
0,3	13,7768±0,342	d
0,4	13,9325±0,278	d

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

Berdasarkan tabel 4.9 hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa data tersebut berbeda nyata antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diberi perlakuan paparan medan magnet menggunakan variasi kerapatan fluks magnet. Ketika tanaman diberi perlakuan kerapatan fluks magnet 0,3 mT dan 0,4 mT menunjukkan hasil notasi yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, artinya pengaruh yang paling besar yaitu pada perlakuan kerapatan fluks magnet 0,3 mT dan 0,4 mT dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

4.1.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Untuk menguji aktivitas antioksidan pada rimpang jahe merah menggunakan metode 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH). DPPH merupakan salah satu metode untuk melakukan uji aktivitas antioksidan secara in vitro dengan menetapkan potensi suatu sampel sebagai antioksidan (Nahak dan Sahu 2011).

Metode ini memiliki kelebihan yaitu sederhana, cepat, ringan dan sensitif, serta tidak membutuhkan banyak sampel untuk mengevaluasi aktivitas antioksidannya. Metode DPPH didasarkan pada pengukuran kuantitatif aktivitas antioksidan dengan mengukur penghilangan radikal DPPH dari suatu senyawa dengan aktivitas antioksidan. (Molyneux, 2004). Pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis sehingga didapatkan nilai % inhibisi.

Ditimbang sampel ekstrak jahe merah sebanyak 10 mg. Kemudian dilarutkan menggunakan etanol ke dalam labu ukur 10 mL sampai tanda batas sehingga didapatkan larutan sampel ekstrak jahe merah konsentrasi 1000 ppm sebanyak 10 mL. Selanjutnya pembuatan radikal bebas DPPH dengan menimbang DPPH sebanyak 2,4 mg kemudian dilarutkan menggunakan etanol ke dalam labu ukur 20 mL. Diperoleh larutan DPPH konsentrasi 0,3 mM sebanyak 20 mL. Pembuatan larutan DPPH diulangi dengan berat dan volume yang sama sehingga diperoleh larutan sebanyak 40 mL. Selanjutnya pengukuran % inhibisi antioksidan sampel ekstrak jahe merah dengan memipet masing-masing sampel sebanyak 25 mL menggunakan pipet ukur kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur. Selanjutnya ditambahkan larutan DPPH 0,3 mM sebanyak 1 mL pada masing-masing tabung reaksi yang telah berisi sampel. Campuran divortex beberapa saat hingga homogen dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu 40° C. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 516 nm. Rumus untuk menghitung nilai % inhibisi sebagai berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100 \%$$

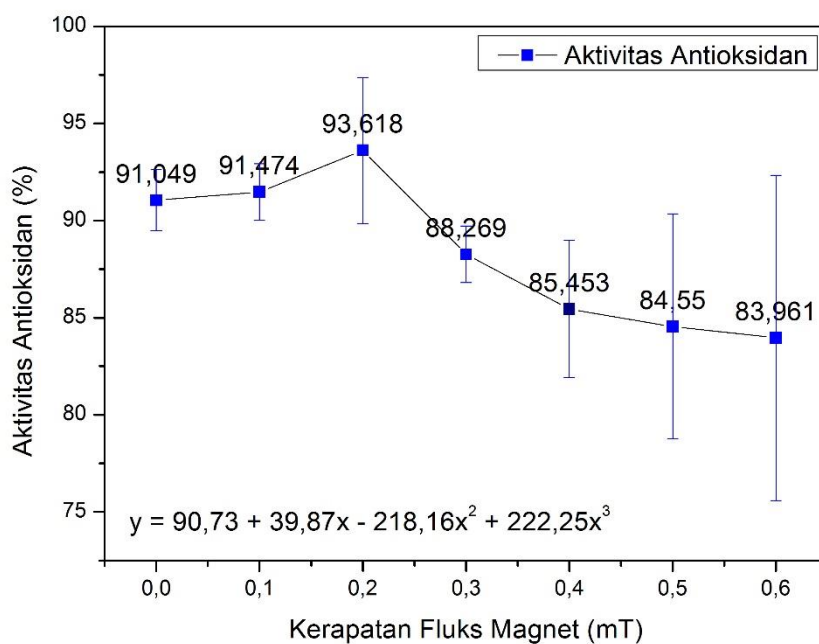
Berdasarkan hasil pengamatan, pengaruh paparan medan magnet terhadap aktivitas antioksidan jahe merah dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (% inhibisi)					Rata-rata
	Ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	
0	91,527	91,655	88,821	88,159	95,083	91,049±1,569
0,1	94,531	91,97	91,05	94,145	85,676	91,474±1,457
0,2	92,411	98,711	97,409	89,395	90,164	93,618±3,762
0,3	90,309	9-,262	86,797	88,449	85,529	88,269±1,435
0,4	87,362	79,106	87,856	83,188	89,753	85,453±3,543
0,5	79,172	82,978	80,873	94,029	85,156	84,550±5,797
0,6	77,995	98,492	78,849	81,154	83,961	83,961±8,376

Tabel 4.10 diatas menunjukkan hasil data pengaruh paparan medan magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Kerapatan fluks magnet dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan yang ada pada rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Dapat dilihat pada tabel 4.4 bahwa jahe merah yang tidak diberi perlakuan atau kontrol menunjukkan persen inhibisi yang berbeda dibandingkan dengan sampel perlakuan, dengan nilai % inhibisi sebesar 91,049±1,569 %. Ketika jahe merah diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet sebesar 0,1 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar 91,474±1,457 %. Selanjutnya ketika jahe merah diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet sebesar 0,2 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar 93,618±3,762 %. Pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar 88,269±1,435 %. Nilai % inhibisi yang ada pada jahe merah ketika diberi perlakuan kerapatan fluks magnet sebesar

0,4 mT yaitu sebesar $85,453 \pm 3,543$ %. Kemudian ketika diberi paparan dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar $84,55 \pm 5,797$ %. Ketika jahe merah diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet sebesar 0,6 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar $83,961 \pm 8,376$ %. Dari hasil data tersebut kemudian diplot grafik pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Gambar 4.4 menunjukkan grafik pengaruh paparan medan magnet terhadap rimpang aktivitas antioksidan jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) dengan variasi kerapatan fluks magnet. Pada grafik 4.4 dapat dilihat bahwa perlakuan paparan medan magnet mempengaruhi aktivitas antioksidan yang ada dalam rimpang jahe merah. Pada perlakuan kontrol nilai % inhibisi jahe merah lebih kecil dibandingkan dengan sampel yang diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT, yaitu sebesar $91,474 \pm 1,457$ %. Ketika kerapatan fluks magnet 0,1 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar 91,049 %. Paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT menghasilkan nilai % inhibisi optimum yaitu

sebesar $93,618 \pm 3,762$ %. Namun ketika sampel dipapari medan magnet dengan kerapatan fluks magnet sebesar 0,3 mT mengalami penurunan dibandingkan dengan sampel kontrol yaitu menghasilkan % inhibisi sebesar $88,269 \pm 1,435$ %. Kemudian ketika diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar $85,453 \pm 3,543$ %. Ketika kerapatan fluks magnet sebesar 0,5 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar $84,55 \pm 5,797$ %. Sedangkan ketika sampel diberi perlakuan paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,6 mT menunjukkan nilai % inhibisi sebesar $83,961 \pm 8,376$ %. Selanjutnya untuk mengetahui signifikansi pengaruh paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah, maka data uji perlu dilakukan menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui rata-rata aktivitas antioksidan rimpang jahe merah tiap perlakuan pada variasi kerapatan fluks magnet yang berbeda sehingga dapat membandingkan perbedaan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan secara signifikan. Hasil dari uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil ANOVA terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah

	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat Aktivitas Antioksidan	F-hitung	Sig.
Antar Grup	434,515	6	72,419	3,100	0,019
Dalam Grup	654,190	28	23,364		
Total	1088,705	34			

Sig.

H_0 = Tidak terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

H_1 = Terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Syarat = jika sig. < 0,05 maka H_0 ditolak

Hasil uji ANOVA yang terlihat pada tabel 4.11 mengenai pengaruh medan magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh yaitu 0,019. Dimana ketika nilai probabilitas signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa pengaruh paparan medan magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memiliki perbedaan yang nyata. Dikarenakan H_0 ditolak, maka selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang ditunjukkan pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Aktivitas Antioksidan

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rerata Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah	Notasi*
0,6	83,961±8,376	a
0,5	84,55±5,797	ab
0,4	85,453±3,543	ab
0,3	88,269±1,435	abc
0	91,049±1,569	bc
0,1	91,474±1,457	bc
0,2	93,618±3,762	c

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

Berdasarkan tabel 4.12 hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa data tersebut ketika tanaman diberi perlakuan kerapatan fluks magnet 0,2 mT memperlihatkan notasi yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Dapat dilihat bahwa pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT menghasilkan notasi yang paling berbeda dibandingkan dengan notasi sampel kontrol, artinya kerapatan fluks magnet 0,2 mT memiliki pengaruh yang optimum dibandingkan dengan perlakuan kerapatan fluks magnet yang lain.

4.1.5 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Penentuan kadar mineral (kalium) yang terkandung dalam rimpang jahe merah menggunakan metode destruksi kering. Destruksi kering adalah Penguraian logam organik dalam yang diubah sampel menjadi logam anorganik dengan cara menumbuk sampel dalam tungku meredam dan membutuhkan suhu pemanasan tertentu.

Setelah sampel jahe merah yang telah diberi perlakuan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet maupun sampel jahe merah kontrol dilakukan pemanenan, selanjutnya rimpang jahe merah dibersihkan dari tanah yang menempel dan diiris tipis. Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100 °C selama 3 jam.. Sampel yang telah kering selanjutnya dimasukkan ke dalam *furnace* selama 4 jam dengan suhu 550 °C hingga diperoleh sampel jahe merah yang berupa abu. Kemudian sampel abu dilarutkan dengan HNO₃ p.a. pekat sebanyak 0,5 mL. Sampel yang telah didestruksi dituangkan ke dalam labu ukur 5 mL dan ditambahkan dengan aqua demineralisata hingga tanda batas dan dihomogenkan. Selanjutnya larutan sampel disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 01. Filtrat yang diperoleh dimuat dalam botol sampel, kemudian diencerkan sebanyak 80.000 kali pengenceran. Larutan sampel jahe merah yang telah diperoleh diambil beberapa mL, selanjutnya analisis kalium menggunakan spektrofotometer serapan atom dengan panjang gelombang 766,5 nm.

Berdasarkan hasil pengukuran serapan dari beberapa larutan baku kalium dengan konsentrasi 0,0 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm; 1,0 ppm; dan 2,0 ppm diperoleh regresi linear sebagai berikut :

$$y = 0.48761x C + 0.00740$$

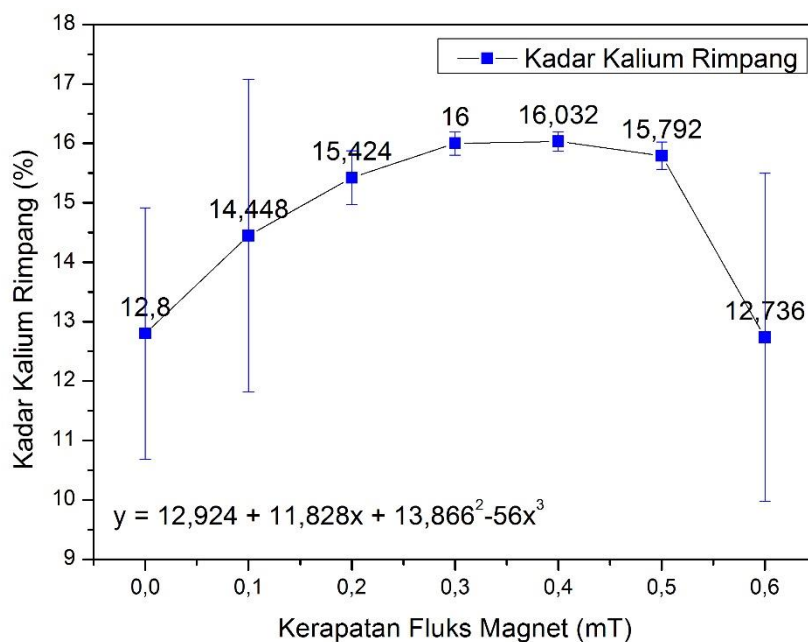
Berdasarkan pengamatan, pengaruh paparan medan magnet terhadap kalium rimpang jahe merah dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (%)					Rata-rata
	Ulangan ke-					
	1	2	3	4	5	
0	12,32	9,36	15,12	12,24	14,96	12,8±2,118
0,1	14,8	16	9,28	16,24	15,92	14,448±2,631
0,2	14,88	16,08	15,52	14,96	15,68	15,424±0,451
0,3	15,92	16,16	16,24	16	15,68	16±0,196
0,4	16,16	16,08	15,84	15,84	16,24	16,032±0,165
0,5	15,76	16	15,92	15,36	15,92	15,792±0,230
0,6	10,72	16	8,56	15,12	13,28	12,736±2,762

Tabel 4.13 menunjukkan hasil data pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalium pada rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Kerapatan fluks magnet dapat mempengaruhi kadar kalium yang terkandung dalam rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Dapat dilihat pada tabel 4.13 bahwa jahe merah yang tidak diberi perlakuan atau kontrol menghasilkan kadar kalium yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel eksperimen atau yang mendapatkan perlakuan medan magnet, yaitu sebesar 12,8±2,118 %. Ketika tanaman jahe merah diberi paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,1 mT menghasilkan kadar kalium rimpang jahe merah sebanyak 14,448±2,631 %. Selanjutnya ketika tanaman jahe merah diberi paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,2 mT menghasilkan kadar kalium rimpang jahe merah sebesar 15,424±0,451 %. Pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,3 mT

kadar kalium yang terkandung dalam rimpang jahe merah yaitu sebesar $16 \pm 0,196$ %. Kadar kalium yang dihasilkan oleh rimpang jahe merah ketika diberi perlakuan kerapatan fluks magnet 0,4 mT yaitu $16,032 \pm 0,165$ %. Kemudian ketika diberi perlakuan paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,5 mT kadar kalium yang dihasilkan oleh rimpang jahe merah yaitu $15,792 \pm 0,230$ %. Ketika tanaman jahe merah diberi paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,6 mT mengalami penurunan dibandingkan dengan sampel kontrol, yaitu menghasilkan kadar kalium rimpang jahe merah sebesar $12,736 \pm 2,762$ %. Dari hasil data tersebut kemudian diplot grafik pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Gambar 4.5 menampilkan grafik pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dengan variasi kerapatan fluks magnet. Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa perlakuan paparan medan magnet mampu meningkatkan kadar kalium yang terkandung dalam rimpang jahe merah dibandingkan dengan sampel yang tidak diberi perlakuan

(kontrol). Perlakuan medan magnet dengan ketika kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT menghasilkan kadar kalium rimpang jahe merah optimum yaitu $16,032 \pm 0,165$ %. Pada perlakuan kontrol kadar kalium yang dihasilkan oleh rimpang jahe merah lebih kecil dibandingkan dengan sampel eksperimen atau yang memperoleh perlakuan, yaitu sebesar $12,8 \pm 2,118$ %. Namun pada perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,6 mT kadar kalium yang terkandung dalam rimpang jahe merah mengalami penurunan dibandingkan dengan kontrol, yaitu sebesar $12,736 \pm 2,762$ %. Selanjutnya untuk mengetahui signifikansi pengaruh paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap kadar kalium rimpang jahe merah, maka data uji perlu dilakukan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui rata-rata kadar kalium rimpang jahe merah tiap perlakuan pada variasi kerapatan fluks magnet yang berbeda sehingga dapat membandingkan perbedaan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan secara signifikan. Hasil dari uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil ANOVA terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat Tinggi Tanaman	F-hitung	Sig.
Antar Grup	63,480	6	10,580	3,061	0,020
Dalam Grup	96,788	28	3,457		
Total	160,268	34			

Sig.

H_0 = Tidak terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

H_1 = Terdapat pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Syarat = jika sig. < 0,05 maka H_0 ditolak

Hasil uji ANOVA yang terlihat pada tabel 4.14 mengenai pengaruh medan magnet terhadap kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var.*

Rubrum) menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh yaitu 0,020. Dimana ketika nilai probabilitas signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) memiliki perbedaan yang nyata. Dikarenakan H_0 ditolak, maka selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang ditunjukkan pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rerata Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah	Notasi*
0,6	12,736±2,762	a
0	12,8±2,118	a
0,1	14,448±2,631	ab
0,2	15,424±0,451	b
0,5	15,792±0,230	b
0,3	16±0,196	b
0,4	16,032±0,165	b

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

Berdasarkan Tabel 4.15 hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa data tersebut berbeda nyata antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diberi perlakuan paparan medan magnet menggunakan variasi kerapatan fluks magnet. Dapat dilihat bahwa pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT menghasilkan notasi paling berbeda dengan notasi sampel kontrol, artinya kerapatan fluks magnet 0,4 mT memiliki pengaruh yang optimum daripada dengan perlakuan yang lain.

4.1.6 Hubungan Antara Berat Segar dengan Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

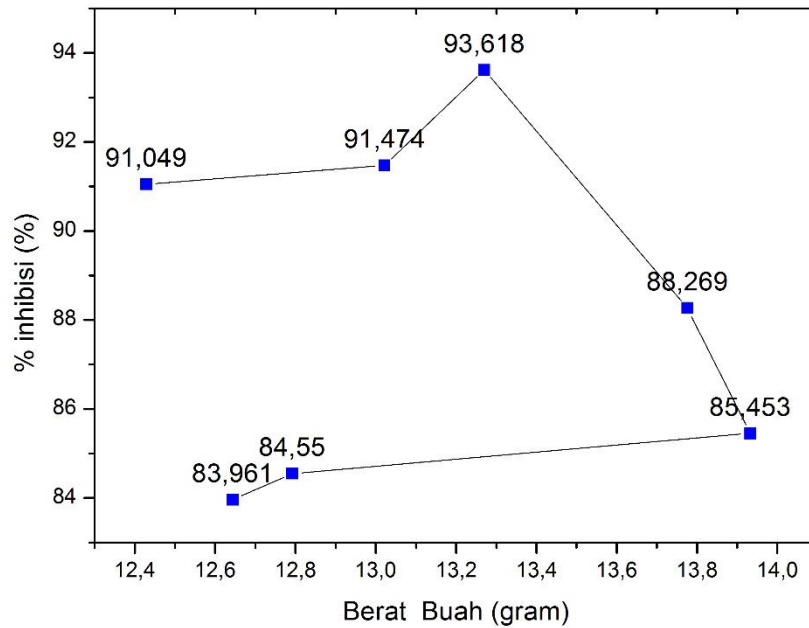
Berdasarkan hasil penelitian, hasil berat segar dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan yang terdapat dalam rimpang jahe merah yang telah dipapari medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet yang dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Hubungan Antara Berat Segar dengan Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah

Berat Segar Rimpang yang Telah Dipapari Medan Magnet (gram)	Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (% inhibisi)
12,428±0,425	91,049±1,569
13,0228±0,300	91,474±1,457
13,278±0,383	93,618±3,762
13,7768±0,342	88,269±1,435
13,9325±0,278	85,453±3,543
12,7928±0,232	84,550±5,797

Setelah diperoleh data hubungan antara berat segar dengan aktivitas antioksidan yang terdapat dalam rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) seperti pada tabel 4.16 selanjutnya dilakukan plot grafik seperti pada grafik gambar 4.6.

Gambar 4.6 menunjukkan hubungan berat segar rimpang jahe merah yang telah diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap aktivitas antioksidan yang terkandung pada rimpang jahe merah. Grafik tersebut selanjutnya dilakukan uji *Korelasi Product Moment* pada SPSS untuk mengetahui ada tidaknya hubungan/korelasi antara berat segar jahe merah yang telah diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap aktivitas antioksidan yang terkandung pada rimpang jahe merah. Dapat dilihat pada tabel 4.17.



Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Berat Segar Rimpang dengan Aktivitas Antioksidan Jahe Merah yang Dipapari Medan Magnet

Tabel 4. 17 Uji Korelasi Product Moment Pengaruh Berat Segar terhadap Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

		Berat Segar	Aktivitas Antioksidan
Berat Segar	Koefisien Korelasi	1	-0,035
	Sig. (2-Arah)		0,941
	Jumlah Kuadrat dan Perkalian Silang	1,936	-0,455
	Kovarians	0,323	-0,076
	Jumlah Data	7	7
Aktivitas antioksidan	Korelasi Korelasi	-0,035	1
	Sig. (2-Arah)	0,941	
	Jumlah Kuadrat dan Perkalian Silang	-0,455	
	Kovarians	-0,076	14,483
	Jumlah Data	7	7

Sig (2-Arah).

H_0 = Tidak terdapat hubungan/korelasi antara berat segar dengan aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) yang telah dipapari medan magnet

H_1 = Terdapat hubungan/korelasi antara berat segar dengan aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) yang telah dipapari medan magnet

Syarat = jika sig (2-arah). $< 0,05$ maka H_0 ditolak

Hasil uji *Korelasi Product Moment* yang terlihat pada tabel 4. 17 menunjukkan bahwa besarnya koefisien korelasi yaitu -0,035. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut kurang dari -1 yang artinya terdapat hubungan yang sangat rendah. Arah hubungan dapat dilihat pada tanda positif dan negatif pada besarnya koefisien korelasi. Pada tabel 4.16 menunjukkan bahwa tanda koefisien korelasi adalah negatif, artinya apabila berat segar meningkat maka aktivitas antioksidan yang terkandung dalam rimpang jahe merah menurun. Hasil pada tabel 4.16 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,941 ($p > 0,05$) maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal tersebut menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan/korelasi yang signifikan antara berat segar terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*).

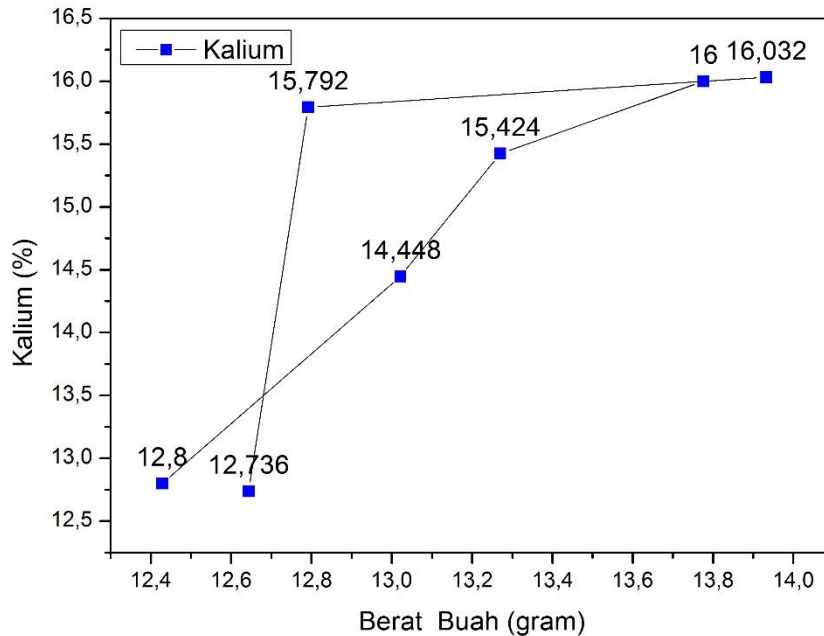
4.1.7 Hubungan Antara Berat Segar dengan Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Berdasarkan hasil penelitian, hasil berat segar dapat mempengaruhi kadar kalium yang terkandung dalam rimpang jahe merah yang telah dipapari medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Tabel Hubungan Antara Berat Segar dengan Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah

Berat Segar Rimpang yang Telah Dipapari Medan Magnet (gram)	Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah (% inhibisi)
12,428±0,425	91,049±1,569
13,0228±0,300	91,474±1,457
13,278±0,383	93,618±3,762
13,7768±0,342	88,269±1,435
13,9325±0,278	85,453±3,543
12,7928±0,232	84,550±5,797

Setelah diperoleh data hubungan antara berat segar dengan kadar kalium rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) seperti pada tabel 4.18 selanjutnya dilakukan plot grafik seperti pada grafik gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Berat Segar Rimpang dengan Kadar Kalium Jahe Merah yang Dipapari Medan Magnet

Gambar 4.7 menunjukkan hubungan berat segar jahe merah yang telah diberi paparan dengan variasi kerapatan fluks magnet terhadap kadar kalium yang terdapat pada rimpang jahe merah. Grafik tersebut selanjutnya dilakukan uji Korelasi *Product Moment* pada SPSS sehingga diperoleh seperti pada tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Uji Korelasi *Product Moment* Pengaruh Berat Segar terhadap Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

		Berat Segar	Kadar Kalium
Berat Segar	Koefisien Korelasi	1	0,799*
	Sig. (2-Arah)		0,031
	Jumlah Kuadrat dan Perkalian Silang	1,936	3,959
	Kovarians	0,323	0,660
	Jumlah Data	7	7
Kadar Kalium	Koefisien Korelasi	0,799*	1
	Sig. (2-arah)	0,031	
	Jumlah kuadrat dan perkalian silang	3,959	12,696
	Kovarians	0,660	2,116
	Jumlah Data	7	7

Sig (2-Arah).

H_0 = Tidak terdapat hubungan/korelasi antara berat segar dengan aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) yang telah dipapari medan magnet

H_1 = Terdapat hubungan/korelasi antara berat segar dengan aktivitas antioksidan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) yang telah dipapari medan magnet

Syarat = jika sig (2-arah). $< 0,05$ maka H_0 ditolak

Hasil uji Korelasi *Product Moment* yang terlihat pada tabel 4. 19 menunjukkan bahwa besarnya koefisien korelasi yaitu 0,799. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut kurang dari 1 yang artinya terdapat hubungan yang kuat. Arah hubungan dapat dilihat pada tanda positif dan negatif pada besarnya koefisien korelasi. Pada tabel 4.19 menunjukkan bahwa tanda koefisien korelasi adalah positif, artinya apabila berat segar meningkat maka kadar kalium dalam rimpang jahe merah juga akan meningkat. Hasil pada tabel 4.19 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,031 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa terdapat hubungan/korelasi antara berat segar terhadap kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*).

4.2 Pembahasan

Tanaman jahe merah yang telah diberi perlakuan paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks magnet 0,1 mT; 0,2 mT; 0,3 mT; 0,4 mT; 0,5 mT; 0,6 mT dengan lama waktu 20 menit per hari selama 5 hari berturut-turut dengan jahe merah yang tidak diberi perlakuan (kontrol) menunjukkan hasil perbedaan yang nyata meliputi parameter tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium yang terkandung dalam rimpang jahe merah. Perlakuan paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman, berat segar, dan kadar kalium jahe merah yang optimum yaitu ketika kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT. Sedangkan perlakuan paparan medan magnet terhadap aktivitas antioksidan rimpang jahe merah yang optimum yaitu ketika kerapatan fluks magnet sebesar 0,2 mT.

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan salah satu jenis radiasi *non ionizing* yang mana medan magnet tidak dapat mengionisasi molekul pada bahan yang dikenai. Medan magnet ELF menghasilkan energi radiasi yang berdampak pada serapan radiasi yang diterima suatu sampel dalam medan magnet tersebut (Ackerman et al., 1988). Laju transport energi radiasi yang mengenai suatu sampel disebut dengan vektor pointing yang bergantung pada luasan dan waktu serapan tertentu. Apabila pada molekul bermuatan bertemu dengan medan magnet, maka akan terjadi pembelokkan arah gerak yang dipengaruhi oleh gaya magnet tersebut atau yang dikenal dengan gaya Lorentz (\vec{F}) (Mardhika Wulansari, Sudarti, 2017). Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\vec{F} = q\vec{V} \times \vec{B}$$

Paparan medan magnet terhadap suatu bahan dapat berpengaruh pada pergerakan ion-

ion melalui fluks magnetik dan menyebabkan terjadinya potensial membran (Sudarti et al., 2021). Tanaman yang diberi perlakuan paparan medan magnet dapat mempengaruhi proses proliferasi sel. Hal ini mampu menyebabkan peningkatan metabolisme sel sehingga dapat berpengaruh terhadap cepat atau lambatnya pertumbuhan suatu tanaman. Meningkatnya aktivitas metabolisme sel salah satunya dapat berakibat pada pertambahan tinggi tanaman yang lebih cepat. Hal ini linier dengan hasil penelitian bahwa pada tanaman jahe merah yang diberikan perlakuan medan magnet mengalami pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih cepat dibandingkan dengan tanaman kontrol, khususnya pada perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT yang mampu menghasilkan tinggi tanaman optimum yaitu 31,60 cm pada minggu ketujuh dan menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yaitu 24,48 cm.

Peningkatan aktivitas enzim α -amilase yang diakibatkan oleh perlakuan medan magnet dapat membuat proses perkecambahan (pembentukan akar) pada tanaman yang diberi perlakuan menjadi optimum. Sehingga pembentukan akar menjadi lebih cepat dan menyebabkan proses penyerapan nutrisi semakin baik daripada sampel kontrol. Selain mempengaruhi enzim α -amilase, perbedaan berat diakibatkan adanya pengaruh perlakuan medan magnet pada berkas pengangkut yang bertugas untuk mengangkut unsur hara juga air dari media tanam menuju tumbuhan (Sudarti et al., 2021). Terbukti pada hasil penelitian ini bahwa pada tanaman jahe merah yang diberikan perlakuan medan magnet mengalami pertambahan berat segar rimpang jahe merah dibandingkan dengan tanaman kontrol, khususnya pada perlakuan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,4 mT yang mampu menghasilkan berat segar optimum yaitu 13,9325 gram.

Medan magnet dikenal sebagai faktor lingkungan yang paling banyak mempengaruhi ekspresi gen. Oleh karena itu dengan augmentasi reaksi biologis seperti sintesis protein, biomassa akan meningkat dan sebaliknya. Peningkatan biomassa membutuhkan perubahan metabolisme terutama peningkatan sintesis protein. Diasumsikan bahwa penambahan berat biomassa segar akan menjadi hasil dari lebih banyak sintesis protein atau lebih banyak sintesis karbohidrat dan lipid atau dikarenakan penyerapan air yang lebih banyak (Shabrangi et al., 2010).

Suatu objek atau benih tanaman yang dipapari medan magnet dapat dengan mudah menembus membran plasma benih dan menginduksi perubahan struktural di dalamnya dan mentransfer sinyal air dan energi ke dalam sel. Menurut (De Souza et al., 2014) bahwa perlakuan medan magnet non-seragam dengan frekuensi yang sangat rendah sebelum penaburan dapat diterapkan di pertanian untuk meningkatkan perkecambahan, kemunculan di lapangan, pertumbuhan tanaman, perkembangan dan hasil. Medan magnet menginduksi perubahan fluks ionik melintasi membran sel yang menyebabkan perubahan dalam mekanisme penyerapan air. Perlakuan magnetik meningkatkan pergerakan ion melintasi membran plasma dan peningkatan serapan asam amino (Stange et al., 2002) dan meningkatkan kandungan ion dan biosintesis klorofil serta karoten yang berguna untuk nutrisi yang terkandung dalam benih (Dhawi dan Al-khayri, 2009).

Perlakuan secara magnetis dapat meningkatkan viabilitas benih dengan mempengaruhi proses biokimia yang melibatkan radikal bebas dengan merangsang aktivitas protein dan enzim. Efek ini dapat dijelaskan dengan aksi medan magnet pada metabolisme tanaman seperti fotosintesis, aktivitas hormonal dan enzimatik serta pergerakan zat terlarut endogen, terutama karbohidrat, zat pengatur tumbuh

dan enzim (Turan, 2007). Reaksi yang dikatalisis oleh enzim yang melibatkan intermediet dengan pasangan radikal bebas juga disebut “mekanisme pasangan radikal” (RPM). Medan magnet frekuensi rendah mempengaruhi modulasi laju konversi singlet-triplet dari pasangan radikal bebas. Dalam proses rantai pernapasan mitokondria, porfirin menghasilkan radikal bebas yang juga dapat dipengaruhi oleh medan magnet luar karena mempengaruhi konversi singlet-triplet (Occhipinti et al., 2014).

Medan magnet juga mempengaruhi aktivitas enzim, ekspresi gen, dan pelepasan kalsium dari situs penyimpanan intraseluler, yang pada gilirannya mempengaruhi struktur membran, pertumbuhan sel, dan kematian sel. Organisme hidup telah mengembangkan jalur metabolisme yang mengarah ke akumulasi antioksidan termasuk sistem enzim untuk melindungi sel terhadap oksidasi dalam kondisi berbagai tekanan seperti medan magnet (Shabrangi et al., 2010).

Secara khusus, medan magnet mempengaruhi aktivitas antioksidan dan meningkatkan aktivitas ion radikal bebas pada tumbuhan. Studi lain telah melaporkan beberapa efek negatif medan magnet pada tanaman. Efek tersebut antara lain menghambat pertumbuhan sel, meningkatkan radikal bebas, meningkatkan lignin dan suberin pada dinding sel (Sarraf et al., 2020). Efek medan magnet telah dikaitkan dengan pelepasan proses radikal bebas yang melintasi membran dan juga lipid dalam membran sel yang peka terhadap kerusakan oksidatif karena beberapa radikal bebas cenderung terkonsentrasi di membran dan menyebabkan kerusakan oksidatif yang dikenal sebagai "peroksidasi lipid". Pada penelitian ini menunjukkan bahwa ketika tanaman jahe merah diberi perlakuan medan magnet diperoleh hasil aktivitas antioksidan rimpang jahe merah yang

optimum pada kerapatan fluks magnet 0,2 mT yaitu 93,618 %. Namun selanjutnya mengalami penurunan dibandingkan dengan tanaman kontrol pada kerapatan fluks magnet 0,3 mT, 0,4 mT, 0,5 mT, dan 0,6 mT. Hal ini dapat terjadi karena adanya peningkatan ion radikal bebas yang disebabkan medan magnet, sehingga aktivitas antioksidan atau kemampuan senyawa dalam menangkal ion radikal bebas menurun.

Semakin bertambahnya ion radikal bebas dapat menyebabkan stres oksidatif, dan stres oksidatif dapat menyebabkan perubahan aktivitas enzimatik, ekspresi gen, dan pelepasan kalsium dari simpanan intraseluler. Selain itu, stres ini dapat mempengaruhi struktur membran dan pertumbuhan sel serta menyebabkan kematian sel (apoptosis). (Sarraf et al., 2020). Medan magnet diketahui mempengaruhi rekombinasi pasangan radikal dan mereka dapat meningkatkan konsentrasi radikal bebas oksigen dalam sel hidup. Peningkatan konsentrasi radikal bebas menciptakan stres oksidatif, meningkatkan respon stres dan beberapa reaksi biologis, seperti kerusakan DNA terjadi di bawah konsentrasi ini (Shabrangy & Majd, 2009).

Perlakuan medan magnet menggunakan takaran yang sesuai mampu mengoptimalkan produktivitas tanaman jahe merah. Medan magnet dapat mengakibatkan sifat fisika maupun sifat kimia air sehingga dapat menyerap ke dalam tumbuhan dengan lebih mudah dan mampu mengaktifkan sel tumbuhan sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih subur. Medan magnet diketahui dapat mempengaruhi penyerapan nutrisi tanaman dari media tanam. Kekuatan medan magnet dapat menghasilkan efek stimulasi pada metabolisme tanaman, seperti fotosintesis dan keseimbangan hormon dan enzim (Turan, 2007). Medan

magnet dapat mengisi sel tanaman secara negatif, sehingga memudahkan akar untuk mengambil ion bermuatan positif, termasuk K, P, N, Ca, dan Mg. Ion-ion ini penting untuk sintesis protein dan membentuk struktur sel, aktivator enzim dan komponen klorofil, sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan kontrol. (Prasetyo, 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Djoyowasito et al., 2021) menunjukkan tanaman yang telah dipengaruhi oleh medan magnet mengandung komponen mikro seperti kalsium (Ca), kalium (K) dan lainnya yang dengan mudah dapat masuk ke dalam tanaman dan dapat meningkatkan kandungan nutrisi tanaman. Hal ini dapat dibuktikan pada hasil penelitian bahwa tanaman jahe merah yang diberi perlakuan medan magnet dapat menghasilkan kadar kalium rimpang jahe merah yang lebih meningkat dibandingkan dengan kontrol. Khususnya pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT menghasilkan kadar kalium rimpang jahe merah optimum yaitu 16,032 %. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi medan magnet mampu meningkatkan serapan mineral yang berujung pada peningkatan pertumbuhan tanaman (Radhakrishnan et al., 2012). Namun mengalami penurunan dibanding kontrol pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT yang menunjukkan bahwa dosis efektif medan magnet terhadap jahe merah adalah pada kerapatan fluks magnet 0,4 mT

4.3 Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam

Sampai saat ini para petani di Indonesia nampak sangat dominan untuk meningkatkan hasil pertanian secara nyata dan cepat menggunakan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik (N,P,K) secara terus-menerus dan berlebihan, tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik menyebabkan tanah menjadi keras dan produktivitas tanaman menurun. Hal ini mampu menurunkan

tingkat kesuburan tanah, misalnya unsur kalium dalam pupuk anorganik (N,P,K) yang merupakan salah satu unsur hara yang mudah tercuci, sehingga tanah akan kekurangan unsur kalium yang dapat menurunkan kesuburan tanah. Namun penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat memberikan dampak yang tidak baik secara langsung maupun tidak bagi lingkungan. Sebagaimana firman Allah Swt dalam Q.S Al-A'raf ayat 56 yang menegaskan larangan kepada manusia agar tidak berbuat kerusakan di bumi.

﴿٤٥﴾ وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ حَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diciptakan dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut sehingga kamu lebih khusyuk dan terdorong untuk menaati-Nya, dan penuh harap terhadap anugerah-Nya dan pengabulan doamu. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan” Q.S Al-A'raf [7]: 56

Menurut Quraish Shihab larangan dalam berbuat kerusakan yang ditegaskan pada Q.S Al-A'raf ayat 30 adalah salah satu bentuk yang menggambarkan *isyraf*. Seluruh alam semesta dan seisinya diciptakan oleh Allah Swt dalam keadaan yang sempurna agar manusia tercukupi kebutuhannya dan ditugaskan untuk memperbaikinya. Allah Swt mengutus Nabi sebagai bentuk perbaikan untuk membenahi dan meluruskan kehidupan masyarakat. Ayat diatas menjelaskan secara tegas mengenai larangan perusakan, meskipun merusak sesuatu yang baik juga dilarang (Quraish Shihab, 2011).

Larangan berbuat kerusakan dalam ayat tersebut mencakup semua bidang, diantaranya yaitu larangan merusak lingkungan hidup, merusak pergaulan, sumber-sumber penghidupan, dan lain-lain. Bumi ini telah diciptakan oleh Allah Swt dengan penuh kesempurnaan yang ditujukan kepada manusia supaya dikelola sebaik mungkin agar hidupnya sejahtera (Muhammad, 2022). Rusaknya kelestarian

lingkungan dapat terjadi akibat pengaruh faktor eksternal seperti perilaku manusia, contohnya seperti pemakaian pupuk anorganik yang berlebihan secara terus menerus terhadap tanaman dapat membahayakan bagi lingkungan. Salah satu upaya dalam meminimalisir penggunaan pupuk anorganik terhadap tanaman adalah dengan menggunakan teknologi yang ramah lingkungan, yaitu pemanfaatan teknologi medan magnet. Teknologi ini bersifat ekonomis dan tidak menimbulkan radiasi yang berbahaya bagi lingkungan serta efek yang dihasilkan bersifat non formal. Keuntungan yang dapat diperoleh pada teknologi ini adalah dapat mengoptimalkan kesuburan proses pertumbuhan dan nilai nutrisi tanaman (Reza Emelia, Yuni Wulan Sari, Trapsilo Prihandono, 2015).

Jahe dalam proses pertumbuhan dan perkembangannya membutuhkan air sebagai salah satu komponen fisik yang sangat penting dan diperlukan dalam jumlah yang banyak. Al-Quran menjelaskan bahwa air adalah anugerah dari Allah, sehingga memiliki nilai sakral dan bahwa air adalah salah satu unsur kehidupan yang paling penting, dari tumbuhan hingga hewan hingga manusia, semua kehidupan bergantung pada air. Air dianggap tidak hanya sebagai elemen yang penting dan bermanfaat, tetapi juga elemen dengan makna yang dalam dan konsekuensi yang sangat mengesankan. Seperti dalam firman Allah pada Q.S Al-Anbiya' ayat 30:

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^{۝۳} وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣﴾

Artinya: “Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?” Q.S Anbiya' [21]: 30

Ayat tersebut dapat dipahami bahwasanya air adalah komponen dasar akan terciptanya suatu keberlangsungan hidup. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan, konsep ini telah menunjukkan banyak hal. Air memegang peranan yang sangat penting, mulai dari interaksi biologis, metabolisme, dan fungsi kimia dalam sel. Air adalah pelarut yang sangat baik, mengangkut nutrisi dan limbah pencernaan ke dan dari sel atau jaringan. Oksigen yang berasal dari tumbuhan tersusun dari air. Pada dasarnya secara ilmiah udara yang kita hirup juga berasal dari air. Demikian juga dalam proses kapiler air, air akan berjalan naik dari akar menuju batang kemudian sampai ke daun tanpa pompa, hal seperti itu adalah sifat unik yang diciptakan Allah SWT dalam air yang membantu tanaman tumbuh dan hidup (Ahlam Suskha, Rusydi AM, 2020).

Allah Swt menciptakan segala sesuatu di muka bumi ini beserta isinya pasti memiliki faedah di dalamnya. Diantaranya yaitu tumbuh-tumbuhan yang Allah Swt telah menumbuhkannya dengan berbagai macam jenis serta kandungan yang bermanfaat di dalamnya. Jahe merupakan salah satu tanaman obat yang memiliki banyak khasiat untuk kesehatan. Senyawa fenol merupakan salah satu senyawa yang terkandung dalam jahe merah yang bersifat sebagai antioksidan. Senyawa fenol yang ada pada rimpang jahe merah berpotensi untuk mencegah hemolisis dan menghambat reaksi oksidasi radikal bebas didalam tubuh. Selain itu, Rimpang jahe merah mengandung gingerol yang memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antikarsinogenik, antimutagenik, dan antitumor (Rukhayyah et al., 2022). Tanaman ini mampu mengobati berbagai macam penyakit seperti obat anti radang, mencegah masalah kulit, mencegah kanker, memperkuat sistem kekebalan tubuh, meningkatkan obat masuk angin, membantu menurunkan berat badan,

meredakan mual, menghilangkan nyeri, detoksifikasi tubuh, dan lain sebagainya (Syaputri et al., 2021).

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan aktivitas antioksidan serta kadar kalium jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Paparan medan magnet dapat berpengaruh terhadap berat segar, aktivitas antioksidan, dan kadar kalium tanaman jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Dimana tanaman jahe merah yang diberi perlakuan medan magnet selama 20 menit dengan variasi kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT memperoleh hasil optimal pada berat segar dan kadar kalium jahe merah dibandingkan perlakuan lainnya. Rata-rata berat buah pada sampel kontrol yakni 12,428 gram dan rata-rata berat buah pada perlakuan kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT yakni 13,9325 gram. Rata-rata kadar kalium pada sampel kontrol yakni 12,8 % dan rata-rata kadar kalium pada perlakuan kerapatan fluks magnet sebesar 0,4 mT yakni 16,032 %. Sedangkan perlakuan medan magnet variasi kerapatan fluks magnet sebesar 0,2 mT memperoleh hasil optimal pada aktivitas antioksidan jahe merah dibandingkan perlakuan lainnya. Rata-rata berat buah pada sampel kontrol yakni 91,049 % dan rata-rata berat buah pada perlakuan kerapatan fluks magnet sebesar 0,2 mT yakni 93,618 %.
2. Hubungan antara berat segar jahe merah yang telah diberi perlakuan kerapatan fluks magnet dengan aktivitas antioksidan menghasilkan hubungan yang negatif, yaitu semakin berat bobot buah jahe merah maka aktivitas antioksidannya semakin menurun. Sedangkan hubungan antara berat jahe

merah yang telah diberi perlakuan kerapatan fluks magnet terhadap kadar kalium menghasilkan hubungan yang positif, yaitu semakin berat bobot buah maka kadar kaliumnya semakin meningkat pula.

5.2 Saran

Saran dari penulis yang dapat disampaikan mengenai penelitian ini untuk penelitian yang lebih lanjut yaitu:

1. Dapat dilakukan penelitian mengenai perlakuan pemaparan medan magnet pada tanaman hingga panen agar hasil yang diperoleh lebih baik dan akurat.
2. Dapat dilakukan penelitian mengenai perlakuan pemaparan medan magnet pada tanaman yang dikombinasikan dengan perlakuan lain agar diperoleh hasil yang lebih optimal.
3. Dapat dilakukan penelitian mengenai perlakuan pemaparan medan magnet pada tanaman dengan parameter biofisik yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, Eugene. (1988). *Ilmu Biofisika*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Agus Hendra Wibawa, I. P., & Tirta, I. G. (2021). AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METHANOL JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade), BAYAM HIAS MERAH (*Iresine herbstii* Hook.) DAN AZOLLA MERAH (*Azolla pinnata* R. Br.). *Jurnal Widya Biologi*, 12(02), 77–80. <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v12i02.2140>
- Ahlam Suskha, Rusydi AM, U. W. (2020). Manfaat Air Bagi Tumbuhan: Perspektif Al-Qur'an Dan Sains. *AL QUDS : Jurnal Studi Alquran Dan Hadis*, 4(2), 427. <https://doi.org/10.29240/alquds.v4i2.1638>
- Ahsani, D. N. (2014). Mitokondria sebagai target terapi kanker. *JKKI*, 6(1).
- Aidin, A., Sahiri, N., & Madauna, I. (2016). Pengaruh jenis rimpang dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan bibit jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc.). *J Agrotekbis*, 4(4), 394–402.
- Akhmad, F. (2010). Rancang Bangun Alat Ukur Tegangan Induksi Menggunakan Virtual Lock-In Amplifier Sebagai dasar Pengukuran Suseptibilitas Magnet AC. Universitas Indonesia.
- Aladadjijyan, A. (2007). THE USE OF PHYSICAL METHODS FOR PLANT GROWING STIMULATION IN BULGARIA. *Journal of Central European Agriculture*, 8(3), 369–380.
- Ardiansyah, A., Ardianti, R., Pendidikan, N., Fkip, F., Siliwangi, U., Jawa, T., Indonesia, B., Percobaan, A., Kunci, K., Magnet, M., Pada, L. P., & Oersted, H. C. (2001). *Medan magnet*.
- Asmin, L. O. (2020). Hukum Biot-Savart, Hukum Ampere dan Aplikasinya. IAIN
- Awanis, M. A., & Mutmainnah, A. A. (2016). Uji Anti Bakteri Ekstrak Oleoresin Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrub*) Terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 3(1), 33–41.
- Badan Litbang & Diklat Kementrian Agama RI. 2011. Tumbuhan dalam Perspektif AL-Qur'an dan Sains. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Bangkit, H., & Ruhimat, M. (2015). Kalibrasi Magnetometer Tipe 1540 Menggunakan Kalibrator Magnetometer. *Berita Dirgantara*, 16(2), 55–60.
- Basma, A. A., Zakaria, Z., Latha, L. Y., & Sasidharan, S. (2011). Antioxidant activity and phytochemical screening of the methanol extracts of *Euphorbia hirta* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(5), 386–390. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60109-0](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60109-0)
- Bhatt, V., Rautela, R. S., Sharma, P., Tiwari, D. C., & Khushu, S. (2010). Design & Development of Helmholtz Coil for Hyperpolarized MRI. Proceedings of the COMSOL Conference, 1–6.
- Buyukuslu, N, Celik, O, Atak C. 2006. The effect of magnetic field on the activity of

superoxide dismutase. *Journal of cell and molecular biology*. 5:57-62.

- Cakmak, T., Dumlupinar, R., & Erdal, S. (2010). *Acceleration of Germination and Early Growth of Wheat and Bean Seedlings Grown Under Various Magnetic Field and Osmotic Conditions*. 129(December 2008), 120–129. <https://doi.org/10.1002/bem.20537>
- De Souza, A., García, D., Sueiro, L., & Gilart, F. (2014). Improvement of the seed germination, growth and yield of onion plants by extremely low frequency non-uniform magnetic fields. *Scientia Horticulturae*, 176, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.06.034>
- Dhawi, F., Al-khayri, J. M., Hassan, E., Palm, D., & Sciences, F. (2009). Static Magnetic Field Influence on Elements Composition in Date Palm (*Phoenix dactylifera* L .). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(2), 161–166.
- Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., Lutfi, M., Maulidiyah, A., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2021). Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 7(1), 8–19. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/452>
- Ernita Apriani, Suparno, Aminatul Munawaroh, R. (2021). PROSES PEMBUATAN KRIM KEJU KACANG TANAH DENGAN MEMANFAATKAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF). *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 2(3), 6.
- Fuad, F., Sudarti, & Harijanyo, A. (2018). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 3(2), 46–51.
- Gayatri, I. A. P. I., Rupiasih, N. N., & Sumadiyah, M. (2019). The Design of a Homogeneous Magnetic Field Generator for Applications in Membrane Making. *Buletin Fisika*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.24843/bf.2019.v20.i01.p01>
- Ginisa Ardiyani, Erwin, S. (2015). DESAIN PEMBUATAN DAN UJI COBA KUMPARAN HELMHOLTZ BERBENTUK LINGKARAN. *JOM FMIPA*, 2(3), 1576–1580.
- Gumantan, A., Mahfud, I., Yuliandra, R., & Indonesia, U. T. (2020). PEMBERLAKUAN NEW NORMAL DAN PENGETAHUAN. *Sport Science & Education Journal*, 1(2), 18–27.
- Gumantan, A., Nugroho, R. A., & Yuliandra, R. (2021). Journal Sport Area Learning during the covid-19 pandemic : Analysis of e-learning on sports education students. *Journal Sport Area*, 6(1), 51–58.
- Hadiyanto DK. (2011). Pengaruh komposisi media organik terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Skripsi. Jurusan

- Budidaya Pertanian FP. Universitas Jember.
- Hamim, Samir Abdul dkk. 2015 Ensiklopedia Sains Islami. Cet.1. Tangerang: PT.Kamil Pustaka.
- Handrianto, P. (2016). Uji ANTIBAKTERI EKSTRAK JAHE MERAH *Zingiber officinale* var. *Rubrum* TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*. *Journal of Research and Technology*, 2(1), 1–4.
- Hapsoh, Hasanah, Y., & Julianti, E. (2010). Budidaya dan Teknologi Pasca Panen Jahe. In *USU Press medan* (Vol. 3).
- Hargono, Fitra Pradhita, M. P. A. (2015). Pemisahan Gingerol Dari Rimpang Jahe Segar Melalui Proses Ekstraksi Secara Batch. *Riskesdas 2018*, 3, 103–111.
- Hawa, P. A. L. (2011). Alat Ukur Distribusi Medan Magnet pada Kumparan Helmholtz. Universitas Indonesia
- Herawati, I. E., & Saptarini, N. M. (2020). Studi Fitokimia pada Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe Var. Sunti Val). *Majalah Farmasetika.*, 4(Suppl 1), 22–27. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v4i0.25850>
- Hoyazn, M., Amira, M., Saeed, A. Q. 2010. Magnetic Water Application for Improving Wheat (*Triticum aestivum* L.) Crop Production. *Agriculture and biology. Journal.* 2151-7517
- Huang, B., Wang, G., Chu, Z., dan Qin L., 2012, Effect of oven drying, microwave drying, and silica gel drying methods on the volatile components of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) by HS-SPME-GC-MS. *Drying Technol.* 30(3): 248–55. <https://doi.org/10.1080/07373937.2011.634976>.
- Indah Aryanti, Eva Sartini Bayu, E. H. K. (2015). Identifikasi Karakteristik Morfologis dan Hubungan Kekerabatan pada Tanaman Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di Desa Dolok Saribu Kabupaten Simalungun. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(3), 963–975.
- Juliarti, Defi. 2021. Jahe (Zanjabil) sebagai minuman surgawi dalam Tafsir Al-Maraghi (Studi Kitab Tafsir Ahmad Mustafa Al-Maraghi). Skripsi IAIN Bengkulu.
- Johannes, Prof. Ir. H. (1995). LISTRIK dan MAGNET Cetakan Kedua. Jakarta: Balai Pustaka.
- Kaluku, K. (2018). Global Health Science. *Global Health Science*, 3(4), 394–399.
- Kurnianingsih, A., & Supriadi. (2022). Analisis Kadar Kalium (K) pada Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) Menggunakan Metode Spektrofotometri. *Media Eksakta*, 18(1), 58–63.
- Kong, Jin Au dan Liang Chi Shen. (2001). Apliaksi Elektromagnetik Ed. 3, Cet. 1. Jakarta: Erlangga.
- Krikos, C. 2018. Foundation of Electromagnetic Theory. *Journal Science*, (February), pp. 1–84.

- Luh, N., Fitriani, C., & Walanda, D. K. (2012). PENENTUAN KADAR KALIUM (K) DAN KALSIMUM (Ca) DALAM LABU SIAM (*Sechium Edule*) SERTA PENGARUH TEMPAT TUMBUHNYA Determination of Potassium (K) and Calcium (Ca) Content in Chayote (*Sechium Edule*) and The Effects With its Growth Soil. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 174–180.
- Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. Bin. (2019). Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*zingiber officinale roscoe*). *Foods*, 8(6), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods8060185>
- Mardhika Wulansari, Sudarti, R. D. H. (2017). PENGARUH INDUKSI MEDAN MAGNET EXTREMLY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN PIN HEAT JAMUR KUPING (*Auricularia auricula*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 181–189.
- Martani, P (2015). Efektifitas Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn, Var. *rubrum*) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* DAN, Semarang: Politeknik Kesehatan.
- Muhammad, A. (2022). Urgensi Pelestarian Lingkungan Hidup Dalam Al-Qur'an. *Jurnal Pillar : Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 13(1), 67–87.
- Nahak, G., & Sahu, R. K. (2011). Evaluation of antioxidant activity of flower and seed oil of *Azadirachta indica*. *Journal of Applied and Natural Science*, 3(1), 78–81.
- Nuriyah, S., & Sudarti. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500 μ T Terhadap pH dan Kualitas Fisik Cabai Rawit Hijau Effect of Exposure to Magnetic Field ELF (Extremely Low Frequency) 500 μ T on pH and Physical Quality of Green Cayenne Pepper. *Penelitian Fisika Dan Terapannya*, 3(3). <http://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Jupiter> DOI:
- Nurseha, A., Saputra, A., Kurniati, R., Wahyuni, S., Faujiah, T., Desa, P., & Merah, J. (2022). Optimalisasi potensi desa sindangsari melalui inovasi pembuatan es krim jahe merah. ... *Journal of Community* ..., 2(1), 52–57. <http://icjcs.esc-id.org/index.php/home/article/view/56>
- Occhipinti, A., Santis, A. De, & Maffei, M. E. (2014). Magnetoreception : an unavoidable step for plant evolution? *Trends in Plant Science*, 19(1), 2–5. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.10.007>
- Octariani, S., Mayasari, D., & Ramadhan, A. M. (2021). Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, April 2021, 135–138. <http://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/416/399>
- Pardede, T. R., & Muftri, S. (2013). Penetapan kadar kalium, natrium dan magnesium pada semangka (*Citrullus vulgaris*, Schard) daging buah berwarna kuning dan merah secara spektrofotometri serapan atom. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Prastio, R. P. (2015). Kumparan Helmholtz. 1–7.

- Prasetyo, A. V. (2020). Pengaruh Medan Magnet Terhadap Diameter Perkecambah Kacang Hijau. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 5(1), 66–70. <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i1.2030>
- Prihatin, W. N., Sudarti, & Prihandono, T. (2020). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Biomassa Tanaman Edamame. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(3), 51–57.
- Pujiasmanto, B., Triharyono, E., Sulandjari, Harsono, P., Pardono, Widijanto, H., & Setyaningrum, D. (2021). Potensi Jahe Merah (*Zinger officinale* Var. Rubrum) pada Berbagai Media Pupuk di Polybag. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*, 5(1), 245–252.
- Quraish Shihab, K. M. (2011). Pendidikan Lingkungan Hidup dan Implementasinya dalam Pendidikan Islam (Analisis Surat Al-A'raf Ayat 56-58 Tafsir Al Misbah).
- Radhakrishnan, R., Diana, B., & Kumari, R. (2012). Plant Physiology and Biochemistry Pulsed magnetic field: A contemporary approach offers to enhance plant growth and yield of soybean. *Plant Physiology et Biochemistry*, 51, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.10.017>
- Redi Aryanta, I. W. (2019). Manfaat Jahe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(2), 39–43. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i2.463>
- Review, R. (2021). *Kandungan Zat Gizi , Fitokimia , dan Aktivitas Farmakologis*. 1(2).
- Reza Emelia, Yuni Wulan Sari, Trapsilo Prihandono, S. (2015). POTENSI MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) UNTUK MEMPERCEPAT PERTUMBUHAN TANAMAN. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 164–170.
- Rukhayyah, K. K., Kawareng, A. T., & Sastyarina, Y. (2022). Studi Literatur: Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) Menggunakan Metode 2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 15, 242–245. <https://doi.org/10.25026/mpc.v15i1.648>
- Sada, N. A., & Rahman, N. (2014). Analisis Kadar Mineral Natrium dan Kalium Pada Daging Buah Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr) di Kota Palu The Analysis of Sodium Mineral Level and Potassium in Pineapple flesh (*Ananas comosus* (L) Merr) in Palu City. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(2), 317–321.
- Safitri, A., & Azmi, N. D. (2010). *Peningkatan produksi dan kualitas rimpang jahe (Zingiber officinale Roxb.) melalui aplikasi Ethepon dan Paclobutrazol [PKM]*. 1–11. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/27705>
- Salsabila dan Hendera. (2021). *THE BENEFITS OF RED GINGER DURING A PANDEMIC COVID-19 IN A DESA*. 231–236.
- Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., & Santos, L. O. (2020). Magnetic Field (MF) Applications in Plants : An Overview. *Plants*, 9(9), 1139.

- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2010). Fisika Untuk Sains dan Teknik Buku 2 Edisi 6 (M. Astriani (ed.)). Salemba Teknika.
- Shabrangi, A., Majd, A., Sheidai, M., Nabyouni, M., & Dorrnian, D. (2010). Comparing effects of extremely low frequency electromagnetic fields on the biomass weight of C3 and C4 plants in early vegetative growth. *PIERS 2010 Cambridge - Progress in Electromagnetics Research Symposium, Proceedings, January 2015*, 593–598.
- Shabrangy, A., & Majd, A. (2009). Effect of Magnetic Fields on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants. *PIERS Proceedings , Beijing, China*, 1142–1147.
- Shihab, M. Quraish. 2002. Tafsir al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an, Vol.I, Jakarta: Lentera Hati. Shihab M. Quraish. 2004. Tafsir Al-Misbah Jilid 14. Jakarta : Lentera Hati. (hlm 663)
- Sitanggang, S. S. (2013). Penetapan kadar kalsium, kalium, dan natrium dalam buah nanas (*ananas comosus* (L.) Merr.) Cayenne secara spektrofotometri serapan atom. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Soedoyo, Peter. (1998). *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 2 Listrik-Magnet*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Stange, B.C., Rowland, R.E., Rapley, B.I., Podd, J.V., 2002. ELF magnetic fields increase amino acid uptake into *Vicia faba* L. roots and alter ion movement across the plasma membrane. *Bioelectromagnetics* 23, 347–354
- Sudarti, Handoko, & Laksmiari, K. (2021). ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP MASSA TANAMAN CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum*.L). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(1), 15–21.
- Suryatin, B. 2008. Fisika IX. Jakarta: PT Grafindo.
- Syaputri, E. R., Selaras, G. H., & Farma, S. A. (2021). Manfaat Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) Sebagai Obat-obatan Tradisional (Traditional Medicine). *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, 1, 579–586.
- Syukur C. 2002. Agar Jahe Berproduksi Tinggi, Cegah Layu Bakteri dan Pelihara secara Intensif. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syukur, C. 2006. Agar Jahe Berproduksi Tinggi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tipler, Paul A. (2001). Fisika Untuk Sains dan Teknologi. Alih Bahasa Oleh Bambang Soegijono. Jakarta: Erlangga.
- Turan, M. (2007). *Alternating Magnetic Field Effects on Yield and Plant Nutrient Element Composition of Strawberry (Fragaria x ananassa cv. Camarosa)*. 4710. <https://doi.org/10.1080/09064710310019748>
- Wang, J. Yun Tian, G. Simm, A. Lucas, G.P. 2008. Simulation of Magnetic Field Distribution of Excitation Coil for EM Flow Meter and its Validation Using Magnetic Camera. 17th World Conference on Nondestructive Testing, 2(2), pp. 25–28.

- Widiya, M., Jayati, R. D., & Fitriani, H. (2019). Karakteristik Morfologi dan Anatomi Jahe (*Zingiber Officinale*) Berdasarkan Perbedaan Ketinggian Tempat. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 2(2), 60–69. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v2i2.854>
- Wiendarlina, I. Y., & Sukaesih, R. (2019). PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN JAHE EMPRIT (*Zingiber officinale* var *Amarum*) DAN JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var *Rubrum*) DALAM SEDIAAN CAIR BERBASIS BAWANG PUTIH DAN KORELASINYA DENGAN KADAR. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(1), 315–324.
- Wiratno, Siswanto, & Trisawa, I. M. (2013). Perkembangan Penelitian, Formulasi, dan Pemanfaatan Pestisida Nabati. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 32(4), 150–155.
- Yaswir, R., & Ferawati, I. (2012). Tinjauan Pustaka Fisiologi dan Gangguan Keseimbangan Natrium, Kalium dan Klorida serta Pemeriksaan Laboratorium. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 1(2), 80–85.
- Yuliandra, R., & Fahrizqi, E. B. (2020). Development Of Endurance With The Ball Exercise Model In Basketball Games Pengembangan Model Latihan Endurance With The Ball Pada Bola Basket biasa, perkembangan ini memiliki dampak positif dan juga dampak negatif pada efektif dan efisien. Bagi seorang. *Jurnal Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan*, 4(9), 61–72.
- Zuhaida, A. (2018). DESKRIPSI SAINTIFIK PENGARUH TANAH PADA PERTUMBUHAN TANAMAN: Studi Terhadap QS. Al A'raf Ayat 58. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 1(2), 61. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v1i2.4055>
- Zulfan, I. (2018). Pelatihan Kewirausahaan Melalui Budidaya Jahe Merah bagi Warga di Kecamatan Jatiningor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(4), 379–381.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DATA HASIL PENELITIAN

1. Tinggi Tanaman

Minggu pertama

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	1,3	1,5	1	1	1,5	1,26	0,2245
0,1	1,8	2	1,5	1	1,7	1,60	0,3406
0,2	2	2,3	1,5	1,8	2,5	2,02	0,3544
0,3	2	2,4	2,2	2,5	3	2,42	0,3370
0,4	3	3,5	2,8	3,3	3	3,12	0,2482
0,5	2,6	2	1,5	1,7	2	1,96	0,3720
0,6	1,5	1	2	1,7	1,9	1,62	0,3544

Minggu kedua

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	3	3,3	3	3	3,1	3,08	0,1166
0,1	3,5	4	4	3	3	3,50	0,4472
0,2	3	4	4,5	3,8	4	3,86	0,4883
0,3	5	5	4,5	4,5	4,7	4,74	0,2245
0,4	5,8	6	6,1	6	6	5,98	0,0980
0,5	5	4	5	4	4	4,40	0,4899
0,6	5	3	4	4	3	3,80	0,7483

Minggu ketiga

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	7,8	7,5	8	8,3	8	7,92	0,2638
0,1	8,7	8	8	8,5	8	8,24	0,3007
0,2	8,7	8,5	9	9	8,7	8,78	0,1939
0,3	9,3	10	8,5	9	10	9,36	0,5817
0,4	11	11,5	10	10	10,5	10,60	0,5831
0,5	8	8,6	9	9	8	8,52	0,4490
0,6	9	8	8,3	8	8	8,26	0,3878

Minggu keempat

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	13,5	13	13	13	12,8	13,06	0,2332
0,1	13	14	13,7	13	13,5	13,44	0,3929
0,2	14,5	14	14	14	13,8	14,06	0,2332
0,3	14	14,8	14,5	15	14	14,46	0,4079
0,4	15	15,5	15	14,7	15	15,04	0,2577
0,5	14,6	14	15	15	14	14,52	0,4490
0,6	14	13,5	14	13,8	13	13,66	0,3774

Minggu kelima

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	17	17	16,6	17	16,7	16,86	0,1744
0,1	16,5	16,8	17	17,5	17	16,96	0,3262
0,2	16,9	17	17,7	18	17	17,32	0,4445
0,3	18	18,3	18	19	18,5	18,36	0,3720
0,4	19,5	19	19,5	19	19,4	19,28	0,2315
0,5	18	18,7	19	18,3	18	18,40	0,3950
0,6	17,5	17,9	18	18	18	17,88	0,1939

Minggu keenam

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	20,5	20	21	20,3	21	20,56	0,3929
0,1	21	21,5	21,7	22	21,7	21,58	0,3311
0,2	22	22,3	22	21,8	22	22,02	0,1600
0,3	23	21,5	22	21,5	22,7	22,14	0,6151
0,4	23,6	23	23,5	23	23,4	23,30	0,2530
0,5	21,7	22	21,5	21,5	22	21,74	0,2245
0,6	21	21,5	21	22	22	21,50	0,4472

Minggu ketujuh

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (cm)					Rata- rata	STD
	1	2	3	4	5		
0	27	26,5	27	26,3	26,8	26,72	0,2786
0,1	27,5	28	27,7	27	27,5	27,54	0,3262
0,2	28	27,5	29	28,5	28	28,20	0,5099
0,3	29	29	30	30	29,5	29,50	0,4472
0,4	30,5	31	31,5	33	32	31,60	0,8602
0,5	28	29	28,7	28	28,5	28,44	0,3929
0,6	27	26,5	27,5	27	27	27,00	0,3162

2. Berat Buah

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan ke- (gram)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol	11,83	12,48	12,14	13,08	12,61	12,428±0,424
0,1	12,68	13,57	12,85	12,98	13,03	13,022±0,299
0,2	13,25	12,98	13,6	13,78	12,74	13,27±0,383
0,3	14,1	13,32	13,45	14,18	13,83	13,776±0,342
0,4	14,23	13,48	13,97	14,05	14,12	13,9325±0,277
0,5	12,64	13,1	12,45	12,98	12,79	12,792±0,232
0,6	12,47	12,86	12,25	12,52	13,12	12,644±0,307

3. Aktivitas Antioksidan

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Ulangan	Konsentrasi Sampel (ppm)	Absorbansi Kontrol	Absorbansi Sampel	Aktivitas Antioksidan	% Inhibisi
0	1	1000	0,8887	0,0753	0,8134	91,527
0	2	1000	0,8904	0,0743	0,8161	91,655
0	3	1000	0,8892	0,0994	0,7898	88,821
0	4	1000	0,891	0,1055	0,7855	88,159
0	5	1000	0,8908	0,0438	0,847	95,083
0,1	1	1000	0,8905	0,0487	0,8418	94,531
0,1	2	1000	0,8904	0,0715	0,8189	91,970
0,1	3	1000	0,8905	0,0797	0,8108	91,050
0,1	4	1000	0,8898	0,0521	0,8377	94,145
0,1	5	1000	0,8908	0,1276	0,7632	85,676
0,2	1	1000	0,8908	0,0676	0,8232	92,411
0,2	2	1000	0,8919	0,0115	0,8804	98,711
0,2	3	1000	0,8993	0,0233	0,876	97,409
0,2	4	1000	0,8949	0,0949	0,8	89,395

0,2	5	1000	0,8998	0,0885	0,8113	90,164
0,3	1	1000	0,8946	0,0867	0,8079	90,309
0,3	2	1000	0,8934	0,087	0,8064	90,262
0,3	3	1000	0,8945	0,1181	0,7764	86,797
0,3	4	1000	0,8943	0,1033	0,791	88,449
0,3	5	1000	0,8942	0,1294	0,7648	85,529
0,4	1	1000	0,8949	0,1131	0,7818	87,362
0,4	2	1000	0,895	0,187	0,708	79,106
0,4	3	1000	0,8959	0,1088	0,7871	87,856
0,4	4	1000	0,8958	0,1506	0,7452	83,188
0,4	5	1000	0,8959	0,0918	0,8041	89,753
0,5	1	1000	0,8966	0,1819	0,7147	79,712
0,5	2	1000	0,8965	0,1526	0,7439	82,978
0,5	3	1000	0,8977	0,1717	0,726	80,873
0,5	4	1000	0,8976	0,0536	0,844	94,029
0,5	5	1000	0,9	0,1336	0,7664	85,156
0,6	1	1000	0,9007	0,1982	0,7025	77,995
0,6	2	1000	0,9018	0,0136	0,8882	98,492
0,6	3	1000	0,9021	0,1908	0,7113	78,849
0,6	4	1000	0,9015	0,1699	0,7316	81,154
0,6	5	1000	0,902	0,1505	0,7515	83,315

4. Kadar kalium

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Konsentrasi (mg/L)	Faktor Pengenceran	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Kadar Kalium (%)
0 (1)	1,54	80.000	123.200	12,32
0 (2)	1,17	80.000	93.600	9,36
0 (3)	1,89	80.000	151.200	15,12
0 (4)	1,53	80.000	122.400	12,24
0 (5)	1,87	80.000	149.600	14,96
0,1 (1)	1,85	80.000	148.000	14,8
0,1 (2)	2	80.000	160.000	16
0,1 (3)	1,16	80.000	92.800	9,28
0,1 (4)	2,03	80.000	162.400	16,24
0,1 (5)	1,99	80.000	159.200	15,92
0,2 (1)	1,86	80.000	148.800	14,88
0,2 (2)	2,01	80.000	160.800	16,08
0,2 (3)	1,94	80.000	155.200	15,52
0,2 (4)	1,87	80.000	149.600	14,96
0,2 (5)	1,96	80.000	156.800	15,68
0,3 (1)	1,99	80.000	159.200	15,92
0,3 (2)	2,02	80.000	161.600	16,16
0,3 (3)	2,03	80.000	162.400	16,24
0,3 (4)	2	80.000	160.000	16
0,3 (5)	1,96	80.000	156.800	15,68
0,4 (1)	2,02	80.000	161.600	16,16
0,4 (2)	2,01	80.000	160.800	16,08
0,4 (3)	1,98	80.000	158.400	15,84
0,4 (4)	1,98	80.000	158.400	15,84
0,4 (5)	2,03	80.000	162.400	16,24
0,5 (1)	1,97	80.000	157.600	15,76
0,5 (2)	2	80.000	160.000	16
0,5 (3)	1,99	80.000	159.200	15,92
0,5 (4)	1,92	80.000	153.600	15,36
0,5 (5)	1,99	80.000	159.200	15,92
0,6 (1)	1,34	80.000	107.200	10,72
0,6 (2)	2	80.000	160.000	16
0,6 (3)	1,07	80.000	85.600	8,56
0,6 (4)	1,89	80.000	151.200	15,12
0,6 (5)	1,66	80.000	132.800	13,28

LAMPIRAN 2

DATA HASIL UJI ANOVA

1. Tinggi Tanaman

ANOVA

respon

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	85,039	6	14,173	48,444	,000
Within Groups	8,192	28	,293		
Total	93,231	34			

2. Pertumbuhan Tinggi Tanaman

ANOVA

respon

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34,492	6	5,749	14,654	,000
Within Groups	10,984	28	,392		
Total	45,476	34			

3. Berat Segar Rimpang

ANOVA

Respon

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,987	6	1,665	12,425	,000
Within Groups	3,751	28	,134		
Total	13,738	34			

4. Aktivitas Antioksidan Rimpang

ANOVA

Respon

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	434,515	6	72,419	3,100	,019
Within Groups	654,190	28	23,364		
Total	1088,705	34			

5. Kadar Kalium Rimpang

ANOVA

Respon

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	63,480	6	10,580	3,061	,020
Within Groups	96,788	28	3,457		
Total	160,268	34			

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

1. Tinggi Tanaman

respon

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
P0	5	26,720					
P6	5	27,000	27,000				
P1	5		27,540	27,540			
P2	5			28,200	28,200		
P5	5				28,440		
P3	5					29,500	
P4	5						31,600
Sig.		,420	,126	,064	,489	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

2. Pertumbuhan Tinggi Tanaman

respon

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P6	5	25,380			
P0	5	25,460			
P1	5	25,940	25,940		
P2	5	26,180	26,180	26,180	
P5	5		26,480	26,480	
P3	5			27,020	
P4	5				28,480
Sig.		,074	,208	,053	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

3. Berat Segar Rimpang

Respon

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P0	5	12,4280			
P6	5	12,6440	12,6440		
P5	5	12,7920	12,7920	12,7920	
P1	5		13,0220	13,0220	
P2	5			13,2700	
P3	5				13,7760
P4	5				13,9700
Sig.		,148	,133	,060	,409

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

4. Aktivitas Antioksidan Rimpang

Respon

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7	5	83,96100		
6	5	84,54960	84,54960	
5	5	85,45300	85,45300	
4	5	88,26920	88,26920	88,26920
1	5		91,04900	91,04900
2	5		91,47440	91,47440
3	5			93,61800
Sig.		,209	,050	,120

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

5. Kadar kalium Rimpang

Respon

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7	5	12,7360	
1	5	12,8000	
2	5	14,4480	14,4480
3	5		15,4240
6	5		15,7920
4	5		16,0000
5	5		16,0320
Sig.		,180	,239

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

DATA UJI KORELASI PRODUCT MOMENT

1. Hubungan Berat Segar dengan Aktivitas Antioksidan Rimpang Jahe Merah

Correlations

		berat_segar	aktivitas_antioksidan
berat_segar	Pearson Correlation	1	-,035
	Sig. (2-tailed)		,941
	Sum of Squares and Cross-products	1,936	-,455
	Covariance	,323	-,076
	N	7	7
aktivitas_antioksidan	Pearson Correlation	-,035	1
	Sig. (2-tailed)	,941	
	Sum of Squares and Cross-products	-,455	86,897
	Covariance	-,076	14,483
	N	7	7

2. Hubungan Berat Segar dengan Kadar Kalium Rimpang Jahe Merah

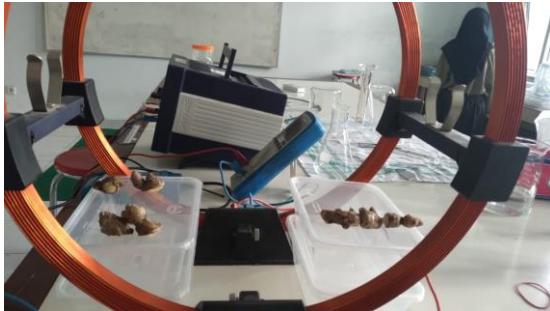
Correlations

		berat	kadar_kalium
berat	Pearson Correlation	1	,799*
	Sig. (2-tailed)		,031
	Sum of Squares and Cross-products	1,936	3,959
	Covariance	,323	,660
	N	7	7
kadar_kalium	Pearson Correlation	,799*	1
	Sig. (2-tailed)	,031	
	Sum of Squares and Cross-products	3,959	12,696
	Covariance	,660	2,116
	N	7	7

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

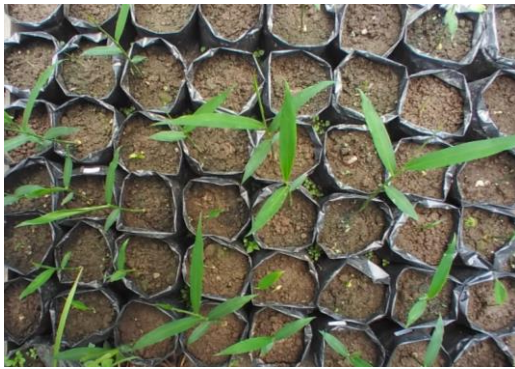
LAMPIRAN 3**DOKUMENTASI PENELITIAN**

1. Pemaparan medan magnet terhadap bibit jahe merah



2. Penanaman dan perawatan jahe merah di polybag

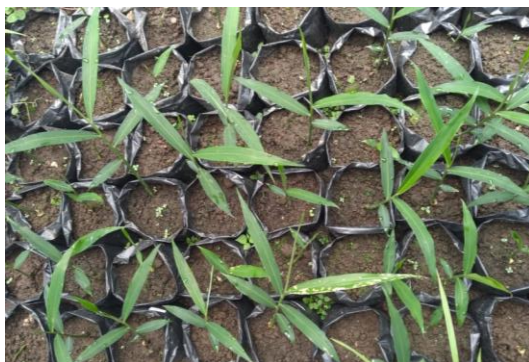
**Hari ke-7****Hari ke-14****Hari ke-21****Hari ke-28**



Hari ke-35



Hari ke-42



Hari ke-49

3. Pengukuran Berat Segar Rimpang Jahe Merah



4. Preparasi Sampel Uji Aktivitas Antioksidan Jahe Merah



Pengeringan Simplisia Jahe merah



Maserasi selama 3 x 24 jam



Sampel yang telah dicampur dengan larutan DPPH



Sampel siap diuji menggunakan spektrofotometer UV=Vis



Preparasi sampel untuk uji kalium



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

JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fika.uin-malang.ac.id>, e-mail : Fisika@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nila Mighfaroh
NIM : 19640044
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Dan Aktivitas Antioksidan Serta Kadar Kalium Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)
Pembimbing 1 : Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si
Pembimbing 2 : Arista Romadani, S.Si., M.Sc

• **Konsultasi Fisika**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	18 Oktober 2022	Konsultasi proposal BAB I, II, III	
2.	19 Oktober 2022	Revisi proposal BAB I, II, III	
3.	6 Mei 2022	Konsultasi BAB IV	
4.	11 Mei 2022	Revisi BAB IV	
5.	18 Mei 2022	Revisi BAB IV	
6.	22 Mei 2022	Revisi BAB IV dan Abstrak	
7.	22 Juni 2022	Konsultasi BAB V	
8.			
9.			
10.			

• **Konsultasi Integrasi**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	22 Mei 2023	Konsultasi integrasi BAB I	
2.	25 Mei 2023	Revisi integrasi BAB I	
3.	14 Juni 2023	Konsultasi integrasi BAB IV	
4.	15 Juni 2023	Revisi integrasi BAB IV	

Malang, 22 Juni 2023
Mengetahui,
Ketua Program Studi,

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

