

Bidang Rekayasa

PENELITIAN DIPA UMA

**PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP
PEMBELAHAN SEL AKAR UMBI BAWANG**

Oleh

Peneliti Utama: Ir. Yance, MT.

Anggota : Ir. Aswandi Azwar



**TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2012**

HALAMAN PENGESAHAN

1. **Judul Penelitian** : **Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pembelahan Sel Akar Umbi Bawang.**
2. **Ketua Peneliti** :
- a. **Nama Lengkap** : **Ir. Yance, MT**
 - b. **Jenis Kelamin** : **Laki laki**
 - c. **NIP** :
 - d. **Jabatan Fungsional** : **Lektor Kepala**
 - e. **Jabatan Struktural** : **Staf Pengajar**
 - f. **Bidang Keahlian** : **Teknik Elektro**
 - g. **Fakultas/Jurusan** : **Fakultas Teknik/ Teknik Elektro**
 - h. **Perguruan Tinggi** : **Universitas Medan Area**
 - i. **Tim Peneliti** :

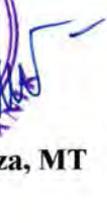
No.	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Ir. Yance, MT	Teknik Elektro	Teknik/Elektro	Universitas Medan Area
2	Ir. Aswandi Azwar	Teknik Elektro	Teknik/Elektro	Universitas Medan Area

3. **Lokasi Penelitian** : **LP2M UMA**
4. **Luaran** : **Jurnal SEMAI TEKNOLOGI**
5. **Pendanaan dan jangka waktu penelitian** :
- a. **Jangka waktu penelitian yang diusulkan** : **6 bulan**
 - b. **Biaya total yang diusulkan** : **Rp 5.000.000.,**

Medan, 5 September 2012

Ketua Peneliti

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Hj. Haniza, MT



Ir. Yance, MT

Menyetujui

Ketua Lembaga Penelitian



Dr. Ir. Suswati, MP

HALAMAN PENGESAHAN

A. LAPORAN HASIL PENELITIAN

PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	21
BAB IV. METODE PENELITIAN	25
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38

B. DRAF ARTIKEL ILMIAH

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sebagai organisma yang tidak dapat berpindah tempat sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungannya, diantaranya adalah keberadaan medan magnet. Sifat kemagnetan dimiliki oleh setiap materi baik berupa unsur, zat, maupun senyawa. Setiap materi termasuk materi penyusun tumbuhan tersusun atas atom yang terdiri dari proton, neutron, dan elektron. Gerakan elektron mengelilingi atom pada orbitalnya menimbulkan arus listrik. Arus listrik yang bergerak akan membentuk garis-garis medan magnet mengelilingi arus tersebut yang disebut momen dwi kutub magnet di dalam atom (Roniyus 2009 : 174).

Dalam klasifikasinya, tanaman bawang merah termasuk ke dalam family Amarylidaceae, Ordo Liliales. Tanaman ini merupakan tanaman semusim, memiliki umbi yang berlapis (bulb), berakar serabut, dengan daun berbentuk silinder berongga. Pangkal daun yang menyatu membentuk batang yang berubah bentuk dan fungsinya, membesar dan akhirnya membentuk umbi lapis. Jadi dapat dikatakan bahwa umbi bawang merah merupakan umbi semu yang terbentuk dari lapisan-lapisan daun yang membesar dan menyatu. Bukan umbi sebenarnya seperti halnya kentang maupun ubi jalar. Bawang merah sebagai salah satu sayuran yang digunakan untuk bumbu kini mempunyai peranan yang cukup penting, baik untuk rumah tangga, maupun bahan baku industri. Produksi bawang merah saat ini dirasa belum mampu memenuhi permintaan yang ada terutama pada saat menjelang hari-hari besar atau hari raya. Untuk itu upaya peningkatan produktivitas tanaman bawang merah nasional perlu ditingkatkan. Salah satu upaya meningkatkan produktivitas tanaman bawang merah ini adalah dengan merangsang perkembangan umbi agar tumbuh lebih besar dan lebih banyak. Perlu kita ketahui bahwa keberhasilan budidaya bawang merah sangat ditentukan kemampuan tanaman bawang memproduksi umbi bawang merah dari anakan. Satu siung bibit umbi bawang merah yang ditanam, biasanya dapat menghasilkan belasan bahkan puluhan umbi. Untuk itulah pada budidaya tanaman bawang merah lebih dikonsentrasikan pada pengembangan bagian umbinya. Bila kita melihat proses serta mekanisme pembentukan umbinya, ada dua unsur penting yang harus kita perhatikan yaitu unsur Nitrogen dan Kalium. Nitrogen

merupakan unsur esensial yang sangat dibutuhkan tanaman terutama untuk perkembangan daun, meningkatkan warna hijau daun serta pembentukan cabang, sedangkan Kalium atau Potassium berfungsi dalam pembentukan gula dan pati sintesis protein, katalis bagi reaksi enzimatik, penetral asam organik serta berperan dalam pertumbuhan jaringan meristem. Pemberian ke dua unsur tersebut secara tepat sangat membantu proses pembentukan umbi bawang merah.

Sifat khas bawang merah menghangatkan, rasa dan bau tajam. Khasiat bakterisid, ekspektoran, dan diuretik. M. Jufri Samad, 1987. FMIPA Farmasi UNHAS. Telah melakukan penelitian pengaruh ekstrak umbi lapis Bawang Merah terhadap penurunan kadar gula darah normal kelinci. Hasil penelitian tersebut, ternyata ekstrak umbi Bawang Merah dengan dosis 250 mg/kg bb, menyebabkan penurunan kadar gula darah normal sebesar 23,46 %. Pada pemberian tolbutamid dosis 250 mg/kg bb secara oral, menunjukkan penurunan kadar gula darah normal sebesar 22,21 %, dan pemberian air suling dengan takaran 5 ml/kg bb secara oral menunjukkan penurunan kadar gula darah normal sebesar 3,00 %. Tri Purwaningsih, 1991. FMIPA Farmasi UI. Telah melakukan penelitian efek protektif Bawang Merah pada kerusakan hati akibat karbon tetraklorida. Dari hasil penelitian tersebut, ternyata Bawang Merah menghambat peningkatan GPT plasma dan kerusakan jaringan hati akibat CCl₄.

Medan adalah suatu besaran yang mempunyai harga pada tiap titik dalam ruang. Secara matematik dapat dikatakan, medan merupakan fungsi kontinyu dari posisi dalam ruang. Besaran medan dalam hal ini adalah suatu skalar, sehingga medan temperatur adalah medan skalar. Gaya Coulomb di sekitar suatu muatan listrik juga membentuk medan, yaitu medan gaya listrik, atau singkatnya disebut medan listrik. Di manapun ditempatkan suatu medan lain yang disebut muatan uji, muatan uji tersebut akan mendapat gaya interaksi. Muatan uji harus cukup kecil sehingga tak mempengaruhi muatan sumber. Besaran medan gaya Coulomb adalah suatu vektor karena itu medan gaya Coulomb adalah suatu medan vektor (Sutrisno 1997 : 78).

Tinjauan interaksi antara dua benda bermuatan yang dimensi geometrinya dapat diabaikan terhadap jarak antar keduanya. Maka dalam pendekatan yang cukup baik dapat dianggap bahwa kedua benda bermuatan tersebut sebagai titik muatan. Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) pada tahun 1784 mencoba mengukur gaya tarik atau gaya tolak listrik antara dua buah benda muatan tersebut. Besarnya gaya berbanding lurus dengan

hasil kali muatan dari masing-masing muatan. Besarnya gaya antara dua titik muatan bekerja dalam arah sepanjang garis penghubung yang lurus (Kimball 1996 : 60).

Dalam membahas suatu medan, orang menggunakan pengertian kuat medan. Untuk medan gaya Coulumb, kuat medan listrik mempunyai muatan sumber berupa muatan listrik seharga q . Kuat medan listrik yang kita nyatakan dengan E pada suatu vektor posisi r terhadap muatan sumber tersebut, adalah gaya medan E terhadap muatan sumber tersebut, adalah gaya medan pada suatu satuan muatan uji (Sutrisno 1997: 78).

Besarnya medan magnet yang telah dirancang dalam penelitian ini dapat distel (disetting) besarnya sehingga efek medan magnet tersebut akan dikenakan ke objek penelitian. Dalam penelitian ini akan dilihat apakah ada pengaruhnya terhadap perkembangbiakan sel umbi bawang merah terhadap perubahan besarnya medan magnet yang diberikan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui tumbuh kembangnya (pembiasaan) bawang merah. Jika ada pengaruh dari besarnya medan magnet terhadap pembiasaan bawang merah, maka medan magnet dapat dipergunakan untuk perbanyak/pembiasaan bawang merah oleh para petani.

Untuk mengidentifikasi masalah dalam penelitian ini, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya yaitu :

- Besarnya Medan Magnet yang diberikan oleh objek penelitian, dalam hal ini Akar Umbi Bawang.
- Jenis media yang digunakan sebagai medium untuk tumbuhnya Akar Umbi Bawang.
- Tidak ada intervensi Medan Magnet dari luar yang dapat mempengaruhi hasil penelitian (bebas dari pengaruh luar).
- Pengamatan dilakukan setiap pagi hari sekitar jam 8.00 s/d jam 10.00 Wib.
- Pemberian air akan dilakukan dengan cara menyemprotkan ke media tanaman agar tetap dijaga kelembabannya.

1.2. Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan penelitian agar sesuai dengan yang diharapkan yaitu pengaruh kualitas tanaman akibat Medan Magnet, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas sehingga hasilnya tidak akan bias. Dalam penelitian ini akan diteliti yaitu :

- Peralatan yang digunakan merupakan peralatan yang sesuai untuk penelitian dengan Medan Magnet dirancang sedemikian rupa.
- Bahan uji belum terpengaruh dari kondisi luar.
- Pengambilan sampel disesuaikan dengan keperluan penelitian.
- Pengamatan diarahkan terhadap pembelahan Akar Umbi Bawang.
- Jangka waktu penelitian diantara 3 minggu.
- Penempatan bahan uji tertutup dan aman dari gangguan luar.
- Membandingkan hasil tumbuhan yang diberikan Medan Magnet dengan tumbuhan yang tidak diberikan Medan Magnet.

1.3. Perumusan masalah

Untuk mempermudah dalam penelitian, peneliti akan merumuskan masalah yang perlu dilakukan yaitu :

- Bagaimana merancang alat yang dapat menghasilkan Medan Magnet yang sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan.
- Bagaimana merancang dan membuat set peralatan yang akan digunakan agar tidak ada pengaruh dari luar, sehingga benar-benar Medan Magnet yang akan diberikan ke objek penelitian tidak terinterferensi dari luar.
- Apakah ada hubungan antara Medan Magnet terhadap pembelahan akar umbi bawang yang diamati.
- Bagaimana mengukur keberhasilan penelitian yang akan dilakukan dengan mengamati terhadap parameter-parameter objek seperti banyaknya pembelahan akar umbi bawang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bawang Merah

Bawang merah merupakan salah satu tanaman sayuran yang menjadi menu pokok hampir pada semua jenis masakan dengan fungsi sebagai penyedap masakan. Fungsi esensial pada bawang merah menunjukkan jumlah penggunaan pada tiap masakan yang memerlukan penyedap sayuran ini, namun apabila mayoritas masyarakat di Bumi Pertiwi ini menggunakannya, maka dapat dipastikan bahwa secara keseluruhan jumlah penggunaan bawang merah sangatlah besar. Pada kondisi seperti sekarang ini, Indonesia yang sedang dalam keadaan krisis ekonomi harus dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya alamnya sebagai salah satu jalan untuk dapat memulihkan kondisi perekonomiannya. Sebagai negara agraris sejak dahulu dan dengan dengan potensi alam yang memadai, sebenarnya kita tidak perlu menjadi negara pengimpor bawang merah seperti sekarang. Tanaman bawang merah diduga berasal dari Asia, terutama Palestina, India, Utara Pakistan dan daerah pergunungan Iran dan juga berkembang ke Mesir dan Turki. Dari berbagai penelusuran dalam literatur, menunjukkan bahwa zaman I dan II Dynasti (3200 - 2700 sebelum masehi) bangsa mesir sering melukiskan bawang merah pada patung dan tugu-tugu mereka. Di Israel, tanaman bawang merah dikenal pada tahun 1500 SM. Hingga sekarang hampir diseluruh negara di dunia ini mengenal bawang merah. Negara-negara yang menjadi produsennya antara lain; Jepang, USA, Rumania, Italia, Iran, Meksiko, Vietnam, China, dan Philipina. Daerah penyebaran Daerah penyebaran bawang merah di Indonesia antara lain; Brebes, Tegal, Cirebon, Kuningan, Pekalongan, Wates (Yogyakarta), Solo, Sumenep (Madura), Soreang dan Madur (Bandung). Berdasarkan surei pertanian produksi tanaman sayuran di Indonesia tahun 1991, luas panen bawang merah 70.989 hektar dengan total produksi 509.013 ton. Kegunaan bawang merah termasuk sayuran umbi yang multiguna paling utama kegunaannya adalah sebagai bumbu penyedap masakan, sebagai bawang goreng pasarnya telah menembus pasar ekspor ke Singapura, produsennya adlah kabupaten Kuningan (Jawa Barat). Kegunaan lain bawang merah adalah sebagai obat tradisional, bawang merah dikenal sebagai obat karena mengandung efek antiseptik dari senyawa alliin atau allisin yang oleh enzim alliin liase diubah menjadi asam piruvat, ammonia dan allisin anti mikroba yang bersifat bakterisida. Dalam dunia industri makanan bawang

merah sering diawetkan dalam kaleng (canning), sous, sop kalengan, tepung bawang dll. Aspek Ekonomi Bawang merah termasuk komoditas utama dalam prioritas pengembangan sayuran di Indonesia, karena setelah ratusan tahun dibudidayakan sekaligus merupakan sumber pendapatan bagi petani dan ekonomi negara ini. Meskipun fluktuasi harga bawang sering turun naik, usaha tani bawang merah ini sangatlah prospektif untuk diusahakan dan dapat dijadikan andalan, mengingat permintaan akan bawang merah terus meningkat, tidak hanya pasar didalam negeri tapi juga pasaran ekspor. Pada periode tahun 1986 – 1990, ekspor bawang merah Indonesia mencapai 89.678 kg, senilai US \$ 14.309, dengan negara tujuan Singapura, Malaysia dan Hongkong. Tetapi Sekarang Kondisi ini terbalik karena kita adalah pengimpor bawang merah, hal ini dikarenakan oleh sentra-sentra bawang merah seperti Brebes, Tegal, Cirebon tanah pertaniannya mengalami degradasi hara untuk komoditas bawang merah, sehingga hal ini menjadikan peluang daerah lain meningkat untuk dikembangkan menggantikan fungsi sentra-sentra yang telah terdegradasi tersebut. menurut pemantau berita RRI dan Koperasi Pasar Induk Caringin harga bawang merah sekarang pada tingkat petani berkisar Rp 6.500,- sampai Rp. 7.000,-, antar pedagang Rp. 7.000,- sampai Rp. 8.000,- dan di tingkat konsumen akhir antara Rp. 10.000,- sampai Rp. 12.000,-, hal ini disebabkan juga karena faktor produksi (pupuk, pestisida, dan tenaga kerja) mengalami peningkatan harga.

Tanaman bawang merah dalam tata nama tumbuhan, termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta
Sub divisio : Angiospermae
Kelas : Monocotyledone
Ordo : Liliales (Liliales)
Famili : Liliales
Genus : Allium
Spesies : Allium ascalonicum L.

Berakar serabut dengan sistem perakaran dangkal dan bercabang terpenjar, pada kedalaman antara 15 – 30 cm di dalam tanah. Memiliki batang sejati atau disebut "diskus" yang berbentuk seperti cakram, tipis dan pendek sebagai tempat melekatnya akar dan mata tunas (titik tumbuh), diatas diskus terdapat batang semu yang tersusun dari

pelepeh-pelepeh daun dan batang semu yang berada di dalam tanah berubah bentuk dan fungsi menjadi umbi lapis. Berbentuk silindris kecil memanjang antara 50 – 70 cm, berlubang dan bagian ujungnya runcing, bewarna hijau muda sampai tua, dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek. Tangkai bunga keluar dari ujung tanaman (titik tumbuh) yang panjangnya antara 30 – 90 cm, dan di ujungnya terdapat 50 – 200 kuntum bunga yang tersusun melingkar (bulat) seolah berbentuk payung. Tiap kuntum bunga terdiri atas 5 – 6 helai daun bunga yang berwarna putih, 6 benang sari berwarna hijau atau kekuning-kuningan, 1 putik dan bakal buah berbentuk hampir segitiga. Bunga bawang merupakan bunga sempurna (hermaprodite) dan dapat menyerbuk sendiri atau silang. Buah dan Biji. Buah berbentuk bulat dengan ujungnya tumpul membungkus biji berjumlah 2 –3 butir, bentuk biji agak pipih saat muda berwarna bening atau putih setelah tua berwarna hitam. Biji bawang merah dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman secara generatif. Bawang merah dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai dataran tinggi + 1.100 m (ideal 0 – 800 m) di atas permukaan laut, tetapi produksi terbaik dihasilkan dari dataran rendah yang didukung keadaan iklim meliputi: Suhu udara antara 25° – 32° C dan iklim kering. Tempat terbuka dengan pencahayaan + 70%, karena bawang merah termasuk tanaman yang memerlukan sinar matahari cukup panjang (long day plant). Tiupan angin sepoi-sepoi berpengaruh baik bagi tanaman terhadap laju fotosintesis dan pembentukan umbinya akan tinggi. Drainase dan porositas tanah bagus, namun dapat menjaga kelembaban tanah.

Bawang merah tumbuh baik pada tanah subur, gembur dan banyak mengandung bahan organik dengan dukungan syarat sebagai berikut: Jenis tanah yang paling baik adalah lempung berpasir atau lempung berdebu. Derajat keasaman tanah (PH) tanah untuk bawang merah antara 5,5 – 6,5. Tata air (drainase) dan tata udara (aerasi) dalam tanah berjalan baik, tidak boleh ada genangan.

2.2. Medan Magnet

Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang beresilasi dan merambat lewat ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Cahaya tampak adalah salah satu bentuk radiasi elektromagnetik. Penelitian teoritis tentang radiasi elektromagnetik disebut elektrodinamik, sub-bidang elektromagnetisme. Dasar teori dari perambatan gelombang elektromagnetik pertama

kali dijelaskan pada 1873 oleh *James Clerk Maxwell* dalam papernya di *Royal Society* mengenai teori dinamika medan elektromagnetik (bahasa Inggris: *A dynamical theory of the electromagnetic field*), berdasarkan hasil kerja penelitiannya antara 1861 dan 1865. Pada 1878 *David E. Hughes* adalah orang pertama yang mengirimkan dan menerima gelombang radio ketika dia menemukan bahwa keseimbangan induksinya menyebabkan gangguan ke telepon buatannya. Dia mendemonstrasikan penemuannya kepada *Royal Society* pada 1880 tapi hanya dikatakan bahwa itu merupakan induksi. *Heinrich Rudolf Hertz* yang antara 1886 dan 1888, pertama kali membuktikan teori Maxwell melalui eksperimen, memperagakan bahwa radiasi radio memiliki seluruh properti gelombang (sekarang disebut gelombang *Hertzian*), dan menemukan bahwa persamaan elektromagnetik dapat diformulasikan ke persamaan turunan partial disebut persamaan gelombang.

Gelombang elektromagnetik ditemukan oleh *Heinrich Hertz*, bahwa setiap muatan listrik yang memiliki percepatan akan memancarkan radiasi elektromagnetik. Waktu kawat (atau penghantar seperti antena) menghantarkan arus bolak-balik, radiasi elektromagnetik dirambatkan pada frekuensi yang sama dengan arus listrik. Bergantung pada situasi, gelombang elektromagnetik dapat bersifat seperti gelombang atau seperti partikel. Sebagai gelombang, dicirikan oleh kecepatan (kecepatan cahaya), panjang gelombang, dan frekuensi. Kalau dipertimbangkan sebagai partikel, mereka diketahui sebagai foton, dan masing-masing mempunyai energi berhubungan dengan frekuensi gelombang ditunjukkan oleh hubungan **Planck** $E = h\hat{\nu}^{1/2}$, di mana **E** adalah energi foton, **h** ialah konstanta Planck dan $\hat{\nu}^{1/2}$ adalah frekuensi gelombang. *Einstein* kemudian memperbarui rumus ini menjadi $E_{\text{photon}} = h\nu$.

Electromagnetic Research Maxwell Review. Sekitar abad ke 19, Maxwell menyatakan persamaannya yang cukup mengejutkan dunia Fisika. Salah satunya menyatakan adanya gelombang elektromagnetik. Namun, saat itu belum dapat dibuktikan. Karena itu, *Heinrich Hertz* mencoba untuk membuktikan keberadaan gelombang elektromagnetik itu. Secara teori, Hertz menyadari bahwa gelombang elektromagnetik yang dinyatakan Maxwell merupakan gabungan dari gelombang listrik dan gelombang magnetik yang saling tegak lurus. Begitu pula dengan arah gerakannya. Karena gelombang tersebut mengandung gelombang listrik, maka Hertz mencoba membuktikan keberadaan gelombang elektromagnetik tersebut melalui keberadaan gelombang listriknya yang

diradiasikan oleh rangkaian pemancar. Hertz mencoba membuat rangkaian pemancar sederhana dengan bantuan transformator untuk memperkuat tegangan dan kapasitor sebagai penampung muatannya. Karena ada arus pergeseran pada gap pemancar, diharapkan ada radiasi gelombang elektromagnetik yang akan dipancarkan. Karena secara teori, dari percikan yang muncul akan dihasilkan gelombang elektromagnetik.

Pada rangkaian loop penerima yang hanya berupa kawat berbentuk lingkaran yang tanpa diberikan sumber tegangan apapun, ternyata muncul percikan listrik pada *gap*-nya. Ini membuktikan ada listrik yang mengalir melalui radiasi suatu benda yang akhirnya terhantarkan ke loop. Karena merasa belum puas, Hertz mencoba untuk menghitung frekuensi pada loop. Ternyata frekuensi yang dihasilkan sama dengan frekuensi pemancar. Ini artinya listrik pada loop berasal dari pemancar itu sendiri. Dengan ini terbukti adanya radiasi gelombang elektromagnetik Maxwell. Percobaan Hertz ini juga memicu penemuan telegram tanpa kabel dan radio oleh *Marconi*. Rangkaian ini ada dalam kaca quartz untuk menghindari sinar UV (Ultra Violet).

2.3. Sumber-sumber medan magnet

Gelombang TV berfrekuensi antara 108 Hz sampai 109 Hz dalam sistem komunikasi TV berfungsi sebagai pembawa sinyal gambar gelombang **RADAR** (Singkatan dari *Radio Detection And Ranging*) berfrekuensi antara 105 Hz sampai 1011 Hz. Gelombang radar untuk mengukur jarak benda ke tempat di mana sumber gelombang berada dengan cara mengukur selang waktu antara pemancaran gelombang sampai gelombang itu kembali ke sumbernya karena dipantulkan oleh benda yang akan ditentukan jaraknya. Gelombang inframerah berfrekuensi antara 1011 Hz sampai 1014 Hz. Gelombang cahaya (cahaya tampak), berfrekuensi antara 1014 Hz sampai 1015 Hz. Gelombang ini dapat dilihat dengan mata dan gelombang inilah yang membantu mata kita melihat benda-benda di sekitar kita, Gelombang ultra ungu berfrekuensi antara 1015 Hz sampai 1016 Hz, Sinar X berfrekuensi antara 1016 Hz sampai 1020 Hz, Sinar gamma berfrekuensi antara 1020 Hz sampai 1025 Hz, Sinar kosmis berfrekuensi lebih dari 1025 Hz. Rapat energi adalah energi pada tiap satu satuan volume. Energi yang dirambatkan gelombang magnet adalah energi gelombang magnet pada tiap satu satuan luas permukaan yang tegak lurus terhadap arah rambatan gelombang magnet. Energi gelombang magnet berbanding lurus dengan kuadrat amplitudo medan listrik atau medan magnetnya. Cahaya tampak

merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik. Cahaya inilah yang membantu mata kita melihat benda-benda yang ada di sekitar kita. Cahaya tampak memiliki komponen-komponen spektrum warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Karena memiliki komponen-komponen spektrum warna itulah maka cahaya tampak juga sering disebut sebagai cahaya polikromatik, sedangkan setiap komponen warna yang dimiliki yaitu disebut sebagai cahaya monokromatik. Spektrum magnet adalah rentang atau urutan radiasi magnet yang mungkin. Spektrum magnet ini dapat kita fahami dengan menunjukkan panjang gelombang, frekuensi, atau energi per foton. Panjang gelombang dikalikan dengan frekuensi ialah kecepatan cahaya: 300 Mm/s, yaitu 300 MHz, magnet dapat dibagi dalam beberapa daerah yang terentang dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada gelombang mikro dan gelombang radio dengan panjang gelombang sangat panjang.

Sumber-sumber medan magnet dapat dihasilkan diantaranya menurut peneliti terdahulu adalah sebagai berikut:

1. Menurut Coulomb, muatan listrik menimbulkan medan listrik
2. Menurut Oersted, muatan listrik yang bergerak dan arus listrik menimbulkan medan magnet.
3. Menurut Lenz dan Faraday, perubahan medan magnet menimbulkan gaya gerak listrik induksi atau berarti menimbulkan medan listrik.
4. Menurut Maxwell, perubahan medan listrik menimbulkan medan magnet.
5. Gelombang magnet adalah rambatan transversal medan listrik dan medan magnet yang besarnya sebanding dan arahnya saling tegak lurus.
6. Rambatan gelombang Magnet tidak memerlukan medium rambat
7. Gelombang magnet merambat di udara atau ruang hampa dengan kecepatan sama dengan kecepatan cahaya di udara atau ruang hampa.
8. Cepat rambat gelombang magnet dalam suatu medium tergantung kepada permeabilitas magnetik dan permitivitas listrik medium itu.
9. Menurut hasil percobaan *Heihrich Rudolph Hertz* (1857-1894), gelombang magnet dapat mengalami peristiwa pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi) dan pelenturan (difraksi), seperti yang dialami cahaya.

10. Spektrum Gelombang Magnet adalah bermacam-macam gelombang magnet dengan panjang gelombang dan frekuensi yang berbeda-beda satu dengan yang lainnya.
11. Setiap jenis gelombang magnet itu memiliki sifat dan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap benda-benda atau bahan-bahan yang berinteraksi dengannya.
12. Sebagian penemuan gelombang magnet adalah melalui pengamatan tak langsung, yaitu dengan mengamati pengaruh yang ditimbulkan oleh gelombang magnet terhadap bahan atau alat tertentu yang dapat mengubah energi gelombang elektromagnetik menjadi bentuk energi yang lain misalnya energi mekanik, energi listrik, energi panas dan lain-lain.
13. Gelombang radio, berfrekuensi antara 10^4 Hz sampai 10^7 Hz. Gelombang ini berfungsi penting dalam sistem komunikasi radio sebagai pembawa sinyal suara dengan cara "Amplitudo Modulasi" (AM) atau "Frekuensi Modulasi" (FM). Dengan frekuensi yang tidak terlalu tinggi, gelombang ini dapat dipantulkan oleh lapisan atmosfer sehingga dapat mencapai tempat yang cukup jauh di bumi.

2.4. Perhitungan medan magnet

Untuk membantu dalam penelitian tentang medan magnet yang dikenakan pada tumbuhan, maka perlu untuk mengetahui perhitungan medan magnet yang akan dihasilkan oleh peralatan uji yang telah dirancang. Medan magnet berperan sangat penting sebagai rangkaian proses konversi energi. Melalui medan magnet, bentuk energi listrik dapat diubah menjadi energi listrik lainnya, disini alat konversinya dinamakan Transformator. Pada transformator alat uji, gandengan medan magnet berfungsi untuk memindahkan dan mengubah energi listrik dari sisi primer ke sisi sekunder melalui prinsip induksi elektromagnet. Dari sisi pandangan elektris, medan magnet mampu untuk mengimbangi tegangan pada konduktor, sedangkan dari sisi pandangan mekanis, medan magnet sanggup untuk menghasilkan gaya dan kopel.

Keutamaan medan magnet sebagai perangkai proses konversi energi disebabkan terjadinya bahan-bahan magnetik yang memungkinkan diprosesnya kerapatan energi yang tinggi, kerapatan energi yang tinggi ini akan menghasilkan kapasitas tenaga per unit volume mesin yang tinggi pula. Jelaslah bahwa pengertian kuantitatif tentang medan magnet dan rangkaian magnet merupakan bagian penting untuk memahami konversi energi.

Sekitar tahun 800 sebelum masehi orang-orang Yunani kuno telah menemukan beberapa jenis batu yang akan menarik serpihan-serpihan besi, batu jenis ini disebut magnet, sedangkan fenomenanya dinamakan magnetisasi. Garis-garis gaya magnet yang membentuk lintasan spiral akan keluar dari salah satu kutub dan masuk ke kutub yang lainnya, kutub ini dinamakan kutub utara dan kutub selatan.

Garis-garis gaya medan magnet ini menunjukkan adanya medan magnet yang biasa disebut kerapatan medan fluks (**B**), ternyata medan magnet tidak hanya eksis di sekeliling magnet permanen juga dapat ditimbulkan dari arus listrik, hal ini ditemukan oleh *Oersted* setelah mengadakan suatu penelitian. Tidak lama berselang ilmuwan Francis *Jean Baptiste Biot* dan *Felix Savart* mengembangkan suatu ungkapan hubungan antara medan magnet **B** dan arus listrik **I** pada suatu batang konduktor dimana hubungannya adalah :

$$B \propto \frac{I}{r}$$

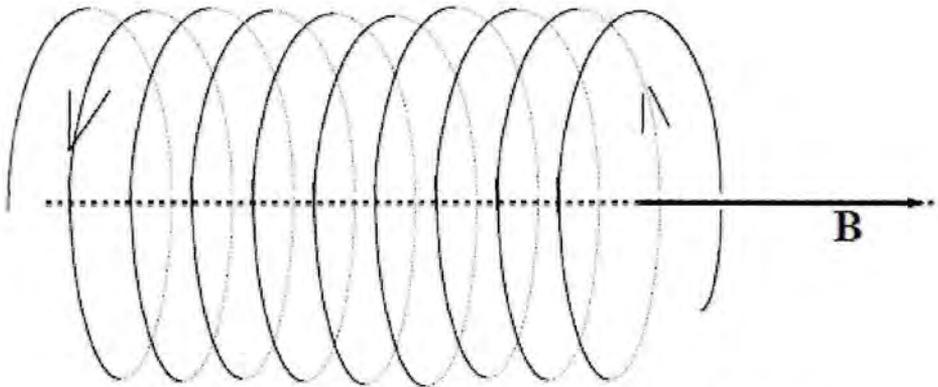
Atau

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana **r** adalah jarak radial dari sumber arus dan vektor unit azimuth yang menyatakan bahwa arus medan magnet tangensial terhadap bidang sekelilingnya dan μ_0 adalah permeabilitas udara hampa.

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

2.5. Medan magnetik dari arus pada solenoid



Gambar 2.1. arah medan magnet pada suatu solenoid

Apabila suatu konduktor dibentuk seperti pada gambar di atas dan dianggap jarak antar satu lilitan dan lainnya sangat rapat, sehingga besarnya medan magnet setiap lingkaran adalah :

$$\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \mathbf{I} \quad \text{dan} \quad \mathbf{B} L = \mu_0 \mathbf{I}$$

dimana L = panjang kawat

Untuk jumlah lilitan kawat (N lilitan), maka

$$\mathbf{B} L = \mu_0 N \mathbf{I} \dots\dots\dots 2.2$$

Dan apabila $n = N/L =$ jumlah lilitan perpanjang, maka:

$$\mathbf{B} = \mu_0 n \mathbf{I}$$

2.6. Hasil peneliti terdahulu tentang medan magnet

Untuk mengetahui dari penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, maka perlu mengetahui penelitian yang dilakukan oleh terdahulunya, diantaranya:

Suwarno, telah melakukan penelitian terhadap pengaruh medan listrik dan medan magnet pada jaringan listrik 150 KV, hasil yang diperoleh bahwa besarnya medan listrik dan medan magnet yang terjadi pada jaringan tersebut masih dinyatakan aman menurut standard WHO maupun IRPA/INIRC.

Usman Bafa'i, dalam orasi ilmiahnya dalam acara pengukuhan jabatan Guru Besarnya menyatakan bahwa, perlunya memahami dan mengetahui besarnya medan listrik dan

medan magnet yang ada disekitar kita agar dapat mengantisipasi akibat yang akan ditimbulkannya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan selama hal tersebut tidak melebihi panjangan yang diizinkan.

Hernawan Sulistyanto, telah melakukan penelitian tentang efek interferensi medan elektromagnetis terhadap lingkungan, hasil penelitiannya dinyatakan bahwa panjang gelombang dan frekuensi menentukan karakteristik penting dari medan elektromagnetis, hal tersebut diperlukan untuk mengidentifikasi kemungkinan bahaya atau resiko dari peralatan elektronik, elektrik, elektromekanik dan gejala-gejala alam yang membangkitkan medan elektromagnetis. Maka perlu komunikasi dan informasi antara ilmu pengetahuan, industri dan masyarakat serta pemerintah untuk dapat menciptakan kesadaran mengenai sinar medan elektromagnetis agar tidak menimbulkan kekhawatiran masyarakat.

Anies dkk, tentang Pengaruh Paparan Medan Magnet Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV terhadap Kesehatan Penduduk di Bawahnya, hasil yang diperoleh bahwa adanya pengaruh medan magnet SUTET 500 KV dengan kejadian hypersensitivitas berupa sakit kepala (*headache*), pening (*dizziness*) dan kelelahan menahun (*chronic fatigue syndrome*).

Yunnata, dalam tulisannya menyatakan bahwa Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Angka Kematian (*Mortalitas*) *Sitophilus Oryzae* Jantan dan Betina . hasil penelitiannya menyatakan bahwa *Sitophilus oryzae* jantan ukuran tubuhnya lebih kecil dibandingkan *Sitophilus oryzae* betina, dengan fostur ukuran tubuh seperti ini, daya tahan tubuh *Sitophilus oryzae* betina menjadi lebih kuat dibandingkan dengan jantan. Hasil penelitian juga memperlihatkan adanya kematian yang tidak wajar terhadap *Sitophilus oryzae*, yaitu kondisi tubuhnya terbelah dua pada bagian antara *abdomen* dengan *thorax*.

Rochmah Agustrina, dalam penelitiannya menyatakan bahwa “Perlakuan kuat medan magnet dapat memacu kecepatan perkecambahan tetapi tidak diikuti dengan peningkatan laju pertumbuhan kecambah yang signifikan terutama untuk kuat medan magnet di atas 165 A/m. Penggunaan kuat medan magnet di atas 165 A/m menyebabkan peningkatan suhu medium yang diikuti dengan laju penguapan air yang sangat tinggi. Kondisi ini diduga memberikan pengaruh yang tidak menguntungkan terhadap metabolisme pada sel-sel kecambah yang menyebabkan penurunan laju pertumbuhan kecambah.

S. Yates, dalam penelitiannya dengan judul “*The biological effects of weak electromagnetic fields*” , hasil yang diperolehnya bahwa medan magnet dapat menyebabkan gangguan pada pendengaran, kesuburan, kekebalan terhadap penyakit kanker dan sel pada syaraf otak manusia.

À.À. Ratushnyak, Ì.G. Andreeva , Î.V. Morozova, G.A. Morozov, and M.V. Trushin, 2008, “ *Effect of extremely high frequency electromagnetic fields on the microbiological community in rhizosphere of plants*”, hasil yang diperoleh bahwa :

1. Medan magnet ekstrem frekuensi tinggi positif mempengaruhi mikroflora rizosfer.
2. Efeknya sepertinya universal, hasil yang sama adalah diperoleh dengan biji gandum
3. Pendekatan yang digunakan tampaknya aman dan murah, dan memungkinkan menghindari biji rias dengan potensi berbahaya desinfektan.

Roman Malarić, Mirta Tkalec, Krešimir Malarić, 2003, “ *INSTRUMENTATION FOR BIOLOGICAL EXPOSURE TO ELECTRO MAGNETIC FIELDS* “ , hasil yang diperoleh bahwa Kumparan Helmholtz dan GTEM-sel (*Gigahertz Transversal Electromagnetic Mode*) telah dirancang pada FER, Zagreb, dan dapat digunakan untuk eksposur biologis. Tanaman Lemna minor terkena medan listrik dari frekuensi 400, 900 dan 1900 MHz dengan kekuatan 10 V / m dan medan magnet 50 Hz, kekuatan 1 mT. Tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan Lemna kecil, yang sesuai dengan investigasi lain di lapangan. Penelitian di masa depan akan difokuskan pada efek bersama EMF(*Electromagnetic filed*) dan faktor lingkungan lainnya.

MIHAELA RĂCUCIU, SIMONA MİCLĂUȘ, 2007, “ *LOW-LEVEL 900 MHz ELECTROMAGNETIC FIELD INFLUENCE ON VEGETAL TISSUE*”, hasil yang diperoleh bahwa penelitian ini eksperimental mengenai 900 MHz pengaruh paparan medan magnet pada bibit tanaman yang dikembangkan oleh biji terbuka, selama mereka ontogenetic tahap awal, pengaruh stimulasi sedikit terhadap pertumbuhan tanaman diperoleh bahwa, panjang tanaman rata-rata yang dikembangkan untuk pemaparan pada jangka waktu yang sama.

Untuk pigmen *assimilatory plantlet Zea mays*, efek penghambatan yang diamati untuk semua jangka waktu pemaparan. Sebuah efek stimulasi untuk waktu ekspos singkat dan efek penghambatan sedikit untuk waktu pemaparan yang panjang diperoleh pada *klorofil Zea mays ratio plantlet* dikembangkan dari biji terekspos. juga, tingkat total DNA dan

RNA *plantlet* dikembangkan dari biji terkena sangat meningkat untuk paparan jangka waktu yang pendek.

Hsin-Hsiung Huang, Show-Ran Wang. *The Effects of 60Hz Magnetic Fields on Plant Growth*, dalam penelitiannya diperoleh bahwa ; pertumbuhan mung kacang (*mung bean*) yang dikembangkan menunjukkan 60 Hz sinusoidal MF (medan magnet/*Magnetic field*) mungkin diakibatkan oleh fakta bahwa 60 Hz adalah dekat dengan frekuensi diri mung kacang, begitu mempengaruhi gerakan dari Ca^{++} ion di dalam mung kacang dan juga diperkirakan bahwa lebar pita frekwensi spektrum dari MF berdenyut menyebabkan lebih dari satu eksitasi kekuatan yang ternyata dapat mengganggu. Sesungguhnya, tenaga gerak dari selular berfrekuensi ELF – MF (*extremely low frequency magnetic fields*) ekspose dapat secara teoritis dihitung, akan tetapi diperlukan untuk dilaksanakan agar dapat memahami gangguan yang disebabkan oleh ion lain. Kesimpulannya, kita dapat mengamati bahwa gelombang sinusoidal dan berdenyut MF mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan terhadap bermacam-macam tumbuhan yang berbeda. Secara umum, frekuensi 60 Hz sinusoidal ELF - MF mempunyai suatu penambahan nyata yang mempengaruhi pada pertumbuhan mung kacang dengan kejadian beberapa gejala status abnormal. Di dalam kontras, frekuensi 60 Hz berdenyut MF dapat menghalangi pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian diperoleh di dalam eksperimen ini, hal itu dapat dipahami bahwa MF merupakan gangguan yang berdenyut terhadap pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan ketika gelombang sinusoidal MF tersebut mengenainya.

2.7. Pengaruh Medan Magnet terhadap Tumbuhan

Perkecambahan adalah pengulangan kembali tentang pertumbuhan janin, dan akan dilengkapi dengan keluarnya radikula di luar biji. Perkecambahan dan pendirian bibit tanaman adalah saat-saat yang genting dalam kehidupan tumbuhan, karena dalam tingkatan inilah selama siklus hidup setiap spesies jumlah terbesar individunya yang mati. Bahaya dalam lingkungan demikian besarnya sehingga hanya beberapa tumbuhan yang dapat mempertahankan spesiesnya karena bijinya terdapat dalam jumlah besar. Bibit tanaman gagal bertumbuh sebab kekurangan air atau cahaya, atau disebabkan suhu yang tidak menyenangkan untuk kelangsungan hidupnya (Tjitrosomo 1995 : 410). Perkecambahan sebuah biji menandakan permulaan kehidupan, akan tetapi pada kenyataannya biji itu sudah mengandung tumbuhan ukuran miniatur, lengkap dengan akar

dan tunas embrionik. Pada perkecambahan tumbuhan memulai kehidupan akan tetapi meneruskan pertumbuhan dengan perkembangan yang temporer dihentikan ketika biji menjadi dewasa dan embrionya menjadi tidak aktif. Beberapa biji berkecambah segera setelah mereka berada dalam lingkungan yang sesuai. Biji jenis lain bersifat dorman dan tidak akan berkecambah, meskipun disemaikan dalam tempat yang menguntungkan, sampai petunjuk lingkungan tertentu menyebabkan biji mengakhiri keadaan dormansi tersebut (Campbell 2000 : 364).

Biji yang sedang berkecambah melakukan respirasi dengan cepat, tetapi respirasi hampir tidak ditemukan pada biji yang dorman. Biji masak viabel (terkecambahkan) sebelum berpisah dengan tumbuhan induknya, tetapi biji tersebut mungkin tidak dapat dikecambahkan (mampu berkecambah dengan cepat dalam kondisi yang menguntungkan). Biji pada beberapa spesies adalah dorman dan dapat menjadi dikecambahkan hanya sesudah dikenai kondisi khusus tertentu. Biji tanaman budidaya adalah viabel dan dorman yaitu hidup tetapi tidak berkecambah karena kondisi lingkungan kurang mendukung untuk perkecambahan, seperti tidak cukup air atau temperatur yang tidak cocok (Gardner 1995 : 295). Biji merupakan suatu sumber yang kaya akan vitamin tertentu, khususnya vitamin B kompleks, sedangkan asam amino bebas, gula, dan asam nukleat terdapat dalam konsentrasi rendah. Biji juga mengandung pengatur pertumbuhan yaitu *auksin*, *gibrelin*, *sitokinin*, dan penghambat pertumbuhan, yang mempunyai fungsi penting bagi perkecambahan dan pertumbuhan semai. Yang menarik ialah *sitokinin* alami yang pertama, *zeatin*, diisolasi dari biji bijian. Air, temperatur yang tidak membatasi, dan udara yang cocok diperlukan bagi perkecambahan biji yang tidak mengalami dormansi, atau biji sesudah matang. Umumnya, kondisi yang baik bagi pertumbuhan semai, juga baik bagi perkecambahan (Lovelles 1995 : 178).

Pada dasarnya perkecambahan merupakan suatu proses pertumbuhan dari biji setelah mengalami masa dormansi. Bila kondisi sekelilingnya memungkinkan, ketersediaan air di lingkungan sekitar benih merupakan faktor penting. Kurang tersedianya air pada lingkungan benih akan menyebabkan jumlah air yang diambil untuk berkecambah menjadi semakin rendah atau tidak terpenuhi. Hal ini dapat berpengaruh besar pada proses perkecambahan. Jika jumlah air yang diserap tidak mencapai kebutuhan minimum maka proses perkecambahan tidak akan pernah terjadi. Ada batas minimum serapan air

yang harus dilampaui agar perkecambah dapat berlangsung (Salisbury & Ross 1992 : 91).

Suatu kejadian yang terjadi secara luar biasa di alam, misalnya petir adalah karena dalam setiap kejadiannya energi yang dilepaskan lebih besar daripada yang dihasilkan oleh seluruh pusat pembangkit tenaga listrik di Amerika. Berapa biaya listrik yang dapat kita hemat jika kita dapat mengumpulkan energi dari petir. Karena cahaya yang dikeluarkan petir lebih terang daripada cahaya 10 juta bola lampu pijar berdaya 100 watt. Saat merenungi semua hal ini tentang petir ini, dapat dipahami bahwa peristiwa alam ini adalah sesuatu yang sangat menakjubkan. Hal lain yang menakjubkan bahwa molekul-molekul nitrogen, yang sangat penting untuk tumbuhan, muncul dari kekuatan ini. Karena petir dapat membebaskan energi, sehingga petir dapat mendapatkan energi listrik (Kimball 1996 : 62).

Radiasi dapat dinyatakan dengan beberapa satuan, dan penggunaan satuan tertentu tergantung pada tujuan. Untuk proses fotokimia dalam biologi yang membutuhkan radiasi sebagai sumber energi, bukan sebagai sumber penerangan, maka ketersediaan radiasi harus ditinjau dari ketersediaan energinya yaitu jumlah foton atau kuantanya yang merupakan satuan yang tidak mempunyai sifat fotometri. Sementara beberapa terminologi yang digunakan untuk menyatakan radiasi sebagai sumber energi diturunkan dari fotometri yang sering menimbulkan kerancuan. Fotometri berkenaan dengan pancaran (*flux*) cahaya dengan satuan "*foot-candle*" dan "*lumen*", dan mata digunakan sebagai pembanding kerapatan pancar (*flux density*) cahaya (Sitompul 2010 : 83).

Medan adalah suatu besaran yang mempunyai harga pada tiap titik dalam ruang. Secara matematik dapat dikatakan, medan adalah sesuatu yang merupakan fungsi kontinyu dari posisi dalam ruang. Besaran medan dalam hal ini adalah suatu skalar, sehingga medan temperatur adalah medan skalar. Gaya Coulomb di sekitar suatu muatan listrik juga membentuk medan, yaitu medan gaya listrik, atau singkatnya disebut medan listrik. Di mana pun ditempatkan suatu medan lain yang disebut muatan uji, muatan uji tersebut akan mendapat gaya interaksi. Muatan uji haruslah cukup kecil sehingga tak mempengaruhi muatan sumber. Besaran medan gaya Coulomb adalah gaya, yaitu suatu vektor karena itu medan gaya Coulomb adalah suatu medan vektor (Sutrisno 1997 : 78).

Pada perkecambah selama hidupnya mengalami 2 fase macam pertumbuhan, yaitu pertumbuhan primer dan sekunder. Pertumbuhan primer adalah penambahan substansi

sel pada jaringan meristem primer, seperti ujung batang dan ujung akar yang mengakibatkan pertumbuhan akan memanjang. Pertumbuhan sekunder adalah penambahan substansi sel pada jaringan sistem sekunder, yaitu kambium yang mengakibatkan pertumbuhan membesar pada batang (Kimball 1996 : 66).

Secara kemagnitan, semua bahan/unsur yang ada di alam semesta dibedakan ke dalam bahan atau unsur yang lebih memiliki sifat kemagnetan feromagnetik, paramagnetik, atau diamagnetik, termasuk unsur-unsur hara penyusun jaringan tumbuhan dan berbagai senyawa organik di dalam sitoplasma tumbuhan. Keberadaan medan magnet di sekitarnya diduga mempengaruhi polarisasinya/ magnetisasinya. Keberadaan medan magnet di sekitar bahan/unsur yang bersifat diamagnetik akan menyebabkan bahan/unsur tersebut mengalami magnetisasi dengan arah yang berlawanan dengan medan magnet tersebut sedangkan arah magnetisasi bahan/unsur yang bersifat feromagnetika dan paramagnetik akan searah dengan medan magnet (Reitz dkk., 1994). Sebagai organisme yang tidak dapat bergerak bebas, tumbuh kembangnya tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan di sekelilingnya termasuk gelombang elektro magnetik baik berupa gelombang medan magnet maupun medan listrik.

Fenomena respon tumbuhan terhadap medan magnet telah menarik para peneliti untuk mengkajinya lebih jauh. Pengaruh medan magnet terhadap metabolisme tumbuhan telah banyak dilakukan, namun respon tumbuhan terhadap perlakuan medan magnet berbeda tergantung pada kuat medan magnet dan lama perlakuan, jenis, dan umur tumbuhan (Putra, 2003, Esitken dan Turan 2004, dan Fahmi 2006).

Observasi pada kultur tunas nilam (*Pogestemon cablin Benth*) yang diletakkan di atas kutub utara magnet menunjukkan adanya pembesaran diameter batang dan pertumbuhan akar adventitif pada ruas batang. Fenomena yang serupa tidak terlihat pada nilam yang tidak mendapat perlakuan medan magnet (Putra, 2003). berdasarkan fenomena di atas, studi ini dilakukan untuk melihat kemungkinan pemanfaatan energi medan magnet untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Semua unsur yang ada di bumi tersusun semata-mata dari atom. Setiap atom terdiri dari inti dan elektron yang bergerak mengelilingi inti. Di samping mengorbit inti, elektron melakukan gerakan spin pada sumbunya. Akibat gerakan elektron ini, maka dalam atom timbul medan magnet dan medan listrik. Medan magnet akibat orbit dan spin elektron ini

dapat dipadu seperti perpaduan vektor, dan hasil perpaduannya disebut resultan medan magnet atomis (Udin 2006: 19).

Pertumbuhan tanaman sering didefinisikan sebagai suatu penambahan ukuran, berat atau jumlah sel. Ukurannya untuk tanaman sebagai indikator pertumbuhan dapat dilihat secara satu dimensi, misalnya dengan mengukur tinggi dari tanaman dan dua dimensi misalnya dengan mengukur akar dan pertumbuhan tanaman ini dipengaruhi oleh suhu, cahaya serta kelembaban. Selain pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu akan membentuk bermacam-macam organ. Secara umum, organ tanaman terdiri dari organ vegetative dan organ generatif. Akar, batang dan daun dikelompokkan sebagai organ vegetatif (Lakitan 1995 : 43)

Pengaruh medan listrik yang ada di dalam alam semesta dibedakan ke dalam unsur yang lebih memiliki sifat dielektrik yang permanen, sementara dan diamagnetik, termasuk unsur-unsur hara penyusun jaringan tumbuhan dan berbagai senyawa organik tumbuhan dalam sitoplasma. Dormansi benih berhubungan dengan usaha benih untuk menunda perkecambahannya, hingga waktu dan kondisi lingkungan memungkinkan untuk melangsungkan proses tersebut. Dormansi dapat terjadi pada kulit biji maupun pada embrio (Salisbury 1995:152).

Perlakuan paparan medan magnet akibat arus listrik yang berbeda-beda berpengaruh secara nyata terhadap luas daun tanaman, misalnya pada tanaman *Caisim* pada minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga. Luas daun dapat digunakan untuk menggambarkan tentang kandungan total klorofil daun tiap individu tanaman. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil lebih banyak. Semakin besar paparan medan magnet yang dikenakan pada tanaman *caisim* tersebut menyebabkan semakin tidak sempurnanya proses fotosintesis yang terjadi. Hal ini menyebabkan semakin berkurangnya fotosintat yang terbentuk. Pembentukan fotosintat yang lambat ini menyebabkan kecepatan pembentukan organ-organ tanaman seperti kandungan klorofil pada daun *Caisim* tersebut semakin lambat sehingga perubahan luas daunnya pun menjadi semakin mengecil (Budarsa 2009: 121-122).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan listrik terhadap pembelahan akar bawang merah dengan parameter pengamatan pada panjang akar dan tinggi tanaman.

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan rujukan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan umbi bawang merah maupun pertumbuhan tanaman lainnya.

3.3. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada pukul 9.00 -12.00 WIB selama 7 minggu. Bertempat di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan.

3.4. Alat dan Bahan

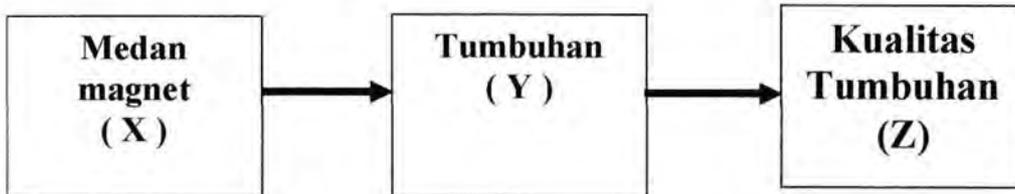
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga besarnya medan magnetnya dapat diatur yang dilengkapi dengan, kabel, 2 (dua) buah kotak kaca berbentuk segi empat dan tanah. Bahan yang digunakan yaitu biji bawang merah (*Allium ascalonicum* L).

3.5. Cara Kerja

Alat uji dipasang pada sumber tegangan listrik bolak balik sehingga pada inti tembaga yang dililit oleh konduktor sedemikian rupa yang dapat menghasilkan medan magnet. Kemudian di dalam kotak kaca berbentuk segi empat diletakkan objek penelitian bawang merah dengan medan magnet tertentu dan yang satu kotak kaca lagi diberikan objek pembanding penelitian bawang merah tanpa medan magnet yang fungsi sebagai alat control (pembanding) dari objek penelitian, lalu ditanam bawang merah kedalaman 1-2 cm. Setelah itu disiram setiap hari agar media tanam tetap lembab, kemudian dibiarkan selama 7 minggu, lalu di amati **panjang tanaman dari bawang merah.**

3.6. Kerangka pemikiran teoritis

Kerangka pemikiran teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1. Blok diagram kerangka pemikiran awal penelitian

- Di mana :
- X = masukan dari medan magnet
 - Y = objek tumbuhan yang diamati
 - Z = hasil yang diharapkan
 - Z = X.Y

Parameter medan magnet (X) yang diberikan pada tanaman akan dibuat konstan pada setiap objek penelitian, sedangkan sebagai objek penelitian adalah bawang merah (Y). Parameter output (Z) yang diamati adalah tinggi tanaman bawang merah. Besarnya medan magnet (B) dapat dinyatakan seperti persamaan di bawah ini :

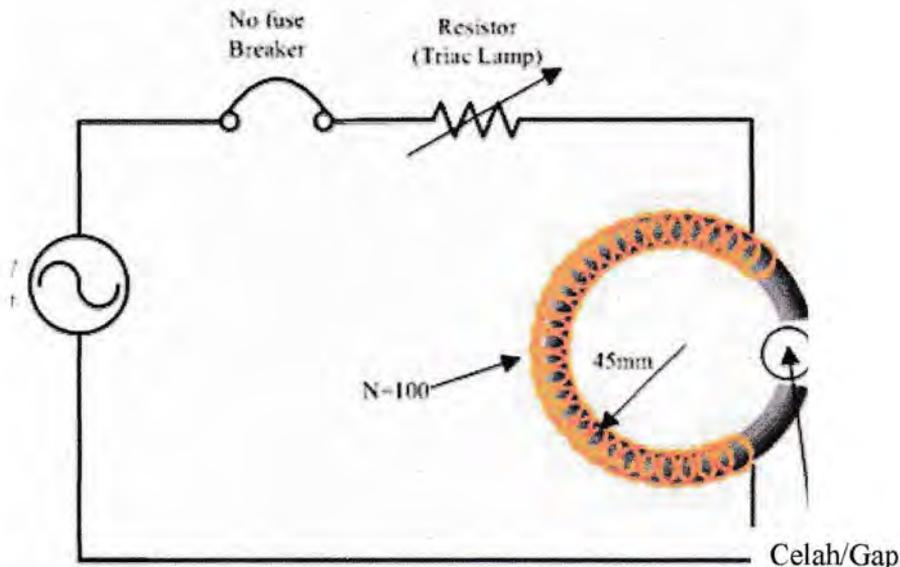
$$B = \frac{Ni}{R} \dots\dots\dots 3.1$$

$$R = \frac{I_c}{\mu A} + \frac{I_g}{\mu_0 A} \dots\dots\dots 3.2$$

- Di mana :
- B = medan magnet (Tesla = Weber/m²)
 - N = jumlah lilitan
 - i = arus yang mengalir ke kawat (Ampere)
 - R = reluktansi magnetic dari inti dan celah udara
 - I_c = arus sirkulasi pada inti (core)
 - I_g = arus sirkulasi pada cela udara (gap)
 - μ = permeabilitas inti
 - μ₀ = permeabilitas udara

Perubahan arus yang melalui kumparan/lilitan yang diberikan pada inti, maka akan menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah. Besarnya medan magnet yang diubah-ubah tersebut yang akan diberikan pada objek penelitian (dalam hal ini bawang merah), sehingga parameter pertumbuhan yang diamati berupa panjang akar dan pembelahan umbi lapis yang akan dibandingkan dengan objek (bawang merah) yang tidak diberikan

medan magnet. Bentuk alat uji yang akan dirancang sebagai sumber Medan Magnet dapat dilihat pada gambar 3.2. di bawah ini.



Gambar 3.2. Bentuk alat uji medan magnet

3.7. Rangkaian alat penelitian

Rangkaian alat penelitian yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet dapat dilihat pada gambar 3.3. di bawah ini. Komponen utama terdiri atas transformator yang dapat diatur tegangannya untuk merubah besarnya arus yang masuk ke inti besi yang telah dililit oleh suatu belitan. Inti besi sengaja dibuat tidak melingkar penuh, tetapi diujungnya dibuat celah udara untuk meningkatkan besarnya medan magnet yang akan dihasilkan oleh alat uji tersebut. Dengan merubah-ubah tegangan sumber, maka akan merubah besarnya medan magnet. Besarnya medan magnet dapat diukur langsung dengan alat ukur Teslameter, atau dapat juga digunakan alat ukur Voltmeter dan Ampermeter yang hasil pengukurannya akan dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

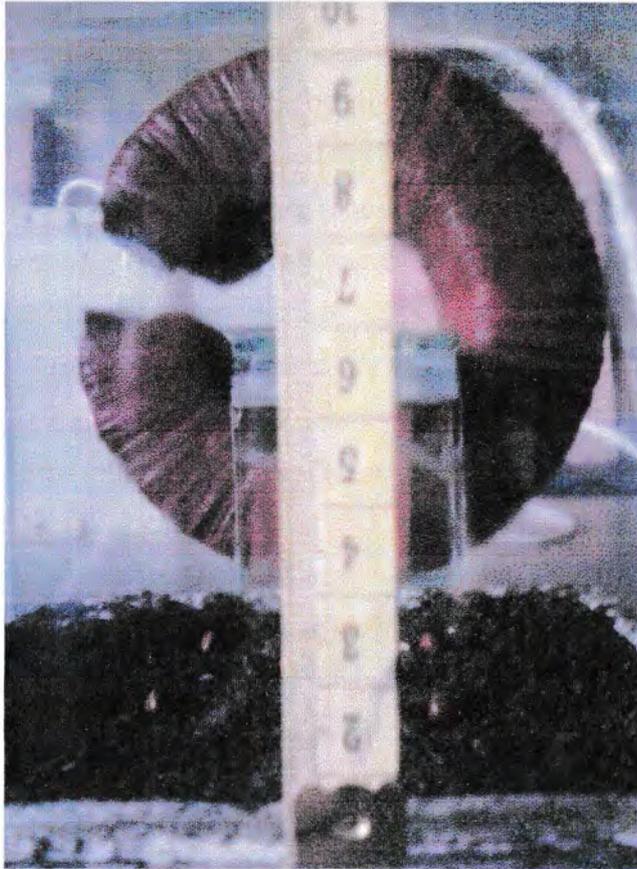
$$B = \mu_0 n I \dots\dots\dots 3.3$$

Di mana : B = Medan magnet

n = jumlah lilitan

I = arus yang mengalir pada alat uji

μ_0 = permeabilitas udara hampa ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m/A}$)



Gambar 3.3. Rangkaian Percobaan

BAB IV

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Eksperimen

Metode ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Medan Area pada Program Studi Teknik Elektro. Percobaan dilakukan pada bawang merah dengan memberikan medan magnet yang berubah yaitu pada tegangan 45 volt dan arus 100 mA sampai dengan tegangan 50 volt dan arus 110 mA untuk masing masing objek penelitian di atas. Jumlah bawang merah yang ditanamkan pada media tanah sebanyak 10 (sepuluh) buah dengan ketentuan 5 buah bawang merah ditanam dengan memberikan medan magnet dan 5 buah bawang merah ditanam tanpa adanya medan magnet. Pengamatan dilakukan selama 7 (tujuh) minggu dengan mengamati tinggi tanaman tersebut di atas. Hasil pengamatan dicatat dalam bentuk tabulasi untuk melihat tinggi tanaman bawang merah. Media tanaman tetap dijaga kelembabannya agar dapat tumbuh dengan baik.

3.2. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Metode ini bertujuan untuk mencatat tanaman yang tumbuh terutama parameter panjang akar dan pembelahan umbi lapis yang diamati sehingga dari data ini dapat diolah menjadi bentuk grafik pertumbuhan dan pembelahan tanaman tersebut. Data data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan grafik sehingga hubungan antara tinggi tanaman yang diberikan medan magnet dan tanpa menggunakan medan magnet dapat terlihat, sehingga dapat diambil suatu kesimpulan yang benar.

3.3. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2012. Bertempat di Laboratorium Teknik Elektro, Universitas Medan Area, Medan, Sumatera Utara.

3.4. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian adalah satu set peralatan yang dapat menghasilkan medan magnet yang dirancang sedemikian rupa sehingga besarnya medan magnet dapat disetel untuk melihat pengaruh perubahan medan terhadap objek penelitian. Objek penelitian berupa bawang merah sebanyak 10 (sepuluh) dengan rincian 5 (lima) siung digunakan sebagai pembanding tanpa medan magnet dan 5 (lima) siung akan diberikan medan magnet yang berubah-ubah.

Spesifikasi alat dan bahan penelitian sebagai berikut:

1. Alat Uji Medan Elektromagnetik terdiri atas:
 - Jumlah lilitan (N) : 3986 lilitan
 - Penampang kawat (A) : 0,45 mm
 - Diameter inti koren (D) : 20 cm
 - Lebar koren (l) : 4 cm
 - Tebal koren (t) : 6 cm
 - Bentuk koren : persegi empat
2. Besarnya Medan magnetik yang digunakan:
 - Tegangan 50 volt dan arus 110 mA (miliamper)
 - Tegangan 45 volt dan arus 100 mA (miliamper)
3. Objek penelitian terdiri atas:
 - Jumlah bawang merah : 10 siung

3.5. Cara Kerja

Dihubungkan kutub baterai dengan kabel tembaga dan dibuat melintang secara melingkar di medium tanah kotak persegi empat, kemudian ditanam 10 biji bawang merah sedalam 1-2 cm. Setelah itu disirami media tanam setiap hari untuk menjaga kelembababan media tersebut. Kemudian dibiarkan pertumbuhan selama 1 minggu, lalu di amati tinggi tanaman dan pengukuran dilakukan setiap minggu dan dicatat.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

Pengamatan bawang merah dilakukan 1 (satu) minggu sekali sejak dilakukan penanaman pertama yaitu dimulai pada hari senin, 30 April 2012 sampai dengan 15 Juli 2012 (7 minggu). Penerapan pengamatan terhadap tinggi daun bawang merah. Hasil pengukuran dapat dilihat pada table 5.1 dan 5.2 serta bentuk diagramnya sebagai berikut:

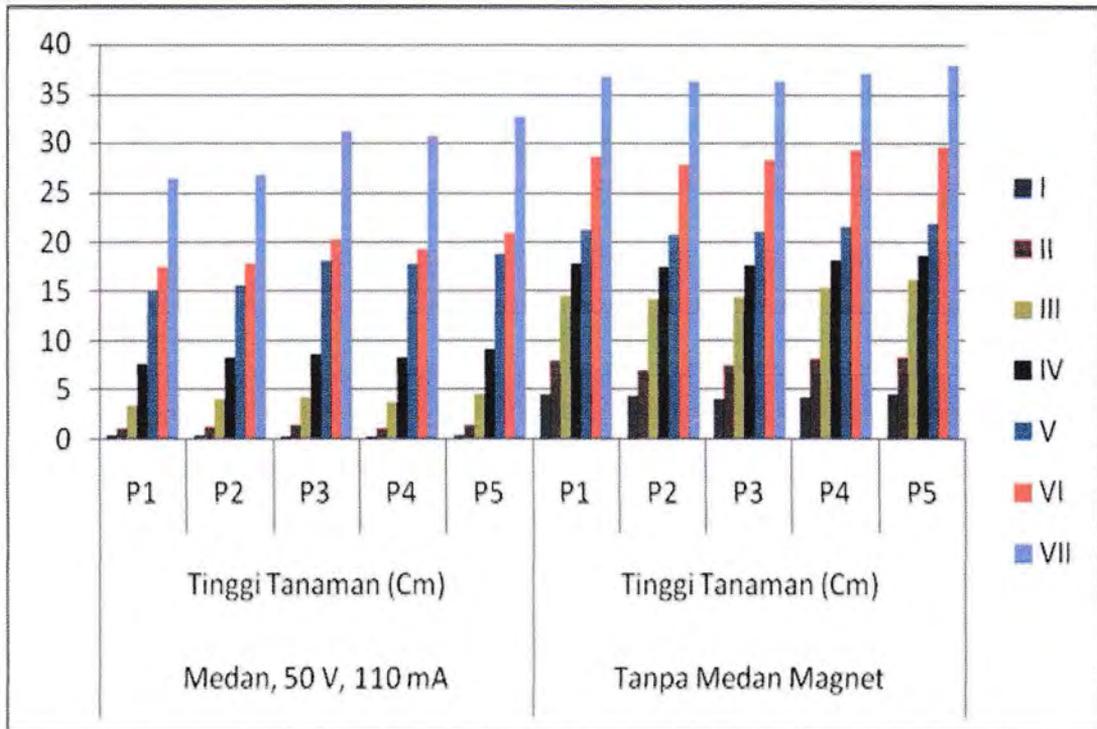
Table 5.1. Tinggi Bawang Merah dengan Medan 50V, 110 mA dan Tanpa Medan Magnet

No.	Minggu ke-	Medan, 50 V, 110 mA					Tanpa Medan Magnet				
		Tinggi Tanaman (Cm)					Tinggi Tanaman (Cm)				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
1	I	0.5	0.5	0.4	0.3	0.5	4.5	4.4	4.1	4.3	4.5
2	II	1.1	1.3	1.4	1.2	1.5	8	7	7.5	8.1	8.4
3	III	3.5	4.1	4.2	3.8	4.5	14.5	14.2	14.3	15.3	16.1
4	IV	7.6	8.3	8.7	8.3	9.1	17.8	17.4	17.6	18.1	18.6
5	V	15.2	15.7	18.2	17.8	18.7	21.3	20.8	21.1	21.6	21.8
6	VI	17.5	17.8	20.3	19.2	20.9	28.6	27.8	28.3	29.2	29.5
7	VII	26.5	26.8	31.2	30.7	32.6	36.8	36.2	36.3	37.1	37.9

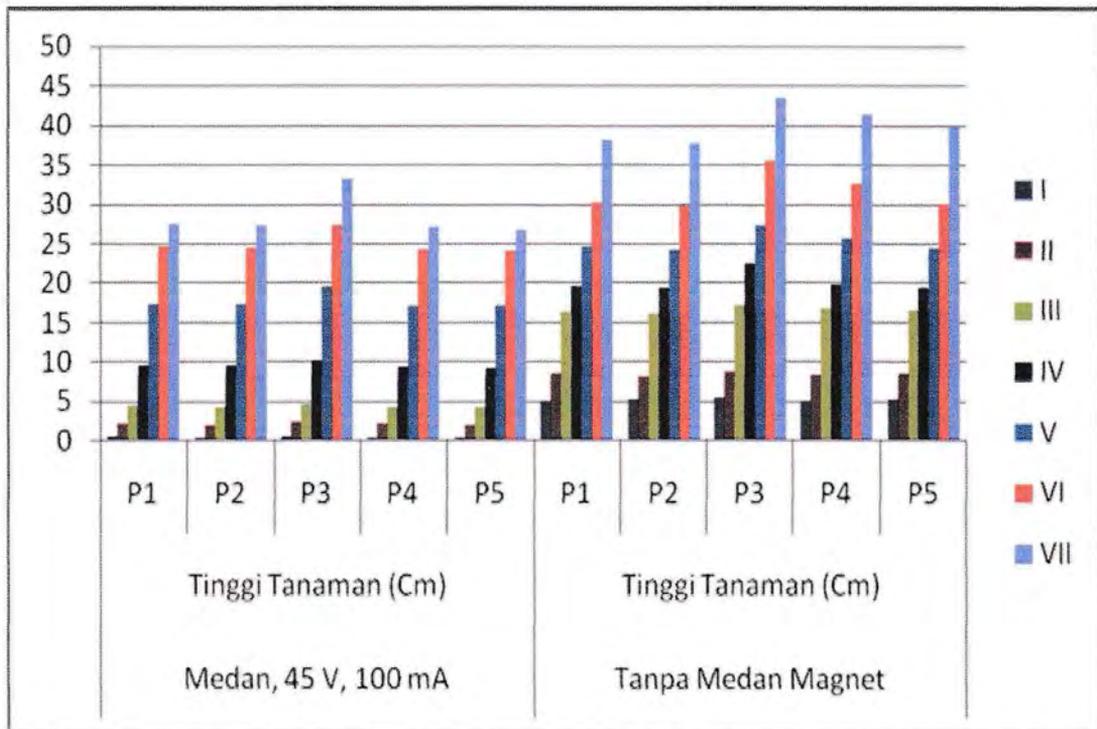
Table 5.2. Tinggi Bawang Merah dengan Medan 45V, 100 mA dan Tanpa Medan Magnet

No.	Minggu ke-	Medan, 45 V, 100 mA					Tanpa Medan Magnet				
		Tinggi Tanaman (Cm)					Tinggi Tanaman (Cm)				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
1	I	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	5.2	5.4	5.5	5.2	5.3
2	II	2.2	2.1	2.4	2.2	2.1	8.5	8.2	8.7	8.4	8.5
3	III	4.4	4.2	4.6	4.3	4.2	16.4	16.2	17.2	16.8	16.5
4	IV	9.6	9.5	10.2	9.3	9.1	19.5	19.3	22.5	19.8	19.4
5	V	17.4	17.3	19.5	17.2	17.1	24.6	24.2	27.3	25.7	24.4
6	VI	24.6	24.4	27.4	24.2	24.1	30.2	29.8	35.5	32.7	30.1
7	VII	27.5	27.3	33.2	27.1	26.8	38.2	37.8	43.5	41.5	39.7

Bentuk diagram pertumbuhan bawang merah dengan medan magnet 50 Volt, 110 mA Volt, 100 mA dan tanpa medan serta medan magnet 45 seperti gambar 5.1 dan gambar 5.2. di bawah ini.



Gambar 5.1. Diagram pertumbuhan bawang merah dengan medan 50 V, 110 mA dan tanpa medan.



Gambar 5.2. Diagram pertumbuhan bawang merah dengan medan 45 V, 100 mA dan tanpa medan.

5.2. Pembahasan

Pada penelitian pengaruh medan listrik terhadap tinggi tanaman dilakukan 2 perlakuan yaitu, bawang merah ditanam dalam medium kontrol (tidak menggunakan medan magnet) dan bawang merah ditanam dengan dilalui oleh medan magnet. Setelah 7 minggu pengamatan objek penelitian yang ditanam pada medium kontrol, semua bawang merah dapat hidup atau mampu berkembang dengan baik, sedangkan bawang merah yang ditanam di bawah medan magnet dapat tumbuh namun sedikit lambat dibandingkan dengan tanaman pada medium control. Pengaruh pertumbuhan bawang merah ini dapat juga dipengaruhi oleh kondisi luar seperti suhu dan cahaya serta kondisi dalam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fitter & Hay (1998 : 37) bahwa respon perkembangan sering dipengaruhi oleh faktor luar (lingkungan) selain suhu, antara lain adalah tingkat cahaya, lama cahaya, dan kelembapan. Suhu tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan jaringan tanaman, sering selang suhu tertentu mengawali tahap kritis dari daur hidup pertumbuhan tanaman.

Sebagai organisme yang tidak dapat bergerak bebas, tumbuh dan kembangnya bawang merah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan di sekelilingnya termasuk juga gelombang elektromagnetik (medan magnet). Fenomena respon tumbuhan terhadap medan magnet dapat tergantung oleh lamanya perlakuan yang diberikan, jenis, dan umur tumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Utari (2009 : 2) yang menyatakan bahwa pengaruh medan magnet terhadap metabolisme tumbuhan telah banyak dilakukan, namun respon tumbuhan terhadap perlakuan medan magnet berbeda tergantung pada kuat medan magnet dan lama perlakuan, jenis, serta umur tumbuhan.

Keikutsertaan Ca (kalsium) yang berupa unsur hara melibatkan adanya arus listrik pada akar yang tanggap terhadap gravitropisme. Arus tersebut disebabkan oleh aliran ion H yang merupakan arus bolak balik dari pergerakan Ca (kalsium) yang dapat menyebabkan pertumbuhan. Menurut pendapat dari Salisbury (1995 : 117) yang menyatakan bahwa gravitropisme adalah gerakan pertumbuhan ke arah atau menjauhi tarikan gravitasi bumi merupakan contoh gravitropisme negatif dan positif, akar biasanya bersifat gravitropik positif. Akar primer umumnya lebih tegak jika dibandingkan dengan akar sekunder yang kadang membentuk sudut hampir mendatar.

Biasanya tumbuhan yang diberikan arus medan magnet tidak tumbuh secara sempurna, atau kerdil. Hal ini dapat disebabkan karena aliran listrik memiliki tegangan dan arus yang besar yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan pembelahan sel dalam bawang merah. Menurut pendapat dari Utari (2009 : 2) yang menyatakan bahwa pada sistem instalasi dan bertegangan dan berarus selalu timbul medan listrik. Dimana akan mempengaruhi pertumbuhan karena medan listrik tersebut membawa elektron (arus listrik) pada jaringan transmisi dimana arus listrik akan bergerak lebih cepat jika tegangannya bertambah tinggi dan ditambah dengan air, sehingga menyebabkan tumbuhan tidak dapat bergerak bebas dan tumbuh.

Dengan mengamati pertumbuhan tinggi bawang merah pada table 5.1 dan 5.2 serta gambar 5.1 dan gambar 5.2 dapat dibandingkan bahwa pertumbuhan tinggi bawang merah yang diberikan medan magnet 50 Volt, 110 mA dan medan magnet 45 Volt, 100 mA jika dibandingkan dengan tanpa medan magnet terjadi perbedaan pertumbuhan tingginya. Hal ini medan magnet dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga sedikit lebih lambat dibandingkan pertumbuhan bawang merah tanpa medan magnet.

Perbandingan pertumbuhan bawang merah dapat dilihat pada table 5.2 dan gambar 5.2 serta table 5.3 dan gambar 5.3 di bawah ini.

Table 5.2. Perbandingan tinggi bawang merah dengan medan magnet dan tanpa medan magnet

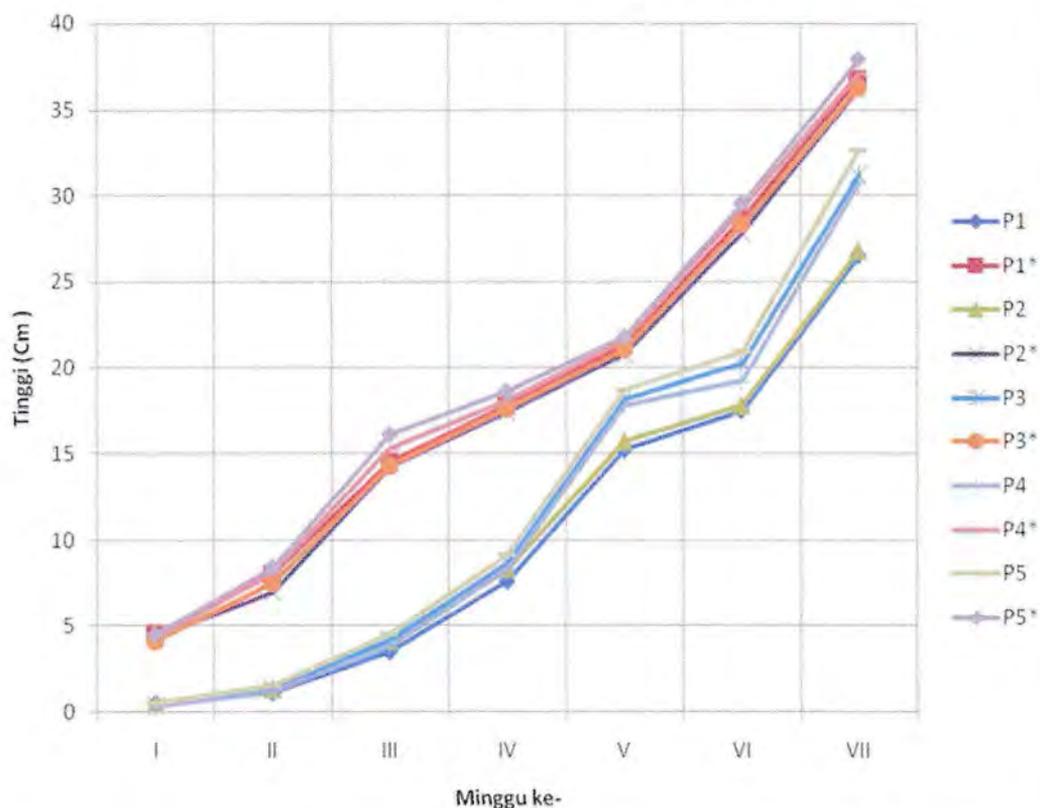
No.	Minggu ke-	P1	P1*	P2	P2*	P3	P3*	P4	P4*	P5	P5*
1	I	0.5	4.5	0.5	4.4	0.4	4.1	0.3	4.3	0.5	4.5
2	II	1.1	8	1.3	7	1.4	7.5	1.2	8.1	1.5	8.4
3	III	3.5	14.5	4.1	14.2	4.2	14.3	3.8	15.3	4.5	16.1
4	IV	7.6	17.8	8.3	17.4	8.7	17.6	8.3	18.1	9.1	18.6
5	V	15.2	21.3	15.7	20.8	18.2	21.1	17.8	21.6	18.7	21.8
6	VI	17.5	28.6	17.8	27.8	20.3	28.3	19.2	29.2	20.9	29.5
7	VII	26.5	36.8	26.8	36.2	31.2	36.3	30.7	37.1	32.6	37.9

Keterangan:

P = Dengan Medan Magnet 50 V, 110 mA

P*= Tanpa Medan Magnet

Kurva Perbandingan Tinggi Bawang Merah dengan Medan Magnet (P) dan Tanpa Medan Magnet (P*)



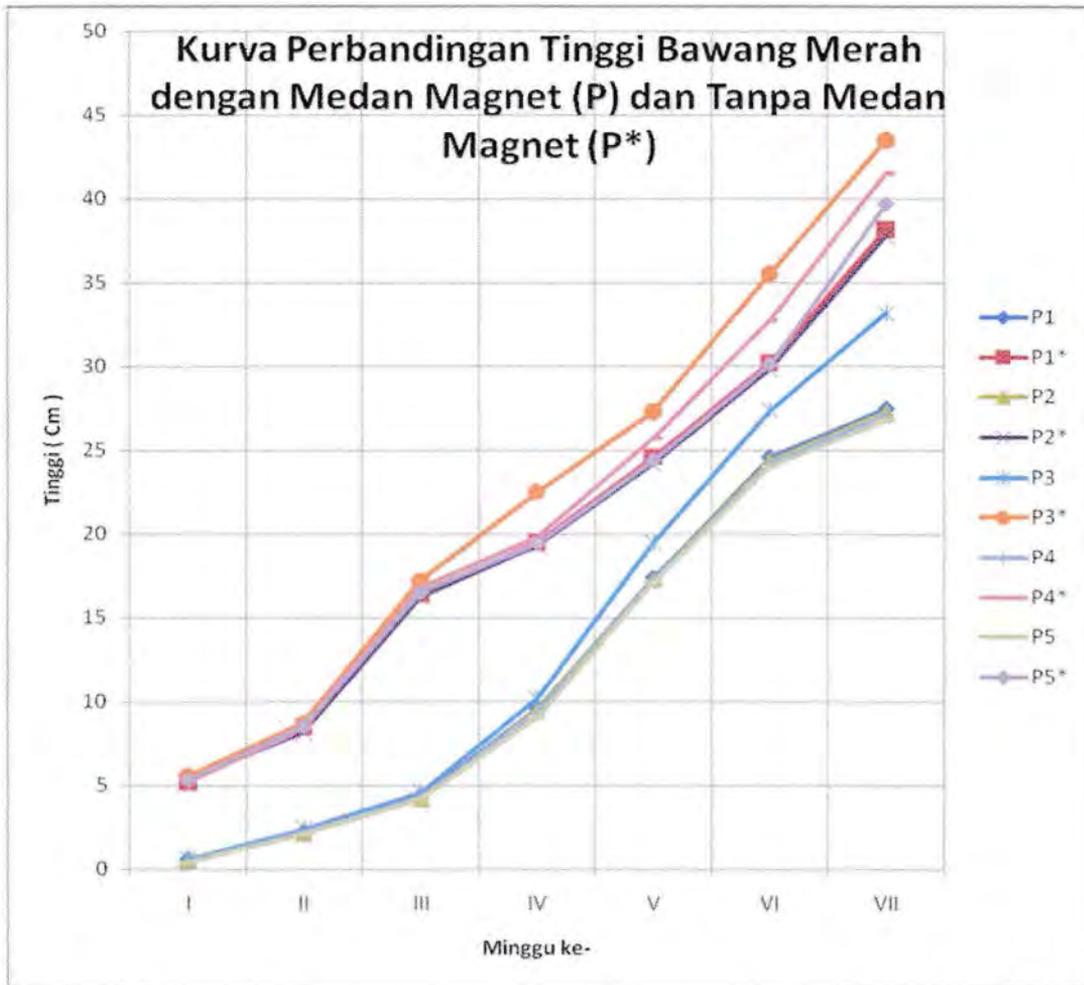
Gambar 5.2. Kurva Perbandingan tinggi bawang merah dengan medan 50 V, 110 mA dan tanpa medan magnet.

Table 5.3. Perbandingan tinggi bawang merah dengan medan magnet dan tanpa medan magnet

No.	Minggu ke-	P1	P1*	P2	P2*	P3	P3*	P4	P4*	P5	P5*
1	I	0.6	5.2	0.5	5.4	0.6	5.5	0.5	5.2	0.4	5.3
2	II	2.2	8.5	2.1	8.2	2.4	8.7	2.2	8.4	2.1	8.5
3	III	4.4	16.4	4.2	16.2	4.6	17.2	4.3	16.8	4.2	16.5
4	IV	9.6	19.5	9.5	19.3	10.2	22.5	9.3	19.8	9.1	19.4
5	V	17.4	24.6	17.3	24.2	19.5	27.3	17.2	25.7	17.1	24.4
6	VI	24.6	30.2	24.4	29.8	27.4	35.5	24.2	32.7	24.1	30.1
7	VII	27.5	38.2	27.3	37.8	33.2	43.5	27.1	41.5	26.8	39.7

P = Dengan Medan Magnet 45 V, 100 mA

P* = Tanpa Medan Magnet



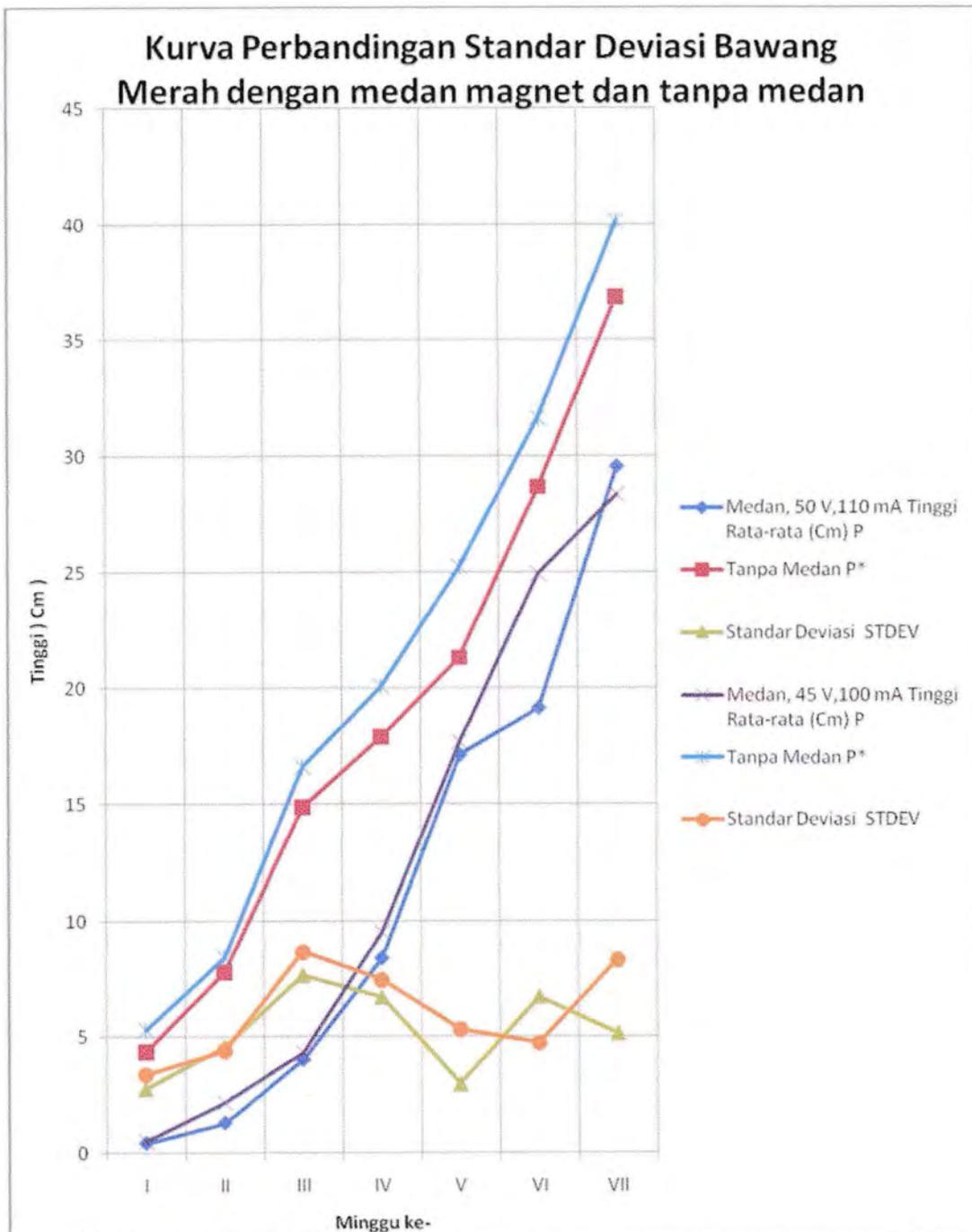
Gambar 5.3. Perbandingan tinggi bawang merah dengan medan magnet 45 Volt, 100 mA dan Tanpa Medan Magnet

Berdasarkan perbandingan tinggi rata rata bawang merah dengan medan magnet dan tanpa medan magnet dapat dilihat pada table 5.4 dan kurva perbandingannya dapat dilihat pada gambar 5.4. di bawah ini.

Tabel 5.4. Perbandingan Standar Deviasi Bawang Merah dengan medan magnet dan tanpa medan

No.	Minggu ke-	Medan, 50	Tanpa	Standar	Medan, 45	Tanpa	Standar
		V,110 mA	Medan		V,100 mA	Medan	
		Tinggi Rata-rata (Cm)			Tinggi Rata-rata (Cm)		
		P	P*	STDEV	P	P*	STDEV
1	I	0.44	4.36	2.77	0.52	5.32	3.39
2	II	1.3	7.8	4.60	2.2	8.46	4.43

3	III	4.02	14.88	7.68	4.34	16.62	8.68
4	IV	8.4	17.9	6.72	9.54	20.1	7.47
5	V	17.12	21.32	2.97	17.7	25.24	5.33
6	VI	19.14	28.68	6.75	24.94	31.66	4.75
7	VII	29.56	36.86	5.16	28.38	40.14	8.32



Gambar 5. .4. Perbandingan Standar Deviasi Bawang Merah dengan medan magnet dan tanpa medan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Fenomena respon tumbuhan terhadap medan magnet tergantung oleh lamanya perlakuan yang diberikan, jenis dan umur tumbuhan.
2. Pembelahan umbi bawang dapat disebabkan oleh kondisi luar seperti suhu dan cahaya yang tidak sesuai.
3. Besarnya medan magnet sangat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah.
4. Bawang merah tanpa medan magnet dapat tumbuh dengan baik dibandingkan terhadap pertumbuhan bawang merah yang dilalui oleh medan magnet.
5. Pertumbuhan tinggi bawang merah dengan media control dapat tumbuh dengan baik karena medium dapat terjaga kelembabannya, sedangkan bawang merah yang dilalui medan magnet pertumbuhannya akan mengalami kelambatan karena medium tersebut akan mengalami perubahan kelembabannya.
6. Berdasarkan table 5.4 dapat dilihat standar deviasi pertumbuhan bawang merah antara 3.39 sampai 8.68, hal ini menunjukkan bahwa selisih pertumbuhan bawang merah dengan medium control dan medium yang dilalui medan magnet sangat signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- À.À. Ratushnyak, Í.G. Andreeva, Í.V. Morozova, G.A. Morozov, and M.V. Trushin, 2008, “ **Effect of extremely high frequency electromagnetic fields on the microbiological community in rhizosphere of plants**”, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences.
- Anies dkk., **Pengaruh Pajanan Medan Magnet Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV terhadap Kesehatan Penduduk di Bawahnya**, Puslitbang Biomedis dan Farmasi, Badan Litbang Kesehatan.
- Gardner, F. P. 1995. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta. V +232 hlm.
- Hernawan Sulistyanto, 2002, **Efek Interferensi Medan Elektromagnetis terhadap Lingkungan**, JURNAL TEKNIK ELEKTRO EMITOR Vol. 2, No. 2, September 2002, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hsin-Hsiung Huang, Show-Ran Wang, 2007, *The Effects of 60Hz Magnetic Fields on Plant Growth*, Department of Electronic Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Nature and Science. I. Gramedia. Jakarta. XI + 408 hlm.
- Kimball, J.W. 1996. *Biologi. Edisi kelima Jilid I*. Erlangga. Jakarta : 999 hlm.
- Lovelles, A. R. 1991. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik Jilid*
- MIHAELA RĂCUCIU, SIMONA MICLĂUȘ[10], 2007, “ **LOW-LEVEL 900 MHz ELECTROMAGNETIC FIELD INFLUENCE ON VEGETAL TISSUE**”, ROMANIAN J. BIOPHYS., Vol. 17, No. 3, P. 149-156, BUCHAREST.
- Rochmah Agustina, 2008, “ **PerAkar Umbi Bawangan dan Pertumbuhan Akar Umbi Bawang Leguminosae Dibawah Pengaruh Medan Magnet** “, *Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat*, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
- Roman Malarić, Mirta Tkalec, Krešimir Malarić, 2003, “ **INSTRUMENTATION FOR BIOLOGICAL EXPOSURE TO ELECTRO MAGNETIC FIELDS** ”, Proceedings, XVII IMEKO World Congress, June 22 - 27, 2003, Dubrovnik, Croatia.
- S. Yates, 2007, *The biological effects of weak electromagnetic fields*, <http://www.safewireless.org/SWIGlobalNews/GeneralEMR/tabid/189/ctl/ArticleView/mid/466/articleId/251/Default.aspx>.
- Salisbury, F. B & Cleon W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung. 241 hlm.
- Suwarno, 2008, **Pengaruh Medan Listrik dan Medan Magnet Pada Jaringan Transmisi 150 KV Gardu Induk Kota Pinang ke Gardu Induk Bagan Batu**, SITIA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Usman Saleh Bafaai,2004, **SISTEM TENAGA LISTRIK : POLUSI DAN PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT**, Disampaikan pada waktu Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap ,Fakultas Teknik , Universitas Sumatera Utara(USU).

Yunnata, 2008 , **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP ANGKA KEMATIAN (Mortalitas) SITOPHILUS ORYZAE JANTAN DAN BETINA**, Posted July 11th, 2008

LAMPIRAN 1.

1. BESAR MEDAN MAGNET YANG DIBANGKITKAN PERALATAN

Table 1. PENGUKURAN MEDAN MAGNET ARAH KE DALAM (POLARITAS SAMA)

Tegangan & Arus	Jarak (Cm)	Fluxi	
		Kilo Maxwell(KMx)	mWeber(mWb)
50V,110 mA	Tengah	7.35	0.0735
	Depan	0.69	0.0069
	Depan rapat	0.88	0.0088
	Kiri	1.25	0.0125
	Kanan	1.26	0.0126
45V,100 mA	Tengah	7.65	0.0765
	Depan	0.625	0.00625
	Depan rapat	0.99	0.0099
	Kiri	1.24	0.0124
	Kanan	1.26	0.0126

Table 2. PENGUKURAN MEDAN MAGNET ARAH KE LUAR (POLARITAS DIBALIK)

Tegangan & Arus	Jarak (Cm)	Fluxi	
		Kilo Maxwell(KMx)	mWeber(mWb)
50V,110 mA	Tengah	7.725	0.07725
	Depan	0.675	0.00675
	Depan rapat	0.98	0.0098
	Kiri	1.32	0.0132
	Kanan	1.325	0.01325
45V,100 mA	Tengah	7.32	0.0732
	Depan	0.665	0.00665
	Depan rapat	0.75	0.0075
	Kiri	1.225	0.01225
	Kanan	1.23	0.0123

LAMPIRAN 2. REKAPITULASI ANGGARAN PENELITIAN

No.	Jenis Pengeluaran	Jumlah Biaya
1	Bahan habis pakai	300.000.,
2	Biaya perjalanan	1.400.000.,
3	Pengeluaran lainnya:	
	A. Penggunaan Alat Uji	2.700.000.,
	B. Dokumentasi dan laporan	600.000.,
4	Total biaya	5.000.000.,

LAMPIRAN 3. RINCIAN BIAYA PENELITIAN

No	Rincian	unit	Jumlah satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Bahan habis pakai			
A	Kertas HVS, 1 rim	1	50,000	50,000
B	Tinta printer , 1 buah	1	50,000	50,000
C	komunikasi	1	200,000	200,000
2	Biaya perjalanan			
B	Perjalanan lokal selama penelitian	3	300,000	900,000
C	Publikasi	1	500,000	500,000
3	Pengeluaran lainnya			
A	Penggunaan alat uji			
	a. komponen pembuatan medan magnet	1	2,000,000	2,000,000
	b. pendukung penelitian	1	500,000	500,000
	c. Kelengkapan Instalasi	1	200,000	200,000
B	Dokumentasi dan pembuatan laporan	3	200,000	600,000
			Total Biaya	5,000,000

RIWAYAT PENELITI

Ketua Peneliti:

Nama lengkap : Ir. Yance, MT.
NIP/NIDN : 1951 1209 1986 03 1001/0009125101
Tempat/tanggal lahir : Medan, 9 Desember 1951
Jenis kelamin : Laki-Laki
Bidang keahlian : Teknik Elektro
Unit kerja : Fakultas Teknik Universitas Medan Area
Alamat : Jl. Kolam No. 1 Medan Estate
Telepon/Fax. : 061-7366878
Alamat rumah : Jl. Kpt.Pattimura Lr. Harapan
Telepon rumah/HP : 08163164090
E-mail :

RIWAYAT PENELITI

Anggota Peneliti:

Nama lengkap : Ir. Aswandi Azwar
NIP/NIDN : 1951 706 1985 11 1001/0006075102
Tempat/tanggal lahir : Medan, 6 Juli 1951
Jenis kelamin : Laki - Laki
Bidang keahlian : Teknik Elektro
Unit kerja : Fakultas Teknik Universitas Medan Area
Alamat : Jl. Kolam No. 1 Medan Estate
Telepon/Fax. : 061 - 7366878
Alamat rumah : Jl. Meteorologi IV-9 Medan
Telepon rumah/HP : 061 – 6627379 - 081260541953
E-mail :

LAPORAN KEGIATAN PERMINGGU

No.	Minggu ke-	Kegiatan
1	I	Melakukan rapat dengan anggota untuk menentukan jadwal pelaksanaan penelitian
2	II	Penelusuran literature untuk persiapan penelitian
3	III	Mempersiapkan bahan dan alat penelitian
4	IV	Melakukan penanaman bawang merah dimedia tanam dalam dua tempat yang berbeda.
5	V s/d XII	Melakukan pengukuran panjang bawang merah untuk dua percobaan selama 7 minggu
6	XIII	Melakukan percobaan ulangan untuk mendapatkan data pengukuran yang lain
7	XIV s/d XXI	Melakukan pengukuran panjang bawang merah untuk dua percobaan ulangan selama 7 minggu
8	XXII	Membuat tabulasi data percobaan dan menganalisanya
9	XXIII s/d XXIV	Membuat laporan akhir penelitian
10	XXV	Perbanyak laporan
11	XXVI	Persiapan presentasi