

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN NUTRISI TANAMAN
KANGKUNG DALAM SISTEM HIDROPONIK**

SKRIPSI

Oleh:

NURSILMI
NIM. 210604110027



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN NUTRISI TANAMAN
KANGKUNG DALAM SISTEM HIDROPONIK**

SKRIPSI

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

**Oleh:
NURSILMI
NIM. 210604110027**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN NUTRISI TANAMAN KANGKUNG DALAM SISTEM HIDROPONIK

SKRIPSI

Oleh:
NURSILMI
NIM. 210604110027

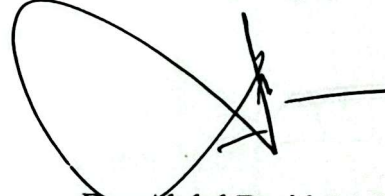
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 09 Desember 2025

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui
Ketua Program Studi



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



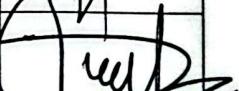

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN NUTRISI TANAMAN KANGKUNG DALAM SISTEM HIDROPONIK

SKRIPSI

Oleh:
NURSILMI
NIM. 210604110027

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 18 Desember 2025

Penguji Utama :	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji :	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIP. 19870215 2023 212 031	
Sekretaris Penguji :	<u>Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Parid Samsu Hananto, S.Si., M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NURSILMI
NIM : 210604110027
Program Studi : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap
Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi Tanaman
Kangkung dalam Sistem Hidroponik

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa hasil penelitian ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri dan tidak mengandung unsur plagiarisme terhadap penelitian atau karya ilmiah orang lain, kecuali bagian-bagian yang secara jelas dikutip dalam naskah ini serta tercantum dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa penelitian ini mengandung unsur plagiarisme, saya bersedia menerima segala bentuk sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan



Nursilmi

NIM. 210604110027

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya hadiahkan sepenuhnya untuk orang-orang yang telah menjadi pilar utama dalam perjalanan hidup saya. Karya ini adalah bukti dari doa, dukungan, dan cinta yang telah saya terima. Sebagai bentuk syukur dan apresiasi yang besar, saya tujukan untuk:

1. Ayah Yunaldi yang senantiasa memberikan support, baik secara moril maupun materil serta menjadi sumber inspirasi dan kekuatan sepanjang perjalanan hidup saya. Setiap langkahku, setiap keputusan yang kuambil selalu teringat akan nasihat dan perjuanganmu yang luar biasa. Terima kasih telah menjadi teladan hidup yang tak hanya mengajarkan kerja keras dan keteguhan hati, tetapi juga memberi cinta yang tak terhingga. Semua usaha dan pengorbananmu untuk keluarga tak akan pernah cukup aku balas. Karya ini adalah wujud penghargaan dan rasa cintaku padamu.
2. Ibunda Elpiana engkau adalah sumber kasih sayang yang tak pernah pudar. Doa dan harapanmu selalu menjadi bimbingan dalam setiap langkahku. Terima kasih atas segala pengorbananmu, kesabaranmu dan semangat yang selalu engkau berikan. Dengan segala cinta, aku ingin karya ini menjadi sedikit bukti bahwa segala yang telah engkau lakukan untukku tidak sia-sia.
3. Saudaraku tercinta, Septia Putri, Muhammad Rafki dan Yelsa Sahra Terima kasih telah mengingatkan aku untuk tetap semangat dan tidak pernah berhenti berusaha meski kadang jalan terasa berat.
4. Nursilmi diri saya sendiri, menulis halaman ini sebagai penghargaan dan apresiasi untuk diriku seseorang yang telah berjuang, berkorban dan tumbuh

melalui segala rintangan yang datang. Selama perjalanan ini sering kali merasa lelah, ragu dan jatuh. Namun, bangkit lagi terus melangkah meski terkadang langkahku terasa berat dan jalan terasa gelap. Ingin mengingatkan diriku sendiri tentang perjalanan panjang ini dan semua keberhasilan kecil yang telah dicapai. Semangat meraih mimpi-mimpi besar di masa depan.

5. Untuk teman-teman hebat yang senantiasa memberi kebahagiaan, dukungan dan semangat di setiap langkahku. Terima kasih atas semua kebaikan, tawa, canda dan kenangan indah yang telah kita bagikan bersama.

MOTTO

"Dare to Dream, Dare to Achieve"

Orang lain gak akan bisa paham *struggle* dan masa sulit nya kita yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun gak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga apa yang kita perjuangkan hari ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan nikmat, kesehatan, serta kemudahan yang diberikan sehingga penyusunan penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul **“Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi Tanaman Kangkung dalam Sistem Hidroponik”**, merupakan hasil penelitian yang dilakukan untuk memenuhi persyaratan akademik dalam memperoleh gelar Sarjana (S.Si) pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Studi ini dilakukan untuk menganalisis bagaimana perbedaan tingkat kerapatan fluks medan magnet mempengaruhi pertumbuhan tanaman kangkung dalam sistem hidroponik rakit apung, serta menganalisis kandungan klorofil, zat besi, vitamin A dan kalsium pada tanaman tersebut. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yang terdiri dari lima perlakuan variasi medan magnet dan tiga ulangan.

Saya menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan dan keterbatasan. Untuk itu, saya menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Bapak Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Bapak Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T., selaku Ketua Progam Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si., selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si., sebagai pembimbing integrasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Segenap Dosen, Laboran, serta Staf Administrasi Program Studi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga kepada penulis.
7. Teman-teman yang senantiasa memberi motivasi, kebahagiaan dan dukungan selama proses ini berlangsung penyelesaian tugas ini.

Harapannya, skripsi ini dapat memberi manfaat bagi saya maupun para pembaca, serta dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya. Saya juga berharap hasil penelitian ini mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang pertanian dan teknologi hidroponik.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
مستخلص البحث.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Medan Magnet.....	10
2.1.1 Medan Magnet Solenoida	10
2.1.2 Hukum Lambert Beer	13
2.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Air Pada Pertumbuhan Kangkung	15
2.1.4 Pengaruh Air Magnetisasi Terhadap Pertumbuhan Kangkung	16
2.2 Air.....	17
2.2.1 Air PDAM.....	17
2.2.2 Karakteristik Air	19
2.3 Tanaman Kangkung.....	23
2.3.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kangkung	25
2.3.2 Jenis - Jenis Kangkung	26
2.4 Kandungan Nutrisi Kangkung.....	27
2.5 Hidroponik.....	28
2.6 Hipotesis	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Jenis Penelitian	34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.3 Alat dan Bahan	35
3.3.1 Alat.....	35
3.3.2 Bahan	36

3.4 Diagram Alir Penelitian	37
3.5 Prosedur Penelitian.....	38
3.5.1 Tahap Persiapan dan Perancangan Alat Penghasil Medan Magnet	38
3.5.2 Tahap Paparan Medan Magnet	38
3.5.3 Tahap Penanaman dan Perawatan Tanaman kangkung	39
3.5.4 Tahap Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Kangkung.....	40
3.5.5 Tahap Uji Kandungan Tanaman Kangkung.....	41
3.6 Pengambilan Data.....	46
3.7 Analisis Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Data Hasil Penelitian	50
4.1.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kangkung	50
4.1.2 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kangkung.	54
4.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Tanaman Kangkung	57
4.1.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung.....	61
4.1.5 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Zat Besi Tanaman Kangkung.....	67
4.1.6 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Kalsium Tanaman Kangkung.....	72
4.1.7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Vitamin A Tanaman Kangkung.....	77
4.2 Pembahasan	82
4.3 Kajian Keislaman	85
BAB V PENUTUP	88
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Kangkung.....	27
Tabel 3.1 Data Tinggi Tanaman Kangkung	46
Tabel 3.2 Data Jumlah Daun Kangkung	47
Tabel 3.3 Data Berat Segar Kangkung.....	47
Tabel 3.4 Data Kadar Klorofil Kangkung	47
Tabel 3.5 Data Zat Besi Kangkung	48
Tabel 3.6 Data Kalsium Kangkung	48
Tabel 3.7 Data Vitamin A Kangkung	48
Tabel 4.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kangkung.....	51
Tabel 4.2 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Kangkung	52
Tabel 4.3 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Kangkung.....	53
Tabel 4.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kangkung.....	54
Tabel 4.5 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Kangkung.....	56
Tabel 4.6 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Kangkung.....	56
Tabel 4.7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung	57
Tabel 4.8 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung.....	59
Tabel 4.9 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung.....	60
Tabel 4.10 Pengaruh Medan Magnet Kadar Klorofil a Tanaman Kangkung.....	61
Tabel 4.11 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Klorofil a Tanaman Kangkung.....	63
Tabel 4.12 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Klorofil a Tanaman Kangkung.....	63
Tabel 4.13 Pengaruh Medan Magnet Kadar Klorofil b Tanaman Kangkung.....	64
Tabel 4.14 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Klorofil b Tanaman Kangkung.....	65
Tabel 4.15 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Klorofil b Tanaman Kangkung.....	66
Tabel 4.16 Data Absorbansi Kurva Standar Zat Besi.....	67
Tabel 4.17 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	69
Tabel 4.18 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	71
Tabel 4.19 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung	71
Tabel 4.20 Data Absorbansi Kurva Standar Kalsium.....	72
Tabel 4.21 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	74
Tabel 4.22 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	76
Tabel 4.23 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung	76
Tabel 4.24 Data Absorbansi Kurva Standar Vitamin A.....	77

Tabel 4.25 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung.....	79
Tabel 4.26 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Terhadap Kadar Vitamin A Kangkung	81
Tabel 4.27 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Terhadap Kadar Vitamin A Kangkung	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kumbaran Magnet Solenoida.....	12
Gambar 2.2 Geometri Menghitung Medan Magnet Disuatu Titik Pada Kawat Melingkar.....	13
Gambar 2.3 Sistem Hidroponik Wick.....	30
Gambar 2.4 Sistem Rakit Apung	31
Gambar 2.5 Sistem Hidroponik Drip	31
Gambar 2.6 Sistem Hidroponik EBB and Flow (Flood and Drain).....	32
Gambar 2.7 Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT).....	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Tinggi Kangkung	52
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Kangkung.....	55
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung.....	58
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Medan Magnet Klorofil a Tanaman Kangkung	62
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Medan Magnet Klorofil b Tanaman Kangkung.....	65
Gambar 4.6 Grafik Kurva Standar Uji Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	68
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	70
Gambar 4.8 Grafik Kurva Standar Uji Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	73
Gambar 4.9 Grafik Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	75
Gambar 4.10 Grafik Kurva Standar Uji Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung...	78
Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Vitamin A Kangkung.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tinggi Tanaman Kangkung.....	97
Lampiran 2. Jumlah Daun Tanaman Kangkung.....	97
Lampiran 3. Berat Segar Tanaman Kangkung	97
Lampiran 4. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung.....	98
Lampiran 5. Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	99
Lampiran 6. Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	100
Lampiran 7. Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung.....	100
Lampiran 8. Tinggi Tanaman Kangkung.....	102
Lampiran 9. Jumlah Daun Tanaman Kangkung.....	102
Lampiran 10. Berat Segar Tanaman Kangkung	102
Lampiran 11. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung.....	103
Lampiran 12. Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	103
Lampiran 13. Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	103
Lampiran 14. Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung	104
Lampiran 15. Tinggi Tanaman Kangkung.....	105
Lampiran 16. Jumlah Daun Tanaman Kangkung.....	105
Lampiran 17. Berat Segar Tanaman Kangkung	106
Lampiran 18. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung.....	106
Lampiran 19. Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung.....	107
Lampiran 20. Kadar Kalsium Tanaman Kangkung.....	108
Lampiran 21. Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung	108
Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian.....	109

ABSTRAK

Nursilmi. 2025. **Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi Tanaman Kangkung dalam Sistem Hidroponik**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata kunci: *Medan Magnet, Hidroponik Rakit Apung, Kangkung (Ipomoea reptans), Pertumbuhan Tanaman, Kandungan Nutrisi*

Kangkung (*Ipomoea reptans*) merupakan sayuran daun yang banyak dikonsumsi masyarakat dan berpotensi dibudidayakan secara hidroponik untuk memenuhi kebutuhan pangan bergizi. Salah satu upaya peningkatan pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman adalah dengan pemanfaatan paparan medan magnet pada air nutrisi yang mampu memperbaiki sifat fisis air, meningkatkan kelarutan unsur hara, serta menstimulasi proses fisiologis tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman kangkung dalam sistem hidroponik rakit apung. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor berupa kerapatan fluks medan magnet (0 mT, 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT) dengan tiga kali ulangan sehingga terdapat 15 satuan percobaan. Medan magnet dihasilkan oleh solenoida yang dialiri arus searah (DC), sedangkan paparan diberikan melalui air nutrisi AB mix yang dialirkan ke sistem hidroponik rakit apung. Tanaman dipelihara selama 21 hari. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, kadar klorofil a dan klorofil b, serta kandungan zat besi (Fe), vitamin A (provitamin A), dan kalsium (Ca). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada air nutrisi berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman kangkung. Peningkatan kerapatan fluks medan magnet hingga 20 mT secara umum meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, kadar klorofil, serta kandungan Fe, vitamin A dan Ca dibandingkan kontrol. Perlakuan optimum berada pada kisaran 15–20 mT, di mana pertumbuhan dan kandungan nutrisi mencapai nilai tertinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa aplikasi medan magnet pada air nutrisi hidroponik berpotensi digunakan sebagai teknologi pendukung untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas nutrisi tanaman kangkung.

ABSTRACT

Nursilmi. 2025. The Effect of Magnetic Field Exposure on the Growth and Nutritional Content of Water Spinach Plants in a Hydroponic System. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (I) Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Keywords: *Magnetic Field, Floating Raft Hydroponics, Water Spinach (Ipomoea reptans), Plant Growth, Nutrient Conte*

Water spinach (*Ipomoea reptans*) is a leafy vegetable that is widely consumed by the community and has the potential to be cultivated hydroponically to meet nutritional needs. One of the efforts to increase plant growth and nutritional content is by utilizing magnetic field exposure in nutrient water, which is believed to improve the physical properties of water, increase the solubility of nutrients, and stimulate plant physiological processes. This study aims to determine the effect of magnetic field exposure on the growth and nutritional content of water spinach plants in a floating raft hydroponic system. The study was conducted using a quantitative experimental method with a completely randomized design (CRD) with one factor, namely magnetic field flux density (0 mT, 5 mT, 10 mT, 15 mT, and 20 mT) with three replicates, resulting in 15 experimental units. The magnetic field was generated by a solenoid through which direct current (DC) was passed, while exposure was provided through AB mix nutrient water that was pumped into the floating raft hydroponic system. The plants were cultivated for 21 days. The parameters observed included plant height, number of leaves, fresh weight, chlorophyll a and chlorophyll b content, as well as iron (Fe), vitamin A (provitamin A), and calcium (Ca) content. The data were analyzed using ANOVA and followed by DMRT test at a significance level of 5%. The results showed that exposure to a magnetic field in the nutrient solution had a significant effect on all parameters of water spinach growth and nutrient content. Increasing the magnetic field flux density to 20 mT generally increased plant height, number of leaves, fresh weight, chlorophyll content, and Fe, vitamin A, and Ca content compared to the control. The optimum treatment was in the range of 15–20 mT, where growth and nutrient content reached the highest values. These findings indicate that the application of magnetic fields to hydroponic nutrient water has the potential to be used as a supporting technology to increase the productivity and nutritional quality of water spinach plants.

مستخلص البحث

نورسليمي. 2025. تأثير التعرض للمجال المغناطيسي على نمو ومحتوى غذائي نباتات السبانخ المائية في نظام الزراعة المائية. بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرفان: (الأول) الأستاذ الدكتور د. محمد تيرونو، الماجستير (الثاني) الدكتور. عبد البصير، الماجستير

الكلمة الرئيسية: المجال المغناطيسي، الزراعة المائية العائمة، السبانخ المائي، نمو النبات، محتوى المغذيات

السبانخ المائي (*Ipomoea reptans*) هو خضروات ورقية تستهلك على نطاق واسع من قبل المجتمع ولديها القدرة على زراعتها بطريقة الزراعة المائية لتلبية الاحتياجات الغذائية. أحد الجهود المبذولة لزيادة نمو النباتات ومحتواها الغذائي هو تعريض المياه المغذية لمجال مغناطيسي، والذي يعتقد أنه يحسن الخصائص الفيزيائية للمياه، ويزيد من قابلية ذوبان العناصر الغذائية، ويحفز العمليات الفسيولوجية للنباتات. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير التعرض للمجال المغناطيسي على نمو السبانخ المائي ومحتواه الغذائي في نظام زراعة مائية عائم. أجريت الدراسة باستخدام طريقة تجريبية كمية بتصميم عشوائي تمامًا (CRD) مع عامل واحد، وهو كثافة تدفق المجال المغناطيسي (0 ميلي تيسلا، 5 ميلي تيسلا، 10 ميلي تيسلا، 15 ميلي تيسلا، و20 ميلي تيسلا) مع ثلاث تكرارات، مما أدى إلى 15 وحدة تجريبية. تم توليد المجال المغناطيسي بواسطة ملف لولبي تم تمرير تيار مباشر (DC) من خلاله، بينما تم التعرض من خلال مياه مغذية مختلطة AB تم ضخها في نظام الزراعة المائية العائم. تمت زراعة النباتات لمدة 21 يومًا. وشملت المعلمات التي تمت ملاحظتها ارتفاع النباتات وعدد الأوراق والوزن الطازج ومحتوى الكلوروفيل أ والكلوروفيل ب، بالإضافة إلى محتوى الحديد (Fe) وفيتامين أ (بروفيتامين أ) والكالسيوم (Ca). تم تحليل البيانات باستخدام ANOVA وتلا ذلك اختبار DMRT بمستوى دلالة 5%. أظهرت النتائج أن التعرض لمجال مغناطيسي في محلول المغذيات كان له تأثير كبير على جميع المعلمات المتعلقة بنمو السبانخ المائية ومحتوى المغذيات. أدت زيادة كثافة التدفق المغناطيسي إلى 20 ميلي تيسلا إلى زيادة طول النبات وعدد الأوراق والوزن الطازج ومحتوى الكلوروفيل ومحتوى الحديد وفيتامين أ والكالسيوم بشكل عام مقارنة بالمجموعة الضابطة. كانت المعالجة المثلى في نطاق 15-20 ميلي تيسلا، حيث وصل النمو ومحتوى المغذيات إلى أعلى القيم. تشير هذه النتائج إلى أن تطبيق المجالات المغناطيسية على مياه المغذيات المائية يمكن استخدامه كتقنية داعمة لزيادة إنتاجية ونوعية التغذية لنباتات السبانخ المائية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia terhadap pangan seperti sayur dan buah terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Namun, kondisi ini tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan pertanian yang justru semakin berkurang. Sebagai solusi atas keterbatasan lahan, sistem hidroponik banyak diterapkan dalam budidaya tanaman pangan, terutama sayuran. Teknologi hidroponik sendiri merupakan metode yang mendukung efisiensi serta optimalisasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat mengenai pentingnya hidup sehat dan meningkatnya permintaan akan pangan bergizi, namun di tengah kondisi urbanisasi yang semakin padat dan keterbatasan lahan, budidaya hidroponik menawarkan solusi efisien untuk memenuhi kebutuhan sayuran segar dan bernutrisi. Tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) diketahui memiliki kandungan vitamin dan mineral yang melimpah, seperti vitamin A, vitamin C, zat besi, kalsium, magnesium, serta serat esensial untuk kesehatan. Tanaman ini muncul sebagai salah satu pilihan utama. Nutrisi-nutrisi ini berperan penting dalam meningkatkan kesehatan tubuh, seperti memperkuat sistem imun, mendukung fungsi pencernaan, dan menjaga kesehatan mata dan tulang. Selain itu, kangkung mengandung berbagai antioksidan yang berperan dalam menangkal radikal bebas di dalam tubuh (Syafriani et al., 2022).

Inovasi dalam metode budidaya menjadi sangat krusial. Produktivitas tanaman kangkung dapat ditingkatkan secara nyata melalui sistem hidroponik (Febriani et al., 2022).

Kangkung sangat ideal untuk dikembangkan melalui sistem hidroponik karena kemampuannya beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Dalam situasi di mana persaingan untuk menyediakan pangan berkualitas semakin ketat, inovasi metode budidaya menjadi sangat penting. Kangkung memiliki kandungan gizi yang bermanfaat, ada beberapa kendala dalam pemenuhan gizi masyarakat yang disebabkan oleh kekurangan kandungan beberapa zat penting di dalamnya. Sebagai contoh, meskipun kangkung mengandung zat besi, kadar zat besi dalam kangkung tidak sebanyak dalam beberapa sayuran lainnya seperti bayam. Hal ini menjadikan kangkung tidak sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, terutama dalam pemenuhan kebutuhan zat besi yang penting untuk mencegah anemia. Terdapat beberapa tantangan dalam hal perawatan tanaman kangkung terutama dalam sistem hidroponik. Salah satu kendala utama adalah ketergantungan tanaman pada kondisi lingkungan yang optimal, seperti ketersediaan oksigen dalam larutan nutrisi, tingkat penyerapan unsur hara, serta keseimbangan pH yang harus selalu dikontrol secara ketat (Nisa et al., 2022).

Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, pertumbuhan kangkung dapat terhambat, menyebabkan tanaman kurang sehat dan kandungan nutrisinya menurun. Selain itu, akar kangkung yang tumbuh dalam sistem hidroponik terkadang kurang efisien dalam menyerap nutrisi, sehingga memerlukan metode tambahan untuk meningkatkan daya serapnya (Cartika & Adiwijaya, 2022).

Allah menjelaskan bahwa Dia telah menghamparkan bumi dengan sangat teratur serta menegakkan segala sesuatu yang ada di atasnya. Di dalamnya Allah menciptakan berbagai jenis tanaman yang tumbuh sesuai hukum dan ketetapan-Nya. Dia juga menyediakan segala bentuk rezeki bagi makhluk hidup dan semua itu merupakan karunia yang terukur dengan sangat tepat, tidak berlebihan dan tidak berkurang. Di antaranya terdapat dalam Q.S. Al-Hijr (15): 19–20

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ۝ ١٩ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ۝ ٢٠

“Dan Kami telah menghamparkan bumi dan Kami pancangkan padanya gunung-gunung serta Kami tumbuhkan di sana segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan padanya sumber-sumber kehidupan untuk keperluanmu, dan (Kami ciptakan pula) makhluk-makhluk yang bukan kamu pemberi rezekinya” terdapat dalam Q.S Al-Hijr ayat 19–20.

Q.S. Al-Hijr (15): 19–20 menjelaskan bahwa Allah menciptakan bumi dengan kesempurnaan serta menyediakan beragam hewan dan tumbuhan sebagai bentuk keberkahan dan manfaat bagi manusia. Oleh sebab itu, manusia berkewajiban mengelola sumber daya alam secara bijak dan berkelanjutan, agar manfaatnya dapat dirasakan secara terus-menerus oleh manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Menambahkan larutan nutrisi normal dan mempertahankan nilai pH dan keseimbangan oksigen terlarut dalam larutan nutrisi. Di antara pendekatan yang dilakukan adalah pemberian larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman, seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur dan unsur lainnya, Sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Mempertahankan nutrisi yang optimal untuk mendukung selama fotosintesis dan meningkatkan kualitas hasil panen (Rosliani & Sumarni, 2005).

Keseimbangan pH yang sama pada larutan nutrisi berperan dalam menentukan seberapa efektif tanaman dapat menyerap unsur hara. Kemampuan untuk menyerap elemen kunci yang diperlukan untuk pertumbuhan dapat menghambat kemampuan tanaman. Oleh karena itu, kontrol pH dalam kisaran optimal (antara 5,5 dan 6,5) diperlukan untuk memastikan efisiensi penyerapan nutrisi (Hermala & Darda, 2022).

Dalam sistem hidroponik, berbagai metode telah digunakan untuk mengatasi masalah kekurangan nutrisi tanaman. Metode yang sering diterapkan salah satunya adalah dengan menyesuaikan pH dan meningkatkan konduktivitas listrik (EC) larutan nutrisi. Ini melibatkan menjaga pH pada rentang ideal antara 5,5 dan 6,5 sehingga nutrisi tetap tersedia bagi akar dan EC diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman. Namun, kelemahan dari metode ini adalah jika pH tidak dikontrol dengan baik, tanaman bisa mengalami defisiensi atau kelebihan nutrisi, yang berdampak negatif pada pertumbuhan (Dyka, 2018).

Dari permasalahan yang dihadapi muncul ide inovatif untuk memanfaatkan paparan medan magnet dalam sistem hidroponik tanaman kangkung. Paparan medan magnet dapat meningkatkan kualitas air dengan mengubah struktur molekulnya yang berpotensi meningkatkan penyerapan nutrisi oleh akar tanaman (Dwiharjo & Arum, 2022). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengindikasikan efek positif medan magnet pada pertumbuhan tanaman, tetapi sering kali terbatas pada skala laboratorium dan tidak mempertimbangkan variabel lingkungan lainnya (Sefanda et al., 2025).

Pemberian air yang telah diberi medan magnet dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memperbaiki penyerapan air dan nutrisi, serta mempengaruhi proses metabolisme tanaman (Morejón et al., 2007). Medan magnet

juga berperan dalam mempengaruhi perkembangan benih dan pertumbuhan tanaman dengan cara mempercepat penyerapan air dan meningkatkan aktivitas enzim metabolisme, sehingga dapat mempengaruhi perkembangan benih yang sedang berkecambah tanpa menggunakan zat kimia (Irawan et al., 2011).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa medan magnet dapat memodifikasi sifat fisik maupun kimia dari suatu larutan, termasuk air. Salah satu parameter penting medan magnet adalah kerapatan fluks magnet, yang berperan dalam menentukan seberapa kuat interaksinya dengan partikel bermuatan dalam larutan. Kerapatan fluks adalah banyaknya garis-garis medan magnet yang melewati suatu bidang (Afkarina et al., 2023). Kerapatan fluks magnet berpengaruh besar terhadap pH dan daya hantar listrik air, sebab medan magnet dapat memberikan gaya pada partikel bermuatan yang sedang bergerak dan besarnya gaya tersebut ditentukan oleh kuat medan magnet yang diberikan. Namun, temperatur tidak menunjukkan dampak yang berarti pada sampel karena air umumnya menyesuaikan diri dengan suhu lingkungannya (Shofiana, 2017). Dengan meningkatnya kerapatan fluks magnet, dampaknya terhadap ion-ion dalam larutan semakin besar. Perubahan ini dapat meningkatkan konduktivitas listrik karena mobilitas ion meningkat (Afkarina et al., 2023).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sari (2017), semakin besar intensitas medan magnet mampu menghasilkan medan magnetik yang lebih besar pula. Hal ini berdampak pada perubahan kecepatan mobilisasi elektron dalam sel tanaman. Agar medan magnet dapat bekerja secara optimal dalam memengaruhi pergerakan elektron tersebut, diperlukan durasi paparan yang lebih panjang sehingga proses metabolisme dapat berlangsung lebih cepat. Selain itu, unsur-unsur mikro seperti kalsium, kalium dan lainnya yang rentan terhadap pengaruh medan

magnet lebih mudah diserap oleh tanaman, sehingga meningkatkan kadar nutrisinya di dalamnya. Meskipun demikian, data grafik menunjukkan bahwa apabila durasi perlakuan terlalu panjang, justru dapat menyebabkan penurunan pada pertumbuhan tanaman.

Selaras dengan hasil penelitian terdahulu, studi yang dilakukan oleh Fuad et al (2018), menunjukkan bahwa penerapan tingkat kerapatan fluks magnet yang tepat dapat mengoptimalkan kesuburan dan mendorong proses pertumbuhan tanaman. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa medan magnet berperan dalam meningkatkan nilai nutrisi dan mutu pertumbuhan tanaman. Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan medan magnet dalam budidaya tanaman hidroponik mulai mendapat perhatian sebagai salah satu metode berpotensi meningkatkan perkembangan serta mutu tanaman. Beragam studi telah dilakukan untuk menelusuri bagaimana medan magnet mempengaruhi proses fisiologis tanaman, seperti penyerapan nutrisi, fotosintesis dan metabolisme. Meskipun demikian, masih terdapat sejumlah keterbatasan dalam penelitian sebelumnya yang perlu dikaji lebih lanjut.

Sejauh ini, penelitian tentang dampak medan magnet terhadap pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik masih memiliki beberapa kelemahan. Salah satu keterbatasannya adalah kurangnya fokus pada jenis tanaman tertentu, di mana sebagian besar penelitian lebih banyak dilakukan pada tanaman selain kangkung, sehingga efek medan magnet pada kangkung belum banyak dikaji secara mendalam. Selain itu, kebanyakan penelitian sebelumnya lebih menyoroti aspek pertumbuhan seperti tinggi tanaman dan jumlah daun, sementara pengaruh medan magnet terhadap kandungan gizi tanaman masih jarang diteliti secara komprehensif. Di samping itu, aspek teknis seperti pengukuran kerapatan fluks

magnet juga masih kurang mendapat perhatian, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menetapkan tingkat intensitas serta lama paparan medan magnet yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan serta meningkatkan kualitas nutrisi tanaman dalam sistem hidroponik.

Penelitian sebelumnya hanya menggunakan kerapatan fluks magnet hingga 7.21 mT, (Navira, 2021) sehingga belum diketahui efek pada nilai yang lebih tinggi. Pada penelitian ini akan menggunakan kerapatan fluks magnet hingga 20 mT untuk melihat dampaknya lebih jauh. Jadi berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat dirumuskan sejauh mana potensi percepatan pertumbuhan yang mungkin terjadi dan peningkatan nilai nutrisi tanaman apabila diberi paparan medan magnet, metode yang ditawarkan melibatkan integrasi medan magnet dalam sistem hidroponik untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh akar kangkung, sehingga diharapkan dapat mengatasi beberapa kendala yang ada saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh medan magnet terhadap kecepatan pertumbuhan tanaman kangkung termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, serta kandungan klorofil pada sistem hidroponik?
2. Bagaimana pengaruh medan magnet mempengaruhi konsentrasi zat besi, vitamin A dan kalsium dalam tanaman kangkung yang ditanam dalam sistem hidroponik?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap laju pertumbuhan tanaman kangkung termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar dan kadar klorofil dalam sistem hidroponik.
2. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet mempengaruhi konsentrasi zat besi, vitamin A dan kalsium dalam tanaman kangkung yang ditanam dalam sistem hidroponik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan penelitian sebagai berikut:

1. Manfaat umum, memberikan kontribusi dalam memahami bagaimana medan magnet mempengaruhi kandungan zat besi, vitamin A dan kalsium yang memiliki peranan penting bagi kesehatan manusia. Melalui penerapan medan magnet sebagai inovasi untuk meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam usaha mengoptimalkan kualitas nutrisi tanaman.
2. Manfaat khusus, penelitian ini merupakan pengalaman berharga bagi penulis yang meningkatkan wawasan mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap laju pertumbuhan kangkung, termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, kadar klorofil, serta kandungan nutrisinya pada tanaman kangkung yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik.
3. Manfaat bagi peneliti berikutnya, temuan ini dapat menjadi rujukan untuk pengembangan studi lebih mendalam, terutama terkait pengaruh perbedaan

kerapatan fluks medan magnet terhadap pertumbuhan serta kandungan nutrisi tanaman kangkung pada sistem hidroponik.

1.5 Batasan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dijelaskan, batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Tanaman kangkung darat sebagai objek uji pertumbuhan dan kandungan nutrisi.
2. Sistem budidaya yang digunakan adalah hidroponik rakit apung dengan volume air tetap dan pengaturan nutrisi menggunakan larutan AB mix.
3. Perlakuan medan magnet diberikan hanya melalui air nutrisi yang dialirkan melewati solenoida melalui perbedaan tingkat kerapatan fluks magnet yaitu 0 mT (kontrol), 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT.
4. Arus listrik dan waktu paparan medan magnet dibuat konstan yaitu menggunakan power supply DC dengan arus tetap dan durasi aliran yang sama pada setiap perlakuan.
5. Parameter pertumbuhan yang dianalisis mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, serta berat segar tanaman.
6. Parameter kandungan nutrisi yang dianalisis meliputi: Kadar klorofil a dan b, kandungan zat besi (Fe), kandungan vitamin A, kandungan kalsium (Ca).
7. Penelitian dilakukan diluar lingkungan laboratorium dengan waktu tanam selama 21 hari, serta kondisi lingkungan seperti pencahayaan dan suhu dijaga seminimal mungkin dari gangguan variabel luar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet

2.1.1 Medan Magnet Solenoida

Solenoida merupakan gulungan kawat panjang yang dibelit secara rapat hingga membentuk silinder, spiral, atau koil dengan ukuran panjang yang jauh lebih besar dibandingkan diameternya. Dalam model solenoid ideal, panjang kumparan dianggap tak terhingga dan lilitan kawatnya saling berhimpit, sehingga medan magnet di dalamnya menjadi seragam dan paralel terhadap sumbu solenoid (Kurniawan, 2019).

Medan magnet adalah suatu area di sekitar magnet atau arus listrik di mana gaya magnet dapat dirasakan. Dalam konteks penelitian ini, medan magnet diperoleh melalui solenoida yaitu, kumparan kawat yang dililitkan secara rapat pada pipa PVC dan dialiri arus listrik searah dari power supply. Solenoida menghasilkan medan magnet yang seragam dan searah di dalam kumparan (Hidayat & Pramudya, 2018). Kekuatan medan magnet yang terdapat dalam solenoida dipengaruhi oleh arus (I), jumlah putaran (N), serta panjang solenoida (L) dengan rumus:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I$$

di mana:

B adalah induksi magnetik (Tesla, T)

μ_0 adalah permeabilitas vakum ($4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$)

n adalah jumlah lilitan per satuan panjang (dalam lilitan per meter, m^{-1})

I adalah kuat arus (A)

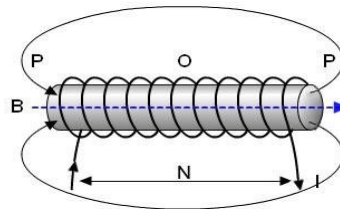
Pada persamaan tersebut, besar medan magnet (B) dalam solenoida hanya dipengaruhi oleh dua hal, yaitu jumlah lilitan per satuan panjang (n) dan kuat arus listrik (I) yang mengalir pada kumparan. Nilai medan magnet (B) tidak bergantung pada posisi di dalam solenoida, sehingga bersifat seragam di seluruh bagian dalamnya. Konsep ini berlaku ideal pada solenoida yang dianggap sangat panjang, sehingga efek dari ujung-ujungnya dapat diabaikan. Meski demikian, dalam penerapan nyata, asumsi ini masih cukup akurat untuk titik-titik yang berada jauh dari bagian ujung, karena medan magnet di dalam solenoida umumnya tetap homogen atau merata (Ardiansyah, 2019).

Medan magnet tidak hanya berasal dari sumber alami, tetapi juga dapat dihasilkan oleh arus listrik, yakni ketika muatan bergerak sehingga membentuk medan magnet di sekitarnya. Oersted adalah orang yang pertama kali menemukan gejala ini ketika sebuah magnet jarum diletakkan di sekitar kawat yang dialiri arus listrik, magnet jarum tersebut akan mengalami penyimpangan arah. Magnet terdiri atas dua kutub, yaitu utara dan selatan. Bila kedua kutub tersebut didekatkan, maka akan timbul gaya tolak-menolak. Kutub yang sama juga akan saling menolak, sedangkan kutub yang berbeda justru akan saling menarik satu sama lain (Navira, 2021).

Ada tiga jenis sifat dasar bahan magnetic yaitu diamagnetik, paramagnetik dan feromagnetik. Bahan dengan dipol magnet yang arahnya berlawanan dengan medan magnet luar dikenal sebagai sifat diamagnetik. Saat dikenai medan magnet bahan seperti tembaga, emas, bismut dan perak menunjukkan momen dipol yang berlawanan dengan medan magnet tersebut. Sementara itu, pada bahan paramagnetik, momen dipolnya justru sejajar dengan medan magnet luar jika berada dekat sumber magnet. Contoh bahan yang memiliki sebagian dipol magnet

searah dengan medan luar antara lain aluminium, magnesium dan platina. Contoh bahan feromagnetik adalah gadolinium, besi, nikel, kobalt, dan lainnya yang momen dipol magnetiknya searah ketika diberikan medan magnet luar (Sumardi et al., 2020).

Solenoida terdiri dari sejumlah kumparan kawat melingkar yang dapat menghasilkan medan magnet ketika diberikan energi dihasilkan oleh batang magnet yang memiliki bentuk silinder memanjang, sebagaimana diagram berikut (Ardiansyah, 2019).

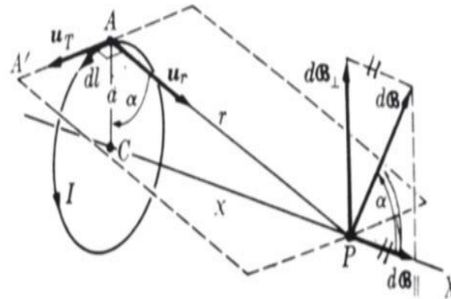


Gambar 2. 1 Kumparan Magnet Solenoida (Ardiansyah, 2019)

Garis panduan paralel dengan jarak yang sama menunjukkan induksi magnet pada pusat setiap elektromagnet. Garis induksi magnet di luar kumparan menunjukkan adanya medan magnet yang tidak sepenuhnya terfokus di dalam solenoida. Induksi magnet di tengah solenoid harus sama persis jika solenoidnya sangat panjang. Apabila lilitan pada solenoida tersusun sangat rapat, maka kebocoran medan dapat diabaikan, sehingga induksi magnet di bagian luar kumparan dianggap tidak ada (Busyairi & Zuhdi, 2020).

Suatu kumparan kawat yang bentuknya selenoid disebut solenoida ketika arus listrik dialirkan melalui kumparan, maka akan terbentuk medan magnet. Arus yang mengalir pada lilitan menentukan letak kutub magnet pada solenoida, sebab garis-

garis medan magnet selalu mengalir dari kutub utara menuju kutub selatan (Busyairi & Zuhdi, 2020).



Gambar 2. 2 Geometri Untuk Menghitung Medan Magnet Disuatu Titik Pada Kawat Melingkar (Sutarno, 2017).

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa ketika seluruh elemen dB yang tegak lurus dijumlahkan, komponen dB_y (yang arahnya tegak lurus) saling meniadakan sehingga bernilai nol. Hal ini terjadi karena elemen-elemen pada loop memiliki arah berlawanan sehingga saling membatalkan. Akibatnya, hanya komponen dB_x (yang sejajar) yang tersisa. Kesimpulannya, besar medan magnet pada solenoida berbanding lurus dengan jumlah lilitan per satuan panjang serta kuat arus listrik yang mengalir. Sebaliknya, medan magnet berbanding terbalik dengan panjang solenoida. Dengan demikian, semakin banyak jumlah lilitan kawat yang disusun dalam solenoida, maka medan magnet yang dihasilkan akan semakin besar (Tipler & Mosca, 2021).

2.1.2 Hukum Lambert Beer

Hukum Lambert–Beer merupakan prinsip dasar dalam analisis spektrofotometri yang menjelaskan hubungan antara intensitas cahaya yang diserap oleh suatu larutan dengan konsentrasi zat terlarut di dalamnya. Hukum ini

menyatakan bahwa besarnya absorbansi suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi zat dan panjang lintasan cahaya yang melewati larutan tersebut.

Secara matematis, Hukum Lambert–Beer dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

dengan:

- A adalah absorbansi (tanpa satuan),
- ε adalah koefisien serapan molar ($L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$),
- l adalah panjang lintasan cahaya (cm),
- c adalah konsentrasi zat (mol/L atau ppm).

Berdasarkan persamaan tersebut, dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi suatu zat dalam larutan, maka semakin besar pula nilai absorbansi yang dihasilkan. Hubungan antara absorbansi dan konsentrasi bersifat linier, sehingga memungkinkan penentuan konsentrasi zat yang tidak diketahui melalui pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer. Dalam praktik analisis kimia, Hukum Lambert–Beer diterapkan melalui pembuatan kurva baku (kurva standar) yang diperoleh dari hubungan antara konsentrasi larutan standar dengan nilai absorbansinya. Kurva baku tersebut kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel berdasarkan nilai absorbansi yang terukur (NOVIASTUTI, 2015).

Pada penelitian ini, Hukum Lambert–Beer digunakan sebagai dasar dalam penentuan kadar klorofil, zat besi (Fe), dan vitamin A pada tanaman kangkung

(*Ipomoea reptans*). Nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis selanjutnya dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier kurva baku untuk menghitung konsentrasi masing-masing kandungan nutrisi. Dengan demikian, Hukum Lambert–Beer berperan penting dalam memastikan keakuratan dan keabsahan hasil analisis kandungan nutrisi tanaman (PERMATASARI, 2015).

2.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Air Pada Pertumbuhan Kangkung

Medan magnet dapat mempengaruhi struktur dan sifat fisik air, seperti pH, konduktivitas listrik dan viskositas. Penelitian mengindikasikan bahwa paparan medan magnet dapat meningkatkan pH dan konduktivitas listrik air, yang dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Navira, 2021) ditemukan bahwa kerapatan fluks magnet sebesar 6,44 mT memberikan pengaruh paling signifikan terhadap pH dan daya hantar listrik air. Air yang terkena paparan medan magnet menunjukkan peningkatan pada berbagai parameter pertumbuhan tanaman. Pada penelitian tersebut, penggunaan air termagnetisasi terbukti mampu meningkatkan tinggi tanaman kangkung, jumlah daun, berat segar, serta kandungan klorofil. Hasil ini menegaskan bahwa medan magnet tidak hanya mempengaruhi karakter fisik air, tetapi juga mampu merangsang peningkatan proses metabolisme tanaman (Navira, 2021).

Diduga bahwa paparan medan magnet dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman melalui berbagai mekanisme.

1. Peningkatan Penyerapan Nutrisi: Medan magnet dapat meningkatkan kemampuan membran sel untuk melewati zat, yang pada gilirannya memperbaiki penyerapan ion dan nutrisi (Fatiya Hasanah et al., 2019).

2. Stimulasi Aktivitas Enzim: Medan magnet dapat bertindak sebagai pengaktif enzim yang berperan dalam sintesis protein dan pembentukan klorofil (Fatiya Hasanah et al., 2019).
3. Meningkatkan Metabolisme: Beberapa penelitian mengungkap bahwa medan magnet mampu mempercepat proses metabolisme pada benih berusia lebih tua, sehingga pertumbuhannya menjadi lebih baik dibandingkan benih yang tidak mendapatkan perlakuan (Fatiya Hasanah et al., 2019).

2.1.4 Pengaruh Air Magnetisasi Terhadap Pertumbuhan Kangkung

Penggunaan medan magnet pada air memiliki potensi besar sebagai metode inovatif yang mendukung kemajuan teknologi di berbagai sektor, khususnya dalam bidang pertanian (Ali, S.Pt., M.Agr.Sc et al., 2021).

Penggunaan air yang telah dimagnetisasi dianggap sebagai metode inovatif untuk meningkatkan efektivitas serta produktivitas penggunaan air pada tanaman. Air yang telah melalui proses magnetisasi diharapkan mampu mendukung peningkatan hasil produksi dalam sektor pertanian (Hozayn et al., 2016).

Medan magnet mampu memodifikasi struktur air, sehingga meningkatkan kemampuannya dalam menyerap mineral dan menghasilkan lebih banyak nutrisi yang dapat larut di dalamnya. Kenaikan nilai konduktivitas listrik pada air dapat memperbaiki penyerapan unsur hara oleh tanaman, yang pada akhirnya mendorong peningkatan proses fisiologis dan produktivitas tanaman (Adilayahya, 2017).

Medan magnet mampu melemahkan ikatan hidrogen antar molekul air, sehingga meningkatkan potensial airnya. Potensial air yang lebih tinggi memungkinkan benih menyerap air dengan lebih cepat. Pengaruh medan magnet tersebut juga menyebabkan molekul-molekul air terpecah sehingga ukurannya menjadi lebih kecil. Hal ini meningkatkan kecepatan transpirasi dan evaporasi,

sekaligus mengurangi viskositas larutan. Sebagai hasilnya, viabilitas dan vigor benih mengalami peningkatan, sebagaimana telah dibuktikan oleh sejumlah penelitian. Air yang telah dimagnetisasi mampu mempercepat laju perkecambahan dan menghasilkan kecambah dengan ukuran lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Medan magnet meningkatkan suhu dan mempercepat proses penguapan air pada media tanam (Putra & Yuliando, 2015).

Paparan medan magnet mampu memodifikasi karakteristik fisik maupun kimia air, termasuk ikatan hidrogen, daya hantar listrik, polaritas, indeks bias, tegangan permukaan, pH, serta tingkat kelarutan garam. (Chang & Weng, 2008).

Perubahan ini mempercepat pengaktifan hormon dan enzim dalam proses pertumbuhan, karena adanya peningkatan mobilisasi dan transportasi nutrisi yang menjadi lebih efektif. Kondisi ini merangsang aktivitas biologis pada tanaman yang akhirnya berdampak pada peningkatan pertumbuhan serta hasil panen (Surendran et al., 2016).

Penelitian oleh (Sace & Natividad, 2015) menunjukkan bahwa penggunaan air yang dimagnetisasi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penggunaan air yang proses pemagnetan dapat meningkatkan jumlah oksigen reaktif yang berperan sebagai molekul pensinyalan dalam mengatur respons tanaman terhadap kondisi stres.

2.2 Air

2.2.1 Air PDAM

Dalam budidaya hidroponik, air berperan sebagai media utama sekaligus sumber nutrisi. Air yang digunakan biasanya berasal dari sumur atau PDAM. Sejumlah penelitian telah dilakukan terkait penggunaan berbagai jenis sumber air,

seperti air sumur, air hujan dan air mata air, pada budidaya tanaman baby kailan dalam sistem hidroponik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perbedaan jenis air serta pemberian nutrisi dalam sistem hidroponik dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman baby kailan. Namun, penelitian tersebut belum mengulas secara detail karakteristik pH dari masing-masing jenis air yang digunakan (Zulfarosda & Purnamasari, 2022).

Pada umumnya, petani hidroponik memilih menggunakan air sumur bor sebagai sumber air dalam pembuatan larutan nutrisi hidroponik, karena dinilai lebih hemat biaya dibandingkan penggunaan air PDAM. Air PDAM memiliki pH 8,0 dan kandungan mineral terlarut sebesar 150 ppm. pH yang bersifat basa dalam sistem hidroponik dapat menghambat tanaman dalam menyerap unsur hara secara maksimal (Mattson & Lieth, 2019).

Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) adalah salah satu jenis air yang umum digunakan dalam sistem hidroponik. Air ini telah diproses melalui tahap pengolahan sehingga memenuhi standar kualitas air yang aman untuk konsumsi manusia. Karakteristik utama dari air PDAM adalah kandungan mineral terlarut dan pH yang relatif stabil, meskipun bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan musim. pH air PDAM biasanya berada di kisaran 8,0, yang termasuk dalam kategori basa. Nilai pH ini memiliki peranan penting karena dapat mempengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi. Untuk sistem hidroponik, pH yang ideal seharusnya berada antara 6,5 hingga 7,5 agar penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dapat berjalan dengan efektif (Liferdi & Saparinto, 2016).

Pemanfaatan air PDAM dalam sistem hidroponik telah terbukti memberikan hasil yang lebih optimal terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam menggunakan air PDAM memiliki kadar klorofil dan

nitrogen lebih tinggi dibandingkan tanaman yang memakai air sumur. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun pH air PDAM bersifat basa, penggunaan perlakuan tambahan seperti larutan asam fosfat dapat menjaga pH tetap dalam rentang optimal untuk pertumbuhan tanaman (Ariyanti, 2022).

2.2.2 Karakteristik Air

Air merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya, maka kualitas dan kuantitasnya perlu diperhatikan. Air minum wajib memenuhi persyaratan fisik, kimia dan biologis. Jika tidak memenuhi standar tersebut, air dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan (Puspitasari & Hermanto, 2022). Tiga sifat utama air adalah fisik, kimiawi dan biologis sebagai berikut:

a. Sifat Fisik

Air dapat berada dalam tiga wujud yaitu, padat sebagai es, cair sebagai air dan gas sebagai uap air. Pemanfaatan bentuk yang paling sesuai bergantung pada kondisi lingkungan atau cuaca. Sifat fisik penting yang memengaruhi kualitas air meliputi jumlah padatan baik yang mengambang maupun terlarut kekeruhan, warna, bau, rasa dan suhu. Karena air mampu melarutkan berbagai zat kimia, air sering disebut sebagai pelarut segalanya. Di bawah tekanan dan suhu standar, fase cair dan padat air berada dalam kesetimbangan dinamis. Air terdiri dari partikel hidrogen (H^+) dan partikel hidroksida (OH^-) dalam bentuk ion. Beragam sumber air dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum bagi manusia, seperti air hujan, air tanah, air laut, maupun air sungai, dengan air tanah dan air sungai yang menyumbang jumlah terbesar dari sumber air tersebut (Shofiana, 2017).

b. Sifat Kimia

pH yang diwakili sebagai ukuran tingkat keasaman dan alkalinitas air. Ini digambarkan sebagai logaritma kebalikan dari konsentrasi ion hidrogen dalam mol per liter. pH air murni dalam situasi ini adalah dengan pH air di bawah 7 dikategorikan asam, sedangkan pH di atas 7 tergolong basa. Karena tanah mengandung banyak garam bersifat basa, sebagian besar air cenderung bersifat basa. Keberadaan karbonat dan bikarbonat dari mineral seperti kalsium, natrium, dan magnesium dapat mempengaruhi kualitas air. Tingkat alkalinitas diukur dalam mg kalsium karbonat per liter. Kandungan karbon dioksida dalam air menyebabkan sifat asam, yang dinilai berdasarkan jumlah kalsium karbonat yang diperlukan untuk menetralkan asam tersebut. Untuk menyediakan air bersih, perlu diperhatikan tingkat kesadahan air. Kesadahan sementara disebabkan oleh ion kalsium dan magnesium bikarbonat dapat dikurangi dengan perebusan atau penambahan kapur, sedangkan kesadahan permanen ditimbulkan oleh kalsium dan magnesium sulfat, klorida, serta nitrat. Nilai kesadahan biasanya dinyatakan dalam mg/l setara kalsium karbonat (Shofiana, 2017).

c. Sifat Biologis

Bakteri merupakan organisme berukuran sangat mikroskopis dan sebagian jenisnya bahkan tidak dapat terdeteksi bahkan dengan mikroskop. Bakteri patogen menyebabkan penyakit, sedangkan bakteri non-patogen tidak menyebabkan penyakit. Bakteri ini biasanya dipelajari di air. Berbagai macam organisme hidup termasuk kuman, makroskopik dan mikroskopik. Sebaliknya, orang telanjang tidak dapat melihat spesies organisme makroskopik. Alat bantu mikroskopik diperlukan untuk organisme mikroskopik seperti melihat bagaimana spesiesnya berbeda

(Purworini & Fitriyaningsih, 2015). Adapun factor-faktor yang mempengaruhi kualitas air:

1. Temperatur

Temperatur dapat menggambarkan aktivitas proses kimia dan biologi, memengaruhi viskositas air, tekanan uap, serta tegangan permukaannya dan menjadi indikator tingkat kejenuhan padatan maupun gas. Temperatur juga menunjukkan bagaimana proses kimia, fisika dan biologi berlangsung di dalam air dipengaruhi olehnya. Di mana peningkatan suhu menyebabkan peningkatan viskositas, evaporasi dan reaksi kimiawi (Effendi, 2003).

2. pH

Rentang pH yang dianggap ideal untuk kegiatan irigasi pertanian berada pada kisaran 5,0 sampai 9,0. Ini disebabkan oleh fakta bahwa jika pH air yang akan digunakan sangat basa atau asam, maka dapat menghasilkan ion beracun dan mengganggu keseimbangan hara. Udara yang bersifat asam terdiri dari sejumlah besar ion hidrogen dalam air yang bersifat basa mengandung banyak ion hidroksida, sehingga dapat memengaruhi kemampuan penyerapan zat yang dibutuhkan oleh buah-buahan. Selain itu, kondisi tersebut dapat merusak dan menghambat perkembangan sel tanaman, sehingga proses metabolisme terganggu dan penyerapan nutrisi menurun. Karena itu, air yang ideal digunakan adalah air dengan pH netral, yakni tidak terlalu basa maupun asam (Wantasen & Luntungan, 2017).

3. DHL (Daya Hantar Listrik)

Konduktivitas juga dikenal sebagai DHL (Daya Hantar Listrik), adalah ukuran kemampuan air untuk mengirimkan listrik. Oleh karena itu, semakin tinggi salinitas air semakin banyak konduktivitasnya. Metode yang digunakan untuk

mengukur konduktivitas air dianggap sebagai prosedur standar untuk menghitung kadar garam dalam air irigasi (Khotimah et al., 2018).

4. TDS

Jumlah padatan yang berasal dari zat terlarut yang mampu melewati media penyaringan dengan diameter kurang dari 2 μm disebut TDS (Diatara & Nurpilihan, 2019). Sebagian besar padatan terlarut berasal dari lumpur, plankton, daun, limbah industry dan bahan organik seperti limbah domestik dan industri, yang memengaruhi tingkat TDS air kotor. Sumber daya tambahan berasal dari sisa pestisida dan pupuk yang digunakan baik di peternakan maupun di sawah (Aurilia & Saputra, 2020).

Selain itu, TDS dapat dihasilkan dari hawa yang dapat mengandung mineral seperti kalsium bikarbonat, nitrogen, fosfor, besi, sulfur dan berbagai zat anorganik lainnya. Sebagian besar bahan tersebut membentuk garam yang tersusun atas senyawa berunsur logam maupun senyawa yang tidak mengandung logam. Ion yang biasanya terlarut dalam air adalah partikel dengan muatan positif atau negatif. Nilai TDS terkait dengan kekeruhan air dan semakin tinggi nilainya maka sebaliknya, lebih banyak kekeruhan apabila TDS lebih rendah maka beban cemarannya dikurangi oleh tingkat kekeruhannya (Saputra et al., 2020).

5. Fosfat

Fosfat adalah unsur hara yang tidak mengalami perpindahan sebagian besar fosfat terikat sebagai pupuk organik pada partikel tanah dan hanya sedikit yang ditemukan pada tumbuhan. Fosfor akan diserap oleh akar tanaman saat proses intersepsi akar yang berlangsung terus-menerus serta difusi jarak pendek menyebabkan efisiensi pupuk fosfat sangat rendah, hanya sekitar 15–20%. Walaupun tanaman dapat menyerap fosfat, aliran perkolasi air membuat sebagian

fosfat hilang sehingga tidak lagi tersedia bagi tanaman. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk fosfat secara terus-menerus dapat menimbulkan penumpukan fosfat, yang pada akhirnya menurunkan respons tanaman terhadap pemupukan fosfat.

Air adalah bahan penyusun utama protoplasma dan sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Jumlah air dalam tanaman berpengaruh terhadap berbagai aktivitas fisiologis, salah satunya proses fotosintesis. Air berperan sebagai pelarut bagi berbagai zat yang terlibat dalam reaksi kimia, termasuk senyawa organik, molekul kecil, serta ion bermuatan seperti K^+ , Ca^{2+} dan NO_3^- . Air bersama bahan organik membentuk ikatan hidrogen dengan asam amino, karbohidrat, serta protein bermassa kecil yang memiliki gugus hidroksil, amina, atau asam karboksilat yang berfungsi.

Selain itu, dapat menyebabkan pembentukan koloida yang terdiri dari karbohidrat dan protein yang memiliki massa molekul besar. Air juga berperan dalam mempertahankan tekanan turgor yang menjadi faktor penting bagi proses pertumbuhan tanaman, pembesaran daun, serta aktivitas metaboliknya. Air memiliki kemampuan untuk mengontrol bagaimana stomata tertutup dan terbuka. Selain itu, air berfungsi sebagai penggerak proses respirasi yang meningkatkan penyediaan tenaga dan perkembangan tumbuh. Air juga menjaga suhu tanaman dan berperan dalam ekspansi sel (Wiraatmaja, 2017).

2.3 Tanaman Kangkung

Kangkung adalah jenis tanaman yang memiliki pertumbuhan cepat dan dapat dipanen dalam 4–6 minggu setelah penyemaian. Tanaman *ipomoea reptans* Poir terdiri atas dua varietas yaitu, kangkung darat yang dikenal sebagai kangkung cina,

serta kangkung air yang tumbuh secara alami di area persawahan, rawa, maupun parit. Warna bunga dan bentuk batang serta daun yang membedakan kangkung air dan kangkung darat (ULFA, n.d.).

Kangkung air memiliki banyak peminat, membuatnya menjadi sayur yang sangat populer. Batang muda dan pucuk-pucuknya sebagai sumber sayur-mayur adalah komponen utama tanaman kangkung. Kangkung memiliki rasa yang enak karena mengandung banyak vitamin A, B dan C serta mineral terutama zat besi, yang memiliki efek positif pada kesehatan (ARIFIN, 2022).

Kangkung yang dikenal dengan nama ilmiah *Ipomoea reptans*, merupakan tanaman murah dan berumur pendek yang kaya akan nutrisi. Tanaman ini sangat populer di Indonesia karena dapat tumbuh dengan cepat dan siap dipanen dalam waktu empat hingga enam minggu (L. N. Sari & Wahidah, 2020).

Dalam Al-Qur'an, dalam surah Al-An'am ayat 99, Allah SWT mengatakan bahwa Dia menumbuhkan semua jenis tumbuhan di bumi.

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

“Dialah yang menurunkan hujan dari langit, lalu dengan air itu Allah menumbuhkan berbagai jenis tanaman. Dari tanaman itu muncul tumbuhan hijau, kemudian dari tumbuhan hijau itu Allah menghasilkan butir-butir yang banyak. Dari mayang kurma, keluar tandan-tandan yang menjurai, serta Allah menumbuhkan kebun-kebun anggur, zaitun, dan delima — ada yang serupa dan ada pula yang berbeda. Perhatikanlah buahnya ketika mulai berbuah dan saat buah itu matang. Sesungguhnya, di dalam semua itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang beriman.” (Al-An'am: 99).

Menurut Ibnu Al-Jauzi, kata "أَخْضَرَ" merujuk pada tanaman hijau, sedangkan Az-Zamakhshari berpendapat bahwa "خضر" menggambarkan tanaman segar berwarna hijau yang dikenal sebagai "أَخْضَرَ" (Ahmad, 2013). Oleh karena itu, makna "خضر" dapat dihubungkan seperti halnya sayuran hijau lainnya, kangkung

merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan di berbagai tempat, baik di pekarangan rumah maupun di lahan persawahan. Tanaman ini mampu beradaptasi dengan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Selain itu, kangkung tidak hanya toleran terhadap kondisi panas dan lembap, tetapi juga tumbuh dengan optimal pada tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi dan nutrisi (Irawati & Salamah, 2013).

2.3.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kangkung

Tanaman kangkung dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Djuariah, 2007):

a. Taksonomi tanaman kangkung

Kingdom: *Plantae*

Subkingdom: *Tracheobionta*

Diviso: *spermatophyte*

Sub-divisi: *angiospermae*

Kelas: *dicotyledonae*

Family: *Convolvulaceae*

Genus: *ipomea*

Species: *ipomea reptans poir*

b. Morfologi tanaman kangkung

Akar, batang, daun, biji kangkung bermanfaat untuk:

1. Akar

Akar tanaman kangkung mampu menembus tanah hingga kedalaman 60–100 cm dan menyebar secara horizontal sampai sekitar 150 cm, terutama pada jenis kangkung yang memiliki akar tunggang dengan banyak percabangan yang meluas ke berbagai arah (Edi, 2014).

2. Batang

Batang kangkung berwarna putih kehijauan dan memiliki banyak ruas. Batangnya berbentuk bulat dengan banyak lubang dan mengandung banyak air (Widyawati, n.d.). Serta, batang kangkung berbuku-buku dapat mengeluarkan akar serabutnya memiliki warna putih hingga coklat tua. Umumnya, bagian yang dimanfaatkan dari tanaman kangkung adalah daun serta batang mudanya (Widyawati, n.d.).

3. Daun

Kangkung darat lebih kecil dan berwarna hijau tua daripada kangkung air, kangkung darat memiliki daunnya panjang dan berujung runcing sedangkan kangkung air memiliki daun yang lebar (Bahri et al., 2019).

4. Biji

Untuk biji atau benih kangkung digolongkan sebagai jenis dikotil yang berkeping dua kangkung darat mempunyai biji yang lebih banyak daripada kangkung air dan diperbanyak melalui stek pada ujung batang sedangkan kangkung darat diperbanyak melalui biji. Biji kangkung berbentuk bulat dengan sisi-sisi yang tampak tegas. Saat sudah matang warnanya berubah menjadi coklat kehitaman, sedangkan ketika masih muda berwarna hijau (Bahri et al., 2019).

2.3.2 Jenis - Jenis Kangkung

1. Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*)

Daunnya bunganya lebih lancip, batang tegak, tidak berair, ditanam di tanah gembur atau sistem hidroponik, waktu panen 3–4 minggu, rasanya lebih renyah dan populer di pasar modern (Edi, 2014).

2. Kangkung Air

Batang berongga, tumbuh menjalar atau terapung di air, umumnya dibudidayakan di lahan basah, sawah, atau rawa, waktu panen lebih lama, rasa cenderung lebih lembut (Rukmana, 1994).

2.4 Kandungan Nutrisi Kangkung

Dalam Al-Qur'an dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan berbagai jenis tumbuhan beserta manfaatnya, sebagaimana disebutkan dalam Surah Asy-Syu'arā ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (QS. Asy-Syuara' :7).

Dalam atfsir Al-Mishbah kata-kata diatas menunjukkan bahwa manusia ditugaskan sebagai khalifah di bumi dengan bekal akal dan nafsu. Mereka diperintahkan untuk menjauhi kekafiran dan mensyukuri seluruh nikmat yang diberikan Allah SWT. Allah telah menciptakan berbagai tumbuhan yang membawa banyak manfaat bagi manusia, baik sebagai sumber pangan maupun sebagai obat.

Sayuran hijau adalah salah satu tanaman bermanfaat yang dimaksudkan dalam frase "jenis tanaman yang baik." Banyak orang suka sayuran hijau kangkung karena banyak nutrisinya yang baik baik untuk kesehatan tubuh serta mudah untuk dibudidayakan. Kangkung mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin A, vitamin C, zat besi, kalsium, fosfor dan potasium (Hidayati et al., 2017).

Setiap 100 gram kangkung mengandung manfaat berikut: (Hidayati et al., 2017).

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Kangkung

Kandungan Kangkung	Jumlah
Kalori	29 kkal
Protein	3 gram
Lemak	0.3 gram
Karbohidrat	5.4 gram
Kalsium	73 miligram
Fosfor	50 miligram
Zat Besi	3 miligram
Vitamin A	6300 miligram
Vitamin B	0.07 miligram
Vitamin C	32 miligram

2.5 Hidroponik

William Frederick Gericke memulai hidroponik di Berkley, California, pada awal tahun 1930. Kata “hidroponik” berasal dari gabungan kata “*hydro*” yang berarti air dan “*ponos*” yang berarti pengerjaan. Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman yang memanfaatkan air sebagai media pertumbuhan daripada tanah sebagai medium pertumbuhan yang sedang banyak diminati (ISLAM & Hariyanto, 2022).

Metode budidaya tanaman yang mengandalkan air sebagai media utama penyedia nutrisi umumnya digunakan dalam greenhouse. Ini berarti lebih mudah untuk mengelola bagian-bagian ekosistem, yang berarti tingkat risiko yang ditimbulkan oleh cuaca dapat dikurangi. Selain itu, bercocok tanam hidroponik dapat menyalahi keterbatasan waktu, perawatan dan lahan dengan menggunakan sistem media tanam yang memanfaatkan bahan seperti kerikil, pasir, spons, atau gel, serta berbagai jenis tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik. Hal ini ditegaskan dalam firman Allah pada Surah An-Naml ayat 60.

أَمْ مَنْ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مَا كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا ؕ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الَّذِينَ يَتَّقُونَ ۖ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الَّذِينَ يَتَّقُونَ ﴿٦٠﴾

"Atau siapakah yang telah menciptakan langit dan bumi dan yang menurunkan air dari langit untuk kamu, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu kebun-kebun yang berpemandangan indah? Kamu tidak mampu menumbuhkan pohon-pohonnya. Apakah di samping Allah ada tuhan (yang lain)? Sebenarnya (mereka adalah) orang-orang yang menyimpang (dari kebenaran)." (QS. An-Naml: 60).

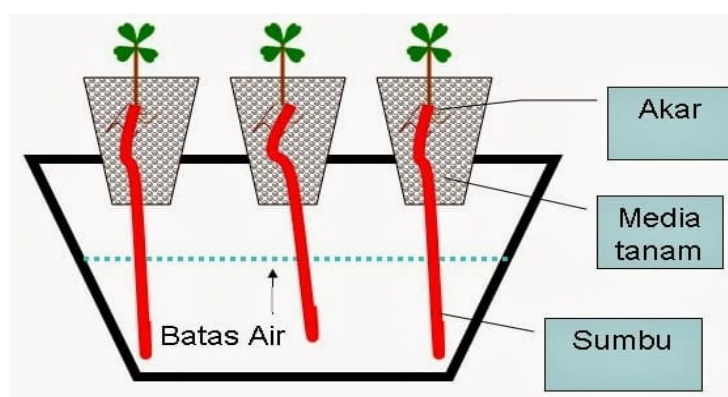
Ayat ini menegaskan bahwa Allah adalah satu-satunya yang menciptakan langit, bumi, serta seluruh isi yang terdapat di dalamnya. Keindahan alam, seperti kebun-kebun hijau dan tanaman yang tumbuh dari air hujan adalah tanda kekuasaan dan rahmat-Nya. Manusia tidak memiliki kemampuan untuk menciptakan atau menumbuhkan pohon dan tanaman tanpa adanya kekuasaan dan kehendak Allah.

Hal ini ditunjukkan *"menurunkan air dari langit untuk kamu"* menggambarkan pemberian nikmat dari Tuhan berupa hujan yang turun dari langit. Hujan ini membawa kehidupan dan manfaat bagi makhluk hidup di bumi, seperti menyuburkan tanah, menyediakan air untuk minum dan mendukung ekosistem. Kalimat tersebut menunjukkan kemurahan dan kasih sayang Tuhan kepada manusia dengan menyediakan kebutuhan dasar untuk keberlangsungan hidup mereka.

Salah satu metode yang efektif untuk menghasilkan berbagai jenis sayuran dan buah-buahan adalah hidroponik (Sace & Natividad, 2015). Telah banyak penelitian yang dilakukan terkait budidaya tanaman dengan sistem hidroponik. Sistem hidroponik dapat digunakan bahkan di lahan yang sempit, menjadikannya teknik pertanian yang sangat efisien (Navira, 2021). Dua jenis sistem hidroponik yang paling umum digunakan adalah sistem hidroponik statis dan dinamis. Sistem hidroponik statis yaitu:

1. Sistem hidroponik wick

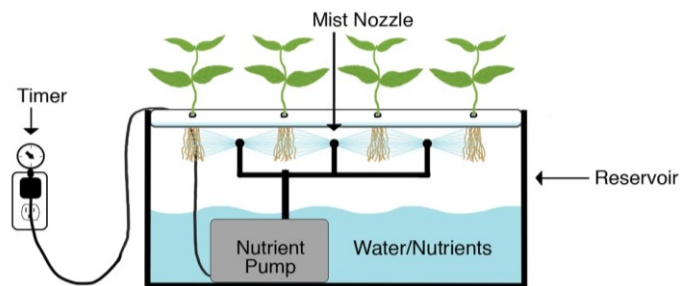
Sistem hidroponik wick (sumbu) merupakan metode paling sederhana untuk menanam kangkung, di mana sebuah sumbu berfungsi menghubungkan pot tanaman dengan larutan nutrisinya. Sumbu dapat terbuat dari berbagai bahan seperti kapas, kain bekas, atau flanel, yang memiliki kemampuan menyerap air. Dalam sistem ini, akar tanaman tidak berada langsung di dalam air, tetapi berkembang pada media yang mampu menahan air seperti rockwool, busa, atau cocopeat. Metode ini memungkinkan tanaman untuk mendapatkan pasokan air dan nutrisi secara berkelanjutan melalui prinsip kapilaritas, sehingga meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman kangkung (Eddy et al., 2019).



Gambar 2. 3 Sistem Hidroponik Wick

2. Sistem Rakit Apung

Sistem pemeliharaan bawah air (Deep Water Culture/DWC) atau rakit apung, memungkinkan tanaman mengapung di atas larutan nutrisi dengan akar yang terendam secara terus-menerus. Metode ini memastikan tanaman selalu mendapatkan pasokan nutrisi yang cukup. Selain itu, pompa yang digunakan dalam sistem ini mengalirkan larutan nutrisi, sekaligus menghasilkan oksigen yang diperlukan untuk pertumbuhan akar, sehingga meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman.

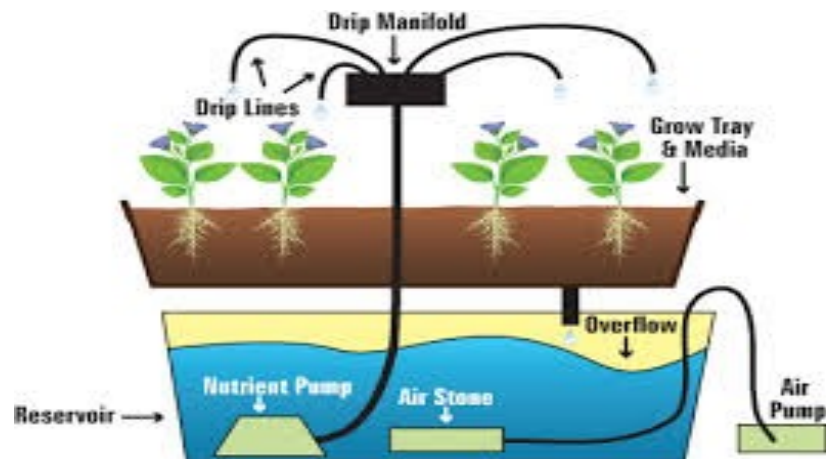


Gambar 2. 4 Sistem Rakit Apung

Sedangkan macam-macam hidroponik dinamis yaitu:

1. Drip Sistem

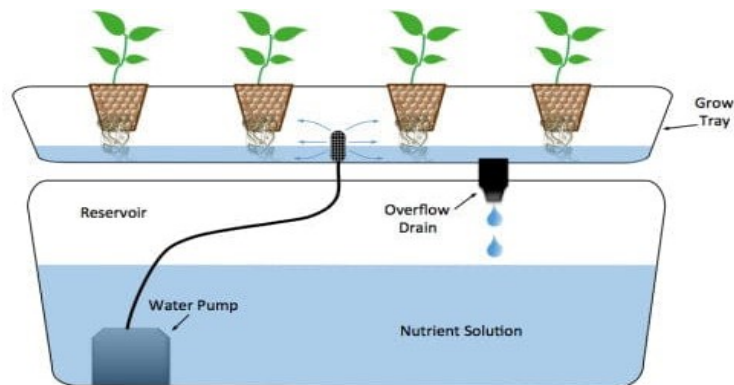
Sistem hidroponik drip menggunakan dua wadah, yaitu satu wadah untuk tanaman dan satu lagi untuk larutan nutrisi. Pada sistem ini, larutan nutrisi diberikan secara berkala ke media tanam sehingga akar dapat menyerapnya dengan lebih efisien. Metode ini memastikan tanaman memperoleh nutrisi yang sesuai dan mendukung pertumbuhannya secara maksimal.



Gambar 2. 5 Sistem Hidroponik Drip

2. Sistem Hidroponik EBB dan Flow (Flood and Drain)

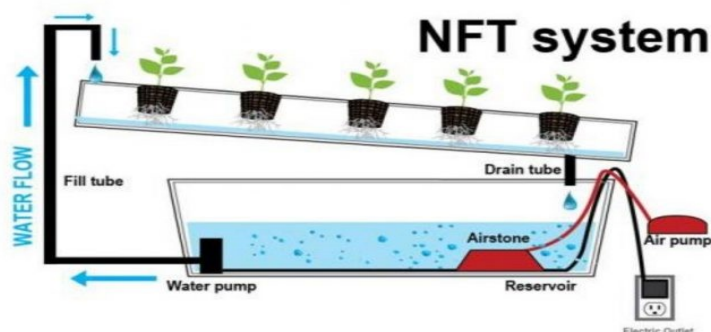
Pengaturan pada sistem hidroponik drip serupa dengan sistem infus, yaitu terdiri dari dua wadah di bagian bawah dan satu wadah di bagian atas. Wadah atas berfungsi menempatkan tanaman dalam pot yang berisi media tanam, sedangkan wadah bawah menyimpan larutan nutrisi. Metode ini memungkinkan nutrisi disalurkan ke akar tanaman secara efisien.



Gambar 2. 6 Sistem Hidroponik EBB and Flow (Flood and Drain)

3. Nutrient Film Technique (NFT)

Proses Nutrient Film Technique (NFT) melibatkan aliran larutan nutrisi yang terus menerus ke akar tanaman melalui pompa air yang beroperasi 24 jam. Sistem ini menjaga larutan nutrisi mengalir secara konstan, meningkatkan kadar oksigen dan memungkinkan akar menyerap nutrisi dengan lebih efisien.



Gambar 2.7 Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)

2.6 Hipotesis

Berdasarkan kajian teori yang telah dijelaskan serta didukung oleh hasil penelitian terdahulu, dapat diduga bahwa paparan medan magnet memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman kangkung. Oleh karena itu, hipotesis dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Paparan medan magnet berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) dalam sistem hidroponik, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar dan kadar klorofil.
2. Paparan medan magnet berpengaruh terhadap kandungan zat besi (Fe), vitamin A dan kalsium (Ca) pada tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) yang ditanam dalam sistem hidroponik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen kuantitatif yang dilaksanakan di laboratorium biofisika untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan serta kandungan nutrisi tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) pada sistem hidroponik rakit apung. Perlakuan menggunakan lima variasi kerapatan fluks medan magnet 0 mT, 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan, sehingga total unit percobaan berjumlah 15 variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel independent, kerapatan fluks medan magnet (mT).
2. Variabel terikat, pertumbuhan tanaman yaitu tinggi, jumlah daun, berat segar, kadar klorofil dan kandungan nutrisi yaitu zat besi, vitamin A dan kalsium.
3. Variabel control, jenis tanaman, jenis nutrisi, volume larutan, sistem hidroponik, suhu ruang dan waktu pemeliharaan.

Metode eksperimen ini memungkinkan pengujian hubungan sebab-akibat antara perlakuan medan magnet dan respons tanaman kangkung dalam kondisi yang terkontrol secara ilmiah.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2025. Kegiatan penelitian meliputi persiapan instalasi, mulai dari penyemaian benih, pemberian perlakuan medan magnet, hingga pengukuran hasil dilakukan bertempat di

Laboratorium Jurusan Fisika (Biofisika), Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Jawa Timur.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

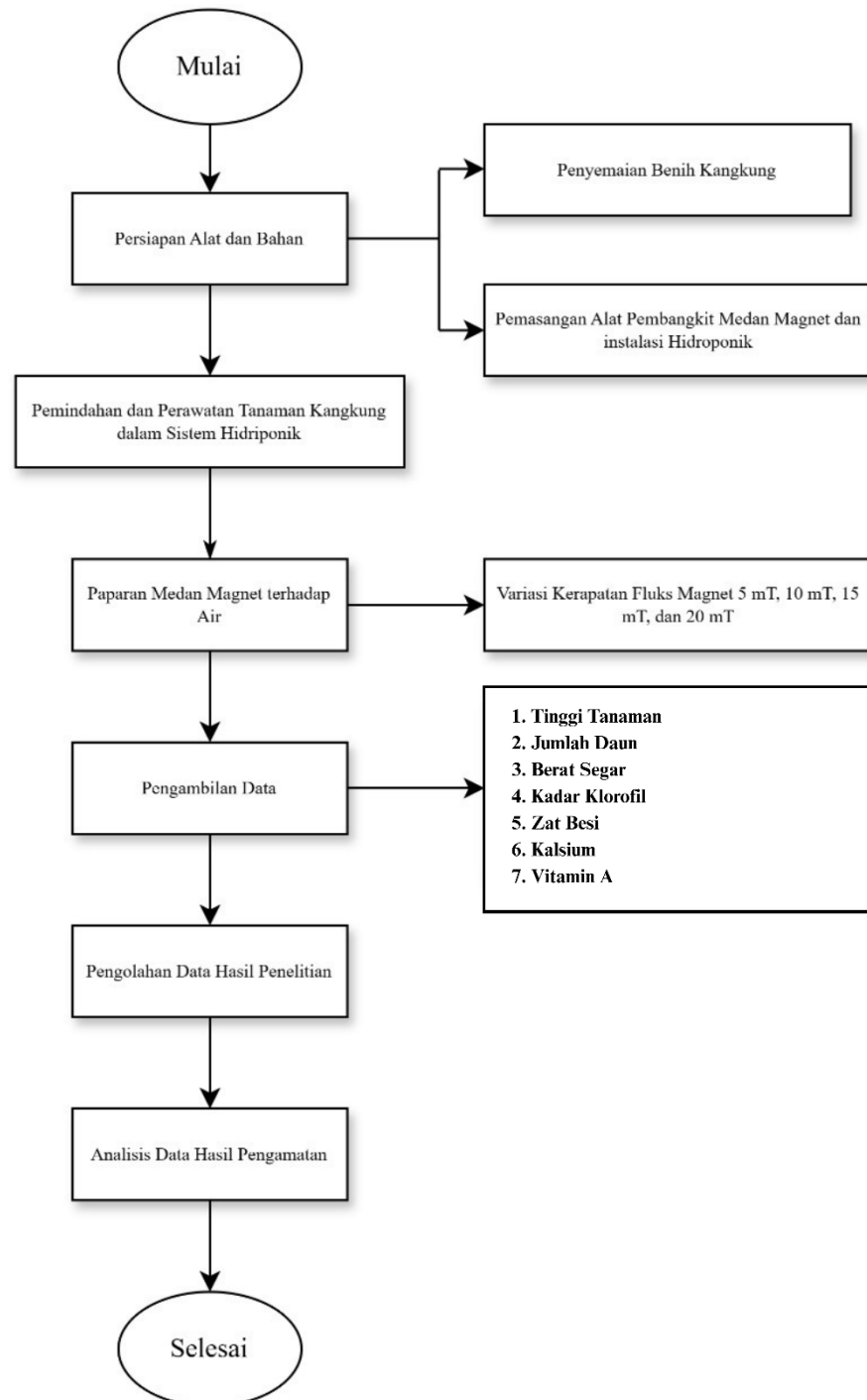
Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Gauss meter
2. Selenoida (80, 159, 239 dan 318) lilitan
2. Power supply DC
3. Pipa PVC berdiameter $\frac{1}{2}$ inci
4. Pompa air kapasitas 2000 L/jam
5. Wadah Air
6. Media tanam rockwool
7. Wadah pembibitan
8. Pinset, Pipet tetes, Corong gelas
9. Spray atau alat penyemprot air
10. Netpot 7 cm
11. Gelas ukur, Labu ukur, Gelas beaker
12. Saringan, Aluminium foil
13. TDS meter untuk mengukur kadar padatan terlarut dalam air
14. Mistar, Mortar dan alu
15. Neraca Digital
16. Kertas saring
17. Spektrofotometri UV-Vis, Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pengujian kandungan pada tanaman kangkung yaitu bibit tanaman kangkong, air, nutrisi AB mix, aquadest, aseton 80%, reagen vitamin A larutan HNO_3 65%, serta alkohol 70%, HNO_3 untuk destruksi sampel Ca dan Fe.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan pendekatan laboratorium. Terdapat lima variasi perlakuan medan magnet berdasarkan perbedaan kerapatan fluks yaitu, 0 mT (kontrol), 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT, dengan durasi paparan yang dibuat tetap sesuai rancangan alat. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan sehingga jumlah keseluruhan unit percobaan menjadi 15. Tahapan utama penelitian ini meliputi:

3.5.1 Tahap Persiapan dan Perancangan Alat Penghasil Medan Magnet

1. Disiapkan alat dan bahan yang diperlukan kawat tembaga enamel 0,5 mm, pipa PVC 1 inch, power supply DC, pompa air, TDS meter dan larutan nutrisi AB mix.
2. Dirakit sistem hidroponik rakit apung pada paralon.
3. Dirancang solenoida dengan cara ujung kawat dihubungkan ke power supply 5 A untuk menghasilkan variasi kerapatan fluks magnet 0 mT, 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT melalui pengaturan jumlah lilitan 80, 159, 239, 318 pada pipa PVC.

3.5.2 Tahap Paparan Medan Magnet

1. Air nutrisi dialirkan melalui solenoida yang telah dirangkai untuk menghasilkan kerapatan fluks sesuai perlakuan.
2. Setiap perlakuan mendapat volume air 20 liter per minggu dan air yang telah dimagnetisasi langsung dialirkan ke sistem hidroponik.
3. Konsentrasi nutrisi diatur bertahap 400 ppm minggu pertama, 800 ppm minggu kedua dan 1200 ppm minggu ketiga.
4. Disiapkan wadah untuk menampung air yang sudah terkena medan magnet.

3.5.3 Tahap Penanaman dan Perawatan Tanaman kangkung

Tahap ini merupakan proses inti dalam penelitian karena mencakup pemindahan bibit kangkung ke sistem hidroponik serta perawatan rutin selama masa pertumbuhan. Penanaman dan perawatan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Pemilihan Benih Kangkung

Benih kangkung (*Ipomoea reptans*) yang digunakan terlebih dahulu diseleksi untuk menjamin kualitasnya. Setelah itu, benih direndam dalam air bersih selama 6–8 jam.

2. Penyemaian Benih

Benih yang telah diseleksi kemudian disemai menggunakan media rockwool yang telah dipotong berukuran $\pm 2,5 \times 2,5$ cm dan dilubangi bagian tengahnya. Media disiram air hingga lembap dan ditempatkan di wadah semai yang tertutup serta diletakkan di tempat yang teduh selama masa awal pertumbuhan. Rockwool disiram dua kali sehari menggunakan spray air untuk menjaga kelembapan.

3. Pemindahan Bibit ke Sistem Hidroponik

Bibit yang sudah siap untuk ditanam kemudian dipindahkan ke dalam netpot berdiameter 7 cm yang telah diisi dengan rockwool tempat bibit tumbuh. Netpot kemudian diletakkan pada lubang tanam di paralon sistem rakit apung. Setiap lubang diisi satu tanaman untuk memastikan setiap individu mendapatkan ruang tumbuh yang optimal.

4. Perawatan Rutin Tanaman

Tanaman dirawat selama 21 hari menggunakan sistem genangan dengan sirkulasi air yang dibantu pompa. Larutan nutrisi AB mix diberikan dengan

konsentrasi berbeda setiap minggu yaitu, minggu pertama 400 ppm, minggu kedua 800 ppm dan minggu ketiga 1200 ppm.

3.5.4 Tahap Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Kangkung

1. Pengukuran Tinggi Tanaman

- a. Dilakukan setiap 7 hari sekali selama 21 hari minggu ke-1 hingga minggu ke-3.
- b. Diukur menggunakan mistar atau penggaris berskala milimeter.
- c. Diukur dari permukaan rockwool hingga titik daun tertinggi pada setiap tanaman.

2. Penghitungan Jumlah Daun

- a. Dihitung bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman hari ke-7, 14 dan 21.
- b. Seluruh daun yang telah membuka sempurna dan berperan dalam proses fotosintesis dihitung jumlahnya, tidak termasuk kotiledon atau daun yang belum berkembang sempurna.
- c. Penghitungan dilakukan secara visual dan manual untuk masing-masing sampel.

3. Penimbangan Berat Segar

- a. Dilakukan sekali pada saat panen, yaitu hari ke-21.
- b. Ditimbang menggunakan neraca digital dengan ketelitian 0,01 gram.
- c. Tanaman dicabut utuh dari sistem hidroponik, air pada akar dikeringkan menggunakan tisu atau kertas saring tanpa merusak bagian tanaman. Seluruh bagian atas batang dan daun ditimbang.

3.5.5 Tahap Uji Kandungan Tanaman Kangkung

3.5.5.1 Kandungan Vitamin A

1. Persiapan Sampel Daun Kangkung
 - a. Pilih daun kangkung yang sehat dan tidak terlalu tua maupun terlalu muda.
 - b. Daun dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih untuk menghilangkan kotoran maupun residu pestisida.
 - c. Timbang daun kangkung seberat 1,0 gram dengan bantuan neraca digital.
 - d. Haluskan daun menggunakan mortar dan alu hingga menjadi bubuk daun halus.
2. Ekstraksi Vitamin A (β -Karoten)
 - a. Menggunakan pelarut non-polar, n-heksana atau campuran etanol dengan petroleum eter.
 - b. Daun yang telah ditumbuk dimasukkan ke dalam gelas beaker.
 - c. Tambahkan 10–20 ml pelarut ke dalam beaker dan aduk rata menggunakan batang pengaduk.
 - d. Ekstraksi dilakukan selama 15–30 menit sambil sesekali diaduk agar β -karoten larut dalam pelarut.
 - e. Setelah selesai, saring campuran menggunakan kertas saring untuk memisahkan larutan dari ampas daun.
3. Persiapan Blanko

Gunakan pelarut murni n-heksana sebagai blanko pada spektrofotometer.

4. Pengukuran Absorbansi

- a. Nyalakan spektrofotometer UV-Vis dan lakukan kalibrasi dengan blanko pelarut.
- b. Tuangkan larutan ekstrak ke dalam kuvet bersih.
- c. Lakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 450 nm, yang merupakan puncak penyerapan β -karoten prekursor vitamin A.
- d. Catat hasil absorbansi sebagai dasar perhitungan.

5. Pengolahan Data (Perhitungan Vitamin A)

Perhitungan kadar vitamin A dilakukan berdasarkan nilai absorbansi dan menggunakan persamaan standar dari kurva kalibrasi β -karoten.

3.5.5.2 Kandungan Klorofil Daun

1. Persiapan Sampel Daun Kangkung

- a. Pilih daun kangkung yang siap panen dan berwarna hijau segar.
- b. Cuci bersih daun dengan air mengalir untuk menghilangkan debu atau kotoran.
- c. Timbang daun sebanyak 0,1 gram menggunakan neraca digital.
- d. Haluskan daun menggunakan mortar dan alu hingga benar-benar lumat.

2. Ekstraksi Klorofil

- a. Gunakan larutan alkohol 70% sebagai pelarut klorofil.
- b. Tumbukan daun kangkung ke dalam gelas beaker bersih.
- c. Tambahkan 20 ml alkohol 70% ke dalam gelas beaker yang berisi daun yang telah dihaluskan.

- d. Diaduk campuran menggunakan batang pengaduk hingga larutan homogen.
- e. Disaring larutan menggunakan kertas saring untuk memisahkan ampas daun dari larutan ekstrak.

3. Persiapan Blanko

- a. Gunakan larutan alkohol 70% murni sebagai blanko saat kalibrasi spektrofotometer.
- b. Tujuan blanko adalah untuk menghilangkan pengaruh pelarut terhadap hasil absorbansi.

4. Pengukuran Absorbansi

- a. Hidupkan spektrofotometer UV-Vis dan kalibrasi dengan blanko alkohol 70%.
- b. Tuangkan larutan hasil ekstraksi ke dalam kuvet.
- c. Absorbansi (OD) diukur pada dua panjang gelombang, yaitu 663 nm untuk klorofil a dan 645 nm untuk klorofil b.
- d. Dicatat nilai absorbansi pada kedua panjang gelombang.

5. Pengolahan Data (Perhitungan Klorofil)

- a. Pengukuran klorofil dilakukan dengan spektrofotometer UV melalui pembacaan nilai absorbansi. Pengukuran menggunakan panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dihitung menggunakan rumus berikut:
- b. Klorofil a (mg/L) = $12.7 (OD-663) - 2.69 (OD-645)$
- c. Klorofil b (mg/L) = $22.9 (OD-645) - 4.68 (OD-663)$

3.5.5.3 Kandungan Zat Besi

1. Persiapan Sampel Daun Kangkung
 - a. Pilih daun kangkung yang sehat dan berumur optimal daun tidak terlalu tua atau muda.
 - b. Cuci bersih daun dengan air mengalir untuk menghilangkan debu dan sisa pupuk atau nutrisi.
 - c. Timbang sebanyak 0,5–1 gram daun segar menggunakan neraca digital. Potong kecil-kecil atau cincang daun untuk mempermudah proses ekstraksi.
2. Ekstraksi Zat Besi
 - a. Tempatkan daun yang telah dicacah ke dalam beaker glass.
 - b. Tambahkan pelarut asam, seperti larutan HCl 0,1 N atau HNO₃ encer, sebanyak 10–20 ml ke dalam gelas beaker.
 - c. Panaskan campuran menggunakan hot plate selama 10–15 menit atau biarkan larut selama 1 jam jika tanpa pemanasan.
 - d. Setelah dingin, saring larutan menggunakan kertas saring ke dalam tabung bersih untuk memisahkan ampas dari filtrat.
3. Persiapan Blanko
 - a. Gunakan larutan HCl atau HNO₃ murni yang digunakan dalam ekstraksi sebagai blanko.
 - b. Tujuan blanko adalah untuk kalibrasi awal spektrofotometer agar hasil pengukuran tidak dipengaruhi oleh pelarut.
4. Pengukuran Absorbansi
 - a. Dinyalakan spektrofotometer UV-Vis dan kalibrasi dengan blanko.
 - b. Dituangkan larutan filtrat ke dalam kuvet bersih.
 - c. Lakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 510 nm.

- d. Catat nilai absorbansi dari masing-masing sampel.
- e. Pengolahan Data (Perhitungan Zat Besi).

3.5.5.4 Kandungan Kalsium

1. Persiapan Sampel Daun Kangkung
 - a. Pilih daun kangkung yang sehat dan sudah cukup umur tidak terlalu muda atau tua.
 - b. Cuci menggunakan air mengalir hingga bersih untuk menghilangkan kotoran serta sisa larutan nutrisi.
 - c. Timbang sebanyak 0,5–1 gram daun segar menggunakan neraca digital.
 - d. Potong kecil atau hancurkan dengan mortar dan alu untuk mempercepat proses ekstraksi.
2. Ekstraksi Kalsium
 - a. Masukkan daun yang telah dihaluskan ke dalam beaker glass bersih.
 - b. Tambahkan 10–20 ml larutan HCl 0,1 N (atau HNO₃ encer) untuk melarutkan kalsium dari jaringan daun.
 - c. Panaskan larutan di atas hot plate selama 10–15 menit untuk mempercepat pelarutan.
 - d. Setelah dingin, saring larutan menggunakan kertas saring untuk memisahkan larutan dari sisa daun.
3. Persiapan Blanko
 - a. Gunakan larutan pelarut murni HCl 0,1 N sebagai blanko untuk kalibrasi spektrofotometer.
 - b. Tujuannya agar alat hanya membaca absorbansi dari kandungan kalsium, bukan dari pelarutnya.

4. Pengukuran Absorbansi
 - a. Nyalakan spektrofotometer UV-Vis dan kalibrasi menggunakan blanko.
 - b. Masukkan filtrat ekstrak daun kangkung ke dalam kuvet.
 - c. Lakukan pengukuran absorbansi pada rentang panjang gelombang 422–430 nm.
 - d. Catat nilai absorbansi dari masing-masing perlakuan.

3.6 Pengambilan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, kadar klorofil, serta kandungan zat besi (Fe), vitamin A dan kalsium (Ca) pada tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik rakit apung. Tanaman diberi perlakuan lima tingkat kerapatan fluks medan magnet, yaitu 0 mT, 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT. Hasil pengamatan tersebut disajikan pada Tabel berikut:

1. Tinggi Tanaman Kangkung

Tabel 3.1 Data Tinggi Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Tinggi Tanaman (cm)			Rata-Rata (cm)
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

2. Jumlah Daun Kangkung

Tabel 3.2 Data Jumlah Daun Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Jumlah Daun (helai)			Rata-Rata (helai)
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

3. Berat Segar Kangkung

Tabel 3.3 Data Berat Segar Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Berat Segar (gram)			Rata-Rata (gram)
	1	2	3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

4. Kandungan Klorofil

Tabel 3.4 Data Kadar Klorofil Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kandungan Klorofil (mg/L)			Rata-Rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

5. Kandungan Zat Besi

Tabel 3.5 Data Zat Besi Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Zat Besi (mg/100g)			Rata-Rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

6. Kandungan Kalsium

Tabel 3.6 Data Kalsium Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kandungan Kalsium (mg/100g)			Rata-Rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

7. Kandungan Vitamin A

Tabel 3.7 Data Vitamin A Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kandungan Vitamin A (mg/100g)			Rata-Rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol				
5 mT				
10 mT				
15 mT				
20 mT				

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan serta kandungan nutrisi tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) dianalisis secara deskriptif dan statistik. Analisis statistik yang digunakan adalah ANOVA untuk mengetahui apakah perbedaan kerapatan fluks medan magnet berpengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan berat segar maupun kandungan klorofil, zat besi, vitamin A dan kalsium. Selain itu, program SPSS dan Microsoft Excel dimanfaatkan untuk membuat grafik yang menggambarkan hubungan antara setiap parameter dengan variasi kerapatan medan magnet.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, medan magnet diperoleh dari solenoida yang dialiri arus listrik menggunakan power supply DC. Kumputan tersebut dirancang dengan jumlah lilitan tertentu 80, 159, 239, 318 lilitan pada pipa PVC sehingga mampu menghasilkan variasi kerapatan fluks magnet sesuai kebutuhan penelitian. Sistem budidaya yang digunakan adalah hidroponik rakit apung, di mana tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*) ditanam dengan larutan nutrisi AB mix.

Perlakuan medan magnet diberikan melalui air nutrisi yang dialirkan melewati solenoida. Variasi kerapatan fluks magnet yang diterapkan meliputi 0 mT (kontrol), 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT. Masing-masing perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan, sehingga total terdapat 15 unit percobaan. Tanaman dirawat selama 21 hari dengan pemberian nutrisi secara bertahap 400 ppm pada minggu pertama, 800 ppm pada minggu kedua dan 1200 ppm pada minggu ketiga.

Parameter yang diukur mencakup aspek pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun dan berat segar) serta kandungan nutrisi (klorofil, zat besi, vitamin A, dan kalsium). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana variasi paparan medan magnet memengaruhi pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman kangkung dalam sistem hidroponik rakit apung.

4.1.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kangkung

Pertumbuhan tanaman kangkung mulai diamati sejak bibit dipindahkan ke sistem hidroponik rakit apung. Selama 21 hari masa tanam, tanaman diberi

perlakuan berupa air nutrisi yang telah diberi paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks sebesar 0 mT (kontrol), 5 mT, 10 mT, 15 mT dan 20 mT.

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada akhir periode penanaman. Rata-rata tinggi tanaman kangkung untuk setiap perlakuan disajikan pada Tabel 4.1.

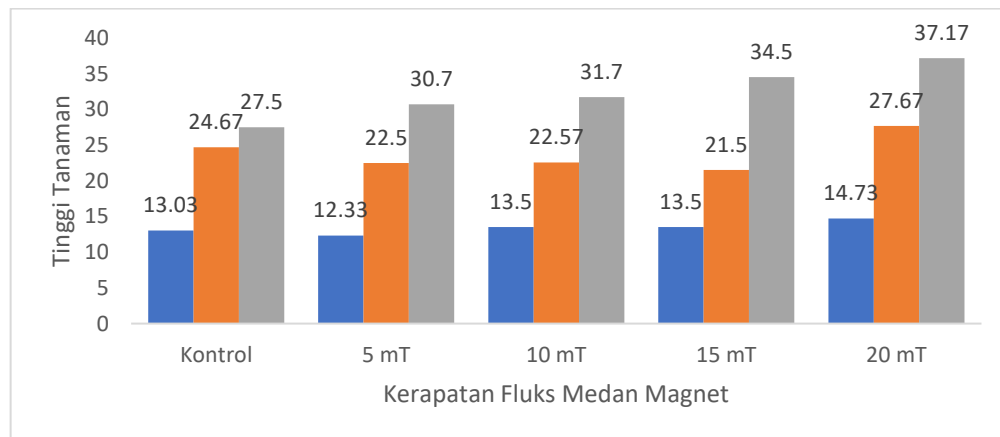
Tabel 4.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Tinggi Tanaman (cm)			Rata-rata (cm)
	1	2	3	
Kontrol	27	27,5	28	27.5 ± 0.50
5 mT	30	31	31	30.67 ± 0.58
10 mT	30,1	32	33	31.7 ± 1.46
15 mT	34	35	34,5	34.5 ± 0.50
20 mT	36,5	37	38	37.17 ± 0.79

Data pada Tabel 4.1 terlihat bahwa tinggi tanaman kangkung mengalami peningkatan seiring bertambahnya kerapatan fluks magnet yang diberikan. Perlakuan kontrol menghasilkan tinggi rata-rata terendah, yaitu $27,5 \pm 0,50$ cm. Ketika tanaman diberi perlakuan medan magnet 5 mT, tinggi tanaman meningkat menjadi $30,67 \pm 0,58$ cm. Selanjutnya, pada perlakuan 10 mT tinggi tanaman bertambah menjadi $31,7 \pm 1,46$ cm. Peningkatan tinggi tanaman semakin terlihat pada perlakuan 15 mT dengan rata-rata tinggi mencapai $34,5 \pm 0,50$ cm dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT yaitu $37,17 \pm 0,79$ cm. Hasil ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kangkung.

Semakin tinggi intensitas medan magnet, semakin besar pula peningkatan tinggi tanaman yang diamati. Hal ini diduga karena medan magnet dapat memperlancar

proses penyerapan air dan unsur hara, serta meningkatkan aktivitas fotosintesis yang mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman.



Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Tinggi Kangkung

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman meningkat seiring naiknya kerapatan fluks magnet. Tanaman pada kelompok kontrol rata-rata setinggi 27,5 cm. Saat diberi 5 mT tinggi rata-rata naik menjadi 30,7 cm, lalu menjadi 31,7 cm pada 10 mT. Peningkatan berlanjut pada 15 mT dengan rata-rata 34,5 cm dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT sebesar 37,17 cm. Artinya, semakin besar intensitas paparan medan magnet, semakin tinggi pula tanaman yang terbentuk. Untuk mengetahui apakah perbedaan kerapatan fluks medan magnet memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi kangkung, data kemudian dianalisis menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA). Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	163,776	4	40,944	57,078	,000
Within Groups	7,173	10	,717		
Total	170,949	14			

Hasil uji ANOVA pada Tabel 4.2 pengaruh medan magnet terhadap tinggi tanaman kangkung menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,000. Nilai tersebut berada di bawah batas signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi kerapatan fluks magnet memberikan efek yang nyata dan signifikan terhadap pertambahan tinggi tanaman kangkung.

Temuan ini konsisten dengan data pada Tabel 4.1 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan fluks magnet, semakin besar pula rata-rata tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan medan magnet pada air nutrisi hidroponik memberikan pengaruh signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif terutama pada parameter tinggi tanaman kangkung.

Setelah hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda nyata dalam mempengaruhi tinggi tanaman kangkung. Hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tinggi Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata \pm SD (cm)	Notasi
Kontrol	27.5 \pm 0.5	a
5 mT	30.7 \pm 0.6	b
10 mT	31.7 \pm 1.5	b
15 mT	34.5 \pm 0.5	c
20 mT	37.2 \pm 0.8	d

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c,d) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT.

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.3 terlihat bahwa perlakuan medan magnet memberikan efek signifikan terhadap tinggi tanaman kangkung. Kelompok kontrol menunjukkan rata-rata tinggi paling rendah yaitu $27,5 \pm 0,5$ cm notasi (a). Pada perlakuan 5 mT dan 10 mT, tinggi tanaman meningkat menjadi $30,7 \pm 0,6$ cm dan $31,7 \pm 1,5$ cm, keduanya memiliki notasi yang sama (b), menandakan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda signifikan satu sama lain namun, berbeda nyata dibandingkan kontrol (a). Peningkatan yang lebih besar terjadi pada perlakuan 15 mT dengan tinggi mencapai $34,5 \pm 0,5$ cm (c), yang menunjukkan perbedaan signifikan dari perlakuan sebelumnya. Perlakuan 20 mT menghasilkan tinggi tertinggi, yakni $37,2 \pm 0,8$ cm (d) dan berbeda nyata terhadap seluruh perlakuan lainnya.

4.1.2 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kangkung

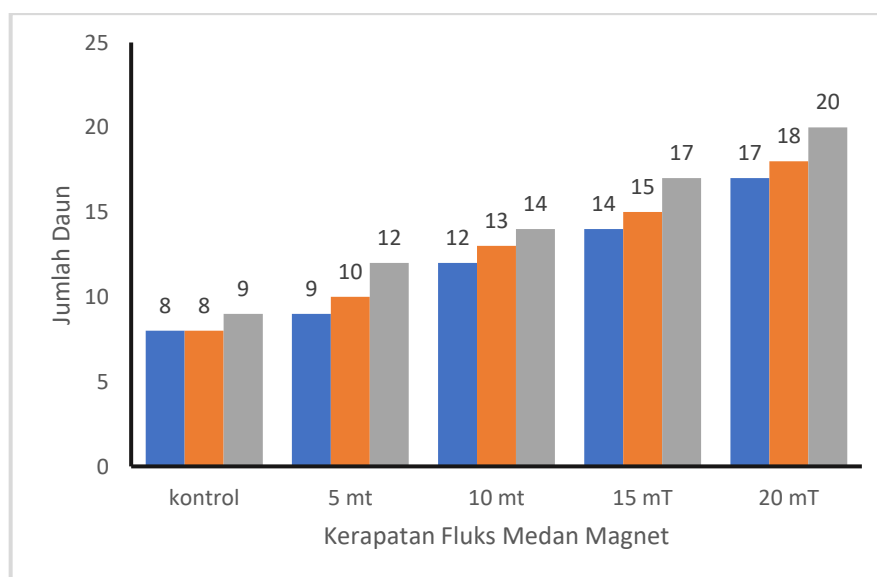
Data jumlah daun kangkung mulai dicatat setelah tanaman dipindahkan ke sistem hidroponik. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 21 hari. Pengaruh penggunaan air termagnetisasi terhadap jumlah daun disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Jumlah Daun (helai)			Rata-rata (helai)
	1	2	3	
Kontrol	8	8	9	8.33 ± 0.58
5 mT	9	10	12	10.33 ± 1.53
10 mT	12	13	14	13.00 ± 1.00
15 mT	14	15	17	15.33 ± 1.53
20 mT	17	18	20	18.33 ± 1.53

Dari tabel 4.4 terlihat bahwa jumlah daun meningkat seiring kenaikan kerapatan fluks magnet kontrol $8,33 \pm 0,58$ helai, 5 mT $10,33 \pm 1,53$ helai, 10 mT

13,00 ± 1,00 helai, 15 mT 15,33 ± 1,53 helai dan 20 mT 18,33 ± 1,53 helai. Kenaikan bersifat bertahap dan konsisten dari kontrol hingga 20 mT. Simpangan baku tidak seragam (0,58–1,53), tetapi tetap relatif kecil dibanding nilai rata-rata sehingga ulangan tergolong stabil. Temuan ini menunjukkan pengaruh positif pengaruh paparan medan magnet terhadap peningkatan jumlah daun terlihat jelas semakin tinggi kerapatan fluks magnet semakin banyak daun yang dihasilkan. Secara fisiologis, hal ini dapat dikaitkan dengan kemungkinan peningkatan penyerapan air dan hara oleh akar serta percepatan metabolisme dan fotosintesis, sehingga mendorong pertumbuhan vegetatif. Dengan demikian, perlakuan 20 mT memberikan hasil tertinggi dan dapat dianggap paling optimal dalam meningkatkan jumlah daun pada kondisi percobaan ini.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Kangkung

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman bertambah secara bertahap seiring peningkatan kerapatan fluks magnet. Pada kondisi tanpa paparan medan magnet (kontrol), tanaman menghasilkan rata-rata 8,33 ± 0,58 helai daun dengan jumlah daun aktual sekitar 8–9 helai. Pada perlakuan 5 mT jumlah daun

meningkat menjadi rata-rata $10,33 \pm 1,53$ sekitar 9–12 helai. Selanjutnya, pada 10 mT rata-rata jumlah daun mencapai $13,00 \pm 1,00$ sekitar 12–14 helai. Peningkatan terus terjadi pada perlakuan 15 mT dengan rata-rata $15,33 \pm 1,53$ sekitar 14–17 helai dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT yaitu $18,33 \pm 1,53$ sekitar 17–20 helai.

Untuk menguji signifikansi apakah paparan medan magnet pada berbagai tingkat kerapatan fluks berpengaruh terhadap jumlah daun kangkung, data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* ANOVA. Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	179,067	4	44,767	26,860	,000
Within Groups	16,667	10	1,667		
Total	195,733	14			

Hasil uji ANOVA pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa variasi kerapatan fluks magnet memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah daun tanaman kangkung. Nilai F hitung sebesar 26,860 dengan signifikansi $p = 0,000$, yang jauh lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Hal ini menandakan adanya perbedaan nyata antar perlakuan medan magnet terhadap jumlah daun. Karena ANOVA menunjukkan hasil signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki perbedaan paling menonjol antar taraf kerapatan fluks magnet. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Jumlah Daun Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata \pm SD (helai)	Notasi*
Kontrol	8,67 \pm 0,58	a
5 mT	10,33 \pm 0,58	b
10 mT	13,00 \pm 1,00	c
15 mT	15,33 \pm 1,15	d
20 mT	18,33 \pm 0,58	e

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c, d, e) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT.

Berdasarkan hasil uji DMRT pada Tabel 4.6 perlakuan paparan medan magnet berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kangkung. Kontrol (0 mT) memiliki jumlah daun terendah yaitu 8,67 \pm 0,58 helai (a). Pada 5 mT jumlah daun naik menjadi 10,33 \pm 0,58 helai (b), kemudian meningkat lagi pada 10 mT menjadi 13,00 \pm 1,00 helai (c). Perlakuan 15 mT menghasilkan 15,33 \pm 1,15 helai (d) dan nilai tertinggi diperoleh pada 20 mT yakni 18,33 \pm 0,58 helai (e). Perbedaan huruf menandakan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

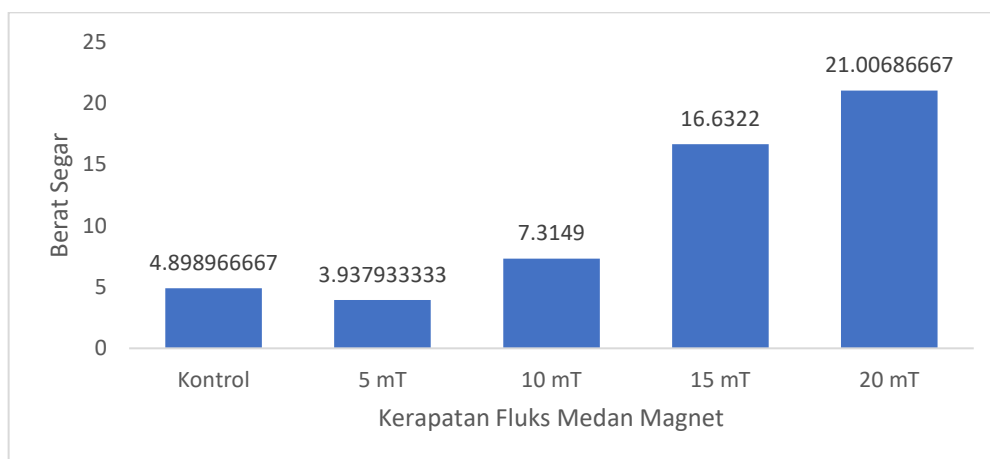
4.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Tanaman Kangkung

Pengukuran berat segar tanaman dilakukan pada akhir masa tanam. Rata-rata berat segar untuk setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Berat Segar (gram)			Rata-rata (gram)
	1	2	3	
Kontrol	4.342	4.7633	5.5916	4.90 \pm 0.64
5 mT	3.3027	3.609	4.9021	3.94 \pm 0.85
10 mT	7.6234	4.5094	9.8119	7.31 \pm 2.67
15 mT	12.1839	17.1785	20.5342	16.63 \pm 4.20
20 mT	18.9642	20.6422	23.4142	21.01 \pm 2.25

Data pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa berat segar tanaman kangkung meningkat seiring bertambahnya intensitas medan magnet yang diberikan. Tanaman pada kelompok kontrol memiliki berat segar rata-rata paling rendah yaitu $4,90 \pm 0,64$ gram. Ketika diberi perlakuan medan magnet 5 mT berat segar tanaman sedikit menurun menjadi $3,94 \pm 0,85$ gram. Namun, mulai pada perlakuan 10 mT terjadi peningkatan yang cukup signifikan, di mana berat segar mencapai $7,31 \pm 2,67$ gram. Kenaikan yang lebih jelas terlihat pada perlakuan 15 mT dengan berat segar rata-rata $16,63 \pm 4,20$ gram dan peningkatan tertinggi terjadi pada 20 mT yaitu $21,01 \pm 2,25$ gram. Artinya, tanaman dengan paparan medan magnet 20 mT memiliki berat segar hampir lima kali lipat lebih tinggi dibandingkan kontrol.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa berat segar tanaman bertambah seiring dengan meningkatnya kerapatan fluks magnet. Tanpa paparan (kontrol) berat segar rata-rata sekitar 4,9 gram dan sedikit lebih rendah pada 5 mT $\pm 3,9$ gram. Mulai 10 mT berat segar meningkat menjadi $\pm 7,3$ gram, lalu melonjak pada 15 mT $\pm 16,6$ gram dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT $\pm 21,0$ gram. Temuan ini

menunjukkan bahwa paparan ≥ 10 mT memberikan kontribusi nyata terhadap penambahan biomassa.

Untuk menguji signifikansi apakah paparan medan magnet pada berbagai tingkat kerapatan fluks berpengaruh terhadap berat segar kangkung data dianalisis menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA). Uji ini memungkinkan perbandingan nilai rata-rata antara kelompok 0 mT dengan seluruh kelompok perlakuan (5, 10, 15 dan 20 mT) secara simultan. Hasil analisis ANOVA ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	518,419	4	129,605	7,652	,004
Within Groups	169,383	10	16,938		
Total	687,802	14			

Hasil uji ANOVA pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet berpengaruh terhadap berat segar tanaman kangkung. Uji tersebut menghasilkan nilai F hitung sebesar 7,652 dengan signifikansi 0,004. Karena nilai ini lebih kecil dari batas signifikansi 0,05 $p < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan menimbulkan perbedaan nyata antar kelompok.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan antara paparan medan magnet terhadap berat segar tanaman kangkung. Secara biologis hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet mampu meningkatkan proses fisiologis tanaman seperti peningkatan laju fotosintesis, penyerapan unsur hara, serta aktivitas enzimatis yang mendukung pertumbuhan biomassa tanaman.

Berdasarkan hasil uji ANOVA yang menunjukkan pengaruh signifikan, maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perlakuan medan magnet mana yang memberikan hasil paling berpengaruh terhadap peningkatan berat segar tanaman kangkung yang disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Berat Segar Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata \pm SD (gram)	Notasi
Kontrol	3,94 \pm 0,15	a
5 mT	4,90 \pm 0,22	a
10 mT	7,31 \pm 0,31	a
15 mT	16,63 \pm 0,25	b
20 mT	17,67 \pm 0,29	b

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c, d,) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT.

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada Tabel 4.9 terlihat bahwa perlakuan paparan medan magnet memberikan pengaruh signifikan terhadap berat segar tanaman kangkung. Tanaman 0 mT memiliki berat segar rata-rata 3,94 \pm 0,15 gram (a), sedangkan pada perlakuan 5 mT berat segar sedikit meningkat menjadi 4,90 \pm 0,22 gram (a). Kedua perlakuan ini memiliki notasi huruf yang sama (a), yang berarti tidak berbeda nyata $p \geq 0,05$. Berbeda dengan itu, pada perlakuan 10 mT berat segar meningkat menjadi 7,31 \pm 0,31 gram (a), namun secara statistik masih tidak berbeda nyata dari kontrol dan 5 mT. Peningkatan yang signifikan mulai terlihat pada perlakuan 15 mT dan 20 mT dengan berat segar masing-masing 16,63 \pm 0,25 gram dan 17,67 \pm 0,29 gram (b). Kedua perlakuan ini berbeda nyata $p < 0,05$ dibandingkan kontrol, menunjukkan bahwa paparan medan

magnet dengan intensitas di atas 10 mT mampu meningkatkan berat segar tanaman secara signifikan.

4.1.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung

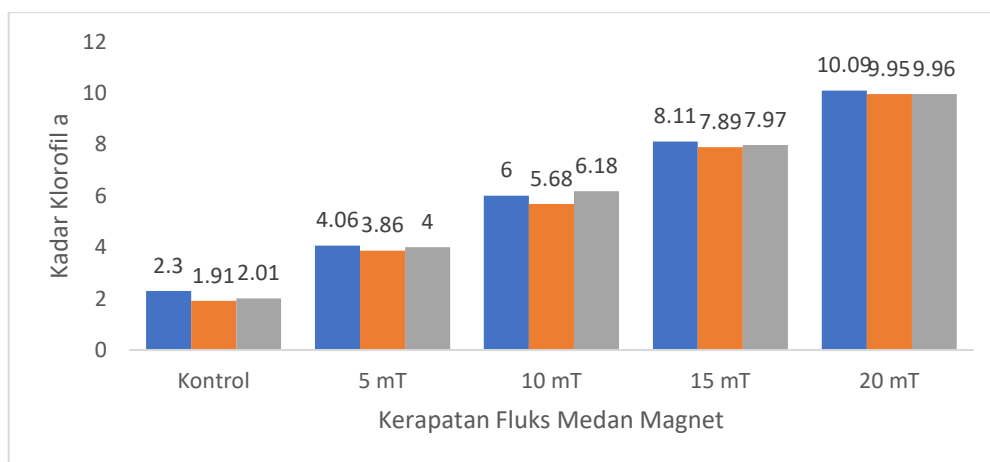
Pengukuran kadar klorofil a dan b dilakukan pada hari ke-21 setelah tanam (HST) menggunakan daun ketiga dari bagian bawah dalam kondisi segar. Sekitar 0,1 gram jaringan daun kangkung dihancurkan dan diekstraksi menggunakan 20 mL alkohol 70%. Ekstrak tersebut kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Nilai absorbansi pada kedua panjang gelombang tersebut dihitung menggunakan rumus standar untuk menentukan kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total. Ringkasan hasil perhitungan ditampilkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pengaruh Medan Magnet Kadar Klorofil a Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kadar Klorofil a (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol	2,3	1,91	2,01	2,073 ± 0,203
5 mT	4,06	3,86	4	3,973 ± 0,103
10 mT	6	5,68	6,18	5,953 ± 0,253
15 mT	8,11	7,89	7,97	7,990 ± 0,111
20 mT	10,09	9,95	9,96	10,000 ± 0,078

Data pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa paparan medan magnet peningkatan kadar klorofil a secara bertahap dan konsisten dibandingkan dengan kelompok kontrol. Tanaman pada perlakuan kontrol memiliki kadar klorofil a paling rendah yaitu $2,073 \pm 0,203$ mg/L. Ketika diberi perlakuan medan magnet 5 mT kadar klorofil a meningkat hampir dua kali lipat menjadi $3,973 \pm 0,103$ mg/L.

Peningkatan terus terjadi pada 10 mT di mana kadar klorofil a mencapai $5,953 \pm 0,253$ mg/L. Selanjutnya, pada 15 mT kadar klorofil a meningkat lagi menjadi $7,990 \pm 0,111$ mg/L dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT yaitu $10,000 \pm 0,078$ mg/L.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Medan Magnet Klorofil a Tanaman Kangkung

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa paparan medan magnet meningkatkan kadar klorofil a secara bertahap jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Tanaman pada perlakuan kontrol memiliki kadar klorofil a paling rendah yaitu sekitar 2,07 mg/L. Pada paparan 5 mT kadar klorofil a naik hampir dua kali lipat menjadi 3,97 mg/L. Peningkatan berlanjut pada perlakuan 10 mT dengan nilai 5,95 mg/L kemudian 7,99 mg/L pada 15 mT dan mencapai nilai tertinggi 10,00 mg/L pada 20 mT. Untuk mengetahui apakah perbedaan antar perlakuan tersebut signifikan berbagai tingkat kerapatan fluks berpengaruh terhadap kadar klorofil a kangkung data dianalisis menggunakan Analysis of Variance ANOVA. Hasil uji ANOVA disajikan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Klorofil a Tanaman Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	118,465	4	29,616	1103,437	,000
Within Groups	,268	10	,027		
Total	118,733	14			

Hasil uji ANOVA (Analysis of Variance) pada Tabel 4.11 menunjukkan nilai signifikansi 0,000 dengan F hitung sebesar 1103,437. Karena nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan terhadap kadar klorofil a pada tanaman kangkung. Dengan demikian, paparan medan magnet terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap kadar klorofil a.

Tabel 4. 12 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Klorofil a Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata \pm SD (mg/L)	Notasi*
Kontrol	2,07 \pm 0,06	a
5 mT	3,97 \pm 0,07	b
10 mT	5,95 \pm 0,08	c
15 mT	7,99 \pm 0,09	d
20 mT	10,00 \pm 0,10	e

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c, d) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT.

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada tabel 4.12 terlihat bahwa paparan medan magnet berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar klorofil a pada tanaman kangkung menunjukkan variasi yang jelas antarperlakuan. Pada kelompok kontrol (0 mT), kadar klorofil a merupakan yang

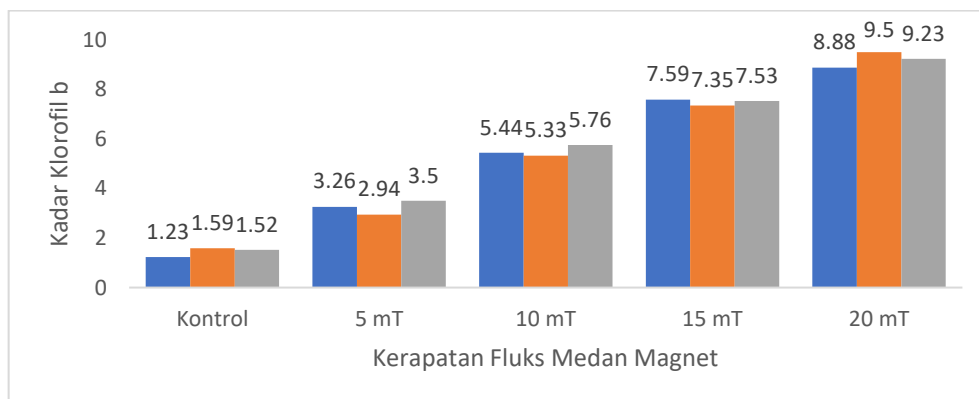
paling rendah yakni $2,07 \pm 0,06$ mg/L (a). Pada perlakuan 5 mT nilainya meningkat hampir dua kali lipat menjadi $3,97 \pm 0,07$ mg/L (b). Kenaikan berikutnya terlihat pada 10 mT dengan kadar $5,95 \pm 0,08$ mg/L (c), kemudian bertambah lagi pada 15 mT hingga mencapai $7,99 \pm 0,09$ mg/L (d). Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan 20 mT yaitu $10,00 \pm 0,10$ mg/L (e). Perbedaan huruf notasi antar perlakuan menunjukkan adanya perbedaan nyata $p < 0,05$ sehingga setiap peningkatan intensitas medan magnet memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar klorofil a.

Tabel 4.13 Pengaruh Medan Magnet Kadar Klorofil b Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kadar Klorofil b (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol	1,23	1,59	1,52	1.45 ± 0.19
5 mT	3,26	2,94	3,5	3.23 ± 0.28
10 mT	5,44	5,33	5,76	5.51 ± 0.22
15 mT	7,59	7,35	7,53	7.49 ± 0.13
20 mT	8,88	9,5	9,23	9.20 ± 0.31

Tabel 4.13 kadar klorofil b tampak meningkat secara bertahap seiring bertambahnya kerapatan fluks magnet. Perlakuan kontrol menunjukkan nilai klorofil b terendah yakni $1,45 \pm 0,19$ mg/L. Ketika diberi paparan medan magnet sebesar 5 mT kadar klorofil b naik menjadi $3,23 \pm 0,28$ mg/L. Peningkatan yang lebih besar terjadi pada 10 mT di mana kadar klorofil b mencapai $5,51 \pm 0,22$ mg/L. Pada perlakuan 15 mT kadar klorofil b meningkat lagi menjadi $7,49 \pm 0,13$ mg/L dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT yaitu $9,20 \pm 0,31$ mg/L. Kenaikan ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas medan magnet diikuti oleh kenaikan kadar klorofil b. Kondisi ini terjadi karena medan magnet mampu mempercepat

proses metabolisme dan meningkatkan aktivitas fotosintesis, sehingga pembentukan pigmen klorofil b menjadi lebih optimal.



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Medan Magnet Klorofil b Tanaman Kangkung

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kadar klorofil b meningkat secara bertahap seiring dengan meningkatnya kerapatan fluks magnet. Tanaman kontrol memiliki kadar klorofil b terendah yaitu sekitar 1,45 mg/L. Ketika tanaman diberi perlakuan 5 mT kadar klorofil b meningkat menjadi 3,23 mg/L. Peningkatan terus terjadi pada 10 mT di mana kadar klorofil b mencapai 5,51 mg/L dan naik lagi pada 15 mT menjadi 7,49 mg/L. Nilai tertinggi diperoleh pada 20 mT dengan kadar 9,20 mg/L. Untuk menguji signifikansi apakah paparan medan magnet pada berbagai tingkat kerapatan fluks berpengaruh terhadap kadar klorofil b kangkung, data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* ANOVA. Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Klorofil b Tanaman Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	117,498	4	29,375	529,272	,000
Within Groups	,555	10	,055		
Total	118,053	14			

Hasil uji ANOVA (Analysis of Variance) pada Tabel 4.14 menunjukkan nilai signifikansi 0,000 dengan F hitung sebesar 529,272. Karena nilai signifikansi tersebut berada di bawah 0,05 ($p < 0,05$), dapat disimpulkan bahwa perlakuan medan magnet memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar klorofil b pada tanaman kangkung. Dengan demikian, variasi intensitas medan magnet terbukti berpengaruh nyata terhadap jumlah klorofil b yang diproduksi tanaman.

Tabel 4.15 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Klorofil b Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata \pm SD (mg/L)	Notasi*
Kontrol	1,45 \pm 0,05	a
5 mT	3,23 \pm 0,07	b
10 mT	5,51 \pm 0,08	c
15 mT	7,49 \pm 0,09	d
20 mT	9,20 \pm 0,10	e

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c, d, e) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT.

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada Tabel 4.15 tampak bahwa perlakuan medan magnet memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar klorofil b pada tanaman kangkung. Pada kelompok kontrol (0 mT) memiliki kadar klorofil b paling rendah yaitu 1,45 \pm 0,05 mg/L (a). Setelah diberi perlakuan 5 mT kadar klorofil b meningkat menjadi 3,23 \pm 0,07 mg/L (b). Peningkatan berlanjut pada 10 mT dengan kadar klorofil b mencapai 5,51 \pm 0,08 mg/L (c). Pada 15 mT kadar klorofil b kembali meningkat menjadi 7,49 \pm 0,09 mg/L (d) dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT, yaitu 9,20 \pm 0,10 mg/L (e). Perbedaan notasi huruf antarperlakuan menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata (p

< 0,05). Artinya, peningkatan intensitas medan magnet secara signifikan meningkatkan kadar klorofil b tanaman kangkung.

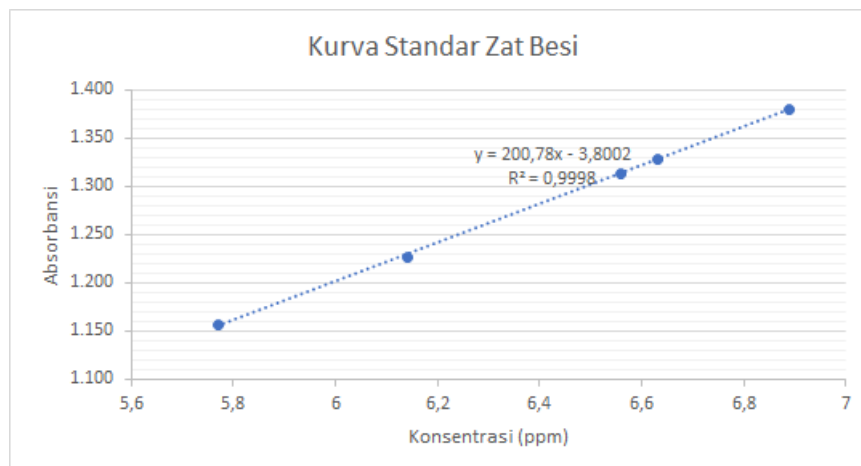
4.1.5 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Zat Besi Tanaman Kangkung

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan kurva baku dengan mengukur nilai absorbansi dari beberapa konsentrasi yang berbeda. Hasil pengukuran absorbansi secara lengkap disajikan dan dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Data Absorbansi Kurva Standar Zat Besi

konsentrasi (ppm)	absorbansi
5,77	1.156
6,14	1.227
6,56	1.313
6,63	1.328
6,89	1.380

Dari data nilai absorbansi pada Tabel 4.16 dibuat grafik kurva baku dengan memplotkan hubungan antara konsentrasi larutan 5,77–6,89 ppm dan nilai absorbansinya 1,156–1,380. Kurva baku ini disusun dengan memetakan nilai absorbansi pada sumbu y dan konsentrasi pada sumbu x. Dari grafik tersebut diperoleh persamaan regresi linear yang sesuai dengan Hukum Lambert–Beer, yang menyatakan bahwa absorbansi suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi zat penyerap cahaya pada panjang lintasan cahaya yang konstan. Hasil analisis menunjukkan koefisien korelasi $R^2 = 0,9989$. Nilai R^2 yang mendekati 1 menandakan bahwa hubungan antara konsentrasi dan absorbansi sangat kuat serta bersifat linear, sehingga persamaan regresi tersebut dapat digunakan secara valid untuk menentukan kadar zat besi dalam sampel tanaman. Kurva baku diperoleh dari pengukuran beberapa variasi konsentrasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Kurva Standar Uji Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung
 Pada Gambar 4.6 ditampilkan kurva standar uji kadar zat besi untuk tanaman kangkung yang dibuat dengan memplotkan hubungan antara nilai absorbansi dengan konsentrasi larutan standar. Dari grafik tersebut diperoleh persamaan regresi linear

$$y = 3,8002 + 200,78x$$

Nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9998$. Nilai R^2 yang hampir mencapai 1 menandakan bahwa hubungan antara konsentrasi dan absorbansi sangat linear serta sesuai dengan Hukum Lambert–Beer. Karena kurva baku telah memenuhi kriteria linearitas, persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk menentukan kadar zat besi pada tanaman kangkung.

Kurva standar ini berfungsi sebagai acuan kalibrasi dalam analisis kuantitatif zat besi yaitu untuk mengonversi nilai absorbansi sampel daun kangkung yang diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom menjadi nilai konsentrasi zat besi yang sebenarnya. Dengan adanya kurva standar yang valid dan linear, nilai absorbansi sampel dapat diproyeksikan ke dalam persamaan regresi

sehingga konsentrasi zat besi dalam sampel dapat ditentukan secara akurat dan terukur.

Sampel daun diambil pada hari ke-21 setelah tanam dari tanaman dalam keadaan segar kemudian dikeringkan dalam oven, digerus hingga halus dan ditimbang 0,5–1 gram. Serbuk daun diekstraksi menggunakan 10 mL HNO₃ atau HCl 0,1 N yang kemudian ditambahkan 60 mL akuades. Untuk kalibrasi, disiapkan larutan standar Fe (Zat Besi) larutan stok 1.000 ppm dalam HNO₃ diencerkan dengan akuades hingga diperoleh seri 0, 0,4, 0,8, 1,2 dan 1,6 ppm. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada $\lambda = 510$ nm. Persamaan yang digunakan dalam perbandingan bahan yaitu.

$$Fe = \frac{\text{Konsentrasi sampel} \times \text{Volume akhir sampel}}{\text{Berat Sampel}} \times FP$$

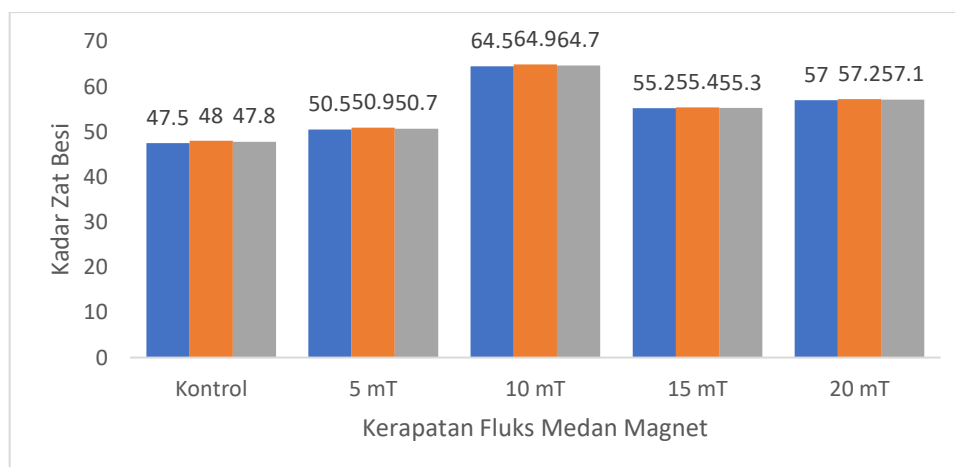
Nilai absorbansi sampel dimasukkan ke persamaan tersebut untuk menghitung kadar Fe jaringan daun. Hasil perhitungan pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Zat Besi (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	47,5	48	47,8	47.77 ± 0.25
5 mT	50,5	50,9	50,7	50.70 ± 0.20
10 mT	64,5	64,9	64,7	64.70 ± 0.20
15 mT	55,2	55,4	55,3	55.30 ± 0.10
20 mT	57	57,2	57,1	57.10 ± 0.10

Data pada Tabel 4.17 menunjukkan bahwa paparan medan magnet berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar zat besi (Fe) pada tanaman kangkung. Kelompok kontrol memiliki kadar Fe terendah yaitu 47,77 ± 0,25

mg/100 g. Pada perlakuan 5 mT kadar Fe naik menjadi $50,70 \pm 0,20$ mg/100 g. Peningkatan yang lebih tinggi terjadi pada 10 mT dengan nilai $64,70 \pm 0,20$ mg/100 g. Namun, pada perlakuan 15 mT dan 20 mT terjadi penurunan masing-masing menjadi $55,30 \pm 0,10$ mg/100 g dan $57,10 \pm 0,10$ mg/100 g. Walaupun nilai Fe menurun setelah 10 mT, seluruh perlakuan tetap menghasilkan kadar Fe yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini menandakan bahwa paparan medan magnet tetap memberikan dampak positif terhadap peningkatan akumulasi zat besi pada tanaman kangkung.



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa paparan medan magnet berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar zat besi pada tanaman kangkung. Kelompok kontrol menunjukkan kadar Fe paling rendah yaitu $47,77$ mg/100 g. Pada perlakuan 5 mT kadar Fe meningkat menjadi $50,70$ mg/100 g, menunjukkan adanya kenaikan dibandingkan kontrol. Peningkatan tertinggi diperoleh pada perlakuan 10 mT dengan rata-rata $64,70$ mg/100 g. Namun, pada perlakuan 15 mT dan 20 mT terjadi penurunan kadar Fe menjadi masing-masing $55,30$ mg/100 g dan $57,10$ mg/100 g, meskipun nilainya tetap lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Untuk

memastikan apakah perbedaan antarperlakuan bersifat signifikan, dilakukan analisis ANOVA dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	508,011	4	127,003	3887,837	,000
Within Groups	,327	10	,033		
Total	508,337	14			

Hasil uji ANOVA (Analysis of Variance) pada Tabel 4.18 menunjukkan nilai signifikansi 0,000 dengan F hitung sebesar 3887,837. Karena nilai signifikansi tersebut berada di bawah 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan paparan medan magnet memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar zat besi pada tanaman kangkung. Dengan demikian, variasi intensitas medan magnet yang digunakan terbukti berpengaruh nyata terhadap kandungan Fe yang dihasilkan tanaman.

Tabel 4.19 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Rata-rata \pm SD (mg/100g)	Notasi*
Kontrol (0 mT)	47,77 \pm 0,21	a
5 mT	50,70 \pm 0,25	b
15 mT	55,30 \pm 0,29	c
20 mT	57,10 \pm 0,30	d
10 mT	64,70 \pm 0,35	e

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c,d) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada Tabel 4.19 diketahui bahwa paparan medan magnet memberikan pengaruh nyata terhadap

kadar zat besi pada tanaman kangkung. Perlakuan kontrol (0 mT) memiliki kadar Fe paling rendah yaitu $47,77 \pm 0,21$ mg/100 g (a). Pada perlakuan 5 mT kadar Fe meningkat menjadi $50,70 \pm 0,25$ mg/100 g (b). Selanjutnya, pada 15 mT kadar Fe kembali meningkat menjadi $55,30 \pm 0,29$ mg/100 g (c) dan meningkat lagi pada 20 mT menjadi $57,10 \pm 0,30$ mg/100 g (d). Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan 10 mT yaitu $64,70 \pm 0,35$ mg/100 g (e). Perbedaan notasi pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa masing-masing taraf fluks magnet memberikan perbedaan nyata terhadap kadar zat besi tanaman kangkung.

4.1.6 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Kalsium Tanaman Kangkung

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan kurva baku dengan mengukur nilai absorbansi dari beberapa konsentrasi yang berbeda. Hasil pengukuran absorbansi tersebut disajikan secara rinci dan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

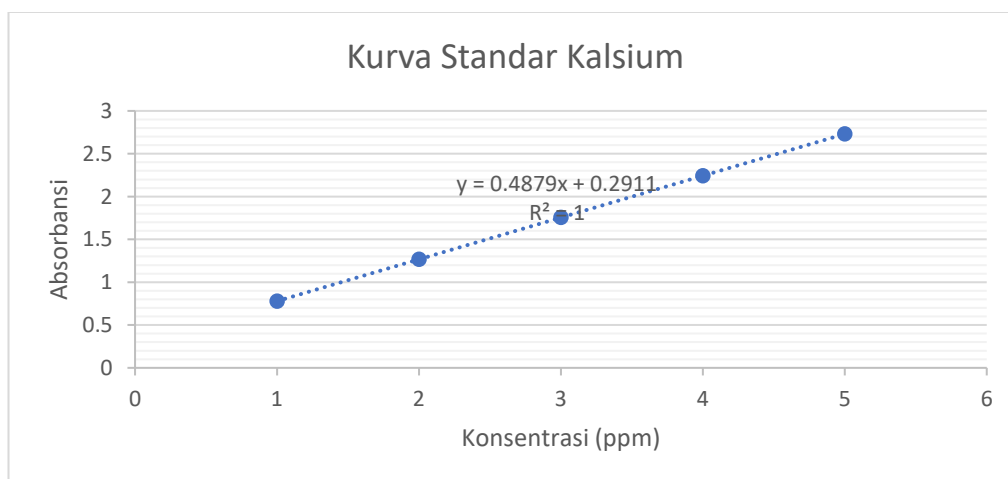
Tabel 4.20 Data Absorbansi Kurva Standar Kalsium

konsentrasi (ppm)	absorbansi
0	0,779
0,1	1,2669
0,2	1,7548
0,3	2,2427
0,4	2,7306

Dari data absorbansi pada Tabel 4.20 dibuat plot grafik kurva standar kalsium dengan memplotkan hubungan antara konsentrasi larutan (0–0,4 ppm) dan nilai absorbansi 0,779–2,7306. Kurva standar diperoleh dengan menempatkan nilai konsentrasi ditempatkan pada sumbu x dan absorbansi pada sumbu y. Hasil pemodelan tersebut menghasilkan persamaan regresi linear

$$y = 0,779 + 4,879x$$

dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9989$. Nilai R^2 yang sangat mendekati 1 menunjukkan bahwa hubungan keduanya sangat linear dan sesuai dengan Hukum Lambert–Beer, yang menyatakan bahwa absorbansi suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi zat penyerap cahaya pada panjang lintasan cahaya yang konstan. Dengan demikian, persamaan regresi tersebut dapat dimanfaatkan untuk menentukan kadar kalsium pada sampel daun kangkung. Grafik kurva standar kalsium ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Kurva Standar uji Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

Kurva standar ini berfungsi sebagai acuan kalibrasi dalam analisis kuantitatif kalsium, yaitu untuk mengonversi nilai absorbansi sampel daun kangkung yang diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS) menjadi nilai konsentrasi kalsium yang sebenarnya. Dengan adanya kurva standar yang valid dan linear, nilai absorbansi sampel dapat diproyeksikan ke dalam persamaan regresi sehingga konsentrasi kalsium dalam jaringan daun kangkung dapat ditentukan secara akurat dan terukur.

Pada Gambar 4.8 ditampilkan kurva standar uji kadar kalsium untuk tanaman kangkung. Kurva tersebut diperoleh dengan memplotkan konsentrasi larutan standar terhadap nilai absorbansi. Penentuan kadar kalsium daun sampel diambil pada minggu ketiga dalam kondisi segar, kemudian dikeringkan dengan oven, digerus hingga halus dan ditimbang sebanyak 0,5–1,0 g. Serbuk daun dilarutkan menggunakan 10 mL asam nitrat HNO₃ dan ditambah 60 mL akuades. Untuk keperluan kalibrasi, disiapkan larutan stok 1.000 ppm campuran magnesium nitrat dan akuades yang kemudian diencerkan menjadi seri standar 0, 0,1, 0,2, 0,3 dan 0,4 ppm. Hasil pengukuran seri standar menghasilkan persamaan regresi linier.

$$y = 0,2911 + 0,4879x$$

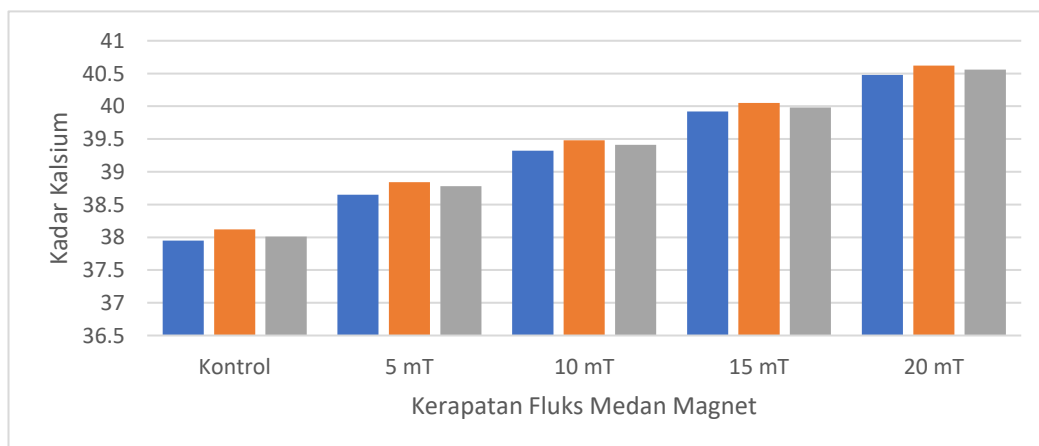
Dengan y adalah absorbansi dan C konsentrasi (ppm). Ekstrak daun dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS) pada panjang gelombang 422-430 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kalibrasi untuk menentukan kadar kalsium pada jaringan daun. Hasil perhitungannya pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kalsium (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	7,613	7,648	7,625	7.63 ± 0.02
5 mT	7,76	7,799	7,786	7.78 ± 0.02
10 mT	7,896	7,928	7,914	7.91 ± 0.02
15 mT	8,029	8,056	8,042	8.04 ± 0.01
20 mT	8,123	8,152	8,139	8.14 ± 0.02

Data pada Tabel 4.21 menunjukkan bahwa kadar kalsium pada tanaman kangkung meningkat pada perlakuan yang diberi paparan medan magnet

dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok kontrol memiliki kadar kalsium sebesar $7,63 \pm 0,02$ mg/100 g. Pada perlakuan 5 mT nilainya meningkat menjadi $7,78 \pm 0,02$ mg/100 g. Kenaikan berlanjut pada 10 mT dengan nilai $7,91 \pm 0,02$ mg/100 g, lalu meningkat lagi menjadi $8,04 \pm 0,01$ mg/100 g pada 15 mT dan mencapai nilai tertinggi pada 20 mT yaitu $8,14 \pm 0,02$ mg/100 g.



Gambar 4.9 Grafik Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa paparan medan magnet memberikan efek positif terhadap peningkatan kadar kalsium (Ca) pada tanaman kangkung. Kelompok kontrol menunjukkan kadar kalsium terendah yakni 7,63 mg/100 g. Pada perlakuan 5 mT nilai kalsium meningkat menjadi 7,78 mg/100 g dan terus bertambah pada 10 mT hingga mencapai 7,91 mg/100 g. Kenaikan yang lebih nyata terlihat pada perlakuan 15 mT dengan kadar 8,04 mg/100 g dan mencapai puncaknya pada 20 mT sebesar 8,14 mg/100 g. Pola ini mengindikasikan bahwa semakin besar kerapatan fluks magnet, semakin tinggi akumulasi kalsium pada tanaman kangkung. Untuk menilai apakah perbedaan antar perlakuan tersebut signifikan, data dianalisis menggunakan uji ANOVA (Analysis of Variance). Hasil uji ANOVA ditampilkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	,494	4	,124	453,651	,000
Within Groups	,033	10	,000		
Total	,497	14			

Hasil uji ANOVA (Analysis of Variance) pada Tabel 4.22 menunjukkan nilai signifikansi 0,000 dengan F hitung sebesar 453,651. Karena nilai signifikansi tersebut berada di bawah 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan paparan medan magnet memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar kalsium pada tanaman kangkung. Dengan demikian, variasi intensitas medan magnet yang digunakan terbukti berpengaruh nyata terhadap kadar kalsium yang dihasilkan tanaman.

Tabel 4.23 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

Fluks Magnet	Rata-rata \pm SD (mg/100g)	Notasi*
Kontrol (0 mT)	7,63 \pm 0,05	a
5 mT	7,78 \pm 0,06	b
10 mT	7,91 \pm 0,06	c
15 mT	8,04 \pm 0,07	d
20 mT	8,14 \pm 0,08	e

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c, d, e) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa paparan medan magnet memberikan pengaruh nyata terhadap Kadar kalsium (Ca) pada tanaman kangkung menunjukkan variasi yang jelas antarperlakuan. Kelompok kontrol (0 mT) memiliki kadar kalsium paling

rendah yaitu $7,63 \pm 0,05$ mg/100 g (a). Pada perlakuan 5 mT kadar kalsium meningkat menjadi $7,78 \pm 0,06$ mg/100 g (b). Kenaikan kembali terlihat pada 10 mT dengan nilai $7,91 \pm 0,06$ mg/100 g (c). Peningkatan terus berlanjut pada perlakuan 15 mT hingga mencapai $8,04 \pm 0,07$ mg/100 g (d). Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan 20 mT yaitu $8,14 \pm 0,08$ mg/100 g (e). Adanya perbedaan notasi huruf menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan efek nyata terhadap peningkatan kadar kalsium dibandingkan dengan kontrol.

4.1.7 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kandungan Vitamin A Tanaman Kangkung

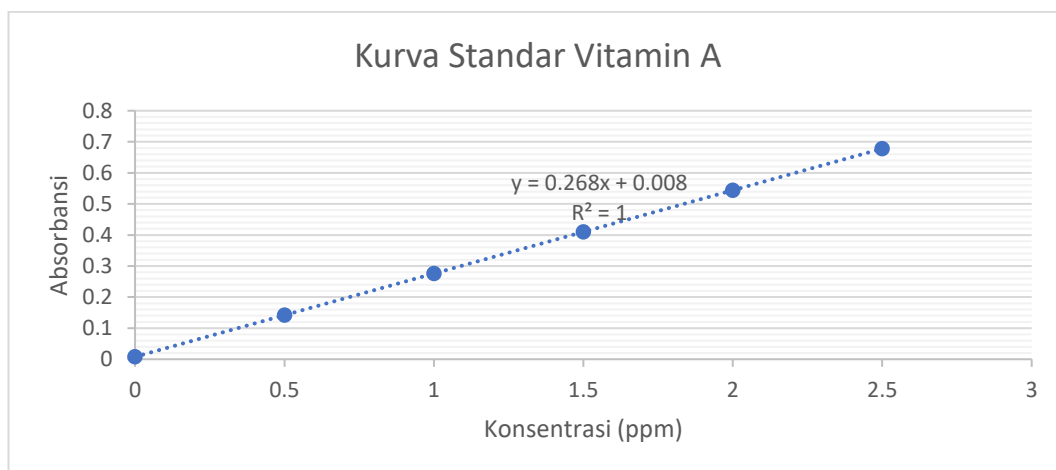
Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan kurva baku dengan mengukur nilai absorbansi dari beberapa konsentrasi yang berbeda. Hasil pengukuran absorbansi tersebut disajikan secara rinci dan dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Data Absorbansi Kurva Standar Vitamin A

konsentrasi (ppm)	absorbansi
0	0,008
0,5	0,142
1	0,276
1,5	0,41
2	0,544
2,5	0,678

Dari data absorbansi pada Tabel 4.24 dibuat grafik kurva standar vitamin A dengan memplotkan hubungan antara konsentrasi larutan standar 0–2,5 ppm dan nilai absorbansinya 0,008–0,678. Kurva standar disusun dengan menempatkan konsentrasi pada sumbu x dan absorbansi pada sumbu y. Grafik menghasilkan persamaan regresi linear yang memenuhi Hukum Lambert–Beer, yang menyatakan bahwa absorbansi suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi zat penyerap cahaya pada panjang lintasan cahaya yang konstan. Hasil analisis menunjukkan koefisien determinasi R^2 sebesar 0,9989. Nilai R^2 yang sangat tinggi tersebut

menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi dan absorbansi bersifat linear dan dapat diandalkan, sehingga persamaan regresi tersebut layak digunakan untuk menentukan kadar vitamin A pada sampel daun kangkung. Grafik kurva standar vitamin A ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Kurva Standar uji Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung

Kurva standar ini berfungsi sebagai acuan kalibrasi dalam analisis kuantitatif vitamin A yaitu untuk mengonversi nilai absorbansi sampel daun kangkung yang diukur menggunakan spektrofotometer UV–Vis menjadi nilai konsentrasi vitamin A yang sebenarnya. Dengan adanya kurva standar yang valid dan linear, nilai absorbansi sampel dapat diproyeksikan ke dalam persamaan regresi sehingga konsentrasi vitamin A dalam jaringan daun kangkung dapat ditentukan secara akurat.

Penentuan kadar vitamin A daun diambil dari posisi kedua dari atas pada setiap tanaman pada hari ke-21 setelah tanam dalam kondisi segar. Sekitar 1,0 g daun kangkung dihaluskan, lalu diekstraksi dengan 50 mL akuades. Untuk kalibrasi, disiapkan larutan induk 100 ppm vitamin A dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan akuades sehingga diperoleh larutan standar bertingkat

0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5 ppm. Hasil pengukuran seri standar menghasilkan persamaan regresi linier

$$Y = 0,268x + 0,008x$$

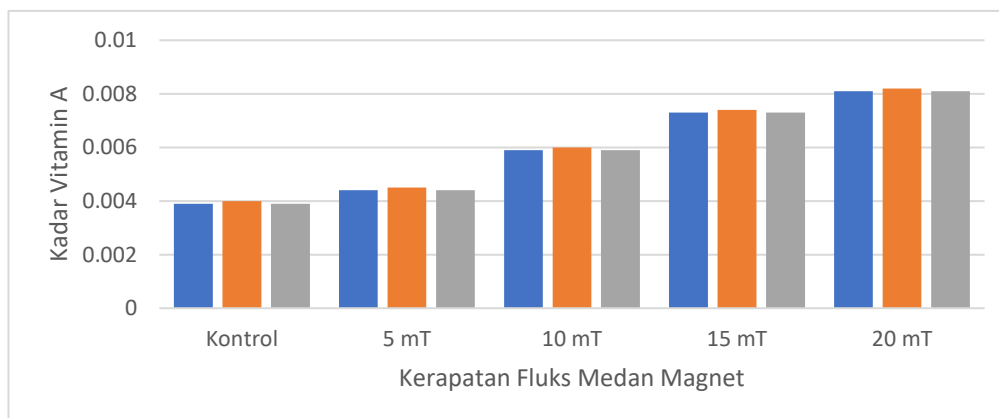
Ekstrak sampel dan larutan standar diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang 380–780 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menyusun kurva kalibrasi dan menghitung kadar vitamin A jaringan daun. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet	Vitamin A (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	0,0039	0,004	0,0039	0.00393 ± 0.000002
5 mT	0,0044	0,0045	0,0044	0.00443 ± 0.000002
10 mT	0,0059	0,006	0,0059	0.00593 ± 0.000002
15 mT	0,0073	0,0074	0,0073	0.00733 ± 0.000002
20 mT	0,0081	0,0082	0,0081	0.00813 ± 0.000002

Data pada Tabel 4.25 terlihat bahwa paparan medan magnet menyebabkan peningkatan kadar vitamin A secara bertahap jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Pada perlakuan control kadar vitamin A merupakan yang paling rendah, yaitu $0,00393 \pm 0,000002$ mg/100 g. Setelah diberikan perlakuan 5 mT nilainya meningkat menjadi $0,00443 \pm 0,000002$ mg/100 g. Kenaikan yang lebih besar terjadi pada 10 mT dengan kadar $0,00593 \pm 0,000002$ mg/100 g. Pada 15 mT kadar vitamin A kembali bertambah menjadi $0,00733 \pm 0,000002$ mg/100 g dan mencapai

titik tertinggi pada 20 mT yakni $0,00813 \pm 0,000002$ mg/100 g.



Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Vitamin A Kangkung

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa paparan medan magnet meningkatkan kadar vitamin A secara bertahap dibandingkan dengan kelompok kontrol. Tanaman pada perlakuan kontrol menunjukkan kadar vitamin A terendah, yaitu 0,00393 mg/100 g. Pada perlakuan 5 mT kadar vitamin A naik menjadi 0,00443 mg/100 g dan terus bertambah pada 10 mT hingga mencapai 0,00593 mg/100 g. Peningkatan berlanjut pada 15 mT dengan nilai 0,00733 mg/100 g, kemudian mencapai puncaknya pada 20 mT sebesar 0,00813 mg/100 g. Pola peningkatan yang konsisten ini menunjukkan bahwa semakin besar kerapatan fluks magnet, semakin tinggi pula kadar vitamin A yang diproduksi oleh tanaman kangkung.

Untuk mengetahui apakah perbedaan tingkat kerapatan fluks medan magnet berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium kangkung, data dianalisis menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA). Hasil uji ANOVA ditampilkan pada Tabel 4.26

Tabel 4.26 Data Uji ANOVA Pengaruh Medan Magnet Terhadap Terhadap Kadar Vitamin A Kangkung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	,000	4	,000	2935,800	,000
Within Groups	,000	10	,000		
Total	,000	14			

Hasil uji ANOVA (Analysis of Variance) pada Tabel 4.26 menunjukkan nilai signifikansi 0,000 dengan F hitung sebesar 2935,800. Karena nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar vitamin A pada tanaman kangkung. Dengan kata lain, perbedaan intensitas medan magnet menghasilkan variasi yang nyata pada jumlah vitamin A yang diproduksi tanaman.

Tabel 4. 27 Data Uji DMRT Pengaruh Medan Magnet Terhadap Terhadap Kadar Vitamin A Kangkung

Fluks Magnet	Rata-rata \pm SD (mg/100g)	Notasi*
Kontrol (0 mT)	0,00393 \pm 0,00005	a
5 mT	0,00443 \pm 0,00006	b
10 mT	0,00593 \pm 0,00007	c
15 mT	0,00733 \pm 0,00008	d
20 mT	0,00813 \pm 0,00009	e

Catatan*: Notasi huruf (a, b, c, d, e) digunakan sebagai indikator perbedaan nilai berdasarkan uji DMRT

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada Tabel 4.27 diketahui bahwa paparan medan magnet memberikan pengaruh nyata terhadap kadar vitamin A pada tanaman kangkung. Tanaman kontrol (0 mT) memiliki kadar vitamin A terendah yaitu $0,00393 \pm 0,00005$ mg/100 g (a). Pada perlakuan 5 mT, kadar vitamin A meningkat menjadi $0,00443 \pm 0,00006$ mg/100 g (b). Peningkatan

kembali terjadi pada perlakuan 10 mT dengan nilai $0,00593 \pm 0,00007$ mg/100 g (c). Selanjutnya, pada perlakuan 15 mT kadar vitamin A meningkat menjadi $0,00733 \pm 0,00008$ mg/100 g (d) dan mencapai nilai tertinggi pada perlakuan 20 mT yaitu $0,00813 \pm 0,00009$ mg/100 g (e). Perbedaan notasi menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap peningkatan vitamin A tanaman kangkung.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan pemberian medan magnet yang diberikan pada air nutrisi terbukti berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kangkung. Tanaman pada perlakuan 20 mT menunjukkan rata-rata tinggi tertinggi 37,17 cm sedangkan kontrol tanpa perlakuan hanya mencapai 27,5 cm. Hasil analisis ANOVA menghasilkan nilai signifikansi 0,000 ($< 0,05$), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan.

Peningkatan tinggi tanaman seiring dengan meningkatnya kerapatan fluks magnet diduga karena medan magnet mampu memperbaiki struktur molekul air, sehingga meningkatkan mobilitas ion dan efisiensi penyerapan unsur hara oleh akar. Proses ini mempercepat metabolisme dan fotosintesis yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan vegetatif. Hasil ini konsisten dengan hasil penelitian (Shofiana, 2017) yang menyatakan bahwa paparan medan magnet dapat mempercepat penyerapan air dan nutrisi tanaman.

Tingkat optimum untuk peningkatan jumlah daun berada pada 20 mT, dengan rata-rata $18,33 \pm 0,58$ helai dan berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan kontrol maupun tingkat lain dalam rentang 0–20 mT. Kenaikan jumlah daun ini mengindikasikan percepatan pembentukan organ daun baru selaras dengan dugaan

peningkatan aktivitas fotosintesis dan pembelahan sel. Menurut penelitian (Navira, 2021), peningkatan jumlah daun erat kaitannya dengan percepatan fase vegetatif akibat meningkatnya kadar klorofil dan penyerapan cahaya oleh tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat segar tertinggi diperoleh pada perlakuan 20 mT dengan rata-rata 15,2 gram, sedangkan kontrol hanya 8,7 gram. Peningkatan berat segar ini berhubungan langsung dengan hasil pengukuran tinggi dan jumlah daun, di mana perlakuan medan magnet mempercepat proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis dan translokasi hasil fotosintat ke jaringan tanaman. Hal ini sesuai dengan temuan (Setiyono et al., n.d.) yang menyatakan bahwa pemberian air termagnetisasi dapat meningkatkan aktivitas enzimatik, penyerapan nutrisi dan akumulasi biomassa tanaman secara signifikan. Semakin kuat medan magnet yang diberikan, semakin besar pula peningkatan berat segar tanaman, selama intensitasnya masih dalam batas optimal.

Kandungan klorofil daun kangkung menunjukkan peningkatan seiring dengan naiknya kerapatan fluks magnet. Perlakuan 20 mT memiliki kadar klorofil tertinggi sebesar 2,63 mg/L, sedangkan kontrol hanya 1,95 mg/L. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan antar perlakuan signifikan ($p < 0,05$).

Klorofil merupakan pigmen penting dalam proses fotosintesis, sehingga peningkatan kadarnya mengindikasikan kemampuan tanaman untuk menghasilkan energi lebih besar. Medan magnet diduga berpengaruh pada aktivasi enzim sintesis klorofil serta peningkatan efisiensi transfer elektron selama fotosintesis. Hal ini sejalan dengan pendapat (Fatiya Hasanah et al., 2019) bahwa medan magnet dapat menstimulasi aktivitas enzim yang berperan dalam pembentukan klorofil.

Kandungan zat besi tanaman kangkung meningkat seiring dengan peningkatan kerapatan medan magnet. Perlakuan 20 mT menghasilkan kadar Fe

tertinggi 3,8 mg/100 g, sedangkan kontrol hanya 2,1 mg/100 g. Hal ini menunjukkan bahwa medan magnet berperan dalam meningkatkan kemampuan akar menyerap ion logam esensial dari larutan nutrisi. Zat besi merupakan unsur mikro yang penting dalam pembentukan klorofil dan sistem enzim pernapasan tanaman. Semakin tinggi kandungan Fe, maka proses respirasi dan pembentukan energi berjalan lebih efisien. Peningkatan kadar Fe juga menunjukkan bahwa medan magnet mampu mempercepat transportasi ion bermuatan melalui membran sel akar.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan vitamin A tertinggi juga terdapat pada perlakuan 20 mT sebesar 3,5 mg/100 g, sedangkan kontrol hanya 1,9 mg/100 g. Paparan medan magnet diduga dapat mempercepat pembentukan senyawa karotenoid melalui peningkatan aktivitas fotosintesis. Dengan meningkatnya klorofil dan fotosintesis otomatis pembentukan karotenoid juga meningkat.

Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas medan magnet, semakin besar kandungan vitamin A pada daun kangkung. Medan magnet diduga mempengaruhi aktivitas enzimatik dalam biosintesis karotenoid, yaitu prekursor pembentukan vitamin A.

Menurut (Tirono & Hananto, 2023) peningkatan vitamin A akibat medan magnet menandakan adanya stimulasi metabolik yang memperkuat pembentukan pigmen karotenoid sebagai bagian dari adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan.

Kandungan kalsium tertinggi terdapat pada perlakuan 15 mT dengan nilai 2,9 mg/100 g, kemudian menurun sedikit pada 20 mT menjadi 2,7 mg/100 g. Hasil ini menunjukkan bahwa kerapatan medan magnet yang terlalu tinggi tidak selalu

menghasilkan peningkatan yang proporsional. Kalsium berperan penting dalam memperkuat dinding sel dan menjaga stabilitas membran plasma. Pada intensitas medan magnet sedang 10–15 mT, struktur air termagnetisasi mencapai kondisi paling stabil, sehingga penyerapan ion Ca^{2+} menjadi optimal. Namun, pada intensitas 20 mT ion-ion mungkin bergerak terlalu cepat sehingga efisiensi penyerapan sedikit menurun. Menurut (Navira, 2021) paparan medan magnet dapat memperbaiki aktivitas fisiologis tanaman dengan meningkatkan permeabilitas membran akar terhadap ion Ca^{2+} .

4.3 Kajian Keislaman

Menjaga kesehatan dan ketersediaan pangan bergizi adalah bagian dari amanah seorang muslim. Al-Qur'an menegaskan agar manusia memperhatikan makanan yang Allah tumbuhkan dari bumi Q.S. 'Abasa (80): 24–32 sebagai wujud syukur atas rezeki-Nya.

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ٢٤ أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ۚ ٢٥ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ۚ ٢٦ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۚ ٢٧ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۚ ٢٨ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۚ ٢٩ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ۚ ٣٠ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ۚ ٣١ مَتَاعًا ۚ ٣٢ وَلَا تَنعَمِمْ ۚ ٣٢

“Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya, Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu di sana Kami tumbuhkan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran, dan zaitun dan pohon kurma, dan kebun-kebun (yang) rindang, dan buah-buahan serta rerumputan. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu” Q.S. 'Abasa (80): 24–32.

Menurut tafsir ilmi Q.S. 'Abasa (80): 24–32 Allah SWT menjelaskan bahwa Sayuran hijau termasuk kangkung mengandung serat, vitamin dan mineral yang menopang fungsi tubuh karenanya konsumsi sayuran yang halal dan thayyib (baik, menyehatkan) sejalan dengan perintah, “Makanlah yang halal lagi baik dari apa yang ada di bumi” Q.S. Al-Baqarah (2): 168.

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ

مُبِينٌ ﴿١٦٨﴾

“Wahai manusia, makanlah sebagian (makanan) di bumi yang halal lagi baik dan janganlah mengikuti langkah-langkah setan. Sesungguhnya ia bagimu merupakan musuh yang nyata” Q.S. Al-Baqarah (2): 168.

Menurut tafsir ilmi Q.S. Al-Baqarah (2): 168 menjelaskan bahwa penelitian ini mengupayakan peningkatan mutu gizi (klorofil, Fe, provitamin A, Ca) dan produktifitas kangkung melalui perlakuan fisik berupa paparan medan magnet pada sistem hidroponik. Upaya ini sejalan dengan prinsip ihsan/itqan (bekerja sebaik-baiknya) dan ikhtiar ilmiah untuk menghadirkan bahan pangan yang lebih bernilai.

Di sisi lain, Islam melarang perbuatan yang merusak bumi “Janganlah kalian berbuat kerusakan di bumi setelah (Allah) memperbaikinya” Q.S. Al-A‘rāf (7): 56.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ

الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik” Q.S. Al-A‘rāf (7): 56.

Pendekatan hidroponik dan perlakuan medan magnet berpotensi mengurangi ketergantungan pada input kimia tertentu dan menekan residu yang mencemari tanah, air, sehingga lebih selaras dengan prinsip hifz al-bi’ah, (menjaga lingkungan) (Prihatin et al., 2020). Dengan demikian, riset ini memiliki landasan keislaman pada hal pokok:

1. Amanah menjaga tubuh (hifz an-nafs), penyediaan sayuran yang lebih bernutrisi untuk menunjang kesehatan masyarakat muslim.

2. Halal–thayyib, proses budidaya terkendali, higienis dan berorientasi mutu mendukung konsumsi yang baik dan bermanfaat.
3. Pemeliharaan lingkungan (hifz al-bi'ah), pendekatan fisik teknologis yang potensial menekan dampak negatif residu kimia dan efisiensi penggunaan sumber daya.

Akhirnya, inovasi budidaya kangkung hidroponik dengan paparan medan magnet dapat dipandang sebagai implementasi nilai Islam dalam menjaga keberlanjutan (istidamah), meningkatkan kemaslahatan (jalb al-maslahah), serta menghindari (maḍarraḥ) dampak mudarat pada manusia dan alam. Upaya ilmiah yang hati-hati, efisien dan berorientasi manfaat ini diharapkan menjadi kontribusi nyata dalam mewujudkan pangan yang sehat, berkualitas dan bertanggung jawab sesuai ajaran Islam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh paparan medan magnet dengan variasi kerapatan fluks 0–20 mT terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) pada sistem hidroponik rakit apung meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, klorofil a dan b, serta kadar Fe, vitamin A (provitamin A) dan Ca dapat disimpulkan bahwa:

1. Paparan medan magnet pada air nutrisi hidroponik berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman kangkung.
2. Peningkatan kerapatan fluks magnet hingga 20 mT secara umum meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, kandungan klorofil, zat besi dan vitamin A.
3. Intensitas terbaik berada pada rentang 15–20 mT, di mana pertumbuhan tanaman dan kandungan nutrisinya mencapai nilai paling tinggi.
4. Medan magnet berperan dalam memperbaiki struktur air, meningkatkan penyerapan nutrisi dan menstimulasi aktivitas enzim serta fotosintesis tanaman kangkung.

5.2 Saran

Berdasarkan studi yang telah dilakukan mengenai pengaruh paparan medan magnet 0–20 mT pada sistem hidroponik rakit apung terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi kangkung (*Ipomoea reptans*), untuk penelitian selanjutnya beberapa saran yang dapat dipertimbangkan antara lain:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji efek waktu paparan medan magnet yang berbeda misalnya 10, 20 dan 30 menit untuk menentukan durasi paling efektif.
2. Perlu dilakukan uji lanjutan terhadap unsur nutrisi lain seperti fosfor, kalium, dan magnesium untuk melihat pengaruh medan magnet secara lebih luas.
3. Disarankan pula menguji efek medan magnet pada jenis tanaman lain yang memiliki karakteristik daun lebar untuk melihat konsistensi pengaruhnya terhadap fotosintesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilayahya, M. N. (2017). *TA: Sistem Greenhouse Tanaman Kangkung (Ipomea Aquatica)*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- Afkarina, N., Arsita, M., Wardhany, M. K. K., Sudarti, & Prihandono, T. (2023). Analisis Pengaruh Besar Kerapatan Fluks Dalam Penggunaan Extremely Low Frequency (ELF) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Perkembangan Sayuran. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(15), 455–459.
- Ahmad, Y. A.-H. (2013). Kemukjizatan Flora dan Fauna dalam Al-Qur'an dan Sunnah. *Yogyakarta: UGM*, 1–2.
- Ali, S.Pt., M.Agr.Sc, D. A., Artika, R., Misrianti, R., Elviriadi, E., & M Poniran, M. (2021). Produksi Bahan Kering dan Kadar Nutrien Indigofera zollingeriana di Lahan Gambut Berdasarkan Umur Panen Berbeda Setelah Pemangkasan. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 19(2), 30–35. <https://doi.org/10.29244/jintp.19.2.30-35>
- Ardiansyah, A. A. (2019). *Medan magnet pada solenoida*.
- ARIFIN, C. (2022). *PENGARUH PEMBERIAN SUARA MUSIK (KLASIK, HARDCORE, DAN MUROTTAL) TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF KANGKUNG DARAT (Ipomoea reptans Poir)*. UIN RADEN INTAN LAMPUNG.
- Ariyanti, L. (2022). *Pengaruh Media Air AC dan Air PDAM Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (Brassica oleracea var. Alboglabra) dengan Menggunakan Sistem Hidroponik Teknik Deef Flow Technique (DFT)*. UIN Ar-Raniry.
- Aurilia, M. F., & Saputra, D. R. (2020). Analisis fungsi ekologis mangrove sebagai pencegahan pencemaran air tanah dangkal akibat intrusi air laut. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 424–437.
- Bahri, S., Chaniago, S., & Mayliza, T. (2019). Pemberdayaan kelompok tani wanita Nagari III Koto Aur Malintang Timur dalam program tanaman Kangkung hidroponik. *Buletin Ilmiah Nagari Membangun*, 2(1), 14–22.
- Busyairi, A., & Zuhdi, M. (2020). Profil miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika ditinjau dari berbagai representasi pada materi gerak lurus dan gerak parabola. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 90.
- Cartika, I., & Adiwijaya, H. D. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Kangkung Hidroponik Sistem DFT pada Media Semai dan Jumlah Bibit yang Berbeda Growth and Production of Water Spinach Hydroponics DFT Sistem on Seedling Media and Different Number of Seeds. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 79–84.

<https://doi.org/10.25047/agropross.2022.274>

- Chang, K.-T., & Weng, C.-I. (2008). An investigation into the structure of aqueous NaCl electrolyte solutions under magnetic fields. *Computational Materials Science*, 43(4), 1048–1055.
- Diatara, S. A., & Nurpilihan, N. (2019). DAMPAK KUALITAS AIR TANAH TERHADAP KUALITAS TANAMAN TOMAT CHERRY (*Solanum L. var Cerasiforme*). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 42–51.
- Djuariah, D. (2007). Evaluasi plasma nutfah kangkung di dataran medium Rancaekek. *Jurnal Hortikultura*, 7(3), 756–762.
- Dwiharjo, D., & Arum, A. P. (2022). Application of Magnetic Field in NFT Hydroponic Systems to Growth and Production of Mustard. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 6–11.
- Dyka, T. M. P. (2018). Pengendalian pH dan Ec pada Larutan Nutrisi Hidroponik Tomat Ceri. *Institut Bisnis Dan Informatika STIKOM Surabaya*, 1–92.
- Eddy, S., Mutiara, D., Kartika, T., Masitoh, C., & Wahyu, W. (2019). Pengenalan Teknologi Hidroponik dengan System Wick (Sumbu) bagi Siswa SMA Negeri 2 Kabupaten Rejang Lebong Bengkulu: Introduction of Hydroponic Technology with Wick System for Students of State High School 2 of Rejang Lebong Regency, Bengkulu. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 74–79.
- Edi, S. (2014). Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans Poir*). *Bioplantae*, 3(1), 17–24.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*.
- Fatiya Hasanah, F., Rochmah Agustrina, R., Eti Ernawati, E., & Sri Wahyuningsih, W. (2019). PENGARUH KUAT MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN GENERATIF TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum Mill.*) DARI BENIH LAMA.
- Febriani, I., HS, D. S. F., Riskierdi, F., & Fevria, R. (2022). Penanaman Kangkung (*Ipomoea sp.*) dan Tanaman Hias dengan Hidroponik Sistem Wick dari Botol Kaca. *Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2(2), 722–730.
- Fuad, F., Sudarti, S., & Harijanto, A. (2018). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *FKIP E-PROCEEDING*, 3(1), 46–51.
- Hermala, I., & Darda, A. M. (2022). EVALUASI PENERAPAN SISTEM HIDROPONIK TENAGA SURYA BERBASIS Iot UNTUK

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS HASIL PERTANIAN TANAMAN HORTIKULTURA. *Journal of Syntax Literate*, 7(1).

- Hidayat, W., & Pramudya, Y. (2018). Sistem Kendali Medan Magnet Solenoida Berbasis Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Quantum*, 25, 637–643.
- Hidayati, N., Rosawanti, P., Yusuf, F., & Hanafi, N. (2017). Kajian Penggunaan Nutrisi Anorganik terhadap Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) Hidroponik Sistem Wick: Study of the Use of Inorganic Nutrition on the Growth of Kale (*Ipomoea reptans* Poir) Wick Hydroponics System. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 4(2), 75–81.
- Hozayn, M., Salama, A. M., El-Monem, A. A. A., & Hesham, A. F. (2016). *The impact of magnetized water on the anatomical structure, yield and quality of potato (Solanum tuberosum L.) grown under newly reclaimed sandy soil*. 7, 1059–1072.
- Irawan, A. K., Agustina, R., & Rita, R. (2011). PENGARUH MEDAN MAGNET 0,1 mT TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI KACANG HIJAU (*Phaseolus radiatus* L.) Aji. *Journal Bioterdidik*, 44(8), 1–17. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Irawati, I., & Salamah, Z. (2013). Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir.) dengan pemberian pupuk organik berbahan dasar kotoran kelinci. *Jurnal Bioedukatika*, 1(1), 3.
- ISLAM, S., & Hariyanto, N. (2022). Pengaturan Air Sistem Pertanian Vertikal Dengan PLC. *E-Proceeding FTI*.
- Khotimah, H., Anggraeni, E. W., & Setianingsih, A. (2018). Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 34. <https://doi.org/10.30872/cm.g.v1i2.1143>
- Kurniawan, Y. (2019). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Menggunakan Solenoida Dengan Pemanfaatan Fluks Magnet. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 9–13.
- Liferdi, L., & Saparinto, C. (2016). *Vertikultur Tanaman Sayur*. Penebar Swadaya Grup.
- Mattson, N., & Lieth, J. H. (2019). Liquid culture hydroponic system operation. In *Soilless Culture* (pp. 567–585). Elsevier.
- Morejón, L. P., Castro Palacio, J. C., Velázquez Abad, L., & Govea, A. P. (2007). Stimulation of *Pinus tropicalis* M. seeds by magnetically treated water. *International Agrophysics*, 21(2), 173–177.
- Navira, N. L. (2021). *Pengaruh pemberian medan magnet pada air untuk pertumbuhan kangkung (Ipomoea reptans) hidroponik*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Nisa, N. A., Amarillis, S., & Guntoro, D. (2022). Budidaya Kangkung Sistem Hidroponik Rakit Apung Kangkung Production on the Floating Hydroponic. *Prosiding Seminar Nasional PERHORTI*, 1(2), 19–20.
- NOVIASTUTI, N. (2015). *PENGGUNAAN SPEKTROFOTOMETER VISIBLE UNTUK PENENTUAN KADAR β -KAROTEN PADA PAPRIKA (Capsicum annum L.) Use of Visible Spectrophotometer for Determination of β -Karoten Content from Paprika (Capsicum annum L.)*. Undip.
- PERMATASARI, R. D. (2015). *Pengaruh Jenis Pelarut pada Analisa Zat Anthosianin dari Kulit Manggis (Garcinia mangostana L.) dengan Metode Spektrofotometer Visible Genesys 20 (The Influence of Solvent Type on Substances Anthosianin Analysis of Mangosteen Skin (Garcinia mangostana L.) with Spectrophotometric Visible Genesys 20 Method)*. Undip.
- Prihatin, W. N., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2020). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Biomassa Tanaman Edamame. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 8(3).
- Purworini, F., & Fitrianiingsih, A. A. (2015). Pengaruh Aplikasi Medan Elektromagnet terhadap Sifat Fisis Air serta implikasinya terhadap kecepatan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 86–95.
- Puspitasari, M. S., & Hermanto, A. (2022). Pemberdayaan Ibu Rumah tangga Dalam Pemanfaatan Limbah Anorganik Sebagai Media Tanam Pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk L.) Dengan Budidaya Teknologi Hidroponik. *Jurnal Pengabdian*, 1(1), 33–40.
- Putra, P. A., & Yuliando, H. (2015). Soilless culture system to support water use efficiency and product quality: a review. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 283–288.
- Rosliani, R., & Sumarni, N. (2005). Budidaya tanaman sayuran dengan sistem hidroponik. *Jurnal Monografi*, 27, 1â.
- Rukmana, R. (1994). *Kangkung, bertanam dan pengolahan pasca panen*. Yogyakarta. Kanisius.
- Sace, C. F., & Natividad, E. P. (2015). Economic Analysis of an Urban Vertical Garden for Hydroponic Production of Lettuce (*Lactuca sativa*)*. *International Journal of Contemporary Applied Sciences*, 2(7), 2308–1365. www.ijcas.net
- Saputra, I. G. D., Sumiyati, S., & Sucipta, I. N. (2020). Kualitas air pada irigasi subak di Bali. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 8(2), 257–265.
- Sari, L. N., & Wahidah, B. F. (2020). Perbandingan pertumbuhan tanaman kangkung pada media hidroponik dan media tanah. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 6(1), 423–427.

- Sari, R. E. Y. W. (2017). Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember. In *Efektifitas Penyuluhan Gizi pada Kelompok 1000 HPK dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Kesadaran Gizi* (Vol. 3, Issue 3).
- Sefanda, S. K., Nafilla, V. Z., Anggara, P., Fisika, P., & Jember, U. (2025). *EKSPLORASI POTENSI MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SEBAGAI*. *10*(1), 1–8.
- Setiyono, S., Dwiharjo, D., & Arum, A. P. (n.d.). Aplikasi Medan Magnet pada Sistem Hidroponik NFT terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, *24*(1), 6–11.
- Shofiana, L. N. (2017). *Pengaruh medan magnet terhadap sifat fisis air sebagai media tanam hidroponik pertumbuhan sayuran*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Sumardi, S., Agustrina, R., & Irawan, B. (2020). Pengaruh pemaparan Medan Magnet 0, 2 mT pada media yang mengandung Ion Logam (Al, Pb, cd dan Cu) Terhadap Bacillus sp dalam menghasilkan Protease. *Berita Biologi*, *19*(1), 47–58.
- Surendran, U., Sandeep, O., & Joseph, E. J. (2016). The impacts of magnetic treatment of irrigation water on plant, water and soil characteristics. *Agricultural Water Management*, *178*, 21–29.
- Sutarno, S. (2017). *Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan Online Interactive Multimedia Untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Dan Berpikir Kritis Mahasiswa*.
- Syafriani, S., Afiah, A., & Aprilia, N. (2022). Pkm Peningkatan Produksi Olahan Kangkung Sebagai Jajanan Sehat Di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar. *COVIT (Community Service of Health)*, *2*(2), 227–233. <https://doi.org/10.31004/covit.v2i2.9522>
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2021). *Física para la ciencia y la tecnología, vol. 2A: electricidad y magnetismo*. Reverté.
- Tirono, M., & Hananto, F. S. (2023). *Perlakuan medan magnet untuk meningkatkan produktivitas dan kandungan kurkumin pada tanaman kunyit merah (Curcuma longa)(sertifikat hak cipta)*.
- ULFA, N. (n.d.). *FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG 1438 H/2017 M*.
- Wantasen, S., & Luntungan, J. N. (2017). Studi Kualitas Air Irigasi Dumoga di Kabupaten Bolaang Mongondow Provinsi Sulawesi Utara. *Bumi Lestari*, 126–131.
- Widyawati, A. S. (n.d.). *Pertumbuhan dan Kualitas Tanaman Kangkung (Ipomea*

Reptans Poir.) Menggunakan Teknologi Hidroponik Nft dengan Penambahan Kalsium Klorida (Cacl₂). Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Wiraatmaja, I. W. (2017). Suhu, energi matahari, dan air dalam hubungan dengan tanaman. *Bali: Universitas Udayana.*

Zulfarosda, R., & Purnamasari, R. T. (2022). Pengaruh Larutan Asam Terhadap Fluktuasi Ph Hidroponik. *BUANA SAINS*, 22(1), 45–50.

LAMPIRAN

Lampiran Data Hasil Penelitian

Lampiran 1. Tinggi Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet	Tinggi Tanaman (cm)			Rata-rata (cm)
	1	2	3	
Kontrol	27	27,5	28	27.5 ± 0.50
5 mT	30	31	31	30.67 ± 0.58
10 mT	30,1	32	33	31.7 ± 1.46
15 mT	34	35	34,5	34.5 ± 0.50
20 mT	36,5	37	38	37.17 ± 0.79

Lampiran 2. Jumlah Daun Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet	Jumlah Daun (helai)			Rata-rata (helai)
	1	2	3	
Kontrol	8	8	9	8.33 ± 0.58
5 mT	9	10	12	10.33 ± 1.53
10 mT	12	13	14	13.00 ± 1.00
15 mT	14	15	17	15.33 ± 1.53
20 mT	17	18	20	18.33 ± 1.53

Lampiran 3. Berat Segar Tanaman Kangkung

Kerapatan Fluks Magnet	Jumlah Daun (gram)			Rata-rata (gram)
	1	2	3	
Kontrol	8	8	9	8.33 ± 0.58
5 mT	9	10	12	10.33 ± 1.53
10 mT	12	13	14	13.00 ± 1.00
15 mT	14	15	17	15.33 ± 1.53
20 mT	17	18	20	18.33 1.53

Lampiran 4. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung

Nilai Absorbansi $\lambda = 645 \text{ nm}$

Kerapatan Fluks Magnet	Kadar Klorofil a (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol	0,201	0,173	0,18	0,184667
5 mT	0,366	0,346	0,363	0,358333
10 mT	0,546	0,519	0,564	0,543
15 mT	0,741	0,72	0,729	0,73
20 mT	0,916	0,911	0,909	0,912

Kadar Klorofil a

Kerapatan Fluks Magnet	Kadar Klorofil a (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol	2,3	1,91	2,01	2,073 \pm 0,203
5 mT	4,06	3,86	4	3,973 \pm 0,103
10 mT	6	5,68	6,18	5,953 \pm 0,253
15 mT	8,11	7,89	7,97	7,990 \pm 0,111
20 mT	10,09	9,95	9,96	10,000 \pm 0,078

Nilai Absorbansi $\lambda = 663 \text{ nm}$

Kerapatan Fluks Magnet	Kadar Klorofil b (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol	0,095	0,105	0,103	0,101
5 mT	0,217	0,199	0,227	0,214333
10 mT	0,349	0,339	0,367	0,351667
15 mT	0,483	0,468	0,478	0,476333
20 mT	0,575	0,601	0,589	0,588333

Kadar Klorofil b

Kerapatan Fluks Magnet	Kadar Klorofil b (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	
Kontrol	1,23	1,59	1,52	1.45 ± 0.19
5 mT	3,26	2,94	3,5	3.23 ± 0.28
10 mT	5,44	5,33	5,76	5.51 ± 0.22
15 mT	7,59	7,35	7,53	7.49 ± 0.13
20 mT	8,88	9,5	9,23	9.20 ± 0.31

Lampiran 5. Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

Nilai Absorbansi $\lambda = 510 \text{ nm}$

Kerapatan Fluks Magnet	Zat besi (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	9,5	9,6	9,56	9,53333333
5 mT	10,1	10,18	10,14	10,14
10 mT	12,9	12,98	12,94	12,94
15 mT	11,04	11,08	11,06	11,06
20 mT	11,4	11,44	11,42	11,42

Kadar Zat Besi

Kerapatan Fluks Magnet	Zat Besi (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	47,5	48	47,8	47.77 ± 0.25
5 mT	50,5	50,9	50,7	50.70 ± 0.20
10 mT	64,5	64,9	64,7	64.70 ± 0.20
15 mT	55,2	55,4	55,3	55.30 ± 0.10
20 mT	57	57,2	57,1	57.10 ± 0.10

Lampiran 6. Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

Nilai Absorbansi $\lambda = 422-430$ nm

Kerapatan Fluks Magnet	Kalsium (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	37,95	38,12	38,01	38,0266667
5 mT	38,65	38,84	38,78	38,7566667
10 mT	39,32	39,48	39,41	39,4033333
15 mT	39,92	40,05	39,98	39,9833333
20 mT	40,48	40,62	40,56	40,5533333

Kadar Kalsium

Kerapatan Fluks Magnet	Kalsium (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	7,613	7,648	7,625	7.63 \pm 0.02
5 mT	7,76	7,799	7,786	7.78 \pm 0.02
10 mT	7,896	7,928	7,914	7.91 \pm 0.02
15 mT	8,029	8,056	8,042	8.04 \pm 0.01
20 mT	8,123	8,152	8,139	8.14 \pm 0.02

Lampiran 7. Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung

Nilai Absorbansi $\lambda = 380-780$ nm

Kerapatan Fluks Magnet	Vitamin A (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	0,0185	0,0188	0,0186	0,01863333
5 mT	0,0205	0,0208	0,0207	0,02066667
10 mT	0,0245	0,0248	0,0246	0,02463333
15 mT	0,0275	0,0278	0,0277	0,02766667
20 mT	0,0295	0,0298	0,0296	0,02963333

Kadar Vitamin A

Kerapatan Fluks Magnet	Vitamin A (mg/100g)			Rata-rata (mg/100g)
	1	2	3	
Kontrol	0,0039	0,004	0,0039	0.00393 ± 0.000002
5 mT	0,0044	0,0045	0,0044	0.00443 ± 0.000002
10 mT	0,0059	0,006	0,0059	0.00593 ± 0.000002
15 mT	0,0073	0,0074	0,0073	0.00733 ± 0.000002
20 mT	0,0081	0,0082	0,0081	0.00813 ± 0.000002

Lampiran Data Hasil ANOVA

Lampiran 8. Tinggi Tanaman Kangkung

ANOVA

TinggiTanaman

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	163,776	4	40,944	57,078	,000
Within Groups	7,173	10	,717		
Total	170,949	14			

Lampiran 9. Jumlah Daun Tanaman Kangkung

ANOVA

JumlahDaun

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	179,067	4	44,767	26,860	,000
Within Groups	16,667	10	1,667		
Total	195,733	14			

Lampiran 10. Berat Segar Tanaman Kangkung

ANOVA

BeratSegar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	518,419	4	129,605	7,652	,004
Within Groups	169,383	10	16,938		
Total	687,802	14			

Lampiran 11. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung

Kadar Klorofil a

ANOVA

KlorofilA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	118,465	4	29,616	1103,437	,000
Within Groups	,268	10	,027		
Total	118,733	14			

Kadar Klorofil b

ANOVA

KlorofilB					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	117,498	4	29,375	529,272	,000
Within Groups	,555	10	,055		
Total	118,053	14			

Lampiran 12. Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

ANOVA

ZatBesi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	508,011	4	127,003	3887,837	,000
Within Groups	,327	10	,033		
Total	508,337	14			

Lampiran 13. Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

ANOVA

Kalsium					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,494	4	,124	453,651	,000
Within Groups	,003	10	,000		
Total	,497	14			

Lampiran 14. Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung

ANOVA

VitaminA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	4	,000	2935,800	,000
Within Groups	,000	10	,000		
Total	,000	14			

LAMPIRAN Data Hasil Uji DMRT (Duncan Multiple Range Test)

Lampiran 15. Tinggi Tanaman Kangkung

TinggiTanaman

Duncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	3	27,5000			
5 mT	3		30,6667		
10 mT	3		31,7000		
15 mT	3			34,5000	
20 mT	3				37,1667
Sig.		1,000	,166	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 16. Jumlah Daun Tanaman Kangkung

JumlahDaun

Duncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Kontrol	3	8,6667		
→ 5 mT	3	10,3333		
10 mT	3		13,0000	
15 mT	3		15,3333	
20 mT	3			18,3333
Sig.		,145	,051	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 17. Berat Segar Tanaman Kangkung

BeratSegarDuncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5 mT	3	3,9379	
Kontrol	3	4,8990	
10 mT	3	7,3149	
15 mT	3		16,6322
20 mT	3		17,6735
Sig.		,360	,763

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 18. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung

Kadar Klorofil a**Klorofila**Duncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Kontrol	3	2,0733				
5 mT	3		3,9733			
10 mT	3			5,9533		
15 mT	3				7,9900	
20 mT	3					10,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Kadar Klorofil b**KlorofilB**Duncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Kontrol	3	1,4467				
5 mT	3		3,2333			
10 mT	3			5,5100		
15 mT	3				7,4900	
20 mT	3					9,2033
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 19. Kadar Zat Besi Tanaman Kangkung

ZatBesiDuncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Kontrol	3	47,7667				
5 mT	3		50,7000			
15 mT	3			55,3000		
20 mT	3				57,1000	
10 mT	3					64,7000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 20. Kadar Kalsium Tanaman Kangkung

KalsiumDuncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Kontrol	3	7,628667				
5 mT	3		7,781667			
10 mT	3			7,912667		
15 mT	3				8,042333	
20 mT	3					8,138000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 21. Kadar Vitamin A Tanaman Kangkung

VitaminADuncan^a

FlugsMagnet	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Kontrol	3	,003933				
5 mT	3		,004433			
10 mT	3			,005933		
15 mT	3				,007333	
20 mT	3					,008133
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian

1. Instalasi Hidroponik dan Medan Magnet



2. Penyemaian Kangkung



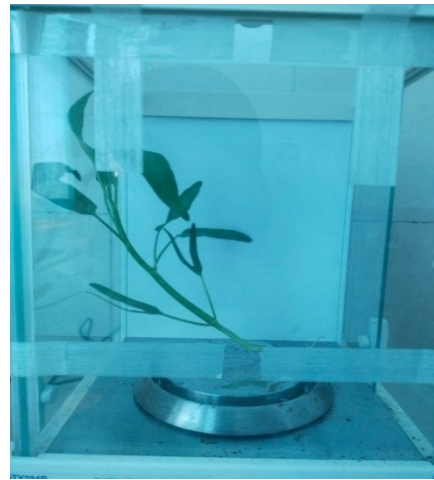
3. Persiapan Nutrisi



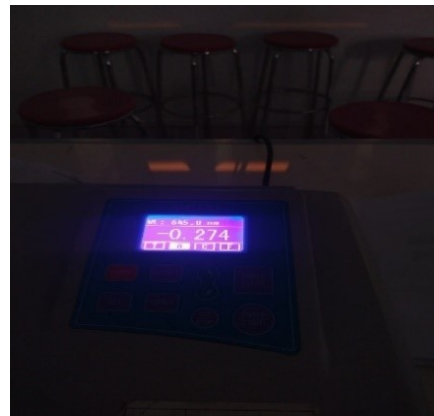
4. Perawatan Pertumbuhan Kangkung



5. Pengukuran Berat Segar Kangkung

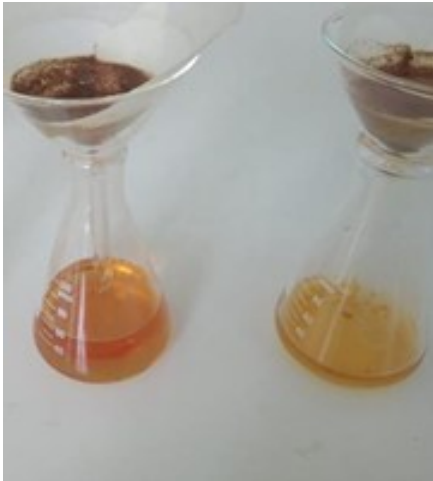


6. Pengukuran Kadar Klorofil Kangkung



7. Pengukuran Zat Besi, Kalsium dan Vitamin A Kangkung







JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

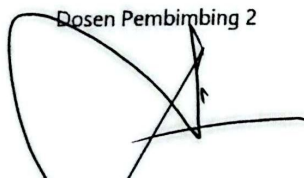
IDENTITAS MAHASISWA

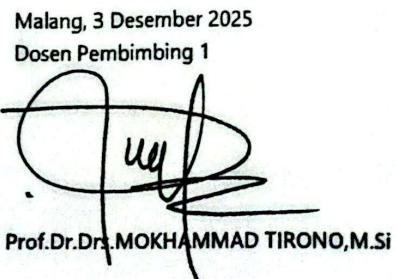
NIM : 210604110027
Nama : NURSILMI
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : Drs. H.ABDUL BASID,M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN NUTRISI TANAMAN KANGKUNG DALAM SISTEM HIDROPONIK

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	05 Desember 2024	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Bab 1-3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	05 Februari 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Bab 1-3	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	24 Februari 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Bab 1-3	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	10 Maret 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	ACC Seminar Proposal	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	18 Juni 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Seminar Proposal	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	15 Oktober 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Bab 4-5	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
7	20 Oktober 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Bab 4-5	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
8	21 Oktober 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	ACC Seminar Hasil	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	24 Oktober 2025	Drs. H.ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi Integrasi Bab 1,2,4	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
10	25 Oktober 2025	Drs. H.ABDUL BASID,M.Si	Revisi Integrasi	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
11	21 November 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Seminar Hasil	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
12	27 November 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	ACC Sidang Skripsi	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
13	15 Desember 2025	Drs. H.ABDUL BASID,M.Si	Revisi Sidang Skripsi	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
14	18 Desember 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Sidang Skripsi	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

Drs. H.ABDUL BASID,M.Si

Malang, 3 Desember 2025
Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Drs. MOKHAMMAD TIRONO, M.Si

Kaprodik / Kaprodi,

Fahid Samsu Hananto, S.Si., M.T

