PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN FISIK BAYAM MERAH (*AMARANTHUS TRICOLOR L.)* YANG DIINFEKSI PATOGEN *Xanthomonas campestris*

SKRIPSI

Oleh :

RATNATUS SA'ADAH
NIM. 210604110062

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

HALAMAN JUDUL

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN FISIK BAYAM MERAH (*AMARANTHUS TRICOLOR L.)* YANG DIINFEKSI PATOGEN *Xanthomonas campestris*

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 :

RATNATUS SA'ADAH
NIM. 210604110062

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN FISIK BAYAM MERAH (AMARANTHUS TRICOLOR L.) YANG DIINFEKSI PATOGEN *Xanthomonas campestris*

SKRIPSI

Oleh:
RATNATUS SA'ADAH
NIM. 210604110062

Telah Diperiksa dan Disetujui
Pada tanggal, 26 Juni 2025

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Prof. Dr. Drs.Mokhammad Tirono, M.Si	Utiya Hikmah, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001	NIP. 19880605 202321 2 054

Mengetahui,
Ketua Program Studi

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

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN FISIK BAYAM MERAH (AMARANTHUS TRICOLOR L.) YANG DIINFEKSI PATOGEN *Xanthomonas campestris*

SKRIPSI

Oleh:
RATNATUS SA'ADAH
NIM. 210604110062

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 26 Juni 2025

Penguji Utama	Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji	Dr. Erna Hastuti, M.Si NIP. 19811119 200801 2 009	
Sekretaris Penguji	Prof. Dr. Drs.Mokhammad Tirono,M.Si NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	Utiya Hikmah, M.Si NIP. 19880605 202321 2 054	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Ratnatus Sa'adah
NIM	210604110062
Program Studi	: Fisika
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Judul Penelitian	:Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Dan Ketahanan Fisik Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Yang Diinfeksi Patogen *Xanthomonas campestris*

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

Malang, 26 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan

Ratnatus Sa'adah
NIM. 210604110062

MOTTO

"Jalanmu mungkin lebih rumit, jalanmu mungkin lebih berkelok, tapi percayalah, ada hal indah yang Allah takdirkan untukmu. Jika bukan hari ini, berarti nanti di waktu terbaik menurut Allah."

-lily-

مَنْ صَبَرَ ظَفِرَ

"Takdir milik Allah, tapi usaha serta doa milik kita. Terus berdoa hingga bismillah terwujud menjadi Alhamdulillah"

(Q.S. Ghafir:60)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya skripsi ini merupakan bukti semangat, usaha dan cinta kasih sayang yang berharga dalam hidupku.

Karya sederhana ini, saya persembahkan kepada :

1. Ayah tercinta, Sugianto. Terima kasih atas segala jerih payah, dukungan, dan doa yang telah Ayah curahkan untuk anak-anakmu. Meskipun Ayah tidak berkesempatan merasakan bangku perguruan tinggi, semangat dan harapan Ayah menjadi salah satu pendorong terbesar bagi penulis hingga dapat menyelesaikan studi hingga jenjang sarjana ini.
2. Ibunda tercinta, Kalimah. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah putus hingga penulis dapat mencapai titik ini. Terima kasih telah menjadi sosok ibu yang penuh kesabaran, pengingat terbaik dalam setiap langkah, menjadi tempat bersandar ketika penulis merasa lelah, dan menjadi pengingat terbaik saat penulis hampir menyerah.
3. Adikku tersayang, Azzahra Asyfa Rahma. Semoga engkau tumbuh menjadi pribadi yang lebih baik dari kakakmu. Jalani hidup dengan penuh semangat, keberanian, dan kebaikan dalam setiap langkahmu.
4. Untuk diri saya sendiri Ratnatus Sa'adah. Terima kasih telah terus berjalan, bahkan di saat hati penuh keraguan dan kepercayaan diri mulai memudar. Terima kasih karena tetap melangkah meski perlahan, karena setiap langkah kecil tetap membawa arti dalam perjalanan panjang ini. Perjalanan meraih impian bukanlah perlombaan cepat, melainkan proses panjang yang menuntut kesabaran, ketekunan, dan keberanian untuk tidak berhenti.

Terima kasih telah memilih untuk tetap berjuang, untuk tidak menyerah meski banyak hal ingin membuat menyerah. Apa pun yang akan terjadi selanjutnya, terima kasih karena telah kuat sejauh ini dan terus memilih untuk berusaha sampai titik ini.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan dan Ketahanan Fisik Bayam Merah *(Amaranthus Tricolor L.)* yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris.*" Sholawat dan salam tetap tercurahkan kepada baginda Rasulallah Muhammad SAW yang telah memberikan kita jalan yang terang benerang yakni Addinul islam.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik bimbingan maupun arahan dalam proses penyusunan proposal ini . dalam hal ini ucapan terima kasih ditujukan kepada :

1. Allah Tuhan Yang Maha Esa, atas segala nikmat dan kekuatan yang telah diberikan, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran dan semangat.
2. Prof. Dr. H. M. Zainudin, M.A, Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku ketua program studi fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si., dan Utiya Hikmah, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi, bimbingan serta arahan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

6. Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes dan Dr. Erna Hastuti, M.Si berperan sebagai dosen penguji
7. Seluruh Staf Laboratorium dan staf administrasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu menambah pengetahuan
8. Kedua orang tua tercinta, Ayah Sugianto dan Ibu Kalimah terimakasih atas doa, cinta, dukungan moral maupun material, serta pengorbanan yang tiada henti yang menjadi sumber kekuatan dan semangat dalam menjalani proses pendidikan hingga tahap ini.
9. Keluarga besar yang tercinta, yang telah memberi doa, dan dukungan yang tulus selama ini. Kehangatan dan semangat yang diberikan menjadi penyemangat dalam menyelesaikan setiap proses dalam studi ini
10. Moch Liil Adcha', yang telah memberi warna dan kekuatan dalam melewati proses penulis**.** Terima kasih atas dukungan, perhatian, dan semangat yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Mazidatus Sa'diyah, yang menjadi teman yang baik, yang selalu hadir dengan dukungan, semangat, dan kebersamaan yang tulus. Terima kasih telah menjadi rekan yang setia dalam proses penelitian ini, menemani setiap langkah, berbagi pemahaman, dan saling menguatkan di tengah tantangan yang ada.
12. Kepada teman-teman dari masa SMA, khususnya Afifah, Imel, Puteri, dan Eva, terima kasih atas persahabatan yang telah terjalin sejak masa sekolah menengah atas hingga saat ini yang selalu mendukung, memahami, dan menjadi salah satu sumber kekuatan dalam menyelesaikan studi ini.

13. Teman-teman KKM 174, khususnya kepada Mia dan Putri yang telah menemani dengan kehangatan dan kebersamaan selama menempuh studi penulis.
14. Teman-teman fisika angkatan 2021 yang memberikan semangat dan motivasi sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
15. Serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis mengakui bahwa skripsi ini kurang dari cukup. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati meminta maaf jika ada kesalahan atau kekurangan dalam skripsi ini. Sangat diharapkan bahwa kritik dan rekomendasi yang membangun akan digunakan untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap dapat memberikan pengaruh positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Khususnya dalam bidang biofisika bagi penelitian selanjutnya. Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayat kepada kita semua.

Malang, 05 November 2024

Ratnatus Sa'adah

DAFTAR ISI

COVER ..... **i**
HALAMAN JUDUL ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
ABSTRAK ..... **xvii**
ABSTRACT ..... **xviii**
مستخلص البحث ..... **xix**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Masalah 7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **9**
2.1. Medan Magnet 9
2.2. Medan Magnet Solenoida 11
2.3. Bayam Merah 16
2.3.1 Jenis Bayam merah 18
2.3.2 Kandungan Bayam merah 19
2.4. Interaksi Medan Magnet dengan Benih Tanaman 19
2.5. Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman 21
2.6. Interaksi Medan Magnet dengan Pertumbuhan dan Perkembangan 23
2.7. Bakteri *Xanthomonas campestris* 24

BAB III METODE PENELITIAN **28**
3.1 Jenis penelitian 28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 28
3.3 Alat dan bahan 28
3.3.1 Alat 28
3.3.2Bahan 30
3.4 Diagram Alir 32
3.5 Prosedur penelitian 33
3.5.1 Proses persiapan 33
3.5.2 Pemaparan medan magnet terhadap benih 34
3.5.3 Peremajaan isolat bakteri *Xanthomonas campestris* 34
3.5.4 Penanaman dan Perawatan Tanaman Pada Media Polybag 35
3.5.5 Penyemprotan Tanaman dengan isolat *Xanthomonas campestris* 36

3.5.6 Penentuan kadar klorofil tanaman 36
3.5.7 Penentuan kadar pigmen merah antosianin (Ramdan & Alviansyah, 2024) 37
3.6 Pengambilan data 38
3.7 Analisis data 41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 43
4.1 Hasil Analisis 43
4.1.1 Efek Medan Magnetik Terhadap Waktu Perkecambahan 43
4.1.2 Efek Medan Magnetik Terhadap Tinggi Batang Bayam Merah..... 48
4.1.3 Efek Medan Magnetik Terhadap Kadar Klorofil Bayam Merah..... 56
4.1.4 Efek Medan Magnetik Terhadap Berat Basah Bayam Merah 64
4.1.5 Efek Medan Magnetik Terhadap Kadar Antosianin Bayam Merah 69
4.2 Pembahasan 75
4.3. Temuan penelitian berdasarkan sudut pandang islam 83

BAB V PENUTUP..... 85
5.1 Kesimpulan 85
5.2 Saran 86

DAFTAR PUSTAKA 87
LAMPIRAN..... 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 medan magnet antara kutub utara dan kutub selatan (Soraya, 2020) 9
Gambar 2. 2 Medan magnet Solenoida dengan lilitan(Giancoli, 2001) 12
Gambar 2. 3 medan magnet di dalam soleonida berbentuk lurus kecuali dalam ujung-ujungnya (Giancoli, 2001)..... 14
Gambar 2. 4 Bayam Merah..... 17
Gambar 2. 5 Bakteri Xanthomonas campestris 25
Gambar 3. 1 Diagram Alir 32
Gambar 4. 1 Grafik awal perkecambah pada kerapatan 0.2 mT dan 0,3 mT 45
Gambar 4. 2 Grafik Kerapatan Fluks 0,2 mT terhadap Tinggi Batang..... 50
Gambar 4. 3 Grafik Kerapatan Fluks 0,3 mT terhadap Tinggi Batang..... 50
Gambar 4. 4 Grafik kerapatan 0,2 mT terhadap Total Kadar Klorofil A dan B .. 58
Gambar 4. 5 Grafik kerapatan 0,3 mT terhadap Total Kadar Klorofil A dan B .. 59
Gambar 4. 6 Grafik kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT berat per batang..... 66
Gambar 4. 7 Grafik kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT terhadap Total Kadar Antosianin..... 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Varietas Bayam Merah (Pebrianti et al., 2014)..... 19
Tabel 2. 2 kandungan zat gizi bayam merah (Herliafifah, 2024). 19
Tabel 3. 1 Waktu Perkecambahan Benih fluks magnet kerapatan 0.2 mT..... 38
Tabel 3. 2 Waktu Perkecambahan Benih fluks magnet kerapatan 0.3mT..... 38
Tabel 3. 3 Tinggi batang tanaman bayam merah kerapatan 0.2 mT..... 39
Tabel 3. 4 Tinggi batang tanaman bayam merah kerapatan 0.3 mT..... 39
Tabel 3. 5 Berat per tanaman bayam merah fluks magnet 0.2 mT..... 39
Tabel 3. 6 Berat per tanaman bayam merah fluks magnet 0.3 mT..... 39
Tabel 3. 7 Pengukuran kadar pigmen antosianin kerapatan magnet 0.2 mT. 40
Tabel 3. 8 Pengukuran kadar pigmen antosianin kerapatan magnet 0.3 mT. 40
Tabel 3. 9 Kadar klorofil a kerapatan magnet 0.2 mT..... 40
Tabel 3. 10 Kadar klorofil b kerapatan magnet 0.2 mT..... 41
Tabel 3. 11 Kadar klorofil a kerapatan magnet 0.3 mT 41
Tabel 3. 12 Kadar klorofil b kerapatan magnet 0.3 mT..... 41
Tabel 4. 1 Awal perkecambahan benih fluks kerapatan 0.2 mT dan 0,3 mT..... 43
Tabel 4. 2 Data Analisis One Way Anova Awal Perkecambahan Benih..... 46
Tabel 4. 3 Uji Statistik DMRT Awal Perkecambahan Benih Bayam Merah 46
Tabel 4. 4 Tinggi Batang infeksi patogen kerapatan 0,2 mT..... 48
Tabel 4. 5 Tinggi Batang infeksi patogen kerapatan 0,3 mT..... 48
Tabel 4. 6 Data Analisis One Way Anova Tinggi Batang pada Minggu ke-1..... 51
Tabel 4. 7 Data Analisis Uji DMRT terhadap Tinggi Batang pada Minggu ke-1. 52
Tabel 4. 8 Data Analisis One Way Anova terhadap Tinggi Batang Minggu Ke-Enam..... 53
Tabel 4. 9 Data Analisis Uji DMRT terhadap Tinggi Batang pada Minggu Ke-Enam..... 54
Tabel 4. 10 Menyajikan total kadar klorofil a dan b tanaman kerapatan 0.2 mT. 56
Tabel 4. 11 Menyajikan total kadar klorofil a dan b tanaman kerapatan 0.3 mT . 56
Tabel 4. 12 Uji Anova Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,2 mT 60
Tabel 4. 13 Uji DMRT terhadap Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,2 mT. 61
Tabel 4. 14. Uji Anova Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,3 mT 62
Tabel 4. 15 Analisis Uji DMRT Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,3 mT..... 62
Tabel 4. 16 Berat per batang bayam merah dengan fluks kerapatan 0.2 mT..... 64
Tabel 4. 17 Data Analisis Uji One Way Anova terhadap Berat per Batang..... 67
Tabel 4. 18 Data Analisis Uji Statistik DMRT terhadap Berat per Batang..... 68
Tabel 4. 19 kadar antosianin tanaman kerapatan 0.2 mT dan 0,3 mT 70
Tabel 4. 20 Analisis Uji One Way Anova terhadap Kadar Antosianin 73
Tabel 4. 21 Data Analisis Uji DMRT terhadap Kadar Antosianin..... 74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian 96
Lampiran 2 Data Uji SPSS 102
Lampiran 3 Gambar Penelitian 113

ABSTRAK

Sa'adah, Ratnatus. 2025. **Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan dan Ketahanan Fisik Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.) Yang Diinfeksi Patogen *Xanthomonas campestris*.** Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Utiya Hikmah, M.Si

Kata Kunci : Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) , Frekuensi, Kerapatan Magnetik, *Xanthomonas campestris*

Bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*) memiliki banyak khasiat yang terkandung sehingga mendukung kesehatan masyarakat. Penurunan produktivitas bayam merah dikarenakan tanaman bayam merah terpapar hama dan penyakit salah satunya terinfeksi *Xanthomonas campestris*. Sehingga digunakan alat alternatif dengan aplikasi medan magnet terhadap benih. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah pengaruh medan magnetik dengan intensitas berbeda terhadap perkecambahan, tinggi batang, berat basah, total kadar klorofil dan total kadar antosianin bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris.* Penelitian ini menggunakan benih bayam merah. Pemberian medan magnet menggunakan medan magnet bolak-balik dengan kerapatan magnetik 0,2 mT dan 0,3 mT, cakupan frekuensi 25 Hz hingga 100 Hz dengan waktu pemaparan 20 menit berturut-turut selama 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet baik kerapatan 0,2 mT maupun 0,3 mT memiliki pengaruh terhadap mempengaruhi percepatan perkecambahan 44,4%, Tanaman yang terpapar medan magnetik meningkatkan hasil tanam serta mengurangi jumlah luas lesi pada daun akibat *Xanthomonas campestris*. Paparan medan magnet dengan kerapatan magnetik 0,2 mT dengan frekuensi 50 Hz terjadi peningkatan pada tinggi batang (37,02%), total kadar klorofil a (64,12%) klorofil b (80,87%) berat batang (73,66%) sedangkan frekuensi 75 Hz mempengaruhi pada total kadar antosianin (95,60%). Sedangkan kerapatan magnetik 0.3 mT pada frekuensi 75 Hz memberikan hasil maksimal pada tinggi batang (37,84%), total kadar klorofil a (60,24%) klorofil b (66,48%), berat batang (73,34%). Sedangkan frekuensi 25 Hz mempengaruhi total kadar antosianin (93,54%). Kerapatan fluks magnetik mempengaruhi frekuensi optimal yang berbeda pada setiap variabel, yang berperan penting dalam meningkatkan efisiensi.

ABSTRACT

Sa'adah, Ratnatus. 2025. **Effect of Magnetic Field Exposure on Growth and Physical Resistance of Red Spinach (Amaranthus Tricolor L.) Infected with Pathogen Xanthomonas campestris.** Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang.
Supervisor: (I) Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Utiya Hikmah, M.Si

Keywords: Red Spinach (*Amaranthus Tricolor L.*), Frequency, Magnetic Density, *Xanthomonas campestris*

Red spinach (*Amaranthus Tricolor L.*) contains many properties that support public health. The decrease in red spinach productivity is due to the exposure of red spinach plants to pests and diseases, one of which is infected with *Xanthomonas campestris*. So that an alternative tool is used with the application of magnetic fields to seeds. So the purpose of this study is the effect of magnetic fields with different intensities on germination, stem height, wet weight, total chlorophyll content, and total anthocyanin content of red spinach infected with the pathogen *Xanthomonas campestris*. This study used red spinach seeds. The magnetic field was applied using an alternating magnetic field with a magnetic density of 0.2 mT and 0.3 mT, frequency coverage of 25 Hz to 100 Hz with an exposure time of 20 minutes consecutively for 5 days. The results showed that the magnetic field both densities 0.2 mT and 0.3 mT has an influence on affecting the acceleration of germination at 44.4%, Plants exposed to magnetic fields increase crop yields and reduce the number of lesions on the leaves due to *Xanthomonas campestris*. Magnetic field exposure with a magnetic density of 0.2 mT with a frequency of 50 Hz increased stem height (37.02%), total chlorophyll a (64.12%) chlorophyll b (80.87%) stem weight (73.66%) while the frequency of 75 Hz affects the total anthocyanin content (95.60%). While the magnetic density of 0.3 mT at a frequency of 75 Hz gives maximum results in stem height (37.84%), total chlorophyll a (60.24%) chlorophyll b (66.48%), and stem weight (73.34%). While the frequency of 25 Hz affects the total anthocyanin content (93.54%). Magnetic flux density affects different optimal frequencies in each variable, which plays an important role in increasing efficiency.

مستخلص البحث

سَعَادَة، رَتْنَاتُوس. 2025. تأثير التعرض للمجال المغناطيسي على نمو ومقاومة السلق الأحمر (*Amaranthus Tricolor L.*) المصاب بالعوامل المرضة *Xanthomonas campestris* . بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجية، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (I) الأستاذ الدكتور. محمد تيرونو، الماجستير (II) أوتيا حكمة، الماجستير.

الكلمة الرئيسيات: السبانخ الحمراء (*Amaranthus Tricolor L.*)، التردد، الكثافة المغناطيسية ، *Xanthomonas campestris*

يحتوي السبانخ الأحمر (Amaranthus Tricolor L.) على العديد من الخصائص التي تدعم صحة المجتمع. ويرجع انخفاض إنتاجية السبانخ الأحمر إلى تعرضه للآفات والأمراض. يمكن أن تتسبب الإصابة بـ *Xanthomonas campestris* في ظهور أوراق بنية اللون وإنتاج بقع صفراء. تُعتبر تقنيات التحكم الطريقة الرئيسية لعلاج النباتات من الأمراض، حيث تستخدم المبيدات البكتيرية. ومع ذلك، فإن استخدام المبيدات البكتيرية له آثار سلبية على البيئة. لذلك، تم استخدام وسائل بديلة تتضمن استخدام الحقل المغناطيسي. لذا فإن الهدف من هذه الدراسة هو تأثير المجالات المغناطيسية ذات الكثافة المختلفة على إنبات السبانخ الأحمر، ارتفاع الساق، الوزن الرطب، إجمالي محتوى الكلوروفيل وإجمالي محتوى الأنتوسيانين للسبانخ الأحمر المصاب بالعامل المرض *Xanthomonas campestris*. تستخدم هذه الدراسة بذور السبانخ الأحمر. تم استخدام المجال المغناطيسي المتردد بكثافة مغناطيسية 0،2 م.ت و 0،3 م.ت، مع نطاق تردد من 25 هرتز إلى 100 هرتز، ومدة تعرض 20 دقيقة متتالية خلال 5 أيام. أظهرت نتائج الدراسة أن المجال المغناطيسي، سواء بكثافة 0،2 م.ت أو 0،3 م.ت، له تأثير على تسريع إنبات البذور بنسبة 44،4%. النباتات المعرضة للمجال المغناطيسي زادت من إنتاج المحصول وكذلك قللت من مساحة الآفات على الأوراق الناتجة عن بكتيريا *Xanthomonas campestris*. تعرض النباتات للمجال المغناطيسي بكثافة 0،2 م.ت وبالتردد 50 هرتز أدى إلى زيادة في ارتفاع الساق (37،02%)، وإجمالي تركيز الكلوروفيل أ (64،12%) والكلوروفيل ب (80،87%) ووزن الساق (73،66%)، بينما التردد 75 هرتز كان له تأثير على إجمالي تركيز الأنتوسيانين (95،60%). بينما الكثافة المغناطيسية 0،3 ملتي تسلا عند تردد 75 هيرتز تعطي نتائج قصوى في ارتفاع الساق (37،84%)، إجمالي محتوى الكلوروفيل أ (60،24%)، الكلوروفيل ب (66،48%)، وزن الساق (73،34%). بينما يؤثر التردد 25 هيرتز على إجمالي محتوى الأنتوسيانين (93،54%). تؤثر كثافة تدفق المغناطيس على التردد الأمثل الذي يختلف في كل متغير، مما يلعب دوراً مهماً في تحسين الكفاءة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*) merupakan jenis tanaman yang daunnya biasa dikonsumsi sebagai bahan masakan sayuran. Semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia dan semakin disadari penduduk akan pentingnya asupan gizi yang seimbang sehingga menyebabkan meningkatnya permintaan sayuran yang baik dalam kesehatan. Kandungan gizi pada sayuran terutama vitamin dan mineral tidak dapat disubstitusi melalui makanan pokok. Nutrisi yang terkandung dalam bayam merah seperti vitamin-A, vitamin-C, protein, garam mineral yang diperlukan tubuh, dan kandungan antosianin yang efektif melawan anemia, jenis bayam merah ini lebih unggul di bandingkan bayam jenis lainnya, karena memiliki warna yang menarik dengan memiliki batang yang kokoh, tegak dan kuat. Selain itu terdapat Kandungan antioksidan yang tinggi dapat memberikan efek penghambatan pertumbuhan sel tumor, membantu mengontrol kadar kolesterol dan gula darah. (Pebrianti et al., 2015).

Dalam hal ini bayam memiliki banyak khasiat yang terkandung sehingga mendukung kesehatan masyarakat, maka dari itu pertumbuhan dan produktivitasnya penting untuk di tingkatkan(Rahayu et al., 2022). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), bayam selalu menurun setiap tahunnya. Pada tahun 2021 produktivitas bayam sebesar 171.706 ton kemudian pada tahun 2022 bayam merah terdapat penurunan sebesar 170.821 ton dan tahun 2023 bayam kembali menurun yakni 170.688 ton (Statistik, 2023). Faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas bayam merah dikarenakan tanaman

bayam merah terpapar hama dan penyakit karena benih yang kurang berkualitas. Selain itu, benih yang menurun kualitasnya karena penyimpanan yang buruk atau karena benih telah melewati masa kadaluarsa (Sagita & Rahayu, 2021). Kerusakan pada bayam merah yang disebabkan oleh banyaknya organisme pengganggu berupa hama dan penyakit yang mengakibatkan penurunan kualitas dan produktivitas tanaman bayam merah (Yusidah & Nurirhani, 2022).

Penyakit dan hama pada tumbuhan bayam merah dapat mengakibatkan bercak daun berbentuk bulat ataupun bersudut, yang kemudian daun akan mengering lalu robek (Suhara, 2006). Selain itu Penyakit dan hama pada tumbuhan bayam merah yang terinfeksi *Xanthomonas campestris* dapat menyebabkan daun berwarna coklat dan menghasilkan les kuning, Lesio awalnya muncul di tepi daun, lalu berubah menjadi klorosis pada tulang daun, sehingga membusuk dan menghitam. pembusukan pada daun hingga penyakit dan hama ini membuat tanaman tersebut mati(Asril, 2022). Infeksi patogen *Xanthomonas campestris* menyebabkan kenampakan pembusukan hitam pada daun yang terserang patogen dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh sehat. Patogen *Xanthomonas campestris* dapat menginfeksi berbagai jenis tanaman salah satunya adalah bayam, Patogen ini menimbulkan berbagai gejala, antara lain daun berwarna coklat, pembusukan hitam, pembusukan pada hipokotil, menghasilkan les kuning berbentuk V dan urat menghitam. Apabila benih bayam merah yang terinfeksi patogen tersebut ditanam, akan tetap tumbuh tetapi dapat memicu terjadinya epidemi penyakit. (Vicente & Holub, 2013).

Teknik pengendalian menjadi cara utama untuk merawat tanaman dari penyakit. Adapun cara untuk pengendalian yang sering digunakan petani yakni pestisida bakterisida. Bakterisida merupakan salah satu jenis pestisida yang dapat mengatasi penyakit seperti bercak daun pada tanaman sehingga banyak petani yang telah menggunakan bakterisida dalam bidang pertanian(Bayu et al., 2014). Apabila penggunaan pestisida digunakan oleh petani, maka dapat menimbulkan risiko bagi lingkungan meliputi sisa endapan tanah dan air tidak dapat diuraikan dan dapat membunuh makhluk hidup yang hidup di lingkungan tersebut

Dalam Al-Quran surah Al-Baqarah Ayat 205 Allah Berfirman :

وَإِذَا تَوَلَّىٰ سَعَىٰ فِي ٱلْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ ٱلْحَرْثَ وَٱلنَّسْلَ ۗ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْفَسَادَ

Artinya : *"Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan."* (Q.S. Al-Baqarah [2]:205)

Berdasarkan tafsir Ibn-Kathir ayat tersebut menerangkan bahwa perbuatan manusia lebih mementingkan dunia daripada akhirat, perkataannya selisih dengan yang dikatakan seperti membunuh binatang dan merusak tanaman untuk memuaskan keserakahannya. Maka Allah membenci makhluk yang merusak makhluk hidup lainnya. Menurut (Anas et al., 2024) ayat tersebut dijelaskan bahwa manusia tidak boleh memperlakukan alam ataupun lingkungan dengan sewenang wenang dalam merusak lingkungan. Hal ini dapat dimisalkan pada penggunaan pestisida bakterisida memiliki dampak buruk bagi lingkungan, maka dari itu digunakan alat alternatif yang memiliki dampak positif bagi lingkungan dan meminimalisir penggunaan pestisida bakterisida tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan penggunaan medan magnet.

Medan magnet dapat diterapkan dalam bidang pertanian, dalam hal ini teknologi tersebut berdampak positif bagi lingkungan dan dapat meningkatkan benih perkecambahan serta meningkatkan hasil yang mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia dalam benih(Tirono & Hananto, 2022). Benih yang di rendam pada air magnetisasi oleh medan magnet dapat menyebabkan meningkatkan suplai oksigen dalam benih, meningkatkan aktivitas enzim serta respirasi pada benih(Putra et al., 2014) Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa medan magnet dapat mempercepat perkecambahan dan berpengaruh terhadap pertumbuhan sehingga dapat menyebabkan proses metabolisme bagi tumbuhan (Putri et al., 2024). Paparan medan magnet dapat mempercepat benih perkecambahan lebih awal di bandingkan dengan perlakuan kontrol. Paparan medan magnet memiliki pengaruh positif bagi berbagai jenis tanaman sehingga dapat meningkatkan dan mempercepat perkembangan pada tanaman(Putri et al., 2024).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa medan magnet mampu mempercepat perkembangan dan mempertahankan nilai kualitas fisik pada tanaman. penelitian yang di lakukan oleh(Tirono et al., 2021) menyimpulkan bahwa paparan fluks magnet 0,3 μT dan durasi pengobatan 20 menit per hari selama lima hari. mempercepat munculnya tunas, mempercepat pertumbuhan, dan menjadikan tanaman tahan terhadap serangan hama. Pada penelitian(Yuniarta et al., 2022) paparan medan magnet dengan intensitas $900\mu T$ selama 60 menit mampu mempertahankan nilai kualitas ketahanan fisik terhadap jamur tiram. Perlakuan paparan medan magnet dari peredaman benih hingga fase kecambahan dengan kecepatan 400 gauss dapat melawan busuk

pada benih jagung putih(Al- Zubaidi, 2017). Hal tersebut karena perlakuan paparan medan magnet memiliki efek positif yang dapat meningkatkan permeabilitas lapisan film benih, mengaktifkan ion kalsium, dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme berbahaya di dalam air, yang dapat mempengaruhi perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman bayam hijau maupun merah(Rodhiyah et al., 2022).

Dari beberapa penelitian yang sebelumnya telah di lakukan, paparan medan magnet terhadap setiap jenis tanaman membutuhkan intensitas dan waktu pemaparan yang berbeda beda. Maka dari itu penelitian ini dilakukan perlakuan medan magnet agar mendapatkan intensitas dan waktu yang maksimal sehingga menghasilkan perkecambahan benih bayam yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang yang telah di paparkan, maka rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah

1. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan benih tanaman bayam merah?
2. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet terhadap tinggi tanaman dan kandungan klorofil bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*?
3. Bagaimana pengaruh intensitas medan magnet terhadap berat per batang dan kadar pigmen antosianin daun pada bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang digunakan. Adapun tujuan dari penelitian kali ini adalah

1. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan benih tanaman bayam merah?
2. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap tinggi tanaman dan kandungan klorofil bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*?
3. Untuk mengetahui pengaruh intensitas medan magnet terhadap berat per batang dan kadar pigmen antosianin daun pada bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis

   Penelitian ini dapat memberikan wawasan baru yang inovatif dan pemahaman yang lebih dalam mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan, tinggi, berat per tanaman, kadar pigmen antosianin dan kadar klorofil tanaman bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*.
2. Manfaat praktis
   a. Bagi penulis

      penelitian yang dilakukan dapat menambah pengalaman dan mampu mengembangkan pengetahuan serta meningkatkan pengetahuan mengenai paparan medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan benih, tinggi, berat per tanaman, kadar pigmen antosianin serta kadar

klorofil tanaman bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*.

b. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan pemaparan medan magnet mendukung budidaya tanaman bayam merah, meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan fisik bayam merah di Indonesia.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Hasil penelitian ini dijadikan rujukan bagi peneliti berikutnya dengan tujuan sebagai pengoptimalan penggunaan paparan medan magnet terhadap tanaman.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian yang dilakukan batasan yang diterapkan meliputi :

1. Benih bayam yang digunakan dalam penelitian merupakan jenis bayam merah *(Amaranthus Tricolor L.).*
2. Data yang diambil merupakan pengaruh intensitas medan magnet terhadap waktu mulai perkecambahan, tinggi, berat per tanaman, kadar pigmen antosianin dan kadar klorofil tanaman bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*.
3. Medan magnet yang digunakan merupakan medan magnet yang dihasilkan dari solenoida yang dihubungkan pada *Audio Frekuensi Generator* (AFG).
4. Kerapatan magnetik menggunakan 0,2 mT dan 0,3 mT
5. Patogen yang digunakan adalah isolat *Xanthomonas campestris*
6. Media tanam yang digunakan adalah tanah dalam wadah polybag.
7. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan satu minggu sekali selama 7 minggu

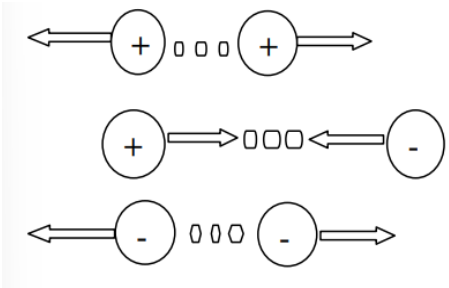
8. Pengujian kadar pigmen antosianin dan kadar klorofil tanaman bayam merah menggunakan Spektrofotometer UV-vis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Medan Magnet

Menurut Kurniawan & Zulkifli, (2019) medan magnet adalah daerah yang memiliki gaya magnetik yang di sekitar magnet. Sedangkan medan magnet adalah besaran vektor yang memiliki arah dan nilai, medan magnet memiliki garis-garis gaya magnet dengan dua arah yakni kutub utara dan kutub selatan(Hendratno, 2021). Menurut (Soraya, 2020) kutub utara disebut muatan positif dan kutub selatan disebut muatan negatif, ketika muatan di dekatkan maka kedua mutan akan saling mempengaruhi. Jika muatan positif mendekati muatan positif maka akan terjadi gaya tolak-menolak, jika muatan positif mendekati muatan negatif maka terjadi gaya tarik- menarik, maupun sebaliknya ketika muatan negatif didekatkan dengan muatan negatif maka terjadi gaya tolak-menolak.



Gambar 2. 1 medan magnet antara kutub utara dan kutub selatan (Soraya, 2020)

Medan magnet memberikan gaya pada magnet lainnya sehingga dapat berinteraksi satu sama lain. Medan magnet dapat divisualisasikan seperti garis-garis, sehingga arah medan magnet berhubungan dengan garis medan pada titik manapun dan jumlah garis persatuan medan magnet memiliki luas setara dengan kekuatan medan magnet(Giancoli, 2001)

Medan magnet memiliki kekuatan yang bersifat uniform yakni besaran yang digunakan untuk mengkalibrasi alat ukur, medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman karena tanaman yang terpapar medan magnet menjadikan tanaman tumbuh lebih besar (Sarraf et al., 2020). Medan elektromagnetik dibagi menjadi 2 bagian yakni medan magnetik dan medan listrik yang menghasilkan frekuensi rendah hingga frekuensi tinggi. Medan magnet memiliki cakupan yang sangat luas seperti frekuensi tinggi hingga ke frekuensi rendah. Jika frekuensi medan magnet tinggi, maka menghasilkan energi medan magnet yang tinggi kemudian jika frekuensi medan magnet rendah, maka menghasilkan energi medan magnet yang rendah pula dan maupun sebaliknya(Datu et al., 2003). Frekuensi tersebut dibagi menjadi tiga bagian, pada frekuensi rendah memiliki frekuensi berkisar 0 hingga 300Hz ketika frekuensi sedang memliki frekuensi berkisar 300 Hz hingga 100KHz dan ketika frekuensi tinggi maka frekuensi berkisar 100Khz hingga 300KHHz (Ramadhani & Prihandono, 2022).

Medan magnet dapat di dapatkan salah satunya dari medan magnet solenoida. Menurut penelitian medan magnet dapat memberikan pengaruh terhadap indeks perkecambahan, lebar daun dan berat kering pada tanaman(Putra et al., 2015). Terdapat tiga faktor manfaat dari medan magnet, faktor awal adalah medan magnet dapat dipengaruhi oleh besar kecilnya frekuensi terhadap tanaman, faktor selanjutnya dipengaruhi oleh jenis paparan medan magnet dan faktor terakhir adalah waktu paparan medan magnet(Ramadhani & Prihandono, 2022). Menurut beberapa penelitian, medan magnet frekuensi sangat rendah dapat mempengaruhi perkecambahan,

pertumbuhan bibit, produksi buah, karakteristik dan ukuran. Penerapan medan magnet semakin meluas dalam berbagai bidang, termasuk hortikultura seperti buah dan sayur(Handoko et al., 2017). Medan magnet berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Medan magnet dapat diterapkan pada benih tanaman aktif dan dorman. Salah satu keuntungan penerapan medan magnet pada benih tanaman aktif dan tidak aktif adalah dapat merangsang pertumbuhan tanaman tersebut(Ramadhani & Prihandono, 2022). Selain itu medan magnet sering di gunakan karena medan magnet dapat mengurangi jumlah bakteri pada tanaman, dan menghasilkan peningkatan keamanan maupun lingkungan(Sarraf et al., 2020).

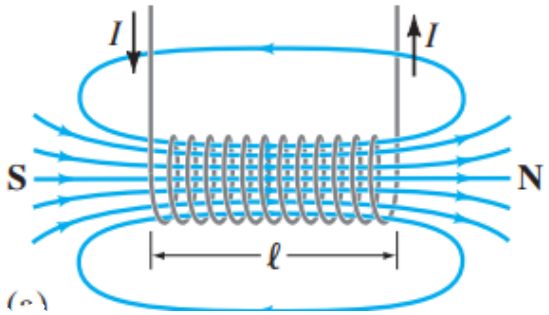
2.2. Medan Magnet Solenoida

Perkembangan zaman yang mulai maju, medan magnet memiliki berbagai manfaat salah satunya di bidang pertanian sayuran maupun buah-buahan, medan magnet dapat mempengaruhi perkecambahan, pertumbuhan bibit, produksi dan ukuran buah**.** Medan magnet merupakan daerah di sekitar magnet yang dipengaruhi oleh magnet. Medan magnet terjadi ketika adanya kutub-kutub magnet karena gaya saling tarik menarik dan tolak menolak. Paparan medan magnet dilingkungan semakin meningkat karena teknologi dan manfaat listrik dalam kehidupan sehari-hari. Medan magnet memiliki frekuensi sangat kecil yakni kurang dari 300Hz(Emelia et al., 2010).

Medan magnet dapat diciptakan (diinduksi) oleh arus listrik. Hal ini disebut sebagai fenomena induksi magnetik. Hukum Ampere mengacu pada fenomena induksi magnetik. Kedua, medan listrik dalam bentuk arus listrik dapat dihasilkan (diinduksi) oleh medan magnet yang berubah seiring waktu.

Maka terjadilah Fenomena induksi elektromagnetik. Michael Faraday membuat penemuan eksperimental tentang prinsip induksi elektromagnetik, dan Joseph Henry mengembangkannya sepenuhnya. Hukum Faraday-Henry kemudian menjadi nama yang diberikan untuk hukum induksi elektromagnetik itu sendiri. James Clerk Maxwell mengajukan sebuah ide berdasarkan dua prinsip dasar elektromagnetisme yang disebutkan di atas dan dengan mempertimbangkan gagasan simetri yang ada dalam hukum alam(Soraya, 2020). Kekuatan medan magnetik mempengaruhi frekuensi pada suatu jaringan, frekuensi akan bertambah maupun berkurang dengan perbandingan yang sebanding dengan naik dan turunnya medan magnet(Jatmiko et al., 2021).

Salah satu medan magnet di timbulkan oleh kawat penghantar yang di timbulkan arus listrik, salah satu contoh medan magnet pada arus listrik merupakan medan magnet solenoida (Ardiansyah et al., 2019). Solenoida adalah kumparan kawat yang memiliki lilitan yang dipengaruhi oleh arah arus pada setiap lilitan yang disebabkan oleh garis pada kutub positif. Sifat soleonida terhadap medan magnet adalah dapat mengaliri arus listrik (Oktawinanta & Suparno, 2018).



Gambar 2. 2 Medan magnet Solenoida dengan lilitan(Giancoli, 2001)

Medan magnet solenoida terdiri beberapa ataupun banyak lilitan yang rapat. Lilitan pada medan magnet solenoida dapat mengangkat arus yang sama, lilitan

individu disebabkan oleh jumlah vektor medan magnet $\vec{\boldsymbol{B}}$ total pada tiap titik(Young & Freedman, 2003). Pada kumparan kawat solenoida menghasilkan medan magnet dengan jumlah lilitan yang cukup besar pada arus lilitan di setiap medan magnet. Jika kumparan medan magnet solenoida berdampingan maka ujung pada soleonida terpengaruhi, namun dalam sumbu soleonida akan sejajar dengan medan magnet solenoida. Medan magnet yang terbungkus dalam medan magnet dengan persamaan: (Giancoli, 2001).

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \tag{2.1}$$

Dimana :

B = besar medan magnet

N = jumlah lilitan soleonida

I = Arus pada medan magnet soleonida

ℓ = panjang medan magnet soleonida.

Dalam hal ini persamaan yang dapat diturunkan pada besar medan magnet di dalam soleonida dengan menggunakan hukum Ampere meliputi :

$$(B\| \Delta\ell)_{ab} + (B\| \Delta\ell)_{bc} + (B\| \Delta\ell)_{cd} + (B\| \Delta\ell)_{da} = \mu_0 I_{encl} \tag{2.2}$$

Medan magnet soleonida luar dapat diabaikan maka penjumlahan awal mendekati 0 sedangkan pada segmen bc dan da adalah 0, dapat ditulis persamaan ruas kiri menggunakan hukum ampere :

$$(B\| \Delta\ell)_{cd} = B\ell \tag{2.3}$$

Dimana B merupakan medan soleonida, cd merupakan panjang medan magnet soleonida. Jika kawat soleonida mengaliri arus I maka total arus pada lintasan abcd merupakan IN. Maka persamaan hukum ampere meliputi :

$$B\ell = \mu_0 NI = \mu_0 nI \tag{2.4}$$

Menjadi persamaan :

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \tag{2.5}$$

Dimana :

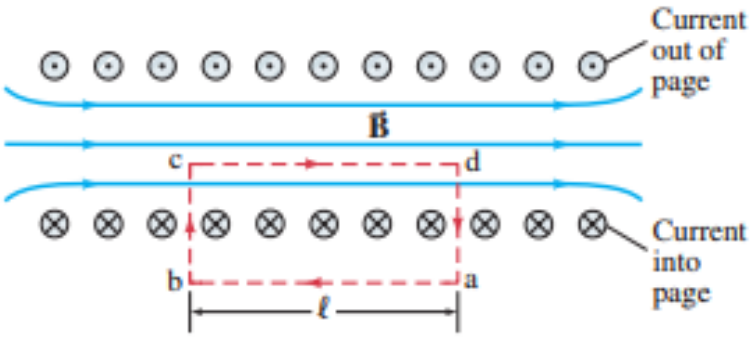
B = Besar Medan Magnet (T)

μ_0 = Permeabilitas

N = Jumlah Lilitan Medan Magnet

I = Kuat Arus Listrik (A)

l = Panjang Medan Magnet Solenoida (m)



Gambar 2. 3 medan magnet di dalam soleonida berbentuk lurus kecuali dalam ujung-ujungnya (Giancoli, 2001).

Besaran medan magnet dalam soleonida (B) hanya bergantung pada jumlah lilitan per satuan panjang, dan arus (I). Medan tidak berfungsi pada medan magnet soleonida bagian dalam karena pada soleonida dibagian titik-titik jauh dari ujung medan soleonida.

Medan magnet mengalirkan arus listrik dengan menggunakan persamaan (Tirono & Hananto, 2022) :

$$I = I_m \sin(2\pi f t + \varphi) \tag{2.6}$$

Dimana :

I_m = Arus maksimum

F = Frekuensi

t = Waktu

φ = Sudut Fasa

Menurut Maxwell mengusulkan bahwa jika medan listrik dapat dihasilkan oleh medan magnet yang bervariasi seiring waktu, maka kebalikannya dapat dibayangkan. Menurut Maxwell, medan magnet dapat diinduksi oleh medan listrik yang bervariasi seiring waktu (Soraya, 2020). Waktu relaksasi terjadi ketika dilaluinya dua proses independen, yang disebut relaksasi longitudinal (spin-lattice) (T1) dan transversal (spinespin) (T2), yang lajunya bergantung pada interaksi antara proton dan lingkungan sekitarnya. Secara teoritis, T1 akan menjadi yang terpendek dalam jaringan dengan proton yang sebagian besar (terstruktur), sedangkan lebih panjang ketika (bebas), dan terpanjang ketika (terikat). T2 akan menjadi yang terpanjang ketika proton (bebas) dalam larutan pendek dan ketika terikat terhadap makromolekul (Wright et al., 2011). Waktu relaksasi spin-lattice (T1) berhubungan dengan transfer energi antara spin dan lingkungannya. Definisi tersebut merupakan waktu ketika momen magnet suatu sistem acak sejajar dalam polaritasnya, yaitu menjadi sejajar dengan medan magnet luar B0 disebabkan sehingga area tersebut seimbang. Laju tercapainya kesetimbangan termal sangat bergantung pada sifat sampel, kekuatan interaksi spin-kisi, dan keadaan mikroskopis komponen sampel. Pada sampel padat, inti atom menempati posisi kaku, sehingga terisolasi dalam struktur kisi dan tidak dapat berinteraksi secara kuat dengan lingkungannya. Hal ini berbeda pada gas dan cairan, dimana inti atom kurang terisolasi karena jarak antar atom yang jauh. Tercapainya

kesetimbangan termal ditentukan oleh konstanta waktu (T1) yang disebut mekanisme relaksasi(Susilawati, 2015). Dampaknya terhadap waktu relaksasi T1 dan T2 di sebabkan oleh interaksi antara ion elektron paramagnetik yang tidak berpasangan dengan proton hidrogen. Interaksi ini mengubah karakteristik magnetik proton hidrogen. Interaksi tersebut dapat mengubah karakteristik magnetik proton sehingga mendekati frekuensi larmor. Akibatnya, periode relaksasi T1 dan T2 berkurang, dapat memungkinkan transfer energi pada atom-atom di sekitarnya. Hal tersebut dapat meningkatkan kekuatan sinyal T1 dan T2 yang kemudian disebabkan peningkatan dalam respon magnetik(Suhardi et al., 2013).

2.3. Bayam Merah

Bayam merah memiliki nama lain yaitu *Amaranthus Tricolor L.* Banyak peneliti yang mengatakan bahwa bayam merah ini merupakan sayuran yang sangat bergizi bagi tubuh manusia, Menurut (Hartini et al., 2019) Bayam merah mengandung banyak antosianin, kandungan antosianin pada bayam merah ini dapat menyembuhkan anemia selain itu juga dapat menyembuhkan penyakit kanker, ginjal, penyakit asma, Menurut (Agustin, 2018) sistematika klasifikasi sayuran bayam merah merupakan :

Divisi Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Sub Divisi : *Angiospermae*

Class : *Dycotiledonae*

Ordo : *Amaranthales*

Keluarga : *Amaranthaceae*

Sub Keluarga : *Amaranthoideae*

Genus : *Amaranthus*

Spesies : *Amaranthus Tricolor L.*

Gambar 2. 4 Bayam Merah

Menurut (Anggraini, 2019) tanaman bayam merah memiliki morfologi yang dapat di rincikan seperti memiliki tinggi 1,5 hingga 2,0 m. Daun bayam merah memiliki warna hijau dengan ungu kemerahan dan daun bayam merah berbentuk lonjong dengan kepala kecil, dengan daun tunggal dan ujung berbentuk runcing lebar dan memiliki tekstur lunak. Bunga bayam banyak dengan kelopak 4-5, benang sari 1-5 dan daun betina. Bayam merah memiliki batang tegak maupun menjalar, batang bayam merah memiliki batang berwarna merah, Bayam merah memiliki akar serabut kesamping kuat, berwarna putih, tegak dan agak kedalam dan selain itu bayam juga memiliki akar tunggang . Bunga bayam juga memiliki ukuran kecil dengan memiliki benang sari 1 hingga 5 buah dan bakal buah 2-3. Bunga bayam merah tumbuh dari ujung tanaman daun yang tersusun dengan tegak. Perkawinan bayam merah memiliki sifat unisexual dengan melakukan penyerbukan individu maupun silang dan akan menjadi biji pada tanaman tersebut. Setiap bayam merah menghasilkan bunga maka akan didapatkan ratusan hingga ribuan benih bayam merah. Benih

bayam merah memiliki bentuk bulat dan ukuran sangat kecil, memiliki bentuk bulat, dan memiliki permukaan halus. Bayam merah memiliki 2 warna yakni hitam dan coklat. (Saidi et al., 2021).

Benih pada bayam merah terdiri atas tiga bagian dasar yakni (Embrio, Jaringan cadangan makanan dan pelindung biji). Bagian dasar awal adalah embrio, embrio merupakan bersatunya sel kelamin laki-laki dan sel kelamin perempuan pada sebuah pembuahan. Struktur tersebut yang dari calon pucuk, calon akar, calon batang dan calon daun. Bagian dasar kedua adalah cadangan makanan pada benih yang terdiri atas mineral, lemak, protein dan karbohidrat. Bagian dasar ketiga adalah pelindungan benih yang terdiri atas kulit benih dengan fungsi melindungi benih dari kekeringan maupun kerusakan serangan dari bakteri(Bayu, n.d.). Benih akan tumbuh perkecambahan jika ujung pada embrio berkembang sebuah akar dan daun. Faktor yang mempengaruhi perkecambahan adalah air, oksigen, cahaya, temperatur, ukuran biji dan tingkat kematangan biji(Kamila et al., 2022).

2.3.1 Jenis Bayam merah

Bayam merah tergolong tanaman yang memiliki waktu tanam yang cukup pendek, umumnya bayam merah memiliki waktu untuk tumbuh sekitar 20-25 hari setelah tanam. Bayam merah juga memiliki kandungan antosianin pada daun bayam merah yang baik bagi kesehatan. Umunya varietas bayam di musim hujan meningkatkan kadar antosianin pada batang bayam merah berkisar 2480 ppm(Pebrianti et al., 2014)

Bayam merah banyak di budidayakan di indonesia karena memiliki gizi yang tinggi, bayam merah juga memiliki ciri-ciri bentuk daun dan batang

berwarna merah dengan akar cukup dangkal(Rachmania & Ashari, 2019). Varietas Red Spinach, clara, delima, abbang, Red Leaf, Baret Merah, Mira, Lokal yang umum di budidaya di Indonesia karena memiliki hasil bobot yang cukup baik (Pebrianti et al., 2014).

Tabel 2. 1 Jenis Varietas Bayam Merah (Pebrianti et al., 2014)

Jenis Varietas	**Bentuk Daun**	**Warna tangkai Daun**
Varietas Clara	Ovatainate	Strong purplish Red
Varietas Delima	Lanceolate	Modarate Purplish Red
Varietas Abbang	Lanceolate	Deep Red
Varietas Red Leaf	Elliptical	Strong Purplish Red
Varietas Baret Merah	Lanceolate	Strong Purplish Red
Varietas Red Spinach	Ovatainate	Moderate Purplish Red
Mira	Oval	Cartus pantone
Lokal	Oval	Merah Anemone

2.3.2 Kandungan Bayam merah

Bayam merah adalah gizi terpenting bagi masyarakat karena mengandung banyak vitamin, seperti vitamin-A, vitamin-B, dan vitamin-C, yang dibutuhkan tubuh manusia , serta garam mineral seperti kalsium, fosfor, dan besi (Irma, 2016). Komposisi kandungan gizi bayam merah per 100 gram dapat dilihat pada tabel dibawah (Herliafifah, 2024).

Tabel 2. 2 kandungan zat gizi bayam merah (Herliafifah, 2024).

Kandungan Gizi	**Jumlah**
Protein (g)	3,50
Karbonhidrat (g)	6,50
Kalori (kal)	36,0
Zat besi (mg)	3,90
Calsium (mg)	265
Fosfor (mg)	67,0
Air (g)	86,9
Vitamin-A (S.I)	6,09
Vitamin-B (mg)	0,08
Vitamin-C(mg)	80,0

2.4.Interaksi Medan Magnet dengan Benih Tanaman

Benih mengalami perkecambahan ketika vigor dan viabilitas benih baik akan tetapi ketika vigor dan viabilitas benih buruk akan menyebabkan benih mengalami penurunan perkecambahan terhadap benih tersebut. Penurunan vigor dan viabilitas tersebut diperbaiki dengan menggunakan pemaparan medan magnet terhadap benih dengan tujuan untuk memperbaiki vigor yang telah rusak(Sagita & Rahayu, 2021). Medan magnet dapat menambah peningkatan suhu serta dapat memecah antara ikatan molekul dan ikatan air. Medan magnet mampu mengubah sifat fisika dan kimia air dengan cara mempengaruhi tekanan konduktivitas, pH, permukaan air, serta dapat melarutkan garam. Hal ini medan magnet dapat menghidrasi senyawa, molekul maupun sel pada benih(Putra et al., 2015). Medan magnet dapat meningkatkan energi aktivasi dan dapat membentuk ikatan hidrogen ekstra disebabkan ukuran molekul air meningkat. Medan magnet juga dapat mempengaruhi penurunan konduktivitas air serta peningkatan penguapan dengan dipengaruhi oleh jaringan ikat hidrogen serta terganggunya antarmuka gas oleh nanobubbles udara di dalam air. Sifat ion dan fungsi termodinamika dari hidrasi terjadi ketika medan magnet terkena perubahan larutan elektrolit, yang selanjutnya medan magnet dapat memperkuat batas hidrofobik serta peningkatan tegangan pada permukaan air(Tirono & Hananto, 2022).

Karakteristik dari medan magnet adalah mampu menembus materi biologis maupun mikroorganisme yang akan berinteraksi secara langsung. Dampak interaksi secara langsung mampu menekankan aktivitas pertumbuhan bakteri dengan mengirim energi pada membran sel selain itu dapat mempercepat perkecambahan pada benih (Purba & Sari, 2020). Menurut

(Ramadhani & Prihandono, 2022), paparan medan magnet pada tumbuhan dapat menyebabkan dormansi benih meningkat dan mempercepat perkecambahan. Metabolisme pada biji yang di rendam tersebut akan mengalami perubahan ukuran sel pada organ tumbuhan, ketika benih di rendam dan terpapar medan magnet maka benih tersebut tidak menjadi bocor. Hal tersebut membuat kadar air pada biji dapat meningkat dari ukuran sel maupun pertumbuhan pada tanaman (Prasetyo, 2020).

Medan magnet dapat mempengaruhi suhu dan kecepatan penguapan air dalam media tanam. dari beberapa penelitian menjelaskan bahwa air termagnetisasi digunakan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih. dapat di jelaskan bahwa air magnetis dapat meningkatkan tinggi pertumbuhan, dan proses perkecambahan tanaman lebih cepat dibandingkan kelompok kontrol(Putra et al., 2015) selain itu, Paparan medan magnet juga dapat mengubah sifat air, Air yang termagnetisasi medan magnet mungkin lebih mudah diserap oleh jaringan tanaman, sehingga menyebabkan peningkatan vigor pada benih tanaman dan menyebabkan peningkatan persentase perkecambahan dengan ukuran benih yang lebih panjang(Rodhiyah et al., 2022). Selain itu medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada diameter batang, melebarkan stomata, memperbanyak daun dan tinggi pada tanaman(Prasetyo, 2020).

2.5.Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai proses bertambahnya jumlah dan ukuran sel-sel dalam tubuh. Saat Anda mengalami pertumbuhan, jumlah sel dalam tubuh Anda bertambah. Demikian pula organ dan jaringan akan tumbuh

atau membesar. Perkembangan sendiri dapat diartikan sebagai proses pertumbuhan sel-sel tubuh menuju kedewasaan (Bektiarso et al., 2023). Beberapa faktor-faktor yang mampu terpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman ada 2 adalah faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar pertumbuhan dan perkembangan adalah yang dapat di kendalikan oleh manusia seperti suhu, nutrisi, cahaya maupun oksigen namun faktor dalam seperti fitohormon yang mencakup auksin, giberellin serta sitokinin(Hartanto et al., 2009). Pada fase pertumbuhan meliputi perkecambahan pada benih, tahap ini dapat diawali penyerapan air oleh biji kemudian respirasi meningkat yang disertai peningkatan oksigen dan pelepasan karbondioksida, air maupun energi(Ai & Ballo, 2010).

Dalam Al-Quran surah Al-An'am ayat 95 telah di jelaskan penciptaan, pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan., yakni :

إِنَّ ٱللَّهَ فَالِقُ ٱلْحَبِّ وَٱلنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ ٱلْحَيَّ مِنَ ٱلْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ ٱلْمَيِّتِ مِنَ ٱلْحَيِّ ۚ ذَٰلِكُمُ ٱللَّهُ ۖ فَأَنَّىٰ تُؤْفَكُونَ

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

Berdasarkan Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan mengenai kekuasaan Allah yang menumbuhkan biji tanaman, fase ini secara aktif dapat membentuk akar, batang dan daun kemudian dari kekuasaannya akan dikeluarkan pohon dan buah yang mengandung biji-bijian, siklus tersebut kembali berulang secara terus menerus.

Pertumbuhan tanaman dapat terjadi ketika setelah kulit biji memecah. Hal ini dapat di buktikan secara fisika bahwa proses penyerapan air dalam sel

biji tanaman akan menyebabkan perkecambahan, 2 macam pertumbuhan dalam perkecambahan terjadi karena sel-sel yang sudah terbentuk dan sel-sel yang baru tumbuh, kemudian terjadi pemanjangan plumula serta radikula pada proses pertumbuhan terakhir(Ai & Ballo, 2010).

2.6. Interaksi Medan Magnet dengan Pertumbuhan dan Perkembangan

Medan magnet mampu meningkatkan enzim α-amilase, enzim α-amilase menjadikan proses perkembangan sistem perakaran atau proses perkecambahan pada benih tanaman. Paparan medan magnet membuat pertumbuhan tanaman dapat meningkat karena medan magnet dapat menambah laju ion kalsium (Ca^{2+}), ion kalsium (Ca^{2+}) memiliki bahan parametrik yang mampu mempengaruhi medan magnet kemudian akan menyebabkan perubahan terhadap membran sel. Paparan medan magnet terhadap benih akan meningkatkan kekuatan ion kalsium yang dapat bergerak bebas dan menyebabkan perubahan pada gerbang saluran di membran sel yang menyebabkan kadar ion kalsium (Ca^{2+}) pada sel akan meningkat. Kadar ion kalsium (Ca^{2+}) memberikan perubahan terhadap tekanan osmosis dan membuat kapasitas sel untuk menyerap air lebih banyak. Sebab bertambahnya ion kalsium pada sel menyebabkan tekanan osmosis naik dan peningkatan air dalam sel benih akan melibatkan aktivitas enzim-enzim α-amilase. Sehingga metabolisme pada benih yang terpapar medan magnet semakin cepat pertumbuhan (Handoko et al., 2017).

Menurut (Setiyono et al., 2022) Medan magnet dapat meningkatkan aktivitas enzim-enzim yang mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman, medan magnet dapat memberikan pengaruh penyerapan kalsium dan fosfor

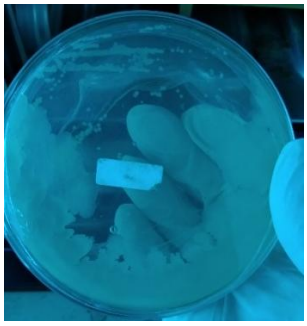
sebagai ramah lingkungan yang mudah diserap tanaman dan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga tanaman yang terpapar medan magnet memberi pengaruh daun pada tanaman lebih segar. Berdasarkan banyak penelitian membuktikan bahwa medan magnet dapat mengubah aktivitas biologis organisme, serta menjadikan mempercepat pertumbuhan dan produktivitas tanaman meningkat(Yalç & Erdem, 2012).

Muatan negatif medan magnet pada sel tanaman membuat akar dapat mengambil ion positif seperti kalium, Kalsium, Magnesium dan Forfor (Subagya et al., 2024). Ion-ion tersebut memiliki informasi penting pada pembentukan struktur sel, aktivasi enzim, pembentukan klorofil, sintesis protein dalam hal ini pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan lebih cepat dan berbobot di bandingkan dengan kontrol. Selain itu tanaman juga memiliki respon berbeda-beda pada medan magnet dapat di bedakan pada umur tanaman, jenis dan waktu medan magnet yang di paparankan pada tanaman tersebut(Prasetyo, 2020). Menurut (Subagya et al., 2024) medan magnet mampu meningkatkan klorofil total, karbohidrat, jumlah bunga, laju pembungaan, laju pembentukan buah, jumlah buah, dan medan magnet mampu meningkatkan berat buah. Perlakuan medan magnet juga memberikan pertumbuhan pada tanaman dengan baik, dari tinggi tanaman, volume akar, maupun berat segar(Setiyono et al., 2022)

2.7. Bakteri *Xanthomonas campestris*

Bakteri *Xanthomonas campestris* merupakan bakteri yang paling merusak tanaman, bakteri *Xanthomonas campestris* menyebabkan busuk hitam pada tanaman dari daun maupun buah pada tanaman. Bakteri ini sebagian besar

dapat ditularkan melalui infeksi pada benih tanaman, menyebar melalui angin, curah hujan, serangga ataupun dapat hidup pada sisa-sisa tanaman. Patogen *Xanthomonas campestris* memiliki sel patogen yang dapat menembus daun melalui pori-pori daun, stomata, serta dapat menyebar melalui sistem pembuluh tanaman dengan memiliki gejala penggelapan urat daun disebabkan nekrosis dan lesu klorosis dengan bentuk V. Bakteri *Xanthomonas campestris* dapat menjadikan daun pada tanaman gugur sebelum waktunya, hambatan pada pertumbuhan dan terjadinya kematian pada tanaman(Evseev et al., 2024). Menurut (Andayani, 2010) klasifikasi bakteri *Xanthomonas campestris* sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Bakteri *Xanthomonas campestris*

Divisi	: *Prokaryota*
Class	: *Schizomycetes*
Ordo	: *Pseudomonasdales*
Keluarga	: *Pseudomonasdaceae*
Jenis	: *Xanthomonas*
Spesies	: *Xanthomonas campestris pv. Oryzae*

Bakteri *Xanthomonas campestris* memiliki warna putih kekuningan, berlendir, tepi rata dan cembung pada media Nutrient Agar. *Xanthomonas campesris* merupakan bakteri yang memiliki sel tunggal, bentuk batang, tidak

memiliki spora dan bersifat gram negatif. Morfologi *Xanthomonas campestris* dengan ciri-ciri berukuran pendek 1 hingga 2 x 0,8 hingga 1 nanometer, *Xanthomonas campestris* ketika pada media NA memiliki ciri-ciri berlendir, berbentuk rata, tanpa endospora dan pigmen yang tidak larut dalam air(Muslimah & Masnilah, 2024).

Bakteri *Xanthomonas campestris* dapat menginfeksi kurang lebih 300 tanaman misalnya pada tanaman selada, kubis, sawi dengan waktu bertahan hidup dalam jangka waktu 48 hari, pada tanaman padi patogen ini dapat bertahan hidup dalam jangka waktu 9 hari, patogen ini yang menyebabkan penyakit busuk hitam menyebabkan tanaman busuk berwarna coklat patogen ini dapat menular dengan cara melalui tanah, gulma maupun benih buruk selain itu bakteri *Xanthomonas campestris* dapat masuk ke dalam tanaman melalui luka, percikan air hujan maupun permukaan daun tanaman(Dubrow & Bogdanove, 2020). Bakteri *Xanthomonas campestris* dapat hidup dalam tanah selama 20 hari pada musim panas dan 40 hari dalam musim dingin. Patogen ini dapat hidup didalam tanah lebih lama dan menyebarkan penyakit dalam jaringan tanaman. Patogen *Xanthomonas campestris* dapat mengakibatkan jaringan tanaman menjadi nektrotik, daun gugur sebelum waktunya dan infeksi sistemik senggah menyebabkan pertumbuhan terhambat serta dapat menyebabkan kematian pada tanaman muda(Evseev et al., 2024). Salah satu faktor yang menyebabkan patogen *Xanthomonas campestris* dapat berkembang ketika peningkatan suhu, perubahan pola cuaca maka rentangnya munculnya patogen *Xanthomonas campestris*(Dubrow & Bogdanove, 2020)

Bakteri *Xanthomonas campestris* dapat dikendalikan dengan cara praktik sanitasi dan pengolahan (Rotasi Tanaman, pengendalian gulma, penggunaan benih yang bersih) metode perlakuan benih yang dapat mengurangi penyebaran busuk hitam menggunakan antibiotik, natrium hipoklorit, hidtrogen peroksida dan seng sulfat yang diasamkan dengan panas. Sumber resistensi busuk hitam paling umum pada genom A dan genom B yang mengakibatkan pengendalian busuk hitam menjadi tahan lama terutama pada gen yang kuat. Selain itu dapat digunakan secara langsung pada tanaman liar brassica transgenik yang dapat menahan ketahanan busuk hitam homolog dari sumber genom A dan genom B ke tanaman sayuran(Vicente & Holub, 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Observasi dilakukan untuk mengamati pertumbuhan tanaman bayam merah setelah benih dipaparkan medan magnet dengan lama pemaparan 20 menit selama 5 hari, yang kemudian diinjeksi dengan bakteri *Xanthomonas campestris* setelah bayam merah berumur 35 Hari Setelah Tanam. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama aplikasi medan magnet dengan frekuensi 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz dan 100 Hz dengan masing-masing kerapatan sebesar 0.2 mT dan 0.3 mT, dengan lima ulangan perlakuan pada setiap kombinasi perlakuan. Faktor kedua, yaitu perlakuan infeksi tanaman dengan patogen *Xanthomonas campestris* yang terdiri atas dua kondisi yakni tanaman tanpa infeksi dan tanaman dengan infeksi patogen.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Observasi pada judul "Pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan ketahanan fisik bayam merah". Penelitian kali ini akan di tanam pada bulan Januari 2025 hingga Maret 2025 dan diteliti di Green House Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Tahapan pengujian di lakukan di laboratorium Biofisika Jurusan Fisika UIN Malang.

3.3 Alat dan bahan

3.3.1 Alat

Untuk melakukan observasi yang akan dilakukan, adapun alat yang akan digunakan adalah :

1. Soleonida
2. Audio Frekuensi Generator (AFG)
3. Power supply
4. Kabel penghubung
5. Teslameter
6. Media pembibitan
7. Rockwoll
8. Kertas label

Alat yang digunakan untuk penelitian pembuatan media NA isolat *Xanthomonas campestris*

1. Beaker glass volume 1000 mL
2. Gelas ukur 100ml
3. Aquades 1000mL
4. Hot plate
5. Autoklaf
6. Cawan petri
7. Inkubator
8. Jarum ose
9. Timbangan digital
10. LAF
11. Tabung reaksi
12. Rak tabung reaksi
13. Spatula
14. Alumunium foil

15. Mikropipet

Alat digunakan untuk pengukuran kadar klorofil adalah :

1. Spektrofotometer UV-Vis
2. Labu ukur 100ml
3. Mortal dan alu
4. Kuvet
5. Saringan
6. Corong kaca
7. Gelas ukur 5ml
8. Beaker glass 250ml

Alat untuk pengukuran pigmen antosianin adalah:

1. Spektrofotometer uv-vis
2. Mortal dan alu
3. Timbangan digital
4. Erlenmeyer
5. Gelas ukur 50 ml
6. Beaker glass 250 ml
7. Tabung reaksi
8. Rak tabung reaksi
9. Pengaduk
10. Vortex

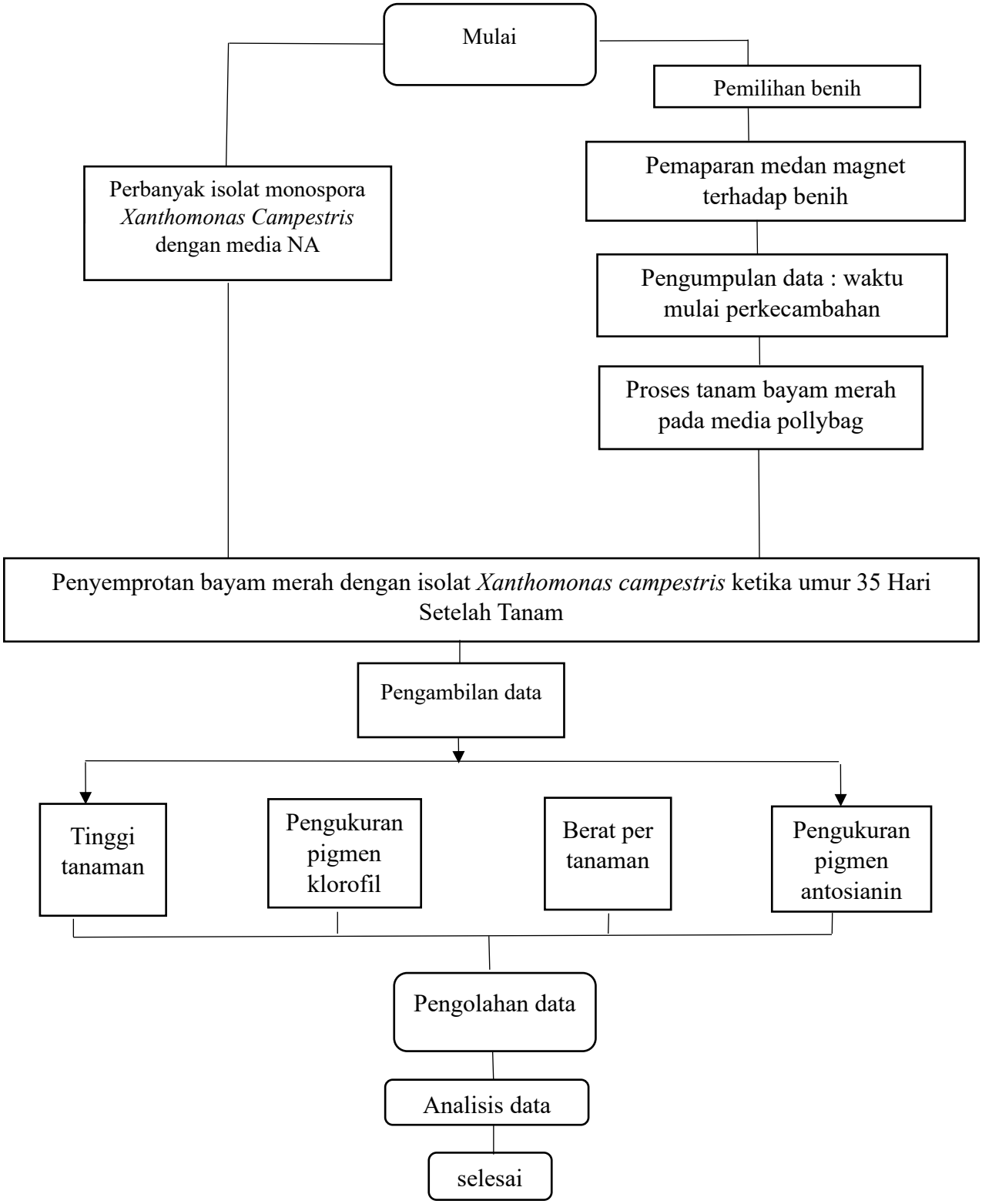
3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada percobaan kali ini adalah:

1. Benih tanaman bayam merah
2. Polybag
3. Tanah katel
4. Isolate *Xanthomonas campestris*
5. NA (Nutrient Agar)
6. Kertas label
7. Aquades
8. Alkohol 70%
9. Ethanol 70%
10. HCl 1%
11. NaCl 0,9 %
12. Larutan buffer pH 1.0
13. Larutan buffer pH 4.5
14. Pupuk Organik Cair
15. Kertas saring
16. Alumunium foil
17. Plastik warp
18. Sarung tangan medis
19. Rice hulls

3.4 Diagram Alir

Tahap penelitian yang di sajikan sebagai berikut



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.5 Prosedur penelitian

Metode penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini digunakan kombinasi 25 yang setara dengan 5x5 kombinasi perlakuan. Pemaparan medan magnet dilakukan selama 20 menit dengan vasiasi frekuensi adalah 0 Hz, 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz dan100 Hz dengan kerapatan medan magnet sebesar 0.2 mT dan 0.3 mT dan Polybag di isi dengan benih perkecambahan yang telah dipapari medan magnet masing-masing 2 hingga 3 benih bayam merah kemudian setelah benih bayam merah yang telah dipapari medan magnet kemudian akan diuji menggunakan patogen *Xanthomonas campestris* setelah tanaman berumur 20 Hari Setelah Tanam. Adapun langkahnya :

1. Proses persiapan
2. Memberi perlakuan medan magnet dengan terhadap benih yang sudah di siapkan
3. Perbanyak isolat patogen *Xanthomonas campestris*
4. Penanaman dan perawatan tanaman pada media polybag
5. Penyemprotan patogen *Xanthomonas campestris*.
6. Pengukuran kadar klorofil tanaman bayam merah
7. Pengukuran kandungan antosianin tanaman bayam merah
8. Pengambilan data (mulai perkecambahan benih, tinggi batang, kandungan klorofil dan kadar pigmen antosianin pada tanaman).

3.5.1 Proses persiapan

1. Disiapkan alat maupun bahan yang akan digunakan
2. Benih bayam merah yang dipilih merupakan benih bayam dengan kondisi baik, kualitas unggul dan memiliki ukuran sama.

3. Benih bayam yang dipilih adalah jenis benih bayam yang berwarna merah (*Amaranthus Tricolor L.*)
4. Diletakan benih bayam merah pada wadah
5. Kemudian benih tersebut dipapari medan magnet dengan frekuensi yang telah ditentukan.

3.5.2 Pemaparan medan magnet terhadap benih

1. Pemberian medan magnet menerapkan dua kumparan soleonida yang di hubungkan dengan *Audio Frekuensi Generator* (AFG)
2. Kumparan terdiri 1000 lilitan dengan jarak antar kumparan 20 nm dan diameter 1mm
3. Benih yang telah di basahi dengan air kemudian ditempatkan di tengah kumparan soleonida.
4. Pemaparan medan magnet dengan waktu 20 menit dengan frekuensi bervariasi sebesar 0 Hz, 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz dan 100 Hz.
5. Kerapatan fluks magnet yang digunakan adalah 0.2 mT dan 0.3 mT.
6. Suhu kontrol saat pemaparan 27^0C

3.5.3 Peremajaan isolat bakteri *Xanthomonas campestris* (Salsabila, 2023)

Peremajaan bakteri *Xanthomonas campestris* menggunakan media *Nutrient Agar* (NA). Adapun caranya :

1. Media Nutrient Agar ditimbang dengan berat 2 gram yang ditambah aquadest sebanyak 100 ml kemudian di panaskan pada hotplate hingga berwarna bening
2. Nutrient Agar kemudian di sterilisasi pada autoklaf selama 30 menit

3. Sebelum Nutrient Agar memadat kemudian di tuang pada cawan petri sebanyak 20 ml
4. Setelah memadat kemudian dilakukan pegolesan bakteri *Xanthomonas campestris* ke dalam media Nutrient Agar yang telah memadat dalam alat LAF.
5. Dilakukan cara gores kuadran pada setiap media dengan sebanyak satu jarus ose bakteri
6. Kemudian media tersebut diinkubasi selama 24 jam
7. Setelah 24 jam bakteri tersebut dimasukkan pada kulkas

3.5.4 Penanaman dan Perawatan Tanaman Pada Media Polybag

1. Ukuran polybag yang digunakan dengan adalah 15x15 cm
2. Benih bayam merah yang sudah berkecambah berumur 14 hari kemudian di pindah dalam polybag
3. Media tanam yang di gunakan adalah tanah gembur dan dijemur di bawah sinar matahari untuk membunuh serangga dan bakteri
4. Polybag diisi dengan tanah, pupuk kandang, dan rice hulls dengan komposisi perbandingan 2:1:1
5. Media tanah di siram menggunakan air sebelum pemberian benih perkecambahan
6. Polybag tersebut diisi dengan benih bayam merah yang telah muncul perkecambahan
7. Tanaman yang telah di tanam di polybag disiram satu kali sehari yang berguna untuk menjaga kelembaban tanaman
8. Tanaman di beri pupuk POC saat tanaman berusia 7, 14, 21 dan 28 Hari Setelah

Tanam.

3.5.5 Penyemprotan Tanaman dengan isolat *Xanthomonas campestris* (Muslimah & Masnilah, 2024)

Tanaman yang berumur 25 hari setelah tanam sebagian di semprot dengan isolat *Xanthomonas campestris* dengan bagian lainnya sebagai kontrol. Adapun caranya adalah :

1. Disiapkan NaCl 0,9 %, bakteri *Xanthomonas campestris*, Jarum Ose serta api bunsen
2. Dimasukan NaCl sebanyak 9 ml ke dalam tabung reaksi
3. Dipanaskan jarum ose diatas api bunsen
4. Dibakar mulut tabung sebelum dan setelah digunakan agar steril
5. Diambil 1 hingga 2 dengan menggunakan jarum ose biakan bakteri *Xanthomonas campestris*
6. Bakteri tersebut kemudian di masukkan kedalam tabung reaksi yang berisi NaCl lain untuk di homogenkan.
7. Kemudian di kocok selama 15 detik untuk dihomogenkan
8. Dilanjutkan pengenceran hingga konsentrasi 10^{-7}
9. Menyemprotkan suspensi bakteri pada bagian daun tanaman pada konsentrasi 10^{-7} sebanyak 1ml /tanaman

3.5.6 Penentuan kadar klorofil tanaman

Cara menentukan kadar klorofil sebagai berikut :

1. Bayam yang telah dipanen kemudian di timbang sebanyak 0,1 g, potong kecil-kecil kemudian dihaluskan menggunakan mortal dan alu.
2. Bayam yang telah halus kemudian diekstraksi dengan alkohol 70% pada

takaran 20 ml hingga klorofil terlarut

3. kadar klorofil kemudian disaring dengan kertas saring dan dimasukkan dalam labu ukur
4. Diukur absorbansi dengan kuvet untuk menentukan hasil ekstaksi dengan menggunakan panjang gelombang 645 nm dan 663 nmpada alat spektrofotometer UV-vis
5. Pengolahan data untuk mengetahui kandungan klorofil a dan klorofil b.

3.5.7 Penentuan kadar pigmen merah antosianin (Ramdan & Alviansyah, 2024)

Cara menentukan kadar antosianin pada bayam merah dengan cara yaitu :

1. Pucuk daun diambil kemudian dimasukkan pada oven untuk melakukan pengeringan
2. Pengeringan dilakukan selama 3 jam pada oven dengan suhu yang digunakan 60 derajad
3. Setelah sampel kering kemudian di haluskan dengan menggunakan alu dan mortar
4. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukan pada erlenmeyer ukuran 100 ml
5. Kemudian dilakukan maserasi selama 24 jam dengan menambah sampel bayam merah dan ethanol 70% sebanyak 20 ml.
6. Maserasi kemudian ditutup dengan kresek hitam dan disimpan pada tempat yang tidak terkena cahaya
7. Kemudian diambil 0,5 ml hasil maserasi, dan dibagi menjadi 2 bagian
8. Setiap bagian di tambahkan pH 1 dan pH 4,5 masing-masing sebanyak 5 ml

9. Dan hasil dimasukan pada vial untuk dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dengan gelombang 510 nm dan gelombang 700 nm

3.6 Pengambilan data

Data yang di ambil pada penelitian dengan mengukur waktu mulai perkecambahan, tinggi batang, kandungan klorofil, kadar pigmen antosianin, dan berat per tanaman dengan frekuensi yang telah ditentukan dan fluks kerapatan magnet 0.1 mT dan 0.3 mT

1. Waktu mulai perkecambahan

waktu kemunculan kecambah pada benih diambil data setiap pagi hari hingga akhir kemunculan kecambah.

Tabel 3. 1 Waktu Perkecambahan Benih fluks magnet kerapatan 0.2 mT.

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 2 Waktu Perkecambahan Benih fluks magnet kerapatan 0.3mT.

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

2. Tinggi batang tanaman bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*

Pengambilan data tinggi batang diukur menggunakan penggaris. Dengan cara pengukuran dari ujung hingga permukaan tanaman setelah pemaparan medan magnet 0.2 mT dan 0.3mT

Tabel 3. 3 Tinggi batang tanaman bayam merah kerapatan 0.2 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 4 Tinggi batang tanaman bayam merah kerapatan 0.3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

3. Berat per tanaman

Tabel 3. 5 Berat per tanaman bayam merah fluks magnet 0.2 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 6 Berat per tanaman bayam merah fluks magnet 0.3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					

75					
100					

4. Kadar Pigmen Antosianin

Data pigmen Antosianin pada daun diambil dengan alat spektrofotometer UV-Vis

Tabel 3. 7 Pengukuran kadar pigmen antosianin kerapatan magnet 0.2 mT.

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 8 Pengukuran kadar pigmen antosianin kerapatan magnet 0.3 mT.

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

5. Kadar Klorofil

Kadar klorofil diuji menggunakan spektrofotometer uv-vis dengan pengukuran panjang gelombang 649 nm dan 655 nm.

Menghitung kadar klorofil a dan b dengan rumus wintersmans dan de Mots :

Klorofil a (mg/l): 12.7 D-663 – 2.69 D-645

Klorofil b(mg/l): 22.9 D-645 – 4.68 D-663

Tabel 3. 9 Kadar klorofil a kerapatan magnet 0.2 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					

25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 10 Kadar klorofil b kerapatan magnet 0.2 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 11 Kadar klorofil a kerapatan magnet 0.3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

Tabel 3. 12 Kadar klorofil b kerapatan magnet 0.3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol non infeksi					
Kontrol Infeksi					
25					
50					
75					
100					

3.7 Analisis data

Analisis Data pengaruh Medan Magnet ELF terhadap perkembangan dan ketahanan fisik tanaman bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*) yang diinfeksi menggunakan patogen *Xanthomonas Campestris* di tampilkan dalam grafik. Dan di

Analisis data menggunakan uji statistik dengan metode *One Way Anova* Sehingga hasil akhir dapat diketahui pengaruh medan magnet yang optimal terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah yang telah diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis

Penelitian ini menerapkan dari Medan magnet yang diperoleh dari kumparan Arus Bolak-Balik yang dihubungkan melalui alat pembangkit frekuensi audio (AGF). Dalam kumparan tersebut terdapat ukuran diameter 4 cm dengan 216 lilitan. Dalam penelitian ini menggunakan benih bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*). Perlakuan medan magnet terhadap benih bayam merah dilakukan dengan pemaparan selama 20 menit setiap hari selama 5 hari dengan kerapatan fluks magnet 0.2 mT dan 0.3 mT. Penelitian ini mencakup 4 kelompok perlakuan frekuensi medan magnet, yakni 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz, dan 100 Hz dengan masing-masing kelompok diulang sebanyak 5 kali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi medan magnet terhadap berbagai parameter tanaman bayam merah meliputi awal perkecambahan benih, tinggi tanaman, berat per tanaman serta kandungan klorofil dan kandungan antosianin.

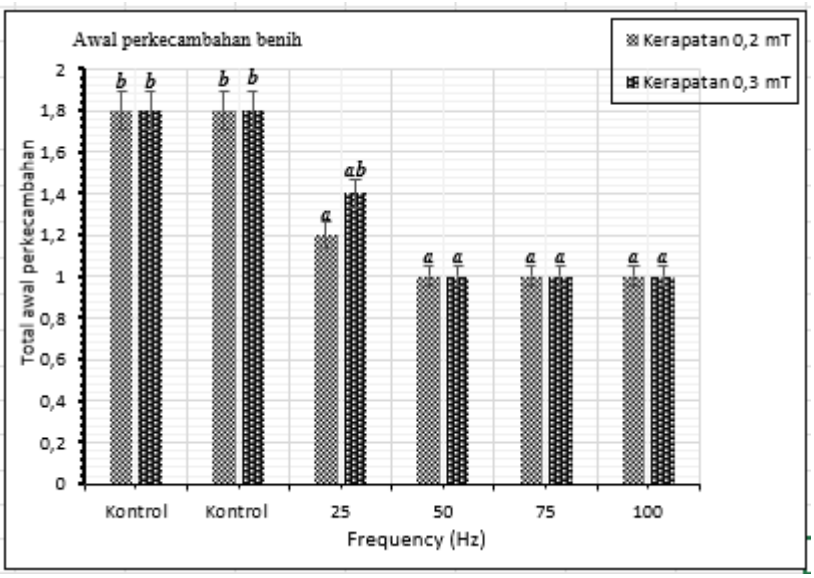
4.1.1 Efek Medan Magnetik Terhadap Waktu Perkecambahan

Pengumpulan data mengenai waktu awal perkecambahan dilakukan setiap pagi sesudah perlakuan menggunakan medan magnet. Waktu awal perkecambahan pada benih bayam merah kemudian di tulis berdasarkan hari saat benih bayam merah mulai menunjukkan proses perkecambahan. Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh paparan medan magnet terhadap waktu awal perkecambahan benih bayam merah dengan kerapatan fluks magnet 0.2 mT dan 0.3 mT dapat ditulis pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Awal perkecambahan benih fluks kerapatan 0.2 mT dan 0,3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Awal Perkecambahan (jam)	
	Kerapatan 0,2 mT	Kerapatan 0,3 mT
Kontrol	43,2 ± 10,733	43,2 ± 10,733
Kontrol	43,2 ± 10,733	43,2 ± 10,733
25	28,8 ± 10,733	33,6 ± 13,145
50	24 ± 0	24 ± 0
75	24 ± 0	24 ± 0
100	24 ± 0	24 ± 0

Tabel 4.1 menyatakan bahwa perbedaan waktu awal perkecambahan dengan kerapatan fluks magnet 0, 2 mT dan 0,3 mT antara benih bayam merah dengan kontrol tanpa paparan medan magnet serta benih bayam merah tanpa pemaparan medan magnet. Pada data kerapatan magnet 0,2 mT dan 0,3 mT menunjukkan bahwa benih kontrol tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan menujukan waktu awal perkecambahan menujukan nilai 43,2 ± 10,733 jam. Namun pada benih bayam merah yang telah menggunakan perlakuan medan magnet dengan frekuensi 25 Hz dengan kerapatan 0,2 mT menunjukkan rata-rata waktu awal perkecambahan menunjukkan nilai 28,8 ± 10,733 jam dibandingkan dengan perlakuan medan magnet 0,3 mT menunjukkan 33,6 ± 13,145 jam. Sehingga hasil kerapatan 0,2 mT menunjukkan hasil efisiensi yang lebih stabil. Selanjutnya perlakuan medan magnet kerapatan 0,2 mT maupun 0,3 mT dengan frekuensi 50, 75, 100 Hz menghasilkan waktu perkecambahan 24 ± 0 jam sehingga waktu percepatan mencapai 44,44% dibandingkan kelompok kontrol.



Gambar 4. 1 Grafik awal perkecambah pada kerapatan 0.2 mT dan 0,3 mT

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa munculnya awal perkecambahan benih kelompok kontrol dengan perlakuan medan magnet frekuensi dengan 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz, dan 100 Hz. Terdapat kerapatan fluks magnet sebesar 0.2 mT dan 0,3 mT. Berdasarkan data grafik menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet memiliki waktu perkecambahan lebih cepat dibandingkan perlakuan kontrol. Awal perkecambahan tanpa perlakuan medan magnet adalah 43,2 ± 10,733 jam yang mengindikasi bahwa hasil notasi statistik b sehingga adanya perbedaan signifikan dari perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan 25 Hz menunjukkan bahwa terdapat efek percepatan waktu perkecambahan sehingga menghasilkan nilai 28,8 ± 10,733 jam pada kerapatan 0,2 mT dan 33,6 ± 13,145 jam pada kerapatan 0,3 mT sehingga terdapat perbedaan signifikan ab dan a yang tidak berbeda nyata. Sedangkan pada frekuensi 50, 75 dan 100 Hz menunjukkan hasil secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol sehingga terdapat hasil signifikasi berbeda nyata dengan kelompok kontrol. Selain itu, tidak terdapat perbedaan antara 0,2 mT dan 0, 3 mT pada perlakuan waktu perkecambahan. Akan tetapi hasil menunjukkan

kerapatan 0,2 memiliki hasil optimal yang lebih efisien pada perlakuan waktu perkecambahan.

Data hasil pengaruh medan magnet terhadap mulai perkecambahan kemudian dianalisis menggunakan uji statistik yakni *One Way Anova*. Apabila data hasil pengujian tersebut menunjukkan adanya perbedaan, kemudian dilakukan uji statistik selanjutnya adalah DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Dalam uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan terhadap perlakuan yang telah diuji dengan fluks magnet 0.2 mT maupun 0.3 mT. Hal tersebut disajikan dalam tabel berikut

Tabel 4. 2 Data Analisis One Way Anova Awal Perkecambahan Benih

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.
Kerapatan 0,2 mT	Antar Kategori	17,756	5	3,551	12,800	,000
	Dalam Kategori	6,659	24	,277		
	Total	24,415	29			
Kerapatan 0,3 mT	Antar Kategori	16,092	5	3,218	6,629	,001
	Dalam Kategori	11,652	24	,486		
	Total	27,744	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap awal perkecambahan benih bayam merah.

H_1 = Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap awal perkecambahan benih bayam merah.

Tabel 4. 3 Uji Statistik DMRT Awal Perkecambahan Benih Bayam Merah

Kerapatan 0,2 mT		Kerapatan 0,3 mT	
Frekuensi (Hz)	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*

25	a	50	a
50	a	75	a
75	a	100	a
100	a	25	ab
Kontrol	b	Kontrol	b
Kontrol	b	Kontrol	b

Informasi* : (Tanda *a, b dan c* digunakan untuk mengindikasi perbedaan nilai sesuai dengan uji statistik DMRT).

Pada tabel 4.3 dapat diuraikan bahwa hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai awal perkecambahan benih bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000 < 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap awal perkecambahan benih bayam merah. Sedangkan hasil uji statistik One Way Anova kerapatan 0,3 mT menunjukkan nilai awal perkecambahan benih bayam merah jumlah signifikasi ,001. Dari hasil signifikasi 0,001 < 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap awal perkecambahan benih bayam merah.

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) yang di sajikan pada tabel 4.3. Pada tabel tersebut menunjukkan hasil uji statistik DMRT pada kerapatan 0,2 mT mengindikasi bahwa sampel kontrol memiliki hasil berbeda signifikan dengan perlakuan medan magnet, perlakuan medan magnet frekuensi 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz, 100 Hz menunjukkan dengan notasi yang sama. Namun hasil uji statistik DMRT pada kerapatan 0,3 mT mengindikasi bahwa sampel dengan paparan medan magnet 25 Hz dan kontrol mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan akan tetapi

memberikan pengaruh yang nyata. Akan tetapi frekuensi 50 Hz, 75 Hz, 100 Hz menunjukkan dengan notasi yang sama yang artinya tidak ada beda signifikan antar sama lain.

4.1.2 Efek Medan Magnetik Terhadap Tinggi Batang Bayam Merah

Hasil analisis terhadap tinggi batang bayam merah pada umur minggu ke-6 menunjukkan hasil nyata terhadap efek medan magnetik terhadap tinggi batang yang telah ter infeksi bakteri. Pada tanaman yang terpapar medan magnet memberikan tanaman lebih tahan terhadap infeksi bakteri sehingga tanaman tersebut tetap memberikan fotosintesis. Pada penelitian yang dilakukan pengambilan data tinggi batang bayam merah dilakukan setiap hari 7 hari sekali hingga tanaman berumur 42 Hari Setelah Tanam. Berdasarkan hasil observasi. Paparan medan magnetik dilakukan 20 menit dengan menggunakan 2 kerapatan intensitas 0,2 mT dan 0,3 mT terhadap tanaman bayam merah kemudian diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris* pada minggu ke-5 sehingga hasil dapat di tunjukkan pada tabel 4.4 dan tabel 4.5

Tabel 4. 4 Tinggi Batang infeksi patogen kerapatan 0,2 mT

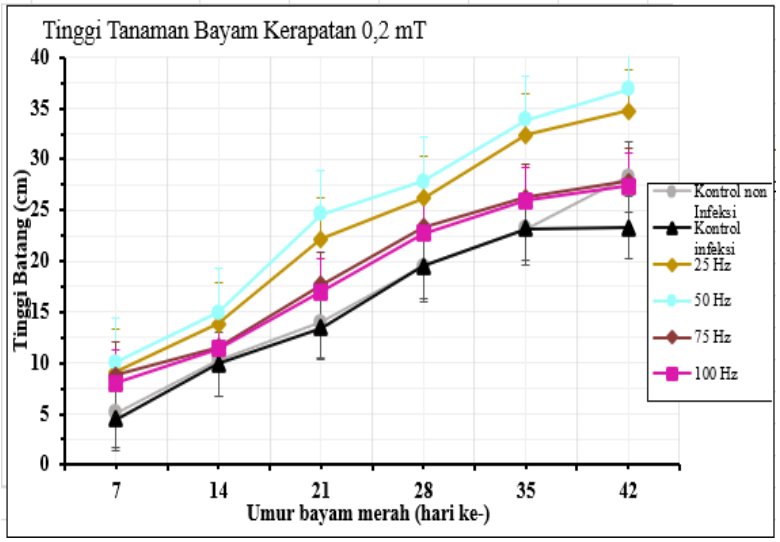
Frekuensi (Hz)	Kelompok Rerata Tinggi Batang (cm) pada (Minggu ke-)					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol non Infeksi	5,14	10,30	13,98	19,54	23,16	28,3
Kontrol Infeksi	4,47	9,88	13,46	19,52	23,18	23,3
25	9,14	13,82	22,16	26,18	32,36	33,72
50	10,08	14,96	24,6	27,84	33,88	36,84
75	8,82	11,56	17,68	23,36	26,24	27,86
100	8,06	11,38	17,02	22,74	25,94	27,38

Tabel 4. 5 Tinggi Batang infeksi patogen kerapatan 0,3 mT

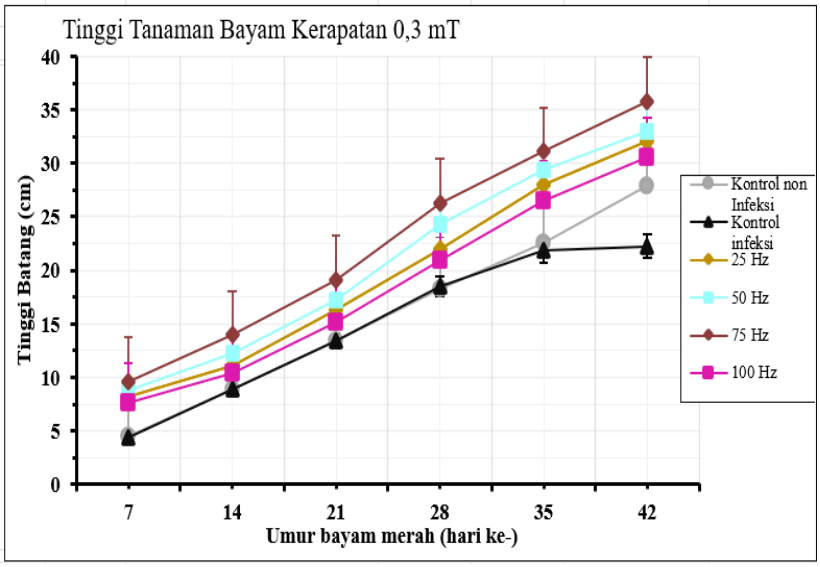
Frequensi (Hz)	Kelompok Rerata Tinggi Batang (cm) pada (Minggu ke-)					
	1	2	3	4	5	6

Kontrol non Infeksi	4,48	8,86	13,46	18,28	22,52	27,92
Kontrol Infeksi	4,4	8,92	13,42	18,48	21,86	22,25
25	8,16	11,06	16,34	21,98	28,04	32,06
50	8,82	12,2	17,24	24,3	29,42	33,04
75	9,62	13,94	19,12	26,3	31,1	35,8
100	7,58	10,42	15,1	20,96	26,56	30,56

Hasil Observasi pada tabel 4.4 dan tabel 4.5 menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet dengan kerapatan intensitas magnetik 0,2 mT dan kerapatan intensitas magnetik 0,3 mT yang disebutkan bahwa terdapat perbedaan tinggi batang tanaman bayam merah antara tanaman dengan kontrol infeksi bakteri dengan tanaman yang di beri perlakuan medan magnetik pada kurun waktu minggu pertama hingga minggu ke enam. Dapat dilihat bahwa bayam merah kontrol non infeksi memiliki tinggi yang lebih tinggi di bandingkan dengan kelompok kontrol infeksi. Pada minggu ke-enam menunjukkan hasil bahwa perlakuan kontrol infeksi mencapai tinggi 23,3 cm dan 22,25 cm, sedangkan perlakuan medan magnet 0,2 mT maksimal pada frekuensi 50 Hz dengan tinggi mencapai 36,84 cm akan tetapi medan magnet kerapatan 0,3 mT memiliki hasil maksimal pada 75 Hz mencapai 35,8 cm. Perbedaan pengaruh medan magnet dengan intensitas 0.2 mT dan 0.3 mT menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang bayam merah. Sehingga temuan ini mengindikasikan bahwa terjadinya pengaruh antara medan magnet dengan frekuensi terhadap sel tanaman sehingga pemberian frekuensi memiliki hasil yang berbeda-beda terhadap tinggi batang.



Gambar 4. 2 Grafik Kerapatan Fluks 0,2 mT pada Tinggi Batang



Gambar 4. 3 Grafik Kerapatan Fluks 0,3 mT pada Tinggi Batang

Berdasarkan grafik pada gambar 4.2 dan gmbar 4.3 yakni dengan menggunakan medan magnet kerapatan intensitas 0,2 mT dan kerapatan intensitas 0,3 mT. Pada grafik tersebut menunjukkan pertumbuhan bayam merah dengan perlakuan medan magnetik dan infeksi patogen *Xanthomonas campestris* pada umur tanaman 7 hari hingga 42 hari. Perlakuan kontrol dengan infeksi menunjukkan tanaman tetap tumbuh akan tetapi pertumbuhan lebih lambat

dibandingkan perlakuan kontrol non infeksi. Selain itu perlakuan tanaman yang terinfeksi *Xanthomonas campestris* dan terpapar medan magnet melakukan fotosintesis lebih tinggi batangnya daripada tinggi batang tanaman yang kontrol non infeksi. Pada grafik dapat dilihat bahwa ketika tanaman berumur 42 hari dengan perlakuan medan magnet kerapatan 0,2 mT memberikan pertumbuhan optimal pada tinggi batang adalah frekuensi 50 Hz yakni setinggi 36,84±10,489 cm meningkat 58,11% dibanding kontrol. Sedangkan dapat dilihat bahwa pada intensitas 0,3 mT pertumbuhan tinggi batang bayam merah dengan pertumbuhan tertinggi pada frekuensi 75 Hz yakni setinggi 35,8 ± 10,156 cm meningkat 60,90%. Dengan demikian perlakuan medan magnetik kerapatan 0,2 mT maupun 0,3 mT dengan frekuensi tersebut mampu menghambat perkembangbiakan bakteri pada tanaman dan dapat memberikan pertumbuhan tinggi batang lebih baik meskipun telah ter infeksi bakteri *Xanthomonas campestris*.

Observasi pada medan magnetik dengan intensitas kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT terhadap tinggi batang selanjutnya dianalisis dan diuji dengan menggunakan SPSS dengan uji Normalitas, jika data tergolong data yang normal maka dilanjut dengan uji ANOVA dan untuk melihat pengaruh medan magnet akan di uji kembali dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui frekuensi medan magnet yang paling berpengaruh. Hasil uji ANOVA dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 4. 6 Data Analisis One Way Anova Tinggi Batang pada Minggu ke-1

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.
Kerapatan 0,2 mT	Antar Kategori	122,146	5	24,429	58,724	,000
	Dalam Kategori	9,984	24	,416		

	Total	132,130	29			
Kerapatan 0,3 mT	Antar Kategori	125,551	5	25,110	28,325	,000
	Dalam Kategori	21,276	24	,887		
	Total	146,827	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap tinggi batang bayam merah

H_1 = Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap tinggi batang bayam merah

Tabel 4. 7 Data Analisis Uji DMRT terhadap Tinggi Batang pada Minggu ke-1

Kerapatan 0,2 mT		Kerapatan 0,3 mT	
Frekuensi (Hz)	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*
Kontrol	a	Kontrol	a
Kontrol	a	Kontrol	a
100	b	100	b
75	bc	25	b
25	c	50	bc
50	d	75	c

Informasi* : (Tanda *a, b dan c* digunakan untuk mengindikasi perbedaan nilai sesuai dengan uji statistik DMRT) .

Pada tabel 4.6 adalah tinggi batang bayam merah dengan kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT. Dapat diuraikan bahwa pada kerapatan 0,2 mT menunjukkan hasil uji statistik One Way Anova dengan nilai tinggi batang bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi $0,000 < 0.05$ maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap tinggi batang bayam merah. Sedangkan pada kerapatan 0,3 mT hasil uji statistik One Way Anova menunjukkan nilai tinggi

batang bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000 < 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap tinggi batang bayam merah.

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) yang di sajikan pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa sampel kontrol memiliki hasil yang nyata dibandingkan dengan paparan medan magnetik. Perlakuan kontrol non infeksi dan kontrol infeksi memberikan notasi yang sama sehingga perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Selanjutnya pada kerapatan 0,2 mT frekuensi 50 Hz memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi batang pada minggu pertama. Sedangkan pada frekuensi 25, 75, dan 100 Hz memberikan notasi signifikasi yang sama sehingga tidak berbeda nyata satu sama lain akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Kemudian pada kerapatan 0,3 mT dengan frekuensi 25 dan 100 Hz menunjukkan hasil notasi yang sama sehingga menunjukkan tidak berbeda nyata. Pada frekuensi 50 Hz menunjukkan notasi tidak berbeda signifikan dengan frekuensi 25 Hz dan frekuensi 75 Hz. Sedangkan pada frekuensi 75 Hz memiliki notasi signifikasi paling optimum sehingga berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Dengan demikian, tinggi batang kerapatan 0,2 mT frekuensi 50 Hz memberikan pertumbuhan batang bayam merah lebih maksimum sebelum terpapar patogen.

Tabel 4. 8 Data Analisis One Way Anova terhadap Tinggi Batang Minggu Ke-Enam

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.

Kerapatan 0,2 mT	Antar Kategori	950,007	5	190,001	10,142	,000
	Dalam Kategori	449,600	24	18,733		
	Total	1399,607	29			
Kerapatan 0,3 mT	Antar Kategori	480,594	5	96,119	40,147	,000
	Dalam Kategori	57,460	24	2,394		
	Total	538,054	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap tinggi batang bayam merah diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

H_1 =Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap tinggi batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

Tabel 4. 9 Data Analisis Uji DMRT terhadap Tinggi Batang pada Minggu Ke-Enam

Kerapatan 0,2 mT		Kerapatan 0,3 mT	
Frekuensi (Hz)	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*
Kontrol Infeksi	a	Kontrol	a
Kontrol Non Infeksi	a	Kontrol Non Infeksi	a
100	b	100	b
75	bc	25	b
25	c	50	bc
50	d	75	c

Pada tabel 4.8 dapat diuraikan bahwa hasil uji statistik One Way Anova menunjukkan pada kerapatan 0,2 mT menunjukkan nilai tinggi batang bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi $0,000 < 0.05$ maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap tinggi batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* uji statistik One Way Anova menunjukkan nilai tinggi batang bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari

signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000 < 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap tinggi batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*.

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) yang di sajikan pada tabel 4.9 menunjukkan bahwa sampel paparan medan magnet memiliki hasil yang nyata dibandingkan dengan kontrol. Hasil menunjukkan kelompok kontrol non infeksi dan infeksi menunjukkan. Kemudian pada kerapatan 0,2 mT pada frekuensi 25 Hz memberikan hasil notasi yang tidak berbeda signifikan pada perlakuan Frekuensi 50 Hz. Sedangkan notasi 75 dan 100 Hz memberikan hasil notasi yang sama sehingga tidak berbeda nyata. Akan tetapi pada frekuensi 50 Hz memberikan pengaruh paling optimal sehingga berbeda nyata dengan sampel kontrol. Hasil menunjukkan pada kerapatan 0,3 mT pada hasil frekuensi 25 Hz menghasilkan notasi yang sama pada frekuensi 50 Hz dan 100 Hz sehingga signifikan menunjukkan tidak berbeda nyata. Akan tetapi pada frekuensi 75 Hz memberikan hasil maksimum dengan memberikan notasi yang berbeda nyata dengan kelompok lainnya. Sehingga hasil ini menunjukkan bahwa adanya interaksi antara frekuensi dengan kerapatan fluks magnetik yang mempengaruhi fisiologi tanaman. Pada medan magnet rendah kurang menstimulasi tanaman sedangkan medan magnet tinggi dapat menurunkan fisiologis tanaman. Sehingga diberikan kerapatan dan frekuensi yang tepat agar terdapat pengaruh yang nyata.

4.1.3 Efek Medan Magnetik Terhadap Kadar Klorofil Bayam Merah

Bayam merah yang telah diinfeksi bakteri kemudian dipanen dan dilanjutkan pengujian kadar klorofil a dan b. Pengujian kadar klorofil ketika tanaman telah berumur 42 hari. Pengukuran klorofil ini menggunakan alat Spektrofotometer Uv-Vis. Untuk melihat nilai absorbansi pada alat tersebut digunakan panjang gelombang 663 nm dan 645 nm. Sehingga untuk data total kadar klorofil a dan b tanaman bayam merah dengan kerapatan fluks 0,2 mT dan 0,3 mT dapat dilihat di bawah.

Tabel 4. 10 Menyajikan total kadar klorofil a dan b tanaman kerapatan 0.2 mT.

Variasi 0.2 mT (Hz)	Total Kadar Klorofil a (mg/L)	Total Kadar Klorofil b (mg/L)
Kontrol non Infeksi	2,055±0,164	1,551±0,110
Kontrol Infeksi	1,206±0,042	0,611±0,322
25	2,933±0,191	2,275±0,246
50	3,362±0,161	3,195±0,433
75	2,538±0,086	1,991±0,130
100	2,445±0,061	1,754±0,101

Tabel 4. 11 Menyajikan total kadar klorofil a dan b tanaman kerapatan 0.3 mT

Variasi 0.3 mT (Hz)	Total Kadar Klorofil a (mg/L)	Total Kadar Klorofil b (mg/L)
Kontrol non Infeksi	2,011 ± 0,133	1,498 ± 0,103
Kontrol Infeksi	1,391 ± 0,047	1,104 ± 0,162
25	2,451 ± 0,100	2,304 ± 0,186
50	2,882 ± 0,212	2,855 ± 0,205
75	3,499 ± 0,348	3,294 ± 0,211
100	2,274 ± 0,105	1,765 ± 0,081

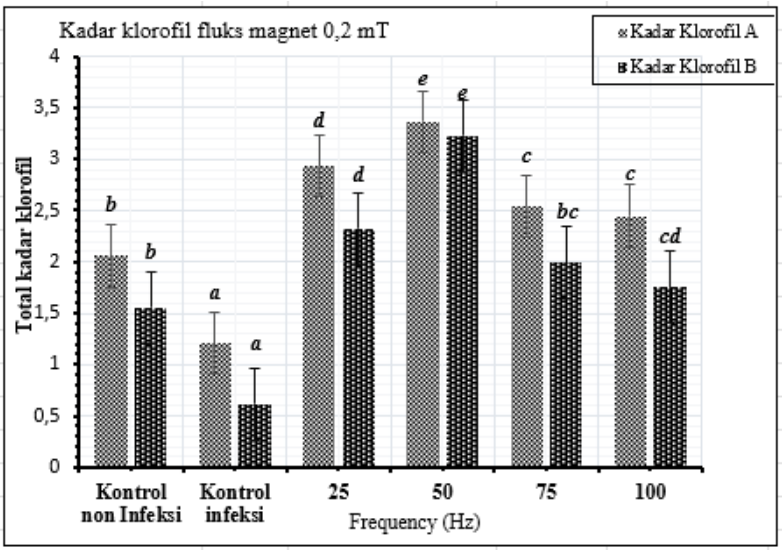
Data hasil tabel 4.10. menunjukkan nilai total kadar klorofil a dan kadar klorofil b pada kerapatan magnetik 0,2 mT dengan perbandingan sampel kontrol

tanpa infeksi dengan kontrol dengan infeksi dan pemaparan medan magnetik terhadap tanaman yang di infeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* Dari hasil observasi dapat dilihat bahwa pada variasi kontrol tanpa infeksi bakteri menunjukkan hasil total kadar klorofil a mencapai 2,055±0,164 dan kadar klorofil b mencapai 1,551±0,110. Berbanding pada variasi kontrol dengan infeksi memiliki kadar klorofil a lebih rendah mencapai 1,206±0,042 dan kadar klorofil b mencapai 0,611±0,322. Ketika tanaman terpapar medan magnet tanaman lebih tinggi total kadar klorofilnya. Menunjukkan ketika pemaparan medan magnet dengan frekuensi 25 Hz menunjukkan kadar klorofil a mencapai 2,933±0,191 dan kadar klorofil b mencapai 2,275±0,246. Ketika frekuensi di tambah menjadi 50 Hz menunjukkan kadar klorofil a mencapai 3,362±0,161 dan kadar klorofil b mencapai 3,195±0,433. Ketika frekuensi 75 Hz kadar klorofil a menurun menjadi 2,538±0,086 dan kadar klorofil b mencapai 1,991±0,130. dan ketika frekuensi 100 Hz kadar klorofil a mencapai 2,445±0,061 dan kadar klorofil b mencapai 1,754±0,101 tetapi pada hasil klorofil tanaman yang terpapar medan magnet memiliki perbandingan yang nyata dengan kadar klorofil sampel kontrol.

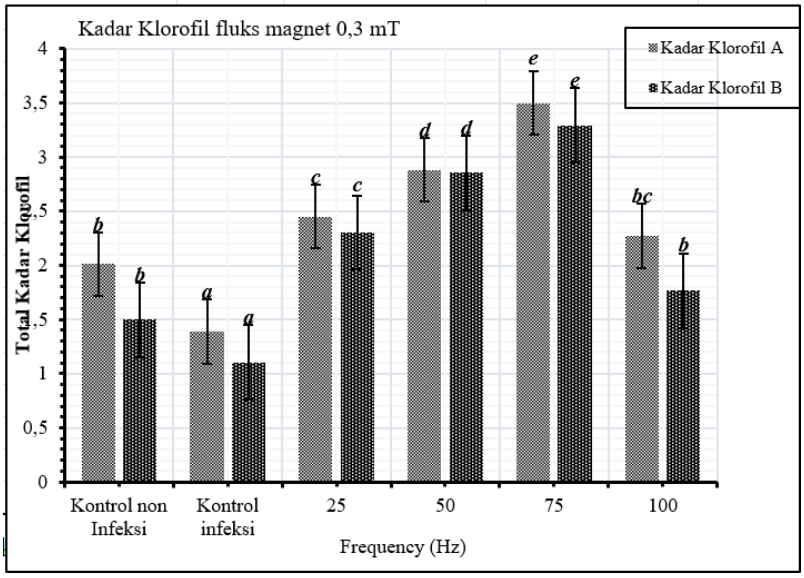
Data hasil tabel 4.11. menunjukkan nilai total kadar klorofil a dan kadar klorofil b pada kerapatan magnetik 0,2 mT dengan perbandingan sampel kontrol tanpa infeksi dengan kontrol dengan infeksi dan pemaparan medan magnetik terhadap tanaman yang di infeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* Dari hasil observasi dapat dilihat bahwa pada variasi kontrol tanpa infeksi bakteri menunjukkan hasil total kadar klorofil a mencapai 2,011 ± 0,133 dan total kadar klorofil b mencapai 1,498 ± 0,103 Berbanding pada variasi kontrol dengan infeksi memiliki kadar klorofil a lebih rendah mencapai 1,391 ± 0,047 dan kadar klorofil

b mencapai 1,104 ± 0,162. Ketika tanaman yang telah terpapar medan magnet tinggi klorofil menjadi lebih bertambah. Pada frekuensi 25 Hz kadar klorofil a mencapai 2,451 ± 0,100 dan kadar klorofil b mencapai 2,304 ± 0,186. Sampel selanjutnya pada frekuensi 50 Hz kadar klorofil a lebih tinggi mencapai 2,882 ± 0,212 dan kadar klorofil b mencapai 2,855 ± 0,205. Sampel selanjutnya pada frekuensi 75 Hz kadar klorofil mencapai hasil tertinggi dari kadar klorofil yang lain, pada kadar klorofil a mencapai 3,499 ± 0,348 dan menghasilkan kadar klorofil b mencapai 3,294 ± 0,211. Pada frekuensi 100 Hz kadar klorofil menurun total kadar klorofil a mencapai 2,274 ± 0,105 dan total kadar klorofil b mencapai 1,765 ± 0,081.

Dari tabel 4.10 dan tabel 4.11 akan diuraikan menjadi grafik kadar klorofil a dan kadar klorofil b dengan kerapatan magnetik 0,2 mT dan 0,3 mT yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* Yang dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7



Gambar 4. 4 Grafik kerapatan 0,2 mT pada Total Kadar Klorofil A dan B



Gambar 4. 5 Grafik kerapatan 0,3 mT Total Kadar Klorofil A dan B

Pada gambar 4.4 adalah gambar grafik pengaruh medan magnetik dengan intensitas kerapatan 0,2 mT terhadap total kadar klorofil a dan kadar klorofil b terhadap bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*. Dapat dilihat bahwa pada kerapatan magnetik 0,2 mT infeksi dengan perlakuan medan magntik. Perlakuan pada frekuensi 75 Hz dan 100 Hz memberikan hasil tidak berbeda nyata pada sampel kontrol non infeksi. Sedangkan dengan frekuensi 50 Hz memiliki tingkat kadar klorofil a dan b paling tinggi mencapai 3,363 untuk rata-rata klorofil a dan 3,227 untuk rata-rata klorofil b. Sehingga hasil tersebut berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol dengan infeksi dengan rata-rata a sebesar 1,206±0,042 dan rata-rata b sebesar 0,611±0,322. Maka medan magnetik pada frekuensi 50 Hz memiliki hasil optimal untuk tingkat klorofil a dan b.

Pada gambar 4.5 adalah gambar grafik pengaruh medan magnetik dengan intensitas kerapatan 0,3 mT terhadap total kadar klorofil a dan kadar klorofil b terhadap bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*. Dapat dilihat bahwa pada kerapatan magnetik 0,3 mT infeksi dengan perlakuan medan

magntik. Frekuensi 75 Hz memiliki tingkat kadar klorofil a dan b paling tinggi mencapai 3,499 untuk rata-rata klorofil a dan 3,294 untuk rata-rata klorofil b. Sedangkan frekuensi 100 Hz memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol non infeksi, akan tetapi memiliki hasil yang lebih tinggi. Sedangkan kontrol infeksi menunjukkan hasil kadar klorofil rendah dengan rata-rata klorofil a 1,391 ± 0,047 dan rata-rata klorofil b 1,104 ± 0,162. Sehingga dapat dilihat bahwa medan magnetik dengan frekuensi 75 Hz memiliki hasil optimal bagi kadar klorofil a maupun b. Hasil tersebut terbukti bahwa medan magnet dengan kerapatan 0,2 mT dan kerapatan 0,3 mT juga meningkatkan kadar klorofil pada tanaman meskipun telah terinfeksi patogen.

Dari hasil interpretasi dari grafik, data kadar klorofil a maupun kadar klorofil b tersebut kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan uji spss dengan menggunakan metode ONE WAY ANOVA dan Uji Statistik *DMRT* pada tabel dibawah untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan.

Tabel 4. 12 Uji Anova Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,2 mT

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.
Klorofil a	Antar Kategori	13,865	5	2,773	163,477	,000
	Dalam Kategori	,407	24	,017		
	Total	14,272	29			
Klorofil b	Antar Kategori	18,154	5	3,631	55,503	,000
	Dalam Kategori	1,570	24	,065		
	Total	19,724	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap Kadar Klorofil a dan b bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

H_1 = Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap Kadar Klorofil a dan b bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*

Tabel 4. 13 Uji DMRT terhadap Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,2 mT.

Kerapatan 0,2 mT			
Frekuensi (Hz)	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*
	Klorofil a		Klorofil b
Kontrol Infeksi	a	Kontrol	a
Kontrol Non Infeksi	b	Kontrol Non Infeksi	b
75	c	75	bc
100	c	100	cd
25	d	25	d
50	e	50	e

Informasi* : (Tanda *a, b, c, d dan e* digunakan untuk mengindikasi perbedaan nilai sesuai dengan uji statistik DMRT) .

Pada tabel 4.12 dapat diuraikan bahwa hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai Kadar Klorofil a bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap Kadar Klorofil a tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* Sedangkan hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai Kadar Klorofil b bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap Kadar Klorofil b tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) klorofil a dan klorofil b yang di sajikan pada tabel 4.13. Pada kadar klorofil a dan b menunjukkan bahwa sampel

kontrol dengan infeksi berbeda nyata dibandingkan dengan kelompok paparan medan magnetik. Pada frekuensi 25 Hz memberikan hasil notasi yang berbeda nyata pada frekuensi 50 Hz akan tetapi memiliki kandungan klorofil tinggi. Sedangkan pada frekuensi 50 Hz memberikan hasil yang berbeda nyata memberikan hasil optimal pada kadar klorofil. Selain itu pada hasil sampel frekuensi 75 Hz memiliki hasil yang tidak beda nyata dengan frekuensi 100 Hz. Dapat dilihat bahwa perlakuan Frekuensi 50 Hz memiliki pengaruh baik pada Kadar Klorofil a tanaman bayam merah dengan lebih besar hasilnya dan memiliki hasil dari frekuensi yang lainnya.

Tabel 4. 14. Uji Anova Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,3 mT

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.
Klorofil a	Antar Kategori	13,122	5	2,624	60,576	,000
	Dalam Kategori	1,040	24	,043		
	Total	14,162	29			
Klorofil b	Antar Kategori	17,056	5	3,411	98,000	,000
	Dalam Kategori	,835	24	,035		
	Total	17,892	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap Kadar Klorofil a dan b bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

H_1 = Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap Kadar Klorofil a dan b bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*

Tabel 4. 15 Analisis Uji DMRT Kadar Klorofil a dan b kerapatan 0,3 mT

Kerapatan 0,3 mT			
	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*
	Klorofil a		Klorofil b
Kontrol Infeksi	a	Kontrol	a
Kontrol Non Infeksi	b	Kontrol Non Infeksi	b

100	bc	100	b
25	c	25	c
50	d	50	d
75	e	75	e

Informasi* : (Tanda *a, b, c, d dan e* digunakan untuk mengindikasi perbedaan nilai sesuai dengan uji statistik DMRT) .

Pada tabel 4.14 dapat diuraikan bahwa hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai Kadar Klorofil a bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap Kadar Klorofil a tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai Kadar Klorofil b bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap Kadar Klorofil b tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) yang di sajikan pada tabel 4.15 menunjukkan bahwa sampel kontrol dengan infeksi berbeda nyata dibandingkan dengan kelompok paparan medan magnetik. Pada frekuensi 25 Hz memiliki perbedaan nyata dengan frekuensi 50 Hz. Sedangkan perlakuan frekuensi 75 Hz memberikan hasil maksimal dan memberikan pengaruh yang nyata untuk meningkatkan kadar klorofil. Meskipun frekuensi 100 memiliki hasil tidak berbeda

nyata dengan kontrol non infeksi akan tetapi memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Dapat dilihat bahwa perlakuan Frekuensi 75 Hz memiliki pengaruh baik pada Kadar Klorofil a tanaman bayam merah dengan lebih besar hasilnya dan memiliki hasil yang berbeda nyata lebih baik dari kelompok kontrol maupun frekuensi yang lainnya.

4.1.4 Efek Medan Magnetik Terhadap Berat Basah Bayam Merah

Pertumbuhan dan perkembangan bayam merah dapat dilihat ketika bayam merah berumur 14 hari setelah semai, kemudian dilanjutkan dengan -pemindahan wadah pollybag. Medan magnetik memberikan pengaruh yang nyata pada bayam merah. Tanaman yang tinggi maka berat tanaman juga semakin berat. Ketika tanaman berumur 35 hari setelah tanam, tanaman akan di infeksi patogen *Xanthomonas campestris* dan dilanjut pemanenan ketika tanaman berumur 42 hari setelah tanam. Hasil pengukuran berat segar per batang tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris* dengan intensitas kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT dapat dilihat pada tabel 4.16

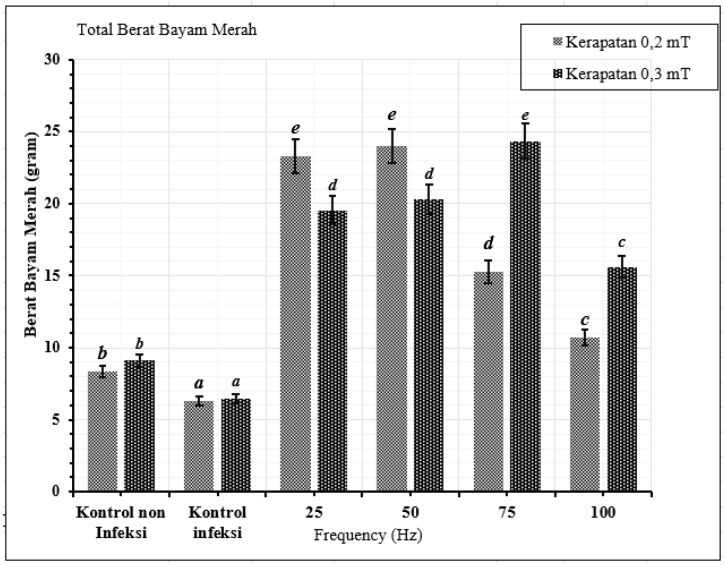
Tabel 4. 16 Berat per batang bayam merah dengan fluks kerapatan 0.2 mT

Variasi 0.2 mT (Hz)	Berat per Batang Bayam Merah (gr)	
	Kerapatan 0,2 mT	Kerapatan 0,3 mT
Kontrol non Infeksi	8,362 ±0,890	9,102±1,121
Kontrol Infeksi	6,322±0,876	6,486±1,367
25	23,282±10,152	19,56±6,143
50	24,01±10,011	20,314±4,521
75	15,278±1,698	24,334±13,644
100	10,694±3,182	15,622±1,310

Data pada tabel 4.16. memperlihatkan hasil dari berat per batang bayam merah dengan intensitas kerapatan 0,2 mT. Berat basah pada bayam merah di bagi

menjadi dua yakni sampel kontrol tanpa bakteri dan dengan bakteri dengan sampel yang terpapar medan magnetik yang diinfeksi bakteri. Dapat dilihat bahwa sampel kontrol tanpa infeksi menunjukkan berat dengan rata-rata 8,362 ±0,890. Dibandingkan dengan sampel kontrol yang diinfeksi bakteri mencapai hasil rata-rata yang rendah yakni sekitar 6,322±0,876. Pada berat tanaman dengan paparan medan magnet yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris* pada frekuensi 25 Hz berat basah tanaman bertambah berat menjadi 24,01±10,011. Akan tetapi pada frekuensi 75 Hz berat tanaman menurun menjadi 15,278±1,698 dan pada frekuenssi 100 Hz semakin menurun menjadi 10,694±3,182 dikarenakan berat tanaman akan menyesuaikan banyak dan tinggi pada batang tersebut. Sehingga berat tanaman optimal pada frekuensi 25 Hz sebesar 73,66% dibandingkan dengan kelompok kontrol infeksi. Sedangkan pada hasil dari berat per batang bayam merah dengan intensitas kerapatan 0,3 mT. Berat basah pada bayam merah di bagi menjadi dua yakni sampel kontrol tanpa bakteri dan dengan bakteri dengan sampel yang terpapar medan magnetik yang diinfeksi bakteri. Dapat dilihat bahwa hasil berat tanaman kontrol dengan 9,102±1,121 Dibandingkan dengan sampel kontrol yang diinfeksi bakteri mencapai hasil rata-rata yang rendah yakni sekitar 6,486±1,367. Pada berat tanaman yang dipapari medan magnetik dengan frekuensi 25 Hz 19,56±6,143. Selanjutnya pada frekuensi 50 Hz berat basah semakin meningkat menjadi 20,314±4,521. Pada frekuensi 75 Hz berat basah semakin bertambah ketingkatan nya menjadi 24,334±13,644, akan tetapi pada frekuensi 100 Hz berat basah menjadi menurun menjadi 15,622±1,310. Sehingga hasil optimal didapat pada frekuensi 75 Hz dengan peningkatan 73,34% dibandingkan kelompok kontrol infeksi. Hal ini terbukti bahwa pemaparan medan magnet dengan frekuensi tertentu pada benih

dapat memberikan pengaruh positif sehingga menjadikan berat tanaman melebihi perlakuan kontrol meskipun telah terinfeksi patogen. Dalam hasil yang di dapat kemudian akan dianalisis dengan grafik pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Grafik kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT berat per batang

Pada gambar 4.6 adalah grafik pengaruh medan magnetik terhadap berat per batang bayam merah yang diinteksi patogen *Xanthomonas campestris* dengan intensitas kerapatan 0,2 mT dan intensitas kerapatan 0,3 mT. Dapat dilihat pada gambar bahwa medan magnet memiliki efek positif terhadap tanaman bayam merah dengan frekuensi tertentu. Pada gambar grafik menunjukkan bahwa berat per batang bayam merah pada kelompok kontrol non infeksi maupun kontrol infeksi menunjukkan berat tidak berbeda nyata. Sedangkan perlakuan medan magnetik kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT dengan frekuensi 25 Hz memberikan hasil notasi yang sama akan tetapi pada kerapatan 0,2 mT menghasilkan berat bayam merah tertinggi yakni 23,282±10,152 gram. Pada frekuensi 50 Hz memberikan tingkat yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 25 Hz. Akan tetapi pada kerapatan 0,2 mT frekuensi memberikan berat optimum yakni 24,01±10,011 gram. Kemudian pada frekuensi 75 Hz, medan magnetik kerapatan 0,2 mT memberikan notasi lebih

rendah menunjukkan efektivitas bayam merah menurun pada frekuensi yang lebih tinggi, akan tetapi pada kerapatan 0,3 mT memberikan pengaruh positif sehingga tetap memberikan notasi optimal dengan rata-rata 24,334±13,644 gram. Kemudian pada frekueni 100 Hz mengalami penurunan berat lebih nyata pada kerapatan 0,2 mT maupun 0,3 mT akan tetapi memberi notasi berbeda nyata dengan kelompok kontrol. Sehingga peningkatan berat bayam merah memberikan hasil optimal pada kerapatan fluks 0,3 mT dengan frekuensi 25 Hz, 50 Hz dan 100 Hz. Hal ini terbukti bahwa penerapan medan magnet memiliki pengaruh yang positif pada tanaman, sehingga dapat menghambat perkembangbiakan bakteri dan dapat meningkatkan berat tanaman dibanding kelompok kontrol.

Untuk melihat hasil yang signifikan terhadap pengaruh bayam merah dengan kontrol ataupun dengan medan magnetik maka dapat diuji dengan menggunakan uji SPSS ONE WAY ANOVA dan Uji Statistik *DMRT* pada tabel di bawah.

Tabel 4. 17 Data Analisis Uji One Way Anova terhadap Berat per Batang

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.
Kerapatan 0,2 mT	Antar Kategori	1435,297	5	287,059	127,354	,000
	Dalam Kategori	54,097	24	2,254		
	Total	1489,394	29			
Kerapatan 0,3 mT	Antar Kategori	1193,831	5	238,766	120,709	,000
	Dalam Kategori	47,473	24	1,978		
	Total	1241,304	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap berat per batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

H_1 = Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap berat per batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

Tabel 4. 18 Data Analisis Uji Statistik DMRT terhadap Berat per Batang

Kerapatan 0,2 mT		Kerapatan 0,3 mT	
Frekuensi (Hz)	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*
Kontrol Infeksi	a	Kontrol Infeksi	a
Kontrol Non Infeksi	b	Kontrol Non Infeksi	b
100	c	100	c
75	d	25	d
25	e	50	d
50	e	75	e

Informasi* : (Tanda *a, b, c, d* digunakan untuk mengindikasi perbedaan nilai sesuai dengan uji statistik DMRT) .

Pada tabel 4.17 adalah uji One way Anova dengan kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT. dapat diuraikan bahwa pada kerapatn 0,2 mT hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai berat per batang bayam merah jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap berat per batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* Selanjtnya hasil uji statistik dengan kerapatan 0,3 mT menunjukkan nilai berat per batang bayam merah jumlah signifikasi ,002. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan

magnetik terhadap berat per batang bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*.

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) yang di sajikan pada tabel 4.18 pada kerapatan 0,2 mT dan kerapatan 0,3 mT. Pada kerapatan 0,2 mT menunjukkan bahwa pada hasil frekuensi 100 Hz menunjukkan bahwa menghasilkan tidak berbeda signifikan dengan menunjukkan hasil notasi yang sama pada perlakuan kontrol non infeksi. Dapat dilihat bahwa perlakuan Frekuensi 25 Hz dan 50 Hz memiliki pengaruh optimal pada berat per batang bayam dengan lebih besar hasilnya dan memiliki hasil yang berbeda lebih baik dari frekuensi yang lainnya. Selain itu pada kerapatan 0,3 mT Pada hasil sampel kontrol non infeksi memiliki hasil yang tidak beda nyata dengan sampel kontrol infeksi. frekuensi 100 Hz menunjukkan bahwa menghasilkan tidak berbeda signifikan dengan frekuensi 75 Hz. Dapat dilihat bahwa masing-masing perlakuan dengan frekuensi 25 Hz, 50 Hz dan 75 Hz menghasilkan notasi sama sehingga menghasilkan berat per batang bayam maksimal dengan hasil yang berbeda nyata lebih baik dari sampel lainnya.

4.1.5 Efek Medan Magnetik Terhadap Kadar Antosianin Bayam Merah

Antosianin adalah senyawa metabolit yang memiliki banyak manfaat dan banyak di temukan pada banyak tanaman salah satunya pada tanaman bayam merah. Pada kadar antosianin ini merupakan golongan fenolik dan memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Sukardi et al., 2018). Kadar antosianin dilakukan dengan cara maserasi menggunakan ethanol 70% selama 24 jam di suhu ruang dan tempat gelap kemudian dilarutkan dengan pH 1 dan pH 4,5 masing-masing berjumlah sebanyak 5 ml. Kemudian dilakukan

pengujian kadar antosianin bayam merah dengan menggunakan alat spektrofotometer Uv-Vis dengan menggunakan panjang gelombang 510 nm dan 700 nm.

Total kadar antosianin (ppm) dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Adam, 2015)

$$\frac{A\ x\ MW\ x\ Fp\ x\ 1000}{\varepsilon\ x\ l} \quad (4.1)$$

Keterangan :

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4,5} \quad (4.2)$$

MW = berat molekul 449,2 g/mol

Fp = Faktor Pengenceran = 0,1

ε = Absorptivitas molar 26.900 L/(mol.cm)

l = tebal kuvet = 1 cm

Dari rumus tersebut kemudian dilakukan perhitungan dengan hasil perhitungan kadar antosianin medan magnetik terhadap bayam merah yang diinfksi bakteri *Xanthomonas campestris* dengan kerapatan magnetik 0,2 mT dan 0,3 mT dapat dilihat pada tabel 4.20

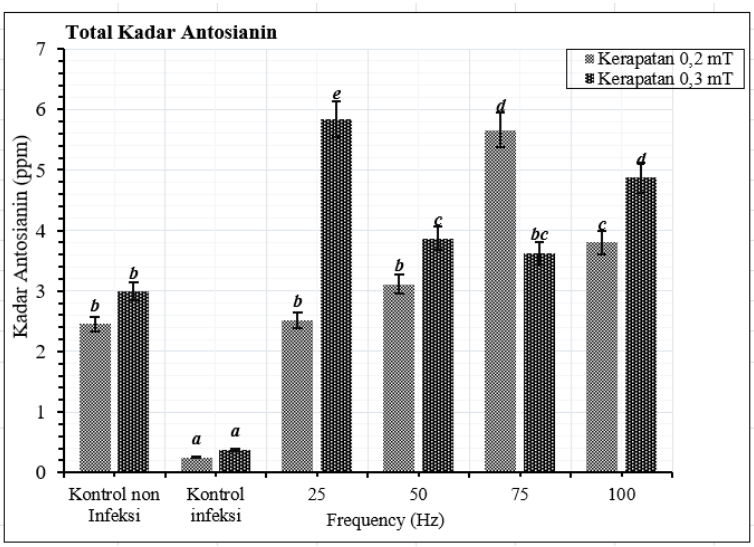
Tabel 4. 19 Menyajikan kadar antosianin tanaman kerapatan 0.2 mT dan 0,3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Total Kadar Antosianin (ppm)	
	Kerapatan 0,2 mT	Kerapatan 0,3 mT
Kontrol non Infeksi	2,456 ± 0,320	2,992 ± 0,292
Kontrol Infeksi	0,249 ± 0,082	0,377 ± 0,962
25	2,517 ± 0,580	5,836 ± 0,810
50	3,115 ± 0,648	3,865 ± 0,819
75	5,662 ± 0,627	3,624 ± 0,571
100	3,800 ± 0,367	4,872 ± 0,352

Bayam merah memiliki kandungan antosianin cukup tinggi, pada data tabel 4.19 menyajikan data hasil total kadar antosianin terhadap tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri dengan paparan medan magnetik dengan kerapatan 0,2 mT . Hasil menunjukkan bahwa frekuensi paparan medan magnetik dapat mempengaruhi hasil kadar antosianin lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Dapat dilihat bahwa kadar antosianin tertinggi pada tanaman dengan frekuensi 75 Hz dengan total 5,662 ± 0,627 ppm dibandingkan kelompok kontrol dengan infeksi bakteri menurun drastis yakni 0,249 ± 0,082 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa infeksi bakteri pada tanaman dapat merusak tanaman dan dapat menurunkan biosintesis pada tanaman. Sebaliknya pada kadar antosianin dengan paparan medan magnet tinggi sebesar 100 Hz menyebabkan kadar antosianin menjadi menurun yaitu 3,800 ± 0,367 ppm.

Sedangkan pada paparan medan magnetik dengan kerapatan 0,3 mT. Hasil menunjukkan bahwa frekuensi paparan medan magnetik dapat mempengaruhi hasil kadar antosianin lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Dapat dilihat bahwa kadar antosianin tertinggi pada tanaman dengan frekuensi 25 Hz dengan total 5,836 ± 0,810 ppm dibandingkan kelompok kontrol dengan infeksi bakteri menurun dratis yakni 0,377 ± 0,962 ppm hal ini menunjukkan bahwa infeksi bakteri pada tanaman dapat merusak tanaman dan dapat menurunkan biosintesis pada tanaman. Dapat dibandingkan hasil pada kerapatan 0,2 mT dengan frekuensi 100 Hz menghasilkan kadar antosianin paling rendah. Akan tetapi pada kerapatan 0,3 mT menunjukkan bahwa hasil lebih tinggi dibandingkan kerapatan 0,2 mT

Setelah perhitungan kadar antosianin data efek medan magnetik bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris* kemudian data diolah dalam bentuk grafik pada gambar 4.7



Gambar 4. 7 Grafik kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT terhadap Total Kadar Antosianin

Pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwa medan magnet dapat memberikan antosianin lebih tinggi di bandingkan kelompok kontrol dengan infeksi bakteri maupun tanpa infeksi bakteri. Pada kelompok kontrol non infeksi dengan kelompok kontrol infeksi menunjukkan notasi adanya perbedaan nyata sehingga infeksi patogen dapat menurunkan kadar antosianin. Pada perlakuan medan magnet dengan frekuensi 25 Hz pada kerapatan 0,3 mT memberikan nilai yang lebih optimum sebesar 5,836 ± 0,810 ppm dibandingkan dengan kerapatan 0,2 mT sebesar 2,517 ± 0,580 ppm hal ini menunjukkan notasi perbedaan nyata. Pada frekuensi 50 Hz pada kerapatan 0,2 mT mencapai 3,115 ± 0,648 ppm sedangkan pada kerapatan 0,3 mT mencapai 3,865 ± 0,819 ppm dari hasil tersebut memberikan notasi perbedaan nyata. Sedangkan pada frekuensi 75 Hz pada kerapatan 0,2 mT memberikan pengaruh optimal sehingga memberikan notasi yang berbeda nyata dengan kerapatan 0,3 mT. Kemudian pada frekuensi 100 memberikan notasi berbeda antara

kerapatan 0,2 mT dengan kerapatan 0,3 mT. Dari hasil menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet dengan kerapatan 0,2 mT mampu memberikan hasil maksimum pada frekuensi 75 Hz sedangkan kerapatan 0,3 mT memberi hasil maksimum pada frekuensi 25 Hz. Akan tetapi secara keseluruhan kerapatan 0,3 mT mampu memberikan peningkatan kadar antosianin. Secara keseluruhan medan magnet mampu meningkatkan kadar antosianin di bandingkan dengan kelompok kontrol.

Dari hasil interpretasi dari grafik, data total kadar antosianin pengaruh medan magnetik terhadap bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris* tersebut kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan uji SPSS dengan menggunakan metode ONE WAY ANOVA dan Uji Statistik *DMRT* pada tabel dibawah untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan.

Tabel 4. 20 Analisis Uji One Way Anova terhadap Kadar Antosianin

		Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai-F	Sig.
Kerapatan 0,2 mT	Antar Kategori	79,328	5	15,866	67,297	,000
	Dalam Kategori	5,658	24	,236		
	Total	84,986	29			
Kerapatan 0,3 mT	Antar Kategori	87,241	5	17,448	55,887	,000
	Dalam Kategori	7,493	24	,312		
	Total	94,733	29			

Signifikasi*

H_0 = Tidak ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap kadar antosianin bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

H_1 = Ada perbedaan antara efek medan magnet terhadap antosianin bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris*

Tabel 4. 21 Data Analisis Uji DMRT terhadap Kadar Antosianin

Kerapatan 0,2 mT		Kerapatan 0,3 mT	
Frekuensi (Hz)	Notasi*	Frekuensi (Hz)	Notasi*
Kontrol Infeksi	a	Kontrol Infeksi	a
Kontrol Non Infeksi	b	Kontrol Non Infeksi	b
25	b	75	bc
50	b	50	c
100	c	100	d
75	d	25	e

Informasi* : (Tanda *a, b, c, d* digunakan untuk mengindikasi perbedaan nilai sesuai dengan uji statistik DMRT) .

Pada tabel 4.20 dapat diuraikan bahwa hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai terhadap kadar antosianin bayam merah dengan kerapatan 0,2 mT menghasilkan jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap terhadap kadar antosianin tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.* hasil uji statistik one way Anova menunjukkan nilai terhadap kadar antosianin bayam merah kerapatan 0,3 mT menghasilkan jumlah signifikasi ,000. Syarat dari signifikasi adalah jika nilai ($p < 0.05$) dengan bunyi hipotesis ketika nilai p kurang dari 0.05 maka H_0 (ditolak) dan H_1 (diterima). Dari hasil signifikasi 0,000< 0.05 maka artinya H_1 diterima dengan bunyi Ada perbedaan antara efek medan magnetik terhadap terhadap kadar antosianin tanaman bayam merah yang diinfeksi bakteri *Xanthomonas campestris.*

Sesuai dengan hasil tersebut, kemudian dilakukan dengan menggunakan uji stastik uji *Duncan's Multiple Rank Test* (DMRT) medan magnet dengan kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT yang di sajikan pada tabel 4.21. pada kerapatan 0,2 mT kelompok frekuensi 25 Hz dan 50 Hz memberikan hasil notasi yang tidak berbeda nyata dengan kelompok kontrol non infeksi akan tetapi memberikan hasil lebih tinggi perlakuan medan magnetik. Kemudian frekuensi 75 Hz memberikan notasi yang optimal, hasil tersebut memiliki hasil yang berbeda nyata dengan kelompok lainnya, sedangkan pada kelompok 100 Hz memberikan hasil yang berbeda nyata dengan 75 Hz akan tetapi lebih baik dibanding kelompok kontrol maupun frekuensi 25 Hz dan 50 Hz. Sedangkan pada kerapatan 0,3 mT, frekuensi 25 Hz memberikan perbedaan nyata notasi tertinggi dibanding dengan frekuensi lain maupun kelompok kontrol, kemudian pada frekuensi 50 Hz memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan frekuensi 75 Hz. Maka pengaruh medan magnet kerapatan 0,3 mT memberikan hasil kadar antosianin yang optimal, hasil tersebut terdapat pada frekuensi 25 Hz yang memiliki hasil yang berbeda nyata lebih baik dari frekuensi yang lainnya.

4.2 Pembahasan

Paparan medan magnetik dengan kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT dengan frekuensi 25, 50, 75 dan 100 Hz dengan waktu lama paparan 20 menit selama 5 hari mampu memberikan pengaruh positif bagi bayam merah. Efek medan magnetik memberikan pengaruh positif terhadap tanaman bayam merah yang terinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*. Efek tersebut mencakup pertumbuhan kecambah, tinggi batang, kadar klorofil, tinggi batang dan total antosianin. Hasil

menyatakan bahwa medan magnet setiap kerapatan dan frekuensi mengindikasikan respon pada tanaman yang bervariasi. Sehingga, medan magnet dimanfaatkan sebagai alat alternatif dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan fisiologis pada tanaman yang terinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*.

Perlakuan pemaparan benih dengan medan magnetik dapat meningkatkan energi pada tanaman dan mentransfer pada bio molekul yang mempercepat proses perkecambahan benih (Radhakrishnan, 2019). Sehingga dapat diketahui bahwa perendaman benih dengan pemaparan magnetik baik dengan kerapatan 0,2 mT maupun 0,3 mT mampu meningkatkan percepatan kecambah yang signifikan pada bayam merah. Hasil menunjukkan perendaman benih selama 20 menit dengan frekuensi 50, 75 dan 100 Hz mampu memberikan percepatan selama 24 ± 0 jam sedangkan pada perendaman kontrol tanpa medan magnet memberikan 43,2 ± 10,733 jam sehingga memberikan waktu 44,4 % lebih cepat dibandingkan dengan kelompok kontrol. Namun demikian perlakuan frekuensi 25 Hz memberikan perlambatan kecambah akan tetapi lebih cepat dengan perlakuan tanpa medan magnet. Sehingga hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, Menurut penelitian terdahulu mengemukakan bahwa pemaparan medan magnet bolak-balik dengan frekuensi 10 Hz hingga 100 Hz dapat memberikan pengaruh kecambah benih (Rochalska & Orzeszko-Rywka, 2005). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Jedlička et al., (2015) menyebutkan pula pada paparan medan magnet kerapatan 40 mT dengan frekuensi 50 Hz dapat memberikan perkecambahan 50% lebih cepat di bandingkan dengan kelompok kontrol. Lalu Prasetyo, (2020) menambahkan bahwa, paparan medan magnet memberikan partikel dalam sel tumbuhan yang bergerak dengan kecepatan tertentu. Kemudian

Dilaporkan pada penelitian terdahulu yang membuktikan bahwa perlakuan kerapatan fluks magnet 0,1 mT hingga 0,3 mT memberi pengaruh tunas kecambah dengan cepat, meningkatkan tinggi tanaman serta kandungan klorofil dan memberikan bobot lebih berat dibandingkan perlakuan kontrol (Saletnik, Zaguła, et al., 2022). Hal ini serupa dengan hasil penelitian, pada kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT dengan frekuensi 50 hingga 100 Hz memberikan waktu perkecambahan lebih cepat. Secara fisiologis medan magnet air yang termagnetisasi dapat diserap pada jaringan tanaman(Ramadhani & Prihandono, 2022). Abadi, (2005) menyebutkan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi polarisasi air dan interaksi molekul air H2O. Sehingga medan magnet menyearahkan dimensi pada molekul H2O yang dapat memutar sudut polarisasi gelombang elektromagnetik yang melewatinya. Kemudian (Wu et al., 2019) telah membuktikan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi sifat air dan molekul sekitarnya sehingga dapat mengalami perubahan permukaan air dan memiliki potensi interaksi gelembung dan memperkuat partikel hidropobik. Dalam proses ini, paparan medan magnet pada benih meningkatkan aktivitas enzim, percepatan pembelahan sel, sintesis protein, kandungan asam nukleat, reaksi fotokimia sehingga dalam proses tersebut mempercepat benih berkecambah (Ureta-Leones et al., 2021). Selain itu diketahui bahwa medan magnetik meningkatkan pertumbuhan vegetatif serta kandungan pigmen fotosintesis, total fenol dan total indol pada tanaman sehingga efek tersebut mengakibatkan proses mempercepat tumbuhnya perkecambahan(Massah et al., 2019).

Pertumbuhan batang tanaman baik sebelum terinfeksi *Xanthomonas campestris* maupun sesudah terinfeksi *Xanthomans campestris* memberikan hasil

optimum pada frekuensi 50 Hz dengan kerapatan 0,2 mT dan frekuensi 75 Hz dengan kerapatan 0,3 mT. Pertumbuhan batang terjadi disebabkan perlakuan medan magnet terhadap perkecambahan. Medan magnet memberikan perubahan dalam pengangkutan asimilat, aktivitas enzim, hormon pertumbuhan, ion dan penyerapan air yang mempengaruhi pola pertumbuhan dan hasil tanaman (Radhakrishnan et al., 2012). Enzim-enzim tersebut adalah enzim alfa-amilase dan enzim beta-amilase, medan magnet mempengaruhi enzim alfa-amilase sehingga tanaman tersebut memiliki hasil yang lebih tinggi (Djoyowasito et al., 2019). Penelitian ini dilakukan infeksi patogen ketika tanaman berumur 35 Hari. Hasil observasi setelah infeksi patogen *Xanthomonas campestris* dan berumur 42 hari menunjukkan bahwa, ketika kerapatan 0,2 mT pada frekuensi 50 Hz adalah 36,84 cm hasil tersebut meningkat 37,02% dibandingkan kelompok kontrol infeksi menunjukkan 23,3 cm. Sedangkan, ketika kerapatan 0,3 mT pada frekuensi 75 Hz adalah 35,8 cm hasil tersebut meningkat 37,84% dibandingkan dengan kelompok kontrol infeksi 22,25 cm. Penelitian sebelumnya menyatakan perihal yang sama, dimana perlakuan medan magnetik dengan 80 mT dengan tegangan 60 Hz selama 5 menit pada hari ke-35 memberikan tinggi tanaman 21,3% lebih tinggi dibandingkan kontrol (De Souza-Torres et al., 2020). Hal ini terjadi sebab medan magnetik meningkatkan laju kalisum keluar melalui membran sel dan ion dari akar sel sehingga dapat menurunkan peroksidasi lipid yang mengurangi kebocoran elektrolit serta memperkuat struktur membran (Saletnik, Saletnik, et al., 2022). Selain itu disebutkan bahwa medan magnetik memberikan hasil respon fisiologis yang berbeda. Ini disebabkan medan magnetik mampu menginduksi sintesis prolin, suatu osmolit pelindung yang memiliki peran penting untuk menjaga stabilitas dan

struktur tanaman pada kondisi stres, paparan magnetik juga memberikan penurunan produk hidrogen peroksida (H202) ketika tanaman terinfeksi patogen. Enzim-enzim tersebut dapat memberikan peran netral radikal bebas dan mempertahankan kestabilan membran sel sehingga tanaman mudah tahan dari serangan patogen (Radhakrishnan, 2019). Hal ini memberikan tanaman bayam merah yang telah terpapar medan magnetik menjadi tahan terhadap patogen *Xanthomonas campestris*. Kemudian kuat magnetik juga terpengaruhi oleh frekuensi selaras yang mempengaruhi tingkat respon biologis yang di hasilkan(Tirono & Mulyono, 2023).

Paparan medan magnet dengan frekuensi rendah pada benih bayam merah mempengaruhi kadar klorofil tanaman. Kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT memberikan hasil optimal pada kadar klorofil. Fungsi klorofil membantu tanaman menyerap cahaya matahari sebagai fotosintesis dan mengubah karbon dioksida (CO2) sebagai sumber energi, membentuk glukosa untuk nutrisi sel serta menghasilkan oksigen (Rasyidi et al., 2024). Menurut Chaiyarak et al., (2025) Penerapan medan magnetik memberikan peningkatan pertumbuhan dan perolehan unsur-unsur kimia pada pertumbuhan awal, medan magnetik juga diketahui meningkatkan laju transpirasi, laju fotosintesis perkembangan akar dan kandungan N, P, K, Ca, Mg. Gaya pada medan magnetik berpengaruh pada terjadinya magnetoforese pada makromolekul. Efek medan magnetik salah satunya zat metabolik salah satunya adalah pigmen fotosintesis(Dhawi & Al-khayri, 2009). Sehingga dilaporkan Medan magnet memberikan efek positif pada tanaman seperti tinggi tanaman, tanaman yang tinggi mempengaruhi kadar klorofil dan karbohidrat (Subagya et al., 2024). Oleh karena itu medan magnet terbukti meningkatkan total klorofil. Data menunjukkan bahwa tanaman bayam dengan intensitas kerapatan 0,2 mT pada frekuensi 50 Hz

meningkatkan klorofil a sebanyak 64,12% dan klorofil b 80,87% dibandingkan kelompok kontrol sedangkan 0,3 mT dengan frekuensi 75 Hz meningkatkan klorofil a sebanyak 60,24% dan klorofil b 66,48% dibandingkan kelompok kontrol. Penelitian yang dilakukan oleh Maffei (2014) membuktikan bahwa perlakuan medan magnetik bervariasi dapat mengurangi kekeringan pada tumbuhan sehingga dapat meningkatkan kadar klorofil dan memperbaiki fotokimia maupun non fotokimia. Sehingga terbukti bahwa paparan magnetik mampu mempertahankan kadar klorofil tanpa merusak daun yang telah diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*. Dikarenakan medan magnetik berpengaruh terhadap proses penyerapan, penyimpanan serta ionisasi air pada daun tanaman bayam merah (Chaiyarak et al., 2025). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Cheaib & Killiny, (2025) menjelaskan bahwa ketika tanaman terinfeksi patogen *Xanthomonas campestris* dapat menurunkan klorofil serta karetonoid secara cepat. Akan tetapi Menurut penelitian Khalaphallah et al., (2022) pengaruh medan magnet dapat mengatasi patogen pada tanaman dan menghambat perkembangan patogen. Sehingga pengaruh medan magnet terhadap bayam merah dapat memberikan tahan dari infeksi patogen.

Pemaparan magnetik pada benih memberikan bukti terhadap peningkatan berat batang bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*. Hal ini disebabkan karena medan magnetik memberi peningkatan aktivitas biosintesis enzim maupun hormon, selain itu magnetik memberikan mobilitas nutrisi yang dapat mempengaruhi permeabilitas membran sel yang dapat memberikan perpindahan ion, air maupun energi pada sel (Arteaga et al., 2022). Dari data penelitian menunjukkan bahwa medan magnetik dengan kerapatan magnetik 0,2

mT menghasilkan berat optimal pada frekuensi 50 Hz yakni 73,66% dibandingkan kontrol. Sedangkan ketika kerapatan magnetik 0,3 mT menghasilkan berat optimal pada frekuensi 75 Hz yakni 73,34%. dibandingkan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian ini, Ulgen et al., (2021) Mengungkapkan bahwa perlakuan medan magnet 100 mT pada benih dengan rentang waktu 1 jam memberikan peningkatan akumulasi air sehingga memberi 66% lebih berat dibandingkan kelompok kontrol. Hal tersebut terjadi disebabkan perubahan dalam perpindahan ion kalsium dapat mempercepat unit-unit pada tanaman, biomassa pada tanaman terdiri atas banyaknya akar, tingginya batang serta lebarnya daun, pengaruh medan magnetik mempercepat pembentukan unit-unit tanaman bayam merah sehingga mendorong peningkatan jumlah daun dan memberikan tanaman yang terpapar medan magnet memiliki berat lebih berat dan batang lebih tinggi (Iswardani, 2023). Radhakrishnan, (2019) menambahkan bahwa penerapan medan magnetik dapat menekankan patogen pada tumbuhan, meningkatkan hasil tanam serta mengurangi jumlah luas lesi pada daun. Sehingga penerapan medan magnet terbukti berpengaruh pada tanaman sehingga daun pada tanaman tersebut menjadi lebih banyak, tinggi tanaman lebih tinggi sehingga berat basah tanaman tersebut menjadi lebih maksimal meskipun telah diinfeksi bakteri, dikarenakan medan magnet dapat menghambat perkembangbiakan bakteri tersebut(Nafisah et al., 2025).

Selain mempengaruhi tinggi, kadar klorofil dan berat tanaman bayam merah, paparan medan magnetik pada benih dapat mempengaruhi kadar antosianin dibandingkan kelompok kontrol. Hal tersebut menjadi relavan dikarenakan patogen *Xanthomonas campestris* akan masuk pada jaringan melalui stomata, hidatoda, atau luka untuk menginfeksi ruang sesama sel (apoplas) (Cheaib & Killiny, 2025).

Sehingga menurut Shabrangy et al., (2018) medan magnetik memberikan peran penting untuk menstimulasi sintesis antosianin serta polifenol di dalam jaringan daun. Sehingga hasil menunjukkan, paparan medan magnetik kerapatan 0,2 mT frekuensi 75 Hz menghasilkan antosianin optimal 95,60% lebih besar dibandingkan kelompok kontrol sedangkan kerapatan 0,3 mT frekuensi 25 Hz menghasilkan antosianin optimal 93,54% dibandingkan kelompok kontrol. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Răcuciu & Oancea, (2018) disebutkan bahwa medan magnet dengan kerapatan 3 mT dengan frekuensi 50 Hz memberikan peningkatan kadar antosianin sebesar 30-129% pada kadar antosianin *Bunga Rubus fruticosus*. Peningkatan kadar antosianin disebabkan oleh pengaruh medan magnetik yang memberikan efek positif seperti radikal bebas dalam membran sel dan dapat merangsang produk spesies oksigen reaktif (ROS)(Maffei, 2014). ROS dan antioksidan terdiri dari komponen enzimatik dan non enzimatik. Magnetik memproses detoksifikasi ROS dengan adanya antioksidan non enzimatik(Tirono & Mulyono, 2023). Antioksidan non enzim tersebut adalah superoksida dismutase(Serdyukov & Novitskii, 2013). Dilaporkan bahwa paparan magnetik meningkatkan aktivasi enzim fenilanin amonia liase (PAL) memiliki respons magnetik dari akumulasi senyawa fenolik yang memiliki fungsi sebagai antioksidan non enzimatik yang menetralkan radiasi bebas pada sel(Latef et al., 2020). Sehingga senyawa tersebut mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti meningkatnya kadar klorofil maupun antosianin (Shabrangy et al., 2018).

4.3. Temuan penelitian berdasarkan sudut pandang islam

Kesuburan tanah merupakan keadaan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi komponen biologi, fisika maupun kimiawi (Zuhaida & Kurniawan, 2018b). Kesuburan tanah terdapat mineral, pH tanah standar, serta kelembapan pada tanah(Zuhaida & Kurniawan, 2018). Tanah yang subur akan mendorong pertumbuhan tanaman yang optimal sehingga memberikan produktivitas meningkat(Fitra Yunanda et al., 2023). Menurut (Gulo et al., 2020) tanah yang gembur memberikan benih berkecambah dengan cepat. Sebagaimana pada Al-Quran Allah menurunkan surah Al- A'raf(7) : 58 menggambarkan bahwa Allah menciptakan tanah yang baik sehingga menumbuhkan berbagai tanaman yang memberikan banyak manfaat.

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهٗ بِاِذْنِ رَبِّهٖۚ وَالَّذِيْ خَبُثَ لَا يَخْرُجُ اِلَّا نَكِدًاۗ كَذٰلِكَ نُصَرِّفُ الْاٰيٰتِ لِقَوْمٍ يَّشْكُرُوْنَ ۝٥٨

Artinya : " *Tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur seizin Tuhannya. Adapun tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami jelaskan berulang kali tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.*"

Pada Al-A'raf ayat 58 didasarkan pada tafsir Ibnu Katsir menafsirkan bahwa Allah menciptakan langit dan bumi dan Allah pengendali dan pengatur bumi. Karena ialah pemberi rizky. Sehingga Allah menciptakan tanah yang baik untuk menumbuhkan tumbuh-tumbuhan dengan cepat (Muhammad, 2003). Menurut (Zuhaida & Kurniawan, 2018b) kualitas tanah subur memberikan tanaman tumbuh optimal yang mendukung tanaman tumbuh, salah satunya pada tanaman bayam merah. Bayam merah memiliki banyak manfaat sebagai sumber makanan bagi manusia (Sinambela, 2024). Sehingga perlakuan tumbuh dan perkembangan bayam merah tanpa merusak tanah dengan cara mengurangi pestisida. Dan dapat di ubah

dengan pemaparan medan magnet. Pemaparan medan magnet memberikan kualitas positif bagi tanaman sedangkan penggunaan pestisida menyebabkan pencemaran lingkungan, pestisida dapat merusak tanah, mengubah air menjadi tidak dapat terurai sehingga memberikan dampak buruk bagi bumi (Sinambela, 2024). Sebagai mana yang dijelaskan pada Al-Quran surah Al-Qashash : 77

Allah menurunkan Al-Quran pada surah Al-Qashash : 77 bahwa :

وَابْتَغِ فِيْمَآ اٰتٰىكَ اللّٰهُ الدَّارَ الْاٰخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيْبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَاَحْسِنْ كَمَآ اَحْسَنَ اللّٰهُ اِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِى الْاَرْضِۗ اِنَّ اللّٰهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِيْنَ ٧٧

Artinya : "*Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.*"

Menurut tafsir ibnu katsir, Al-Quran surah Al-Qashash ayat 77 Allah menjelaskan bahwa ayat ini menjelaskan agar selalu berbuat baik sehingga dapat menghasilkan ridho Allah, seorang muslim menunjukkan harus menjaga adab, perbuatan maupun sikap. Ayat ini juga mengingatkan manusia agar selalu menjaga bumi tanpa merugikan orang lain, jika terjadinya kerusakan maka Allah tidak menyukai manusia seperti itu (Hatami, 2025). Jika penggunaan pestisida kimia dapat merusak tanah maupun lingkungan sehingga digunakan medan magnetik alat modern yang dapat meningkatkan fotosintesis tanaman. Menurut (Sefanda et al., 2025) Medan magnetik memberikan dampak positif untuk merangsang pertumbuhan tanaman, meningkatkan tinggi tanaman, pengumpulan biomassa dan mengembangkan akar pada tanaman.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan yang dilakukan mengenai pengaruh medan magnet terhadap bayam merah yang di infeksi patogen *Xanthomonas campestris* dengan mengukur parameter awal perkecambahan, tinggi tanaman, berat tanaman, total kadar klorofil a dan b dan total kadar antosianin dapat disimpulkan bahwa :

1. Perlakuan medan magnetik mampu mengubah sifat air fisika menjadi kimia yang mampu diserap oleh benih sehingga dapat memperbaiki percepatan perkecambahan pada bayam merah. Hasil menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet dapat memberikan perkecambahan secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol.
2. Perlakuan medan magnet memberikan efek baik terhadap produktivitas dan fotosintesis bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris.* Medan magnet dapat meningkatkan asimilat, aktivitas enzim, hormon pertumbuhan, ion dan penyerapan air. Medan magnetik 0,2 mT maupun 0,3 mT. Medan magnet intensitas 0,2 mT mampu hasil optimal dengan frekuensi 50 Hz. Sedangkan medan magnet dengan intensitas 0,3 mT mampu memberikan hasil optimal dengan frekuensi 75 Hz. Paparan medan magnet pengaruh baik menahan infeksi bakteri *Xanthomonas campestris* dibandingkan hasil sampel.
3. Terdapat interaksi antara medan magnet dengan frekuensi. paparan medan magnetik dengan intensitas 0,2 mT maupun 0,3 mT mampu memberikan

kandungan antosianin optimal di bandingkan dengan sampel kontrol. Hasil maksimal total kadar antosianin di dapatkan pada frekuensi 75 Hz pada intensitas 0,2 mT dan hasil maksimum antosianin di dapatkan pada 25 Hz pada intensitas 0,3 mT. Paparan medan magnetik 0,3 mT memberikan hasil optimal lebih baik bagi pertumbuhan dan perkembangan bayam merah, berat basah, total kadar klorofil maupun antosianin menunjukkan pola perubahan bervariasi secara acak hal ini terjadi dikarenakan interaksi antara medan magnet dan frekuensi yang memberikan efek optimal tertentu.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang diberikan adalah

1. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan agar memberikan variasi intensitas medan magnet maupun frekuensi agar memberikan hasil optimal.
2. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan jenis tanaman yang berbeda, agar mengetahui respon setiap tanaman dengan intensitas medan magnet dan frekuensi yang berbeda
3. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengukur parameter selanjutnya seperti kadar Enzim, Protein, Zat Besi, Fosfor, Kandungan vitamin maupun air agar memberikan hasil efek medan magnet yang menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

Adam, D. H. (2015). ANALISIS TOTAL ANTOSIANIN DARI DAUN BAYAM MERAH (Alternanthera Amoena Voss .) BERDASARKAN PENGARUH PENAMBAHAN JENIS ASAM. *Edu Science*, *2*(2), 9–12.

Agustin, O. (2018). *PENGARUH MEDIA TANAM SECARA HIDROPONIK TERHADAP PERTUMBUHAN BAYAM MERAH (Amaranthus tricolor L .)*. UNIVERSITAS SRIWIJAYA.

Al- Zubaidi, N. K. . (2017). Study the Integration of Bio-Resistance and Magnetic Field in the Fight against Disease Rot Seeds and Seedling Death Caused by Two Fungi Fusarium graminiarum and Rhizoctonia solani ... Study the Integration of Bio-Resistance and Magnetic Field in the Figh. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *5*(12), 507–518. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.512.055

Anas, M., Hazmi, A., Haifa, F., Azizah, N., Hajar, S., Ahmad, J., & Al, R. (2024). Kerusakan Alam dan Mitigasi Krisis Lingkungan (Kajian Surat Al-Baqarah Ayat 205-207 dalam Tafsir. *Jurnal Ilmu Al-Qur'an Dan Tafsir Volume*, *4*(1), 75–92.

Andayani, S. (2010). *Penyakit Bakteri Hawar Daun*. Bbpplembang.Bppsdmp.Pertanian.Go.Id. https://bbpplembang.bppsdmp.pertanian.go.id/publikasi-detail/1145

Anggraini, R. (2019). Pengaruh aplikasi beberapa jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam (. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, *1*(1), 10–14.

Ardiansyah, A., Ardianti, R., Pendidikan, N., Fkip, F., Siliwangi, U., Jawa, T., Indonesia, B., Percobaan, A., Kunci, K., Magnet, M., Dalam, L. P., & Nana, M. (2019). Medan magnet. *Academia.Edu*, 1–6.

Arteaga, H., Carolina, A., Silva, D. S., Eduardo, C., Tambelli, C. E. de C., Souto, S., & Costa, E. J. X. (2022). Using pulsed magnetic fields to improve the quality of frozen blueberry : A bio-impedance approach. *Food Science and Technology*, *169*(June), 1–11.

Asril, M. (2022). *Penyakit Tanaman dan Pengendaliannya* (Issue May 2021).

Bayu. (n.d.). KONSEP-KONSEP BENIH. In *TEKNOLOGI BENIH, Tanaman Pangan & Hortikultura* (pp. 1–17).

Bayu, D., Rizky, A., Aeny, T. N., & Maryono, T. (2014). Pengaruh aplikasi bakterisida berbahan aktif asam kloro bromo isosianurik 50% terhadap intensitas penyakit hawar daun bakteri dan produksi pada tanaman padi. *Agrotek Tropika*, *2*(1), 139–143.

Chaiyarak, T., Sinsiri, N., Laosuwan, T., & Khaengkhan, P. (2025). Utilizing electromagnetic fields for enhancing root germination of cassava Kasetsart 50 varieties. *Autralian Journal of Crop Science*, *19*(03), 266–273.

Cheaib, A., & Killiny, N. (2025). Photosynthesis Responses to the Infection with Plant Pathogens. *Journal MPMI*, *38*(1), 9–29.

Datu, M., Fajri, M., Program, M., Pendidikan, S., Program, D., & Fisika, S. (2003). ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) INTENSITAS > 100 μT TERHADAP KELAINAN KONGENITAL BAYI TIKUS PUTIH STAIN WISTAR. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *4*(1), 15–20.

De Souza-Torres, A., Sueiro-Pelegrín, L., Zambrano-Reyes, M., Macías-Socarras, I., González-Posada, M., & García-Fernández, D. (2020). Extremely low frequency non-uniform magnetic fields induce changes in water relations, photosynthesis and tomato plant growth. *International Journal of Radiation Biology*, *96*(7), 951–957. https://doi.org/10.1080/09553002.2020.1748912

Dhawi, F., & Al-khayri, J. M. (2009). Magnetic Fields Induce Changes in Photosynthetic Pigments Content in Date Palm (Phoenix dactylifera L .) Seedlings. *The Open Agriculture Journal*, *3*, 1–5.

Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., Lutfi, M., & Maulidiyah, A. (2019). Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica Juncea L) The Effect of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field Induction on the Growth of Mustard Plants (Brassica Juncea L). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, *7*(1), 8–19.

Dubrow, Z. E., & Bogdanove, A. J. (2020). Genomic insights advance the fight against black rot of crucifers. *Journal of General Plant Pathology*, *June*. https://doi.org/10.1007/s10327-021-00987-x

Emelia, R. W. Y., Prihandono, T., & Sudarti. (2010). APLIKASI MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) 100μT DAN 300μT PADA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT RANTI. *Jurnal Pendidi*, *4*(2), 164–170.

Evseev, P., Tarakanov, R., Vasilyeva, A. A., & Ignatov, A. (2024). Characterisation of New Foxunavirus Phage Murka with the Potential of Xanthomonas campestris pv . campestris Control. *Journal Viruses*, *16*(198), 2–18. https://doi.org/10.3390/v16020198

Fitra Yunanda, I Nyoman Soemeinaboedhy, & I Putu Silawibawa. (2023). Pengaruh Pemberian Berbagai Pupuk Organik Terhadap Sifat Fisik Tanah, Kimia Tanah, Dan Produksi Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.) Di Kecamatan Kediri. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, *1*(3), 294–303. https://doi.org/10.29303/jima.v1i3.2148

Giancoli, D. C. (2001). *PHYSICS* (seventh).

Gulo, Y. S. K., Marpaung, R. G., & Manurung, A. I. (2020). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK NPK MUTIARA DAN BANYAKNYA BIJI PER LUBANG TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KACANG TANAH VARIETAS TASIA I (Arachis hypogaea L.). *Jurnal Darma Agung*, *28*(3), 525. https://doi.org/10.46930/ojsuda.v28i3.813

Handoko, Sudarti, & Handayani, D. R. (2017). ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) PADA BIJI CABAI MERAH BESAR (Capsicum annum . L) TERHADAP

PERTUMBUHAN Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Dosen Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember Program Studi Pendidikan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, *5*(4), 370–377.

Hartini, S., Sholihah, S. M., & Manshur, E. (2019). Pengaruh Konsentrasi Urin Kelinci terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (Amaranthus gangeticus voss). *Jurnal Ilmiah Respati*, *10*(1), 20–27.

Hatami, M. H. (2025). Pendidikan Qur'ani: Kajian Tafsir QS. Al-Qashash Ayat 77 terhadap Nilai dan Prinsip. *AL-Fahmu: Jurnal Ilmu Al-Qur'an Dan Tafsir*, *4*(1), 1–13.

Hendratno, B. (2021). PENGGUNAAN MEDIA JARUM BERGOYANG DALAM MATERI MEDAN MAGNET UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PESERTA DIDIK. *Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik Dan Kependidikan*, *1*(2), 159–167.

Herliafifah, R. (2024). *Kandungan gizi bayam merah*. Hello Sehat.

Irma, W. (2016). PENGARUH PEMBERIAN TIMBAL (Pb) TERHADAP MORFOLOGI DAUN BAYAM (Amaranthus tricolor L.) DALAM SKALA LABORATORIUM. *JURNAL IPTEKS TERAPAN*, *9*(2), 179–184.

Iswardani, F. A. (2023). ANALISIS STUDI LITERATUR PEMANFAATAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK (ELF) BAGI INDUSTRI PERTANIAN. *Jurnal Sains Riset (JSR)*, *13*(1), 15–21.

Jatmiko, A. W., Wandani, C. A., & Istigfarisky, L. W. (2021). PEMERIKSAAN DIAGNOSTIK MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, *23*(01), 28–39. https://doi.org/10.20473/jbp.v23i1.2021.28-39

Jedlička, J., Paulen, O., & Ailer, Š. (2015). Research Of Effect Of Low Frequency Magnetic Field On Germination, Growth And Fruiting Of Field Tomatoes. *Acta Horticulturae et Regiotectuare*, *18*(1), 1–4. https://doi.org/10.1515/ahr-2015-0001

Kamila, A. R., Aulia, H., Ramadhani, M. Z., Yuliasari, P., Rahman, T., & Suwandi, T. (2022). PENGARUH KONSENTRASI HCl DAN PERLAKUAN MEKANIK TERHADAP VIGOR DAN VIABILITAS BIJI PERIA Momordica charantia. *JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, *7*(2), 65–72.

Khalaphallah, R., Hassan, N., & Hassan, M. A. A. (2022). Microbicidal effects of magnetic field and irradiation on plant pathogenic Thielaviopsis paradoxa and Pectobacterium cartovorum. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*, *4*(3), 104–112. https://doi.org/10.21608/svuijas.2022.157684.1227

Kurniawan, Y., & Zulkifli, Z. (2019). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Menggunakan Solenoida Dengan Pemanfaatan Fluks Magnet. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, *2*(1), 9–13. https://doi.org/10.30596/rele.v2i1.3111

Latef, A. A. H. A., Dawood, M. F. A., Hassanpour, H., Rezayian, M., & Younes, N. A. (2020). Impact of the Static Magnetic Field on Growth, Pigments, Osmolytes, Nitric Oxide, Hydrogen Sulfide, Phenylalanine Ammonia-Lyase

Activity, Antioxidant Defense System, and Yield in Lettuce. *Journal Biology*, *9*(172), 1–18.

Maffei, M. E. (2014). Magnetic field effects on plant growth , development , and evolution. *Frontiers in Plant Science*, *5*(September), 1–15. https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00445

Massah, J., Dousti, A., Khazaei, J., & Vaezzadeh, M. (2019). Effects of water magnetic treatment on seed germination and seedling growth of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, *4167*(May), 1–7. https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1617309

Muhammad, D. A. bin bin A. bin I. al-S. (2003). Tafsir Ibnu Katsir jilid 3. In *Tafsir Ibnu Katsir 3.4.pdf* (pp. 1–131). https://ia601307.us.archive.org/0/items/Tafsir_Ibnu_Katsir_Lengkap_114Juz/Tafsir Ibnu Katsir 3.4.pdf

Muslimah, S. A., & Masnilah, R. (2024). Berkala Ilmiah Pertanian Kajian Efektifitas Bacillus Sp dengan Penambahan Pupuk Kompos Study of the Effectiveness of Bacillus sp . with the Addition of Compost Fertilizer in Controlling Black Rot (Xanthomonas campestris) on Cabbage Flowers. *Journal Berkala Ilmiah Pertanian*, *7*(1), 41–52. https://doi.org/10.19184/bip.v7i1.38168

Nafisah, N., Novitasari, E., Nissa'ul, N., Sudarti, S., & Mahmudi, K. (2025). ANALISIS PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET ELF (EXTREMELY LOW FREQUENCY) DALAM PERTUMBUHAN FISIK TANAMAN DI BIDANG Medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) adalah bagian dari gelombang elektromagnetik ELF yang merupakan medan magnet yang memeiliki freku. *Jurnal Agro Indragiri*, *10*(1), 9–16.

Oktawinanta, A., & Suparno. (2018). *PENGARUH INDUKSI MEDAN MAGNET SELENOIDA TERHADAP DAYA SERAP NIKOTIN PADA FILTER ROKOK INFLUENCE OF MAGNET SELENOID FIELD INDUCTION ON NICOTIN ABSORPTION ON Abstrak* (pp. 1–8).

Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., & Purnamaningsih, L. (2014). UJI KADAR ANTOSIANIN DAN HASIL ENAM VARIETAS TANAMAN BAYAM MERAH (Alternanthera amoena Voss) PADA MUSIM HUJAN. *Jurnal Produksi Tanaman*, *3*(1), 2015.

Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., Purnamaningsih, L., Leaf, R., & Merah, B. (2015). UJI KADAR ANTOSIANIN DAN HASIL ENAM VARIETAS TANAMAN BAYAM MERAH (Alternanthera amoena Voss) PADA MUSIM HUJAN TEST ANTHOCYANIN CONTENT AND YIELD OF SIX VARIETIES RED SPINACH (Alternanthera amoena Voss) IN THE RAINY SEASON. *Jurnal Produksi Tanaman*, *3*(1), 22–33.

Prasetyo, A. V. (2020). PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP DIAMETER PERKECAMBAHAN KACANG HIJAU. *Jurnal Fisika*, *5*(1), 66–70.

Purba, Y. S., & Sari, I. P. (2020). *Pengukuran Paparan Dosis Sinar X Sebelum dan Sesudah Pengendalian Pada Proses Pekerjaan Radiologi di RS Islam Jakarta*

Tahun 2020.

Putra, Y., Rusbana, tubagus bathiar, & Dharmesta, livio agung. (2015). PENGARUH MEDAN MAGNET SOLENOIDA DAN PERENDAMAN AIR MAGNETISASI TERHADAP BENIH KACANG KEDELAI (Glicyne max (L) Merril) KADALUARSA VARIETAS TANGGAMUS. *Jurnal Agroekotek*, *7*(2), 153–159.

Putra, Y., Rusbana, T. B., & Anggraeni, W. (2014). PENGARUH KUAT MEDAN MAGNET DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP PERKECAMBAHAN PADI (Oryza sativa L.) KADALUARSA VARIETAS CIHERANG. *Jurnal Agroekotek*, *6*(2), 157–168.

Putri, M. K., Kurnia, S. I., Sudarti, & Mahmudi, K. (2024). STUDY PUSTAKA: PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) DALAM BIDANG PERTANIAN PADA PERTUMBUHAN FISIK TANAMAN. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *8*(1), 59–68.

Rachmania, N., & Ashari, S. (2019). Seleksi Tanaman Bayam Merah (Amaranthus tricolor L .) Lokal Malang Selection of Red Spinach (Amaranthus tricolor L .) of Local Malang. *Jurnal Produksi Tanaman*, *7*(4), 720–727.

Răcuciu, M., & Oancea, S. (2018). Impact of 50 Hz magnetic field on the content of polyphenolic compounds from blackberries. *Bulgarian Chemical Communications*, *50*(3), 393–397.

Radhakrishnan, R. (2019). Magnetic field regulates plant functions , growth and enhances tolerance against environmental stresses. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *25*(5), 1107–1119. https://doi.org/10.1007/s12298-019-00699-9

Radhakrishnan, R., Diana, B., & Kumari, R. (2012). Plant Physiology and Biochemistry Pulsed magnetic fi eld : A contemporary approach offers to enhance plant growth and yield of soybean. *Plant Physiology et Biochemistry*, *51*(Februari), 139–144. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.10.017

Rahayu, F., Tama, R., & Agus, A. (2022). APPLICATION OF CERTAINTY FACTOR METHOD FOR ANALYSIS OF PESTS AND DISEASES OF SPINACH PLANTS AT THE AGRICULTURAL OFFICE PENERAPAN METODE CERTAINTY FACTOR UNTUK ANALISA HAMA DAN. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, *3*(4), 1061–1068.

Ramadhani, P. I., & Prihandono, T. (2022). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, *7*(1), 12–16.

Ramdan, S. R. K., & Alviansyah, A. (2024). Penetapan Kadar Antosianin Ekstrak Etanol Bunga Telang (Clitoria ternatea) dengan Metode Differensial pH. *Pharmacy Genius*, *3*(01), 1–6. https://doi.org/10.56359/pharmgen.v3i01.306

Rasyidi, A. F., Sulistiani, R., & Jalani, S. I. Bin. (2024). Kadar Klorofil Daun Bibit Kelor (Moringa oleifera L .) pada Berbagai Dosis Kompos. *Journal Agrium*, *27*(1), 32–43.

Rochalska, M., & Orzeszko-Rywka, A. (2005). Magnetic field treatment improves seed performance. *Seed Science and Technology*, *33*(3), 669–674. https://doi.org/10.15258/sst.2005.33.3.14

Rodhiyah, Q., Ajeng, S. R., & Khasanah, niswatul ulfa. (2022). *The Effect of Magnetic Field Exposure on The Growth of Green and Red Spinach Plants*. *1*, 157–161.

Sagita, E. R., & Rahayu, Y. S. (2021). Invigorasi Benih Bayam (Amaranthus sp .) Dengan Ekstrak Akar Eceng Gondok Invigoration of Spinach Seeds (Amaranthus sp .) with Water Hyacinth Root Extract. *Journal LenteraBio*, *11*(2), 326–340.

Saidi, I. A., Azara, R., & Yanti, E. (2021). *Buku Ajar Pasca Panen dan Pengolahan Sayuran Daun*.

Saletnik, B., Saletnik, A., Słysz, E., Zaguła, G., Bajcar, M., Sarna, A. P., & Puchalski, C. (2022). The Static Magnetic Field Regulates the Structure, Biochemical Activity, and Gene Expression of Plants. *Journal Molecules*, *27*, 1–30.

Saletnik, B., Zaguła, G., Saletnik, A., Bajcar, M., Słysz, E., & Puchalski, C. (2022). Effect of Magnetic and Electrical Fields on Yield, Shelf Life and Quality of Fruits. *Applied Sciences (Switzerland)*, *12*(6), 1–22. https://doi.org/10.3390/app12063183

Salsabila, A. Z. (2023). *KARAKTER BIOKIMIA EKOENZIM DARI KULIT PISANG KEPOK MANADO (Musa paradisiaca var. formatypica) MUDA dan DAYA HAMBATNYA PADA Fusarium sp. dan Xanthomonas campestris*.

Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Santos, L. O., Menegatti, R. D., Jain, M., Ihtisham, M., & Liu, S. (2020). Magnetic Field (MF) Applications in Plants: An Overview. *Journal Plants*, *9*, 2–17.

Sefanda, S. K., Nafilla, V. Z., Anggara, P., Sudarti, S., & Kendid, K. (2025). EKSPLORASI POTENSI MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SEBAGAI. *Jurnal Agro Indragiri*, *10*(1), 1–8.

Serdyukov, Y. A., & Novitskii, Y. I. (2013). Impact of Weak Permanent Magnetic Field on Antioxidant Enzyme Activities in Radish Seedlings. *Journal of Plant Physiology*, *60*(1), 69–76. https://doi.org/10.1134/S1021443713010068

Setiyono, Dwiharjo, D., & Arum, A. P. (2022). Application of Magnetic Field in NFT Hydroponic Systems to Growth and Production of Mustard. *Journal Argosains*, *24*(1), 6–11.

Shabrangy, A., Shabrangy, A., & Majd, A. (2018). Effect of Magnetic Fields on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants Effect of Magnetic Fields on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants Effect of Magnetic Fields on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants. *PIERS Proceedings*, *September*, 1142–1147.

Sinambela, B. R. (2024). DAMPAK PENGGUNAAN PESTISIDA DALAM KEGIATAN PERTANIAN TERHADAP LINGKUNGAN HIDUP DAN

KESEHATAN. *Bilker Roensis*, *8*(2), 178–187.

Soraya, A. (2020). KELISTRIKMAGNETAN. *Journal Stain Madina*, 1–10.

Statistik, B. P. (2023). *Produksi Tanaman Sayuran*. Bps.Go.Id.

Subagya, M. R., Herlia, N. F., Rohmah, I. A., Lestari, A., Mahmudi, K., Kusuma, F., & Anggraeni, A. (2024). KAJIAN PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET PADA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT. *Journal Pendidikan Fisika*, *8*(2), 266–274.

Suhara, C. (2006). *MENGENAL PENYAKIT WIJEN DAN PENGENDALIANNYA*.

Suhardi, Budi, W. S., & Anam, C. (2013). Upaya peningkatan kualitas citra mri dengan pemberian media kontras. *Journal Berkala Fisika*, *16*(1), 9–14.

Sukardi, S., Kiswaya, S. M., & Pranowo, D. (2018). Antosianin Ekstrak Ubi Jalar Ungu Kering untuk Donor Elektron Sel Surya Pewarna Tersensitisasi (SSPT). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, *7*(3), 133–142.

Susilawati. (2015). PENGARUH RADIASI NEUTRON TERHADAP WAKTU RELAKSASI SPIN- KISI (T1) PADA POLIMER POLIVINIL KLORIDA (PVC) DENGAN SPEKTROSKOPI NMR PULSA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, *I*(1), 67–76.

Tirono, M., & Hananto, F. S. (2022). *APLIKASI MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) UNTUK MEMPERCEPAT PERTUMBUHAN DAN MENINGKATKAN BUAH TANAMAN KEDELAI (Glycine max L. Merril)*.

Tirono, M., Hananto, F. S., & Aini, V. Q. (2021). An Effective Dose of Magnetic Field to Increase Sesame Plant Growth and Its Resistance to Fusarium oxysporum Wilt. *International Journal Of Design & Nature and Ecodynamics*, *16*(3), 285–291.

Tirono, M., & Mulyono, A. (2023). Current Research in Nutrition and Food Science Increase of Anthocyanin , Vitamin C , and Flavonoid Content in Red Lettuce (Lactuca Sativa L .) using Alternating Magnetic Field Exposure. *Journal Current Research in Nutrition and Food Science*, *11*(3), 1143–1152.

Ulgen, C., Yildirim, A. B., Sahin, G., & Turker, A. U. (2021). Do magnetic field applications affect in vitro regeneration, growth, phenolic profiles, antioxidant potential and defense enzyme activities (SOD, CAT and PAL) in lemon balm (Melissa officinalis L.)? *Industrial Crops and Products*, *169*(February), 113624. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113624

Ureta-Leones, D., García-Quintana, Y., Vega-Rosete, S., Pérez-Morell, L., Bravo-Medina, C. A., & Arteaga-Crespo, Y. (2021). Effect of pre-germination treatment with direct magnetic field exposure: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Forest Research*, *140*(5), 1029–1038. https://doi.org/10.1007/s10342-021-01400-0

Vicente, J. G., & Holub, E. B. (2013). Xanthomonas campestris pv. campestris (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops. *Journal MOLECULAR PLANT PATHOLOGY*, *14*(1), 2–18. https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00833.x

Wright, C., Morris, D. M., Baker, P. N., Crocker, I. P., Gowland, P. A., Parker, G. J., & Sibley, C. P. (2011). Magnetic resonance imaging relaxation time measurements of the placenta at 1 . 5 T. *Placenta*, *32*(12), 1010–1015. https://doi.org/10.1016/j.placenta.2011.07.008

Wu, L., Han, Y., Zhang, Q., & Zhao, S. (2019). Effect of external electric field on nanobubbles at the surface of hydrophobic particles during air flotation. *RSC Advances*, 1792–1798. https://doi.org/10.1039/c8ra08935c

Yalç, S., & Erdem, G. (2012). Biological effects of electromagnetic fields. *Journal of Biotechnology*, *11*(17), 3933–3941. https://doi.org/10.5897/AJB11.3308

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2003). *FISIKA UNIVERSITAS* (Edisi kese).

Yuniarta, E., Sudarti, & Anggraeni, F. K. A. (2022). Analisis Ketahanan Fisik Jamur Tiram oleh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Intensitas 600 μT dan 900 μT. *Jurnal Fisika Unand(JFU)*, *11*(3), 299–305.

Yusidah, I., & Nurirhani, P. (2022). Respon Ketahanan Tanaman Bayam Merah dengan Induser Limbah Media Tanam Jamur Merang terhadap Serangan P . xylostella (Response of Red Spinach Plants Resistance by Inducer Spent Mushroom Substrate of Straw to P . xylostella Attack). *Agricultural Journal*, *5*(3), 616–624.

Zuhaida, A., & Kurniawan, W. (2018a). DESKRIPSI SAINTIFIK PENGARUH TANAH PADA PERTUMBUHAN. *Journal of Natural Science Teaching*, *01*(02), 61–69.

Zuhaida, A., & Kurniawan, W. (2018b). Deskripsi Saintifik Pengaruh Tanah Pada Pertumbuhan Tanaman. *Journal of Natural Science Teaching*, *1*(2), 61–69.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian

Data Hasil Penelitian

1. Data Awal Perkecambahan
   a. Kerapatan 0,2 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	Fluks magnet kerapatan 0.2 mT.					Rata-Rata	Standar Deviasi
	Awal Perkecambahan (jam)						
Kontrol	48	24	48	48	48	43,2	10,733
Kontrol	24	48	48	48	48	43,2	10,733
25	24	24	24	48	24	28,8	10,733
50	24	24	24	24	24	24	0
75	24	24	24	24	24	24	0
100	24	24	24	24	24	24	0

   b. Kerapatan 0,3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	fluks magnet kerapatan 0.3 mT.					Rata-Rata	Standar Deviasi
	Awal Perkecambahan (Jam)						
Kontrol	24	48	48	48	48	43,2	10,733
Kontrol	48	48	48	48	24	43,2	10,733
25	24	24	48	48	24	33,6	13,145
50	24	24	24	24	24	24	0
75	24	24	24	24	24	24	0
100	24	24	24	24	24	24	0

2. Data Tinggi Batang Bayam merah yang diinfeksi patogen *Xanthmonas campestris.*

   a. Kerapatan 0,2 mT
   Minggu ke-1

Variasi 0.2 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	5,2	4,4	5,6	4,6	5,9	5,14	0,639
Kontrol Infeksi	4	5,1	5,5	4,6	4,5	4,74	0,577
25	8,5	8,3	9,9	9,3	9,7	9,14	0,713
50	10	9,6	10	10,5	10,3	10,08	0,342
75	8,6	7,8	10	8,8	8,9	8,82	0,789
100	7	8,6	7,8	8,1	8,8	8,06	0,713

Minggu ke-2

Variasi 0.2 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	9,4	9,5	10,8	10,5	11,3	10,3	0,828
Kontrol Infeksi	9,7	10,2	9,5	9,2	10,8	9,88	0,630
25	13,4	12,7	14,5	14,7	13,8	13,82	0,817
50	15,5	13,6	15,8	14,6	15,3	14,96	0,879
75	11,5	12,3	11,4	10,9	11,7	11,56	0,508
100	11,3	12,6	9,7	11,8	11,5	11,38	1,061

Minggu ke-3

Variasi 0.2 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	13,8	13,2	14,2	12,9	15,8	13,98	1,137
Kontrol Infeksi	14,4	11,9	12,7	12,5	15,8	13,46	1,604
25	21,8	19,7	22,2	22,4	24,7	22,16	1,781
50	21,7	25,5	27,2	26,8	21,8	24,6	2,677
75	19,3	19,1	15,6	15,7	18,7	17,68	1,866
100	17,5	16,8	19,6	14,9	16,3	17,02	1,728

Minggu ke-4

Variasi 0.2 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	18,3	19	20,2	19,5	20,7	19,54	0,950
Kontrol Infeksi	20	19,8	20,1	19,4	18,3	19,52	0,733
25	26,6	26,9	27,4	24	26	26,18	1,319
50	25,3	27,3	30,4	29,7	28,7	28,28	2,033
75	23,5	21,2	22,5	23,8	25,8	23,36	1,701
100	23,4	21,8	20,9	24,7	22,9	22,74	1,464

Minggu ke-5

Variasi 0.2 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	22,6	23	23,8	21,5	24,9	23,16	1,278
Kontrol Infeksi	24,7	22,7	23,1	24,2	21,2	23,18	1,370
25	31,8	32,3	31,6	30,8	35,3	32,36	1,730
50	33,4	31,7	34,3	35,8	34,2	33,88	1,496
75	24,7	25,6	26	27,2	27,7	26,24	1,214
100	23,4	26	24,3	28,7	27,3	25,94	2,157

Minggu ke-6 (setelah infeksi patogen *Xanthomonas campestris*)

Variasi 0.2 mT	Ulangan-ke					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	27,8	29,4	27,6	26,7	30	28,3	1,360
Kontrol Infeksi	24,7	22,9	23,5	24,2	21,2	23,3	1,358
25	33,2	35,4	31,6	32	36,4	33,72	2,105
50	37,6	31	38,8	39	37,8	36,84	3,321
75	26	27	28,6	29,3	30,4	28,26	1,766
100	25,5	27,7	25,8	28,9	29	27,38	1,663

b. Kerapatan 0,3 mT

Minggu ke-1

Variasi 0.3 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	4,5	5,5	4	4,2	3,7	4,38	0,691
Kontrol Infeksi	5,3	4,9	4,2	3,8	4	4,44	0,634
25	6,4	7,8	8,3	8,5	9,8	8,16	1,230
50	8,2	7,6	8,4	10,6	9,3	8,82	1,167
75	10,7	8,5	10,8	8,9	9,2	9,62	1,062
100	7,7	8,3	7	6,8	8,1	7,58	0,661

Minggu ke-2

Variasi 0.3 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	8,3	10,5	8,2	9,1	8,2	8,86	0,991
Kontrol Infeksi	10,3	8,6	8,7	7,6	9,4	8,92	1,003
25	10,6	10,9	11,3	11,8	10,7	11,06	0,493
50	12,9	12,5	11,5	11	13,1	12,2	0,911
75	14,8	12,9	15,5	13,8	12,7	13,94	1,205
100	10,3	10,9	9,8	10,2	10,9	10,42	0,476

Minggu ke-3

Variasi 0.3 mT	Ulangna ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	14,2	13	12,8	14,4	12,9	13,46	0,773
Kontrol Infeksi	14,7	13,7	14,2	11,6	12,9	13,42	1,215
25	15,6	15,5	16,8	17,2	16,6	16,34	0,754
50	16,9	17,2	16,7	18,4	17	17,24	0,673
75	20,9	17,4	20,7	19,4	17,2	19,12	1,760
100	14,7	14,9	13,7	16,9	15,3	15,1	1,166

Minggu ke-4

Variasi 0.3 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		

Kontrol non Infeksi	19,4	18,1	16,7	19,7	17,5	18,28	1,132
Kontrol Infeksi	19,8	16,9	19,5	17,9	18,3	18,48	1,063
25	20,7	21,2	24,1	22,5	21,4	21,98	1,212
50	23,8	24,3	22,9	25,8	24,7	24,3	0,961
75	26,7	24,9	27,9	27,2	24,8	26,3	1,244
100	19,4	20	19,8	23,3	22,3	20,96	1,547

Minggu ke-5

Variasi 0.3 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	25,6	22,3	19,8	24,2	20,7	22,52	2,401
Kontrol Infeksi	24,4	19,6	20,9	21,9	22,5	21,86	1,795
25	25	27	33,8	28,1	26,3	28,04	3,411
50	28,9	27,4	25,7	30,7	34,4	29,42	3,340
75	29,6	26,2	36,3	35	28,4	31,1	4,353
100	23,4	25,5	25,9	28,3	29,7	26,56	2,471

Minggu ke-6 (setelah infeksi patogen *Xanthomonas campestris*)

Variasi 0.3 mT	Ulangan ke-					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	29,7	27,5	26,4	28,2	27,8	27,92	1,199
Kontrol Infeksi	24,8	20,13	21,2	22,2	22,9	22,246	1,769
25	31,7	29,6	32,8	31,2	35	32,06	2,006
50	33,7	32,8	31,2	33,9	33,6	33,04	1,110
75	33,2	35,7	37,6	38,4	34,1	35,8	2,216
100	30,5	30,8	29,6	30,9	31	30,56	0,568

3. Data Berat Basah Bayam Merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*

a. Kerapatan 0,2 mT

Variasi 0.2 mT	perulangan					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	9,75	7,61	7,89	7,81	8,75	8,362	0,890
Kontrol Infeksi	7,63	5,67	5,72	6,83	5,76	6,322	0,877
25	20,11	22,08	24,71	23,67	25,84	23,282	10,152
50	21,39	23,13	26,87	23,64	25,02	24,01	10,011
75	16,22	15,55	14,42	15,31	14,89	15,278	1,698
100	8,65	11,51	11,31	9,7	12,3	10,694	3,182

b. Kerapatan 0,3 mT

Variasi 0.3 mT	perulangan					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	8,54	10,58	9,62	7,60	9,17	9,102	1,121

Kontrol Infeksi	8,26	5,72	7,13	6,65	4,67	6,486	1,367
25	20,12	20,03	19,06	19,62	18,97	19,56	6,143
50	19,03	22,1	21,7	19,83	18,91	20,314	4,521
75	26,53	23,40	22,26	26,13	23,35	24,334	13,644
100	15,23	14,39	16,13	14,71	17,65	15,622	1,310

4. Data Total Kadar Klorofil Bayam Merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris*

a. Kerapatan 0,2 mT

Nilai kadar klorofil a

Frekuensi medan magnet (Hz)	Perulangan					Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	2,189	1,809	2,090	2,208	1,983	2,056	0,165
Kontrol Infeksi	1,211	1,261	1,154	1,232	1,175	1,206	0,043
25	2,799	3,210	2,865	3,043	2,747	2,933	0,191
50	3,544	3,252	3,214	3,530	3,270	3,362	0,161
75	2,458	2,643	2,555	2,444	2,594	2,539	0,086
100	2,352	2,525	2,455	2,447	2,447	2,445	0,062

Nilai kadar klorofil b

Frekuensi medan magnet (Hz)	Perulangan					Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	1,428	1,458	1,552	1,684	1,635	1,552	0,110
Kontrol Infeksi	0,452	0,850	0,933	0,685	0,138	0,611	0,323
25	2,036	2,147	2,603	2,120	2,471	2,276	0,247
50	3,755	2,833	2,737	3,146	3,505	3,195	0,434
75	2,139	1,809	2,038	2,057	1,914	1,991	0,130
100	1,806	1,677	1,856	1,618	1,815	1,754	0,101

b. Kerapatan 0,3 mT

Nilai kadar klorofil a

Frekuensi medan magnet (Hz)	Perulangan					Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	2,219	1,913	1,855	2,107	1,960	2,011	0,133
Kontrol Infeksi	1,306	1,441	1,384	1,402	1,424	1,392	0,047
25	2,410	2,549	2,274	2,519	2,503	2,451	0,100
50	2,649	2,701	2,806	3,206	3,048	2,882	0,212
75	3,174	3,978	3,741	3,041	3,560	3,499	0,348
100	2,360	2,127	2,425	2,225	2,232	2,274	0,106

Nilai kadar klorofil b

Frekuensi medan magnet (Hz)	Perulangan					Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	1,483	1,398	1,376	1,612	1,622	1,498	0,103
Kontrol Infeksi	0,877	1,178	1,352	0,995	1,118	1,104	0,162
25	2,135	2,194	2,470	2,139	2,583	2,304	0,186

50	2,792	2,970	3,107	2,499	2,908	2,855	0,205
75	3,497	2,960	3,529	3,173	3,311	3,294	0,211
100	1,738	1,648	1,801	1,743	1,894	1,765	0,081

5. Data Total Kadar Antosianin Bayam Merah yang diinfeksi patogen *Xanthomonas campestris.*
   a. Kerapatan 0,2 mT
      Jumlah Kadar antosianin

Frekuensi medan magnet (Hz)	HASIL ANTOSIANIN (ppm)					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	2,901	2,117	2,296	2,670	2,296	2,456	0,320
Kontrol Infeksi	0,255	0,172	0,177	0,372	0,271	0,249	0,082
25	3,544	2,159	2,219	2,278	2,386	2,517	0,580
50	2,149	3,280	3,759	3,577	2,810	3,115	0,648
75	6,063	5,220	6,534	5,481	5,011	5,662	0,627
100	4,053	3,789	4,260	3,549	3,351	3,800	0,367

   b. Kerapatan 0,3 mT
      Jumlah Kadar antosianin

Frekuensi medan magnet (Hz)	HASIL ANTOSIANIN (ppm)					Rata-Rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Kontrol non Infeksi	3,051	2,794	2,597	3,263	3,255	2,992	0,292
Kontrol Infeksi	0,493	0,245	0,402	0,319	0,426	0,377	0,096
25	5,184	5,417	6,219	6,443	5,920	5,837	0,810
50	3,670	4,287	3,705	3,794	3,870	3,865	0,819
75	3,786	4,034	3,826	3,933	3,747	3,765	0,117
100	5,349	4,414	4,918	4,674	5,005	4,872	0,352

Lampiran 2 Data Uji SPSS

Data Uji SPSS (One Way Anova, Normalitas, DMRT)

1. Muncul perkecambahan
   a. Intensitas Kerapatan 0,2 mT dan 0,3 mT

ANOVA

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kerapatan1	Between Groups	3,900	5	,780	7,800	,000
	Within Groups	2,400	24	,100		
	Total	6,300	29			
kerapatan2	Between Groups	3,867	5	,773	6,629	,001
	Within Groups	2,800	24	,117		
	Total	6,667	29			

DMRT 0,2 mT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

awal_berkecambah

Duncan[a]

frekuensi	N	Subset for alpha = 0.05 1	2
3	5	4,8900	
4	5	4,8900	
5	5	4,8900	
6	5	4,8900	
1	5		6,5220
2	5		6,5220
Sig.		1,000	1,000

DMRT 0,3 mT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Awal_perkecambahan

Duncan[a]

Frekuensi	N	Subset for alpha = 0.05 1	2
4	5	4,8900	
5	5	4,8900	
6	5	4,8900	
3	5	5,7060	5,7060
1	5		6,5220
2	5		6,5220
Sig.		,102	,092

TRANSFORMASI AKAR 0,2 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	fluks magnet kerapatan 0.2 mT				
Kontrol non infeksi	6,93	4,89	6,93	6,93	6,93
Kontrol	4,89	6,93	6,93	6,93	6,93
25	4,89	4,89	4,89	6,93	4,89
50	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
75	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
100	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89

TRANSFORMASI AKAR 0,3 mT

Variasi Frekuensi (Hz)	fluks magnet kerapatan 0.3 mT				
Kontrol non infeksi	4,89	6,93	6,93	6,93	6,93
Kontrol	6,93	6,93	6,93	6,93	4,89
25	4,89	4,89	6,93	6,93	4,89
50	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
75	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
100	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89

2. Tinggi Batang Tanaman
   a. Intensitas Kerapatan 0,2 mT
   Minggu pertama

ANOVA

Oneway

ANOVA

tinggi_tanaman

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	122,146	5	24,429	58,724	,000
Within Groups	9,984	24	,416		
Total	132,130	29			

NORMALITAS

[DataSet0]

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		tinggi_tanaman	frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	7,663	3,50
	Std. Deviation	2,1345	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,159	,139
	Positive	,133	,139
	Negative	-,159	-,139
Test Statistic		,159	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,052[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Homogeneous Subsets

tinggi_tanaman

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
frequency	N	1	2	3	4
2	5	4,740			
1	5	5,140			
6	5		8,060		
5	5		8,820	8,820	
3	5			9,140	
4	5				10,080
Sig.		,337	,075	,440	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-2

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_tanaman

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	97,654	5	19,531	25,829	,000
Within Groups	18,148	24	,756		
Total	115,802	29			

Post Hoc Tests

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_tanaman	frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	11,983	3,50
	Std. Deviation	1,9983	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,137	,139
	Positive	,137	,139
	Negative	-,096	-,139
Test Statistic		,137	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,160[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_tanaman

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
frequency	N	1	2	3	4
2	5	9,880			
1	5	10,300	10,300		
6	5		11,380	11,380	
5	5			11,560	
3	5				14,120
4	5				14,660
Sig.		,453	,061	,746	,336

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-3

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	492,827	5	98,565	28,608	,000
Within Groups	82,688	24	3,445		
Total	575,515	29			

Post Hoc Tests

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	18,150	3,50
	Std. Deviation	4,4548	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,134	,139
	Positive	,134	,139
	Negative	-,087	-,139
Test Statistic		,134	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,176[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2	5	13,460			
1	5	13,980			
6	5		17,020		
5	5		17,680		
3	5			22,160	
4	5				24,600
Sig.		,662	,579	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-4

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	288,775	5	57,755	24,907	,000
Within Groups	55,652	24	2,319		
Total	344,427	29			

NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	23,190	3,50
	Std. Deviation	3,4463	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,118	,139
	Positive	,118	,139
	Negative	-,078	-,139
Test Statistic		,118	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	5	19,520		
1	5	19,540		
6	5		22,740	
5	5		23,300	
3	5			26,180
4	5			27,860
Sig.		,984	,566	,094

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-5

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	465,955	5	93,191	42,925	,000
Within Groups	52,104	24	2,171		
Total	518,059	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	27,193	3,50
	Std. Deviation	4,2266	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,144	,139
	Positive	,144	,139
	Negative	-,130	-,139
Test Statistic		,144	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,111[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Frequency	N	1	2	3
1	5	23,160		
2	5	23,180		
6	5		25,740	
5	5		26,040	
3	5			31,960
4	5			33,080
Sig.		,983	,750	,241

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-6

ANOVA

Oneway

[DataSet3] D:\SEMESTER 7\SPSS ISI BAB 4\tinggi_bayam_M6(0.2mT).sav

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	950,007	5	190,001	10,142	,000
Within Groups	449,600	24	18,733		
Total	1399,607	29			

NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	28,833	3,50
	Std. Deviation	6,9471	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,149	,139
	Positive	,091	,139
	Negative	-,149	-,139
Test Statistic		,149	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,087[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Frequency	N	1	2	3	4
2	5	18,900			
6	5		27,380		
5	5		27,860	27,860	
1	5		28,300	28,300	
3	5			33,720	33,720
4	5				36,840
Sig.		1,000	,755	,053	,266

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

b. Intensitas Kerapatan 0,3 mT

Minggu pertama

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Tanaman

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	125,551	5	25,110	28,325	,000
Within Groups	21,276	24	,887		
Total	146,827	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Tanaman	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	7,167	3,50
	Std. Deviation	2,2501	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,143	,139
	Positive	,115	,139
	Negative	-,143	-,139
Test Statistic		,143	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,120[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Tanaman

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	5	4,380		
2	5	4,440		
6	5		7,580	
3	5		8,160	
4	5		8,820	8,820
5	5			9,620
Sig.		,921	,059	,192

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-2

ANOVA

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	96,348	5	19,270	24,376	,000
Within Groups	18,972	24	,791		
Total	115,320	29			

NORMALITAS

NPar Tests

[DataSet1]

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	10,900	3,50
	Std. Deviation	1,9941	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,113	,139
	Positive	,113	,139
	Negative	-,063	-,139
Test Statistic		,113	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	5	8,860			
2	5	8,920			
6	5		10,420		
3	5		11,060	11,060	
4	5			12,200	
5	5				13,940
Sig.		,916	,266	,054	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-3

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	125,076	5	25,015	19,872	,000
Within Groups	30,212	24	1,259		
Total	155,288	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	15,780	3,50
	Std. Deviation	2,3140	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,109	,139
	Positive	,109	,139
	Negative	-,105	-,139
Test Statistic		,109	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Frequency	N	1	2	3	4
2	5	13,420			
1	5	13,460			
6	5		15,100		
3	5		16,340	16,340	
4	5			17,240	
5	5				19,120
Sig.		,956	,093	,217	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-4

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	253,046	5	50,609	27,772	,000
Within Groups	43,736	24	1,822		
Total	296,782	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	21,717	3,50
	Std. Deviation	3,1990	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,138	,139
	Positive	,138	,139
	Negative	-,076	-,139
Test Statistic		,138	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,153[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Frequency	N	1	2	3	4
1	5	18,280			
2	5	18,480			
6	5		20,960		
3	5		21,980		
4	5			24,300	
5	5				26,300
Sig.		,817	,244	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Minggu ke-5

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_Bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	322,231	5	64,446	6,571	,001
Within Groups	235,396	24	9,808		
Total	557,627	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_Bayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	26,690	3,50
	Std. Deviation	4,3850	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,102	,139
	Positive	,102	,139
	Negative	-,081	-,139
Test Statistic		,102	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Homogeneous Subsets

Tinggi_Bayam

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	5	22,460		
1	5	22,520		
6	5	26,560	26,560	
3	5		28,040	28,040
4	5		29,400	29,400
5	5			31,160
Sig.		,061	,188	,149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Minggu ke-6

ANOVA

Oneway

ANOVA

Tinggi_bayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	480,594	5	96,119	40,147	,000
Within Groups	57,460	24	2,394		
Total	538,054	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi_bayam	frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	30,443	3,50
	Std. Deviation	4,3074	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,122	,139
	Positive	,068	,139
	Negative	-,122	-,139
Test Statistic		,122	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Homogeneous Subsets

Tinggi_bayam

Duncan[a]

frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	23,240				
1	5		27,960			
6	5			30,560		
3	5			32,060	32,060	
4	5				33,040	
5	5					35,800
Sig.		1,000	1,000	,138	,327	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

3. Berat Batang
   a. Intensitas Kerapatan 0,2 mT

ANOVA

Oneway

ANOVA

BeratTanamanBayam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1435,297	5	287,059	127,354	,000
Within Groups	54,097	24	2,254		
Total	1489,394	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BeratTanamanBayam	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	14,6513	3,50
	Std. Deviation	8,92477	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,157	,139
	Positive	,137	,139
	Negative	-,157	-,139
Test Statistic		,157	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,057[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

BeratTanamanBayam

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	6,3220				
1	5		8,3620			
6	5			10,6940		
5	5				15,2780	
3	5					23,2820
4	5					24,0100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	,451

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

b. Intensitas Kerapatan 0,3 mT

ANOVA

Oneway

ANOVA

BeratTanaman

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1193,831	5	238,766	120,709	,000
Within Groups	47,473	24	1,978		
Total	1241,304	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BeratTanaman	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	16,0363	3,50
	Std. Deviation	8,75419	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,099	,139
	Positive	,099	,139
	Negative	-,097	-,139
Test Statistic		,099	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

BeratTanaman

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	6,4860				
1	5		9,1020			
6	5			15,6220		
3	5				19,5600	
4	5				20,2960	
5	5					24,3340
Sig.		1,000	1,000	1,000	,416	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

4. Kadar Klorofil

a. Intensitas Kerapatan 0,2 mT

Klorofil A

ANOVA

ANOVA

Klorofil_A

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13,865	5	2,773	163,477	,000
Within Groups	,407	24	,017		
Total	14,272	29			

NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Klorofil_A	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	2,42323	3,50
	Std. Deviation	,701529	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,145	,139
	Positive	,118	,139
	Negative	-,145	-,139
Test Statistic		,145	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,107[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Homogeneous Subsets

Klorofil_A

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	1,20660				
1	5		2,05280			
6	5			2,44580		
5	5			2,53880		
3	5				2,93320	
4	5					3,36220
Sig.		1,000	1,000	,270	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Klorofil B

ANOVA

Oneway

ANOVA

Klorofil_B

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18,154	5	3,631	55,503	,000
Within Groups	1,570	24	,065		
Total	19,724	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Klorofil_B	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	1,89670	3,50
	Std. Deviation	,824710	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,147	,139
	Positive	,147	,139
	Negative	-,118	-,139
Test Statistic		,147	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,095[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Homogeneous Subsets

Klorofil_B

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	,61120				
1	5		1,55180			
6	5		1,75460	1,75460		
5	5			1,99160	1,99160	
3	5				2,27560	
4	5					3,19540
Sig.		1,000	,222	,156	,092	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

b. Intensitas Kerapatan 0,3 mT

Klorofil A

ANOVA

Oneway

ANOVA

Klorofil_A

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13,122	5	2,624	60,576	,000
Within Groups	1,040	24	,043		
Total	14,162	29			

NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Klorofil_A	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	2,41790	3,50
	Std. Deviation	,698812	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,092	,139
	Positive	,092	,139
	Negative	-,062	-,139
Test Statistic		,092	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Klorofil_A

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	1,39140				
1	5		2,01080			
6	5		2,27380	2,27380		
3	5			2,45100		
4	5				2,88180	
5	5					3,49860
Sig.		1,000	,057	,191	1,000	1,000

Klorofil B

ANOVA

Oneway

ANOVA

Klorofil_B

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17,056	5	3,411	98,000	,000
Within Groups	,835	24	,035		
Total	17,892	29			

NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Klorofil_B	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	2,14833	3,50
	Std. Deviation	,785465	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,137	,139
	Positive	,137	,139
	Negative	-,100	-,139
Test Statistic		,137	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,154[c]	,142[c]

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Klorofil_B

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	1,10400				
1	5		1,56780			
6	5		1,76480			
3	5			2,30420		
4	5				2,85520	
5	5					3,29400
Sig.		1,000	,108	1,000	1,000	1,000

5. Kadar Antosianin
   a. Intensitas Kerapatan 0,2 mT

ANOVA

Oneway

ANOVA

Kadar_Antosianin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	79,328	5	15,866	67,297	,000
Within Groups	5,658	24	,236		
Total	84,986	29			

NORMALITAS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kadar_Antosianin	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	2,95957	3,50
	Std. Deviation	1,711888	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,145	,139
	Positive	,101	,139
	Negative	-,145	-,139
Test Statistic		,145	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,110[c]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

DMRT

Homogeneous Subsets

Kadar_Antosianin

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2	5	,24920			
1	5		2,45060		
3	5		2,48100		
4	5		3,11500		
6	5			3,80000	
5	5				5,66160
Sig.		1,000	,050	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

b. Intensitas Kerapatan 0,3 mT

ANOVA

Oneway

ANOVA

Kadar_Antosianin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	87,241	5	17,448	55,887	,000
Within Groups	7,493	24	,312		
Total	94,733	29			

NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kadar_Antosianin	Frequency
N		30	30
Normal Parameters[a,b]	Mean	3,59457	3,50
	Std. Deviation	1,807393	1,737
Most Extreme Differences	Absolute	,125	,139
	Positive	,124	,139
	Negative	-,125	-,139
Test Statistic		,125	,139
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200[c,d]	,142[c]

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance.

DMRT

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Kadar_Antosianin

Duncan[a]

Frequency	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	5	,37700				
1	5		2,99200			
5	5		3,62460	3,62460		
4	5			3,86540		
6	5				4,87180	
3	5					5,83660
Sig.		1,000	,086	,502	1,000	1,000

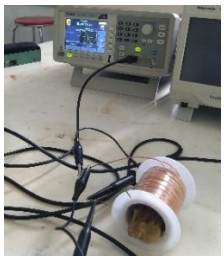
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

LAMPIRAN 3

Visualisasi penelitian

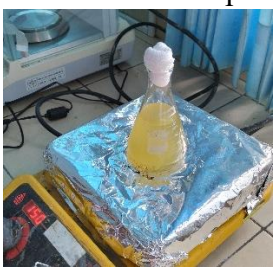
1. Pemaparan medan magnet 0,2 mT dan 0,3 mT
   a. 0,2 mT

Lampiran 3 Gambar Penelitian

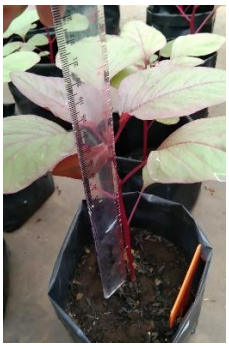


   b. 0,3 mT

2. Pembuatan media pada patogen *Xanthomonas campestris*



3. Pertumbuhan Batang
   a. Kerapatan 0,2 mT



Daun terpapar medan magnetik

Daun kontrol

b. Kerapatan 0,3 mT

Terpapar medan magnetik

Daun kontrol

4. Penyemprotan Patogen *Xanthomonas Campestris*

5. Berat Batang

A. Kerapatan 0,2 mT

Tanpa Infeksi

Dengan infeksi

25 Hz

50 Hz

75 Hz

100 Hz

B. Kerapatan 0,3 mT

Tanpa Infeksi

Dengan infeksi

25 Hz

50 Hz

75 Hz

100 Hz

6. Kadar klorofil

7. Kadar antosianin

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: http://www.uin-malang.ac.id Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM	:	210604110062
Nama	:	RATNATUS SA`ADAH
Fakultas	:	SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan	:	FISIKA
Dosen Pembimbing 1	:	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si
Dosen Pembimbing 2	:	UTIYA HIKMAH,S.Si., M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	:	PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN FISIK BAYAM MERAH (AMARANTHUS TRICOLOR L.) yang diinfeksi patogen Xanthomonas campestris

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	09 Oktober 2024	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi bab 1, 2, dan 3	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	20 Oktober 2024	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi bab 1,2,3	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	24 Oktober 2024	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	ACC seminar proposal	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	13 November 2024	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Seminar Proposal	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	02 Mei 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi bab 4 dan 5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	08 Mei 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi bab 4-5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	21 Mei 2025	UTIYA HIKMAH,S.Si., M.Si	Konsultasi Integrasi Bab 1,2 dan 4	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	21 Mei 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	ACC Seminar Hasil	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Malang, _____

Dosen Pembimbing 2

UTIYA HIKMAH,S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing 1

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

Ketua Prodi,

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI JURUSAN FISIKA