



**ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET  
*EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF)* PADA BIJI  
CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*)  
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN  
CABAI MERAH BESAR  
(*Capsicum annum L.*)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Handoko  
NIM 120210102089**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET  
*EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF)* PADA BIJI  
CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*)  
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN  
CABAI MERAH BESAR  
(*Capsicum annum L.*)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk  
Menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika (S1) dan  
Untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:  
**Handoko**  
**NIM 120210102089**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016  
PERSEMBAHAN**

Dengan menyebut nama Allah SWT, Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Supiati dan Ayahanda Sukirno tercinta. Terima kasih atas untaian dzikir dan do'a yang telah mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan serta curahan kasih sayang yang telah diberikan selama ini;
2. Guru-guruku sejak SD hingga SMA serta dosen dosenku yang telah memberikan ilmu, membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

**MOTTO**

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah Selesai  
(dari satu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain dan  
hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”

(Q.S. Al-Insyirah: 6-8)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Solahudin, D. 2009. La Tahzan For Parents. Bandung: PT Mizan Pustaka

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Handoko

NIM : 120210102089

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 September 2016

Yang menyatakan,

Handoko

NIM 120210102089

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET  
*EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) PADA BIJI  
CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*)  
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN  
CABAI MERAH BESAR  
(*Capsicum annum L.*)**

Oleh  
Handoko  
NIM 120210102089

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sudarti, M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 22 September 2016

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

**Dr. Sudarti, M.Kes**  
NIP 196201231988022001

**Rif’ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si**  
NIP 198102052006042002

Anggota I,

Anggota II,

**Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si**  
NIP 19620411987021001

**Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si**  
NIP 195708011984031004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember,

**Prof. Dr. Sunardi, M.Pd**  
NIP 195205011983031005



## RINGKASAN

**Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada Biji cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*);** Handoko, 120201102089; 72 halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Medan magnet elektromagnetik *extremely low frequency* (ELF) merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi antara 0 hingga 300 Hz yang bersifat *nonionising*. Saat ini medan magnet ELF telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang salah satunya yaitu dalam bidang pertanian hortikultura (sayuran dan buah-buahan). Salah satu pemanfaatan medan magnet dalam bidang pertanian bertujuan untuk memacu pertumbuhan tanaman hortikultura.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian tentang dampak paparan medan magnet ELF pada biji cabai merah besar terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah besar. Indikator pertumbuhan yang diukur meliputi tinggi tanaman, dan jumlah daun. Penelitian ini termasuk dalam penelitian Eksperimen. Desain Penelitian yang digunakan adalah *randomized post-test only control group design*. Lokasi pemaparan medan magnet dilaksanakan di Laboratorium Fisika Lanjut FKIP UNEJ sedangkan Proses penanaman dan Pengukuran indikator pertumbuhan di Greenhouse pendidikan Biologi FKIP UNEJ.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 dan 90 menit memiliki tinggi tanaman yang lebih besar dibandingkan sampel kontrol, kemudian biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 menit memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan sampel lainnya termasuk sampel kontrol. Perbedaan tinggi tanaman antara sampel eksperimen dan kontrol diduga akibat interaksi ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan medan magnet ELF yang menyebabkan pergerakan dan peningkatan laju ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) yang mengakibatkan perubahan transportasi pada membrane sel sehingga kadar ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dalam sel meningkat, akibat peningkatan ion kalsium didalam sel



maka tekanan osmosis pada sel meningkat yang berakibat pada kapasitas penyerapan air pada sel meningkat yang mengakibatkan peningkatan aktivitas Enzim  $\alpha$ -amilase yang memacu perkecambahan sedangkan perbedaan jumlah daun antara sampel eksperimen dan sampel kontrol diduga akibat interaksi ion kalsium yang terkandung pada biji cabai dengan medan magnet ELF, kandungan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) pada biji cabai yang terpapar medan magnet mengalami perubahan kelajuan dan konsentrasi yang berakibat pada poliferasi sel yang lebih cepat, berubahnya aliran ion kalsium yang berakibat pada proses diferensiasi (terbentuknya organ tumbuhan termasuk daun) lebih cepat juga yang berakibat pada jumlah daun yang terbentuk akan lebih banyak. Selain itu beberapa penelitian menunjukkan bahwa medan magnet mampu memperbesar ukuran berkas pengangkut pada tumbuhan sehingga proses penyaluran nutrisi lebih optimal yang berakibat pada proses pertumbuhan optimal. Namun selain dipengaruhi oleh adanya medan magnet ELF, pertumbuhan tanaman cabai juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti air, cahaya, temperature, oksigen, medium dan unsur hara.

Kesimpulan Penelitian ini adalah 1) paparan medan magnet ELF  $300\mu\text{T}$  selama 60 dan 90 menit pada biji cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) berpengaruh terhadap tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*), 2) paparan medan magnet ELF  $300\mu\text{T}$  selama 60 menit pada biji cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) berpengaruh terhadap jumlah daun cabai merah besar (*Capsicum annum L.*). Sehingga paparan medan magnet ELF  $300\mu\text{T}$  selama 60 menit memberikan dampak paling optimal terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah besar.

## PRAKATA

Segala puji dan syukur Alhamdulillah atas berkah dan rahmat, serta hidayah Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

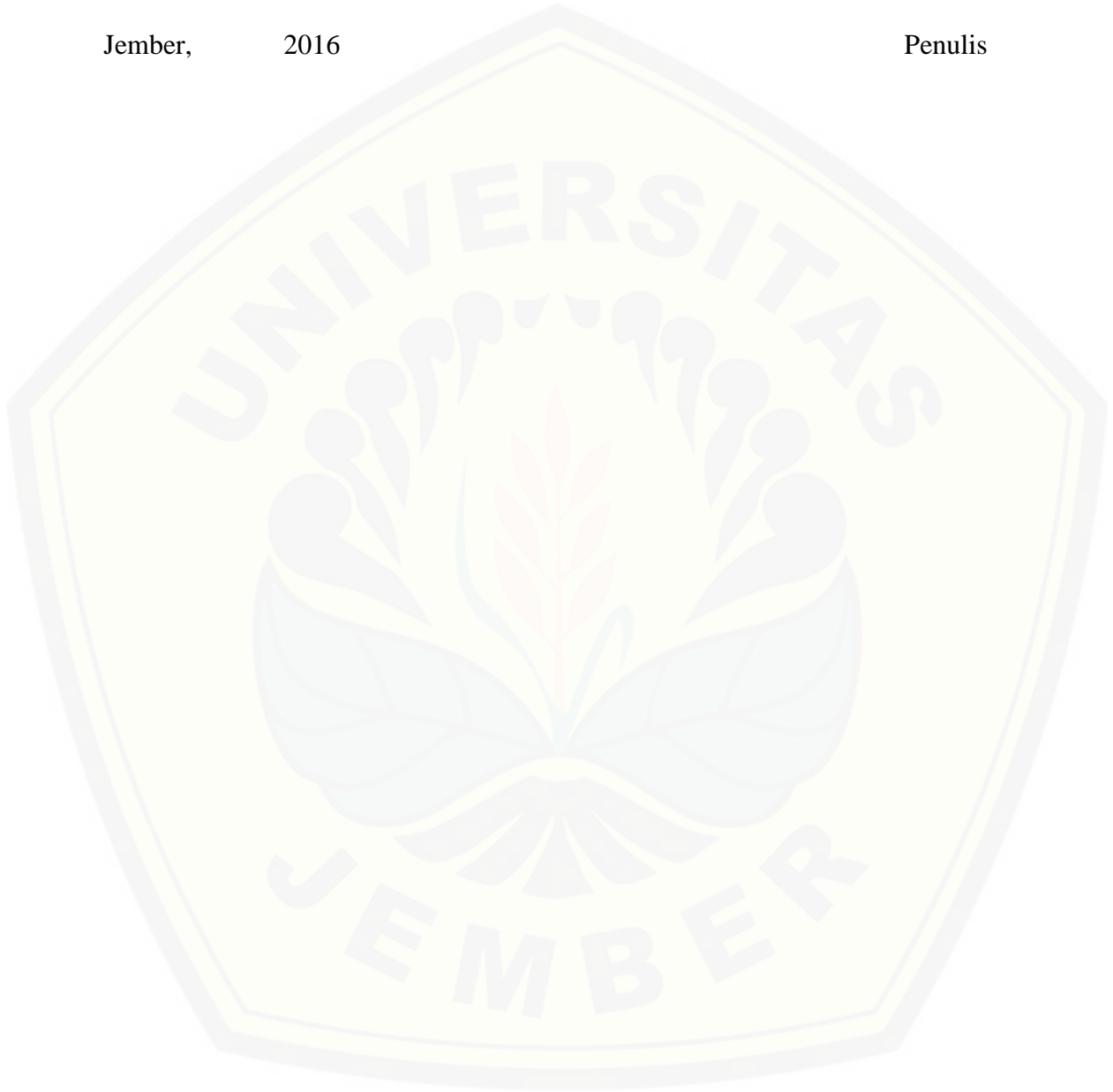
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak berikut ini.

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd selaku Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember; Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku Kepala Jurusan Pendidikan MIPA; Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Pendidikan Fisika;
2. Dr. Sudarti, M.Kes. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Rif’ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam skripsi ini;
3. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan studi di Pendidikan Fisika;
4. Arief Anta Asmara, Aji Saputra, Ayu Fajarotul Maghfiroh, Galih Rinekso Yuwono, Lusi Mentari, Like Dewi Karlingga, Prety Engestiana, Qurrotul Aini, Ratna Hapsari, Sulis Syafa’aten serta Siti Rodliatin. Terima kasih telah membantu dan memberi semangat yang tulus;
5. Teman-teman angkatan 2012 terima kasih atas kebersamaan serta pengalaman selama perkuliahan;
6. Serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung terselesaikannya skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN ..</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah... ..</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian ....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian ..</b>	<b>5</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Gelombang Elektromagnetik .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik .....	6
2.1.2 Medan Magnet dan Medan Listrik.....	7
2.1.3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	9
<b>2.2 Persamaan Maxwell .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Hukum Biot-Savart. ....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Medan Magnet Di Sekitar Kawat Berarus .....</b>	<b>14</b>

2.4.1 Medan Magnet Di Sekitar Arus DC ( <i>Direct Current</i> ).....	14
2.4.2 Medan Magnet Di Sekitar Arus AC ( <i>Alternating Current</i> ).....	15
<b>2.5 Energy Gelombang Elektromagnetik dan Vektor Poynting.....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Gelombang Elektromagnetik ELF .....</b>	<b>17</b>
2.6.1 Definisi Medan Elektromagnetik ELF .....	17
2.6.2 Karakteristik Medan Magnet ELF.....	17
2.6.3 Sumber Medan Listrik dan Medan Magnet ELF .....	18
<b>2.7 Medan Magnet Dalam Materi Biologis .....</b>	<b>21</b>
2.7.1 Interaksi Medan Magnet ELF Terhadap Ion Kalsium .....	22
2.7.2 Interaksi Medan Magnet ELF dengan Sel.....	22
<b>2.8 Cabai Merah Besar . .....</b>	<b>24</b>
2.8.1 Kandungan Gizi dan Pemanfaatan Cabai.....	25
2.8.2 Syarat Tumbuh Cabai.....	26
<b>2.9 Kerangka Konsep.....</b>	<b>27</b>
<b>2.10 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>29</b>
<b>2.11 Hipotesis Penelitian.....</b>	<b>30</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Jenis dan Desain Penelitian .....</b>	<b>31</b>
3.2.1 Jenis penelitian .....	31
3.2.2 Desain Penelitian .....	32
<b>3.3 Variabel Penelitian.. .....</b>	<b>35</b>
3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian .....	35
3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian .....	35
<b>3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....</b>	<b>34</b>
3.4.1 Populasi Penelitian.....	34
3.4.2 Sampel Penelitian .....	34
<b>3.5 Alat dan Bahan.....</b>	<b>34</b>
3.5.1 Alat.....	34

3.5.2 Bahan .....	37
<b>3.6 Prosedur Penelitian. ....</b>	<b>38</b>
3.6.1 Tahap Persiapan.....	38
3.6.2 Tahap Penentuan Sampel.....	38
3.6.3 Tahap Perendaman.....	39
3.6.4 Tahap Perlakuan .....	39
3.6.5 Tahap Penyemaian.....	41
3.6.6 Tahap Penanaman .....	42
3.6.7 Tahap Perawatan.....	42
3.6.8 Tahap Pengukuran .....	44
3.6.9 Bagan Prosedur Penelitian .....	44
<b>3.7 Metode Analisis Data .....</b>	<b>47</b>
3.7.1 Tabel Hasil Pengukuran.....	47
3.7.2 Teknik Analisis Data .....	48
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>49</b>
4.1.1 Prosedur Penelitian.....	47
4.1.2 Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman Cabai .....	52
4.1.3 Hasil Pengukuran Jumlah Daun Cabai .....	54
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>57</b>
4.2.1 Pembahasan Pengaruh Pemaparan Medan Magnet ELF terhadap Tinggi Tanaman Cabai .....	57
4.2.2 Pembahasan Pengaruh Pemaparan Medan Magnet ELF Terhadap Jumlah Daun Cabai .....	59
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>



**DAFTAR TABEL**

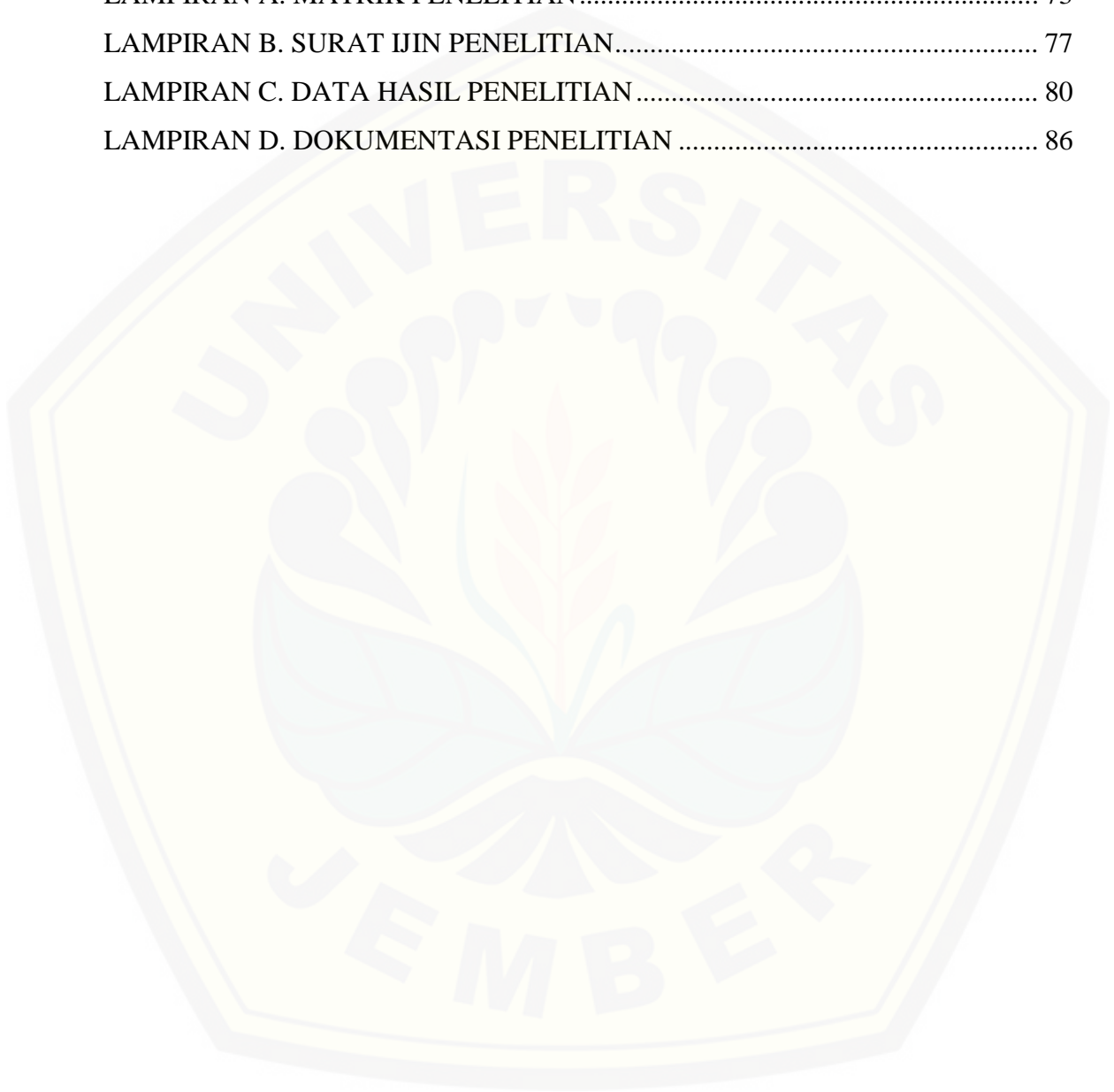
	Halaman
2.1 Hasil pengukuran medan listrik di dekat peralatan rumah tangga pada jarak 30 cm ... ..	20
2.2 Hasil pengukuran medan magnet di dekat peralatan rumah tangga pada jarak 30 cm ... ..	20
2.3 Kandungan zat gizi buah cabau segar dan kering setiap 100 gram bahan.....	26
3.1 Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman .....	47
3.2 Tabel Hasil Pengukuran Jumlah Daun .....	47
4.1 Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman Cabai .....	52
4.2 Hasil Pengukuran Jumlah Daun Cabai .....	54

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Perambatan gelombang elektromagnetik yang terdiri dari medan magnet dan medan listrik .....	6
2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik .....	11
2.3 Cabai merah besar.....	25
2.4 Kerangka Konseptual.....	28
3.1 Desain Penelitian .....	32
3.2 Tahap persiapan .....	38
3.3 <i>Electromagnetic Field Source</i> .....	40
3.4 EMF 287 .....	41
3.5 Tahap penyemaian .....	42
3.6 Tahap Pemupukan .....	43
3.7 Tahap penyiraman .....	43
3.8 Alur Penelitian .....	46
4.1 Grafik tinggi tanaman Seluruh Sampel.....	53
4.2 Grafik Jumlah daun Seluruh Sampel .....	55

**DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN.....	73
LAMPIRAN B. SURAT IJIN PENELITIAN.....	77
LAMPIRAN C. DATA HASIL PENELITIAN.....	80
LAMPIRAN D. DOKUMENTASI PENELITIAN.....	86



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Medan Elektromagnetik merupakan kombinasi antara medan magnetik dan medan listrik. Medan listrik diberi besaran volt per meter atau kilovolt per meter, yang bersumber dari adanya tegangan listrik; sedangkan medan magnet diberi besaran Tesla yang berasal dari sumber arus yang mengalir (Anies, 2007: 10). Alonso dan Finn (1992:76) menyatakan bahwa medan elektromagnetik dapat merambat dalam ruang hampa dengan kecepatan sama dengan kecepatan cahaya pada ruang hampa yaitu  $3 \times 10^8$  m/s. Sumber utama medan elektromagnetik diantaranya: generator pembangkit listrik, penyebaran dan penggunaan; sistem transportasi, fasilitas telekomunikasi, dan kumpulan perangkat seperti pesawat telepon, peralatan medis, peralatan komersial dan industri, radar, radio dan antena siaran televisi (Repacholi, 2003).

Radiasi medan elektromagnetik memiliki spektrum yang luas mulai dari frekuensi ekstrem rendah hingga frekuensi ekstrim tinggi. Menurut *European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Field Exposure* (EFHRAN) (2010: 3) berdasarkan frekuensinya medan elektromagnetik dibagi menjadi tiga yaitu frekuensi rendah dengan frekuensi sampai 300 Hz, frekuensi menengah dengan frekuensi dari 300 Hz sampai 100 KHz, dan frekuensi tinggi dengan frekuensi 100 KHz sampai 300 GHz. Sedangkan, berdasarkan efek yang ditimbulkan, radiasi elektromagnetik dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu radiasi ionizing yang memiliki cukup energi untuk mengubah ikatan atom yang menyebabkan bahaya kesehatan sedangkan radiasi non ionizing tidak memiliki energi yang cukup untuk mengubah atom (Mousa, 2011). Menurut Anies (2007: 12-13) istilah radiasi non pengion (non ionizing) mengacu pada radiasi elektromagnetik dengan energi lebih kecil dari 10 eV yang meliputi sinar ultra violet, cahaya tampak, infra merah, gelombang mikro, gelombang radio serta

berbagai alat elektronik dan SUTET, alat-alat dan proses yang menghasilkan radiasi non pengion banyak dimanfaatkan dalam bidang industri, kedokteran, telekomunikasi, hiburan, laboratoium, transportasi bahkan rumah tangga.

Grotel (dalam Sudarti dan Helianti, 2005:36) menjelaskan bahwa gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan bagian dari spektrum gelombang Elektromagnetik yang berada pada frekuensi yang lebih kecil dari 300 Hz dan termasuk dalam *non ionizing radiation*. Energi medan magnet ELF sangat kecil, sehingga efek yang ditimbulkan merupakan efek non-thermal yang artinya tidak menyebabkan perubahan suhu ketika berinteraksi atau menginduksi sistem. Medan magnet ELF bersifat tidak terhalangi (*World Health Organizaion* (WHO),2007).

Seiring dengan perkembangan zaman, pemanfaatan medan *magnet Extremely Low Frequency* (ELF) diberbagai bidang meningkat, Salah satunya di bidang pertanian hortikultura (sayuran dan buah-buahan). Menurut beberapa penelitian medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu mempengaruhi pencecambahan (Germinasi), pertumbuhan bibit, produksi, karakter dan ukuran buah. Medan Magnet mampu mempengaruhi germinasi, pertumbuhan dan produksi dari tomat, Penelitian Jedli ka *et al* (2014) menunjukkan pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 20, 40 dan 60 mT selama 20 menit sehari dengan frekuensi 50 Hz pada benih tomat, secara signifikan positif berpengaruh terhadap pencecambahan (germinasi), pertumbuhan tanaman, dan ukuran buah tomat. Selain benih tomat medan magnet juga mampu mempengaruhi benih cabai , Pemaparan medan magnet 62  $\mu$ T pada benih cabai (*Capsicum annum. L.*) dengan waktu paparan 4,8,12, dan 24 jam mampu menstimulasi pertumbuhan tahap pertama benih cabai, secara statistik menunjukkan peningkatan yang signifikan pada pencecambahan (germinasi), awal perkembangan dan pertumbuhan benih dibandingkan dengan kelas kontrol (Nimmi dan Madhu, 2009).

Cabai merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang penting dan populer di Indonesia. Menurut Direktorat Pangan dan Pertanian (2013:277) konsumsi cabai selama periode 5 tahun (2008-2012) cenderung meningkat Konsumsi per kapita

per tahun cabai merah pada tahun 2008 adalah 1,549 kg/kapita, kemudian meningkat menjadi 1,653 kg pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata sebesar 1,13%/tahun. Cabai sebagian besar dimanfaatkan sebagai bumbu masakan. Jember merupakan salah satu sentra penghasil cabai di Jawa Timur dan di Indonesia. Kabupaten Jember menyumbang 17,64-19,05% produksi cabai Jawa Timur atau 2,67-4,09% dari total produksi secara nasional, produktivitas cabai di kabupaten ini cukup tinggi, berkisar antara 11-16 t/ha untuk cabai rawit dan 13-31 t/ha untuk cabai besar (Anwarudin *et al*, 2015).

Untuk meningkatkan hasil tanaman cabai, petani dan praktisi pertanian seringkali menggunakan pupuk kimia secara berlebihan. Penggunaan pupuk kimia dan pestisida terbukti menimbulkan pencemaran baik pada tanah maupun produk pertanian, yang akhirnya dapat menurunkan kualitas lahan. Metode pemberian pupuk kimia atau pupuk anorganik merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk memacu dan menopang pertumbuhan serta perkembangan tanaman cabai, namun penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dan berkelanjutan dapat memberikan dampak negatif pada tanah maupun lingkungan. Penggunaan pupuk anorganik (N,P,K) secara terus-menerus dan berlebihan, tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik menyebabkan tanah menjadi keras, produktivitasnya menurun sehingga menurunkan tingkat kesuburan tanah (Supadma *et al*, 2013) selain itu menurut Adriani (2015) penggunaa pupuk anorganik dalam jangka panjang menimbulkan efek berantai bagi lingkungan, masyarakat, dan Negara mulai dari berkurangnya populasi ikan di sungai dan di laut, berkurangnya pendapatan nelayan sehingga perekonomian keluarga berada di bawah garis kemiskinan.

Berdasarkan uraian diatas, dirasa perlu untuk melakukan Penelitian untuk mengurangi penggunaan Pupuk kimia untuk memacu pertumbuhan tanaman cabai. Oleh karena itu, peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum L.*)**”



## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Apakah pemaparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30, 40, 60, dan 90 menit berpengaruh terhadap tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) ?
- b. Apakah pemaparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30, 40, 60, dan 90 menit berpengaruh terhadap jumlah daun cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) ?

## 1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah pada permasalahan yang diteliti, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

- a. Bibit cabai yang digunakan merupakan bibit cabai terpilih dan berkualitas yang dibeli secara *on-line* di situs LGMA AGRO ([www.lmgaagro.web.id](http://www.lmgaagro.web.id))
- b. Indikator pertumbuhan yang digunakan pada penelitian ini adalah tinggi tanaman, dan jumlah daun
- c. Dosis medan magnet yang digunakan adalah 300 $\mu$ T dengan variasi waktu 30,45,60 dan 90 menit

## 1.4. Tujuan Penelitian

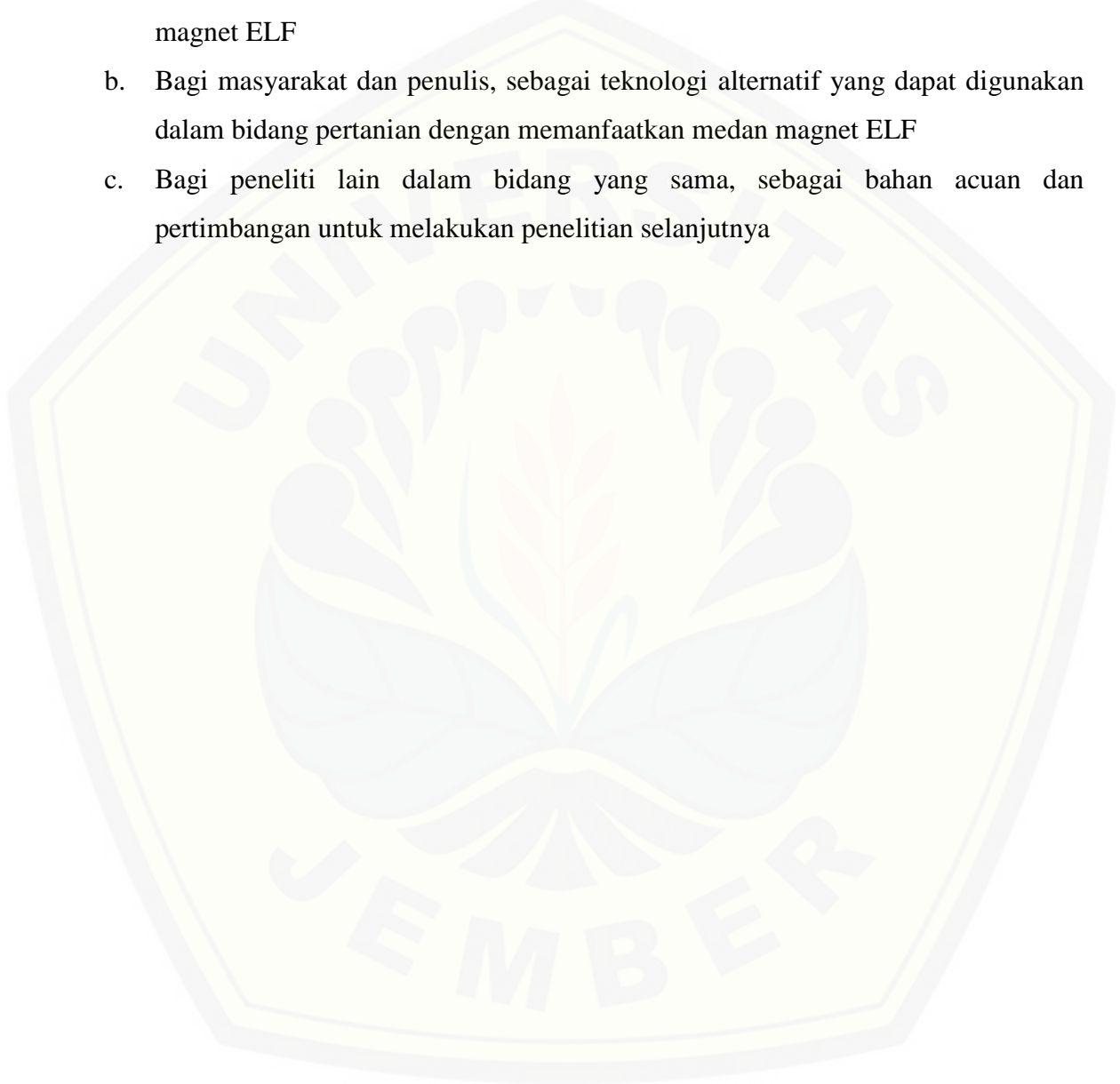
Berdasarkan rumusan masalah diatas tujuan penelitian adalah:

- a. Untuk mengkaji pengaruh pemaparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30, 40, 60, dan 90 menit terhadap tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*)
- b. Untuk mengkaji pengaruh pemaparan medan magnet ELF300 $\mu$ T selama 30, 40, 60, dan 90 menit terhadap jumlah daun tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*)

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Manfaat akademik, dapat menambah pengetahuan tentang manfaat medan magnet ELF
- b. Bagi masyarakat dan penulis, sebagai teknologi alternatif yang dapat digunakan dalam bidang pertanian dengan memanfaatkan medan magnet ELF
- c. Bagi peneliti lain dalam bidang yang sama, sebagai bahan acuan dan pertimbangan untuk melakukan penelitian selanjutnya

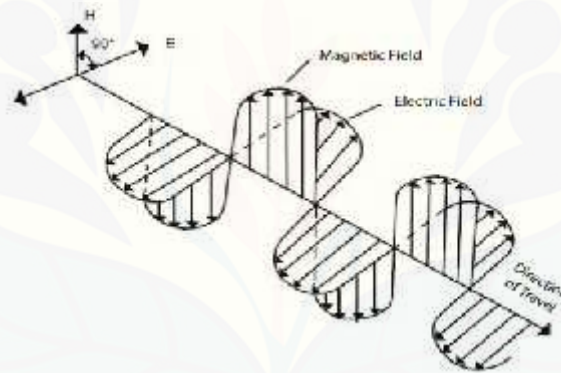


## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gelombang Elektromagnetik

#### 2.1.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang dalam perambanya tidak memerlukan suatu medium perantara (Young, 2012:762). Arah getar vektor medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus (Rahmatullah, 2009). Gambar 2.1 menggambarkan perambatan medan magnet dan medan listrik dalam gelombang elektromagnetik:



Gambar 2.1 Perambatan gelombang elektromagnetik yang terdiri dari medan magnet dan medan listrik (sumber : Mousa, 2011)

Gelombang elektromagnetik mampu melintas dan merambat melalui medium udara maupun ruang angkasa yang hampa udara, Sarwate (1993:414) menyatakan bahwa gelombang elektromagnetik merambat di luar angkasa dengan kecepatan cahaya, identifikasi dari jenis gelombang elektromagnetik yang memiliki perbedaan frekuensi dan panjang gelombang namun memiliki kecepatan propagasi yang sama di ruang hampa sekitar  $3 \times 10^8$  m/s.

Sehingga Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang hasil perpaduan medan magnet dan medan listrik yang bergetar saling tegak lurus mampu merambat dalam medium maupun tanpa medium.

## 2.1.2 Medan Listrik dan Medan Magnet

### a. Medan Listrik

Medan listrik didefinisikan sebagai gaya yang tercipta oleh muatan-muatan listrik (Swerdlow, 2006:11). Muatan yang sejenis akan tolak menolak dan muatan yang berbeda akan saling menarik (Furse *et al*, 2009:1). *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) (2010) menyatakan bahwa satuan untuk medan listrik dalam Volt per meter ( $\text{V m}^{-1}$ ). Medan listrik dihasilkan oleh muatan listrik, terlepas dari keadaan pergerakannya. sebuah muatan tunggal menghasilkan suatu medan listrik kesegala arah pada sebuah pola bola simetris dan dimensi yang tak terbatas. sekumpulan muatan (misalnya kabel) memproduksi medan listrik disekitar kabel dengan pola silinder simetris. Bentuk dari pola dari medan listrik pada suatu titik bergantung pada distribusi dari muatan dan dari objek di sekitar. Secara teknis, medan listrik berhubungan dengan tegangan bukan dengan arus atau sumber (*World Health Organization* (WHO), 2007:21). Sumber medan listrik alami pada proses di atmosfer dan magnetosphere menghasilkan sinyal dengan frekuensi mencapai beberapa megahertz ( $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ ) serta efek dari aktifitas matahari di ionosfer dan efek atmosferik seperti halilintar yang disebabkan osilasi resonansi di ionosfer bumi yang disebut schumann resonan, kekuatan medan magnet alami pada frekuensi 50 atau 60 Hz adalah sekitar  $10^{-4} \text{ Vm}^{-1}$  sedangkan sumber buatan manusia seperti kabel transmisi tegangan tinggi, perangkat elektronik serta peralatan industri dan rumah (Swerdlow, 2006:12-13).

Medan listrik ( $\mathbf{E}$ ) merupakan besaran vektor yang menggambarkan keadaan di dalam ruang yang dibentuk oleh sistem muatan. Dengan menggerakkan muatan uji  $q_0$  dari satu titik ke titik lain, kita dapat memperoleh  $\mathbf{E}$  pada semua titik didalam ruang (kecuali pada titik yang diduduki oleh  $q$ ). Untuk mendefinisikan medan listrik secara operasional, kita menempatkan sebuah muatan uji yang kecil  $q_0$  pada titik didalam ruang yang diselidiki serta mengukur gaya listrik  $\mathbf{F}$  yang bekerja pada benda ini. Medan Listrik tersebut didefinisikan sebagai :

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_0} \quad (2.1)$$

(Halliday, 1978:29)

Michael Faraday menyatakan bahwa medan listrik dibentuk oleh garis-garis gaya. Garis-garis gaya listrik tersebut merupakan suatu cara yang mempermudah untuk memandang pola-pola medan listrik. Garis gaya medan listrik bersifat imajiner yang menyatakan arah medan listrik sebagai fungsi ruang yaitu polanya meyakinkan distribusi arah medan listrik. Hubungan antara garis-garis gaya (imajiner) dan vektor medan magnet adalah;

- 1) Garis singgung kepada sebuah garis gaya pada setiap titik memberikan arah  $\mathbf{E}$  pada titik tersebut;
- 2) Garis-garis gaya digambarkan sehingga banyaknya garis persatuan luas penampang sebanding dengan besarnya  $\mathbf{E}$  (Halliday, 1991:31)

#### b. Medan Magnet

Medan magnet adalah suatu medan yang dibentuk dengan menggerakkan muatan listrik (arus listrik) yang menyebabkan gaya di muatan listrik yang bergerak. Menurut Loeksmanto (1993:122) medan magnet dihasilkan oleh gerakan muatan listrik, dan sebenarnya di dalam bahan magnet secara mikroskopis dalam skala atom terjadi arus-arus kecil yang karena elektron beredar mengelilingi inti atom ataupun elektron berputar terhadap sumbunya. Interaksi magnetik dasar merupakan gaya magnetik satu muatan yang bergerak yang dikerahkan pada muatan bergerak lainnya. Gaya magnetik tersebut dipindahkan oleh medan magnetik. Muatan yang bergerak menghasilkan medan magnetik dan medan ini selanjutnya mengerahkan suatu gaya pada muatan bergerak lainnya. Adanya medan magnet di dalam ruang dapat ditunjukkan dengan mengamati pengaruh yang ditimbulkan, apabila muatan  $q$  memiliki kecepatan  $\mathbf{v}$  dalam medan magnetik, akan terdapat gaya yang bergantung pada  $q$ , besar kecepatan dan arahnya. Dengan kata lain apabila suatu muatan  $q$



bergerak dengan kecepatan  $\mathbf{v}$  dalam medan magnetik  $\mathbf{B}$ , gaya magnetik  $\mathbf{F}$  pada muatan adalah:

$$\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (2.2)$$

(Tipler, 2001:211)

Paparan medan magnet yang ditimbulkan oleh sumber terhadap suatu medium diberikan oleh besaran kuat medan magnet ( $\mathbf{H}$ ). Besaran  $\mathbf{B}$  berkaitan dengan hal ini merupakan besar induksi magnet pada medium dengan nilai:

$$\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H} \quad (2.3)$$

dimana  $\mu_0$  merupakan permeabilitas bahan

Medan magnet dipengaruhi oleh gerak dari perpindahan muatan. Kekuatannya diukur dalam satuan ampere per meter (A/m) atau dalam istilah induksi magnetik yang diukur dalam satuan Tesla (T), mili Tesla (mT) atau mikro tesla ( $\mu\text{T}$ ) (Sutrisno dan Gie, 1979:115).

### 2.1.3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Gelombang Elektromagnetik memiliki rentang frekuensi yang luas), mulai dari frekuensi ekstra rendah hingga frekuensi ekstra tinggi. Menurut EFHRAN (2010: 3) berdasarkan frekuensinya medan elektromagnetik dibagi menjadi tiga yaitu frekuensi rendah (*low frequency*) dengan frekuensi sampai 300 Hz, frekuensi menengah (*Intermediet frequency*) dengan frekuensi dari 300 Hz sampai 100 KHz, dan frekuensi tinggi (*high frequency*) dengan frekuensi 100 KHz sampai 300 GHz.

Menurut (Alonso dan Finn, 1992:319-321) Klasifikasi untuk spectrum gelombang elektromagnetik mempunyai tujuh kategori yang khas, klasifikasi ini tidak mempunyai batas yang tegas karena sumber yang berbeda mungkin menghasilkan gelombang dalam jangkauan frekuensi yang tumpang tindih. Klasifikasinya sebagai berikut:



a. Gelombang Frekuensi Radio

Gelombang ini mempunyai jangkauan panjang gelombang dari beberapa kilometer turun hingga 0,3 m. jangkauan frekuensinya dari beberapa Hz hingga  $10^9$  Hz. Energi foton berkisar antara hamper nol hingga  $10^{-5}$  eV. Gelombang ini digunakan dalam 10okum10 siaran TV dan radio, dan dihasilkan oleh alat-alat elektronika

b. Gelombang Mikro

Gelombang ini memiliki panjang gelombang antara 0,3 m turun hingga  $10^{-3}$ m dengan jangkauan frekuensi dari  $10^9$  hingga  $3 \times 10^{11}$  Hz. Energi foton berkisar antara  $10^{-5}$  eV sampai  $10^{-3}$ eV. Gelombang ini digunakan dalam radar dan analisis struktur atom dan molekul dan juga dihasilkan oleh alat-alat elektronika

c. Spektrum Inframerah

Daerah ini meliputi panjang gelombang dari  $10^{-3}$ m turun hingga  $7,8 \times 10^{-7}$ m. jangkauan frekuensinya dari  $3 \times 10^{11}$  Hz hingga  $4 \times 10^{14}$  Hz dan energy foton berkisar antara  $10^{-3}$ eV hingga 1,6 eV. Gelombang ini dihasilkan oleh molekul dan benda-bena panas dan memiliki banyak penggunaan dalam industry, obat-obatan, astronomi, dan lain lain.

d. Cahaya atau Spektrum Yang Tampak

Spektrum yang tampak adalah suatu pita sempit yang dibentuk oleh panjang gelombang terhadap retina manusia. Pita ini memiliki panjang gelombang  $7,8 \times 10^{-7}$ m turun hingga  $3,8 \times 10^{-7}$ m. Jangkauan frekuensinya dari  $4 \times 10^{14}$  Hz hingga  $8 \times 10^{14}$  Hz. Energi foton berkisar dari 1,6 eV hingga 3,2 eV. Cahaya tampak ini terdiri dari 6 warna yaitu merah ,jingga, kuning, hijau, biru,dan ungu.

e. Sinar Ultra Ungu

Sinar ultra ungu memiliki panjang gelombang mencakup dari  $3,8 \times 10^{-7}$  m turu hingga kira-kira  $6 \times 10^{-10}$ m dengan frekuensi antara  $8 \times 10^{10}$ m dengan frekuensi antara  $8 \times 10^{14}$  Hz hingga  $3 \times 10^{17}$  Hz. Energi foton berkisar 3 eV hingga  $2 \times 10^3$  eV.

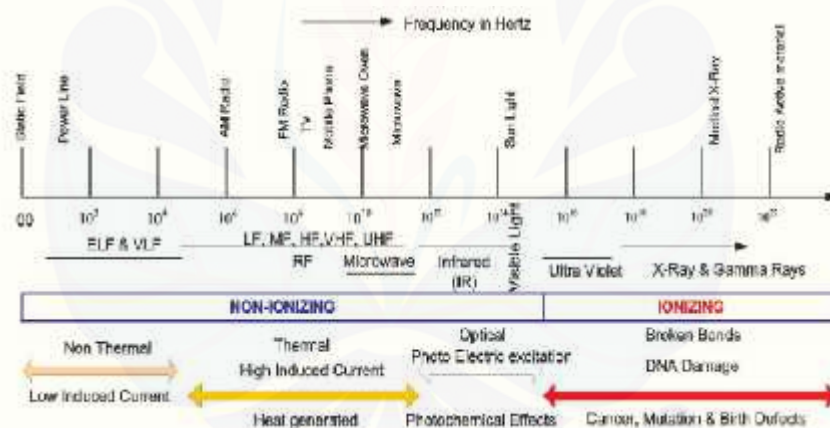
#### f. Sinar-X

Bagian spectrum ini memiliki panjang gelombang kira-kira  $10^{-9}$  m turun hingga kira-kira  $6 \times 10^{-12}$  dan frekuensi antara  $3 \times 10^{17}$  Hz hingga  $5 \times 10^{19}$  Hz. Energi foton berkisar antara  $2 \times 10^3$  eV hingga  $2,4 \times 10^5$  eV.

#### g. Sinar *gamma*

Gelombang elektromagnetik ini berasal dari inti, panjang gelombangnya bergerak dari  $10^{-3}$  m turun hingga dibawah  $10^{-14}$  m, dengan frekuensi dari  $3 \times 10^{18}$  Hz hingga lebih dari  $3 \times 10^{22}$  Hz. Energi foton berkisar antara  $10^4$  eV hingga kira-kira  $10^7$  eV.

Gambar 11okum11um gelombang elektromagnetik dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik (sumber:Fluor Corporation, 2012)

Berdasarkan frekuensi atau panjang gelombang dari 11okum11um gelombang elektromagnetik memberikan dampak berbeda pada berbagai bahan dan perangkat, serta digunakan untuk tujuan berbeda. Frekuensi kurang dari 30 MHz digunakan untuk siaran dan komunikasi radio, sementara frekuensi antara 30 MHz dan 300 GHz (panjang gelombang = 1 mm) digunakan untuk radar, komunikasi radio point to point, dan untuk pembakaran dalam oven microwave, gelombang dengan panjang gelombang antara 0,1 hingga 0,001 mm apabila mengenai pada kulit kita akan

menyebabkan sensasi panas (sinar inframerah), gelombang dan panjang gelombang antara 720 nanometer (nm) dan 400 nm jika mengenai mata kita memberikan sebuah sensasi berupa warna (cahaya tampak), panjang gelombang dari 400 nm hingga 30 nm merupakan radiasi ultra-ungu, Sinar X panjang gelombang dari 1 nm hingga 0,01 nm, sementara sinar gama mulai dari 0,1 nm hingga 0,001 nm, panjang gelombang di bawah  $10^{-5}$  nm (10 fm) merupakan cahaya kosmis yang sampai pada permukaan bumi dari jagad raya (Sarwate, 1993:414).

## 2.2 Persamaan Maxwell

Persamaan Maxwell menghubungkan vektor medan listrik dan medan magnetic  $\mathbf{E}$  dan  $\mathbf{B}$  dengan sumber, yang berupa muatan listrik, arus dan medan yang berubah.

### a. Persamaan I Maxwell

Persamaan I Maxwell merupakan 12okum gauss. Hukum ini menyatakan bahwa fluks medan listrik yang melalui sembarang permukaan tertutup sama dengan  $1/\epsilon_0$  dikalikan dengan muatan total di dalam permukaan tertutup (Tipler, 2011:402). Secara matematis dapat dituliskan dengan:

$$\oint_s \mathbf{E}_n \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{in}}{\epsilon_0} \quad (2.4)$$

### b. Persamaan II Maxwell

Persamaan II Maxwell sesungguhnya serupa dengan 12agne gauss pada medan listrik namun diterapkan dalam medan magnet. Persamaan ini menyatakann jumlah fluks 12agnetic yang menembus permukaan gauss akan sama dengan jumlah fluks yang keluar sehingga total fluks akan sama dengan nol (ishaq, 2007:1773). Secara matematis dapat dinyatakan:

$$\oint_s \mathbf{B}_n \cdot d\mathbf{A} = 0 \quad (2.5)$$

c. Persamaan III Maxwell

Persamaan III Maxwell merupakan 13agne faraday. Hukum ini menyatakan bahwa integral medan listrik yang mengelilingi sembarang kurva tertutup C, yang merupakan ggl sama dengan laju (negative) perubahan fluks 13agnetic melalui sembarang permukaan S yang dibatasi oleh kurva tersebut (Tipler, 2001:402). Persamaan III Maxwell adalah:

$$\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{B}_n dA \quad (2.6)$$

d. Persamaan IV Maxwell

Persamaan IV Maxwell merupakan hukum ampere dengan modifikasi arus perpindahan Maxwell. Persamaan ini menyatakan bahwa integral garis medan magnetik yang mengelilingi sembarang kurva tertutup C sama dengan  $\mu_0$  dikalikan dengan arus yang melalui sembarang permukaan yang dibatasi oleh kurva  $\mu_0 \epsilon_0$  dikalikan dengan laju perubahan fluks listrik yang melalui permukaan tersebut (Tipler, 2001:402). Secara matematis dapat dinyatakan dengan:

$$\oint_C \mathbf{B} d\mathbf{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{E}_n dA \quad (2.7)$$

### 2.3 Hukum Biot-Savart

Pada tahun 1820 fisikawan perancis, Jean Baptise Biot (1774-1862) dan Felix Savart (1791-1841) mengumumkan, berdasarkan hasil percobaan mereka sebuah formula untuk menentukan diferensial intensitas kecil medan magnet yang dihasilkan oleh sebuah titik oleh diferensial segmen kecil dari arus dan dikenal dengan hukum Biot-Savart (Sarwate, 1993:222).

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{4\pi r^2} \quad (2.8)$$

Formula diatas dikenal dengan hukum Biot-Savart, yang juga diperoleh oleh ampere. Menurut Tipler (2001:250) Sumber medan magnetiknya ialah muatan yang bergerak  $qv$  atau elemen arus  $I d\mathbf{l}$ , medan magnetiknya berkurang menurut kuadrat jarak dari muatan yang bergerak atau elemen arusnya serta arah dari medan hukum Biot-Savart tegak lurus terhadap  $\mathbf{r}$  maupun terhadap arah gerak muatan  $\mathbf{v}$  yang berada di sepanjang arah elemen arusnya.

Menurut Halliday *et al* (1994:762) persamaan hukum Biot-Savart juga dapat dinyatakan dengan:

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I ds \sin \theta}{4\pi r^2} \quad (2.9)$$

dimana  $\theta$  merupakan sudut antara  $ds$  (arah dari  $I$ ) dan  $\mathbf{r}$ , untuk menemukan medan total  $\mathbf{B}$  kita harus mengintegrasikan seluruh elemen arus  $I ds$ :

$$\mathbf{B} = \int d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I ds \times \mathbf{r}}{r^2} \quad (2.10)$$

## 2.4 Medan Magnet Di Sekitar Kawat Berarus

### 2.4.1 Medan Magnet Di Sekitar Arus DC (*Direct Current*)

Listrik ditransmisikan dalam bentuk arus, salah satu jenis arus yaitu arus searah atau yang lebih dikenal dengan *direct current* (DC). Kuphaldt (2006:21) menyatakan bahwa arus searah (DC) merupakan arus (pergerakan elektron) dalam suatu rangkaian secara berkelanjutan yang bergerak dalam arah yang sama (memiliki satu arah saja). sehingga arus searah ini bersifat konstan atau tetap terhadap waktu. Arus listrik menghasilkan medan magnet, sehingga arus searah juga menghasilkan medan magnet. Menurut Swerdlow (2008:8) medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen atau oleh aliran arus searah (DC) disebut dengan medan magnet statik. Menurut *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) (2009) medan magnet statik merupakan medan konstan, tidak mengalami



perubahan pada intensitas atau arah setiap waktu, oleh karena itu tidak memiliki frekuensi (frekuensi = 0 Hz), pemanfaatan medan magnet statik ini dalam beberapa jenis peralatan industri dan medis seperti MRI (*Magnetic Resonance Imaging*). Medan magnet statik dapat dihasilkan oleh beberapa sistem transportasi bersumber listrik, proses industri seperti produksi aluminium dan dalam las gas (*World Health Organizaion* (WHO), 2006:1).

#### 2.4.2 Medan Magnet Di Sekitar Arus AC (*Alternating Current*)

Selain arus searah (DC), juga terdapat arus bolak-balik atau yang dikenal dengan *Alternating Current* (AC). Arus bolak-balik (AC) merupakan arus yang secara konstan berubah dalam amplitudo, serta memiliki arah bolak balik pada interval regular (Jackson, 1998:1). Arus bolak balik (AC) memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan arus searah (DC) diantaranya generator AC dapat dibangun dengan nilai rata-rata tegangan dan sumber yang besar, serta tegangan dapat di naikkan dan dapat diturunkan (Herman, 2007: 2-3). Menurut Furse *et al* (2009:18) Banyak piranti elektronik yang menggunakan arus bolak-balik (AC) seperti Ponsel, televisi, stasiun radio (segala sesuatu yang menggunakan antenna), dan oven microwave. Arus bolak-balik juga mampu menghasilkan medan magnet, menurut Samuelsson (2015:14) medan yang dihasilkan oleh arus bolak balik merupakan medan variasi waktu (*time-varying fields*), medan ini memiliki frekuensi yang dinyatakan dalam Hz (putaran tiap detik). Sehingga medan magnet yang terdapat disekitar arus bolak balik (AC) merupakan medan magnet variasi waktu yang memiliki frekuensi (frekuensi tidak sama dengan 0 Hz).

### 2.5 Energi Gelombang Elektromagnetik dan Vektor Poynting

Seperti jenis gelombang lainnya, sebuah gelombang elektromagnetik dapat memindahkan energi dari satu lokasi ke lokasi lain. Intensitas gelombang (energi rata-rata pers satuan waktu per satuan luas) sama dengan perkalian densitas energy



rata-rata (energi per satuan volume ) dan kecepatan gelombang tersebut (Tipler, 2001:409). Densitas energi yang disimpan dalam medan listrik dapat dituliskan:

$$\eta_e = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \quad (2.11)$$

Dan densitas energy yang disimpan dalam medan magnetik dapat dituliskan:

$$\eta_m = \frac{B^2}{2\mu_0} \quad (2.12)$$

Dalam suatu gelombang elektromagnetik dalam ruang bebas,  $\mathbf{E} = c\mathbf{B}$ , sehingga kerapatan energi megnetik dalam bentuk besaran listrik:

$$\eta_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{(E/c)^2}{2\mu_0} = \frac{E^2}{2\mu_0 c^2} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \quad (2.13)$$

Dimana  $c^2 = 1/\varepsilon_0\mu_0$ . Kerapatan energi total  $\eta$  dalam gelombang tersebut merupakan penjumlahan kerapatan energi listrik dan magnetiknya. Sehingga kerapatan energi total dapat dinyatakan dengan:

$$\eta = \eta_e + \eta_m = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 = \varepsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{\mu_0} = \frac{EB}{\mu_0 c} \quad (2.14)$$

Intensitas gelombang (energi rata-rata pers satuan waktu per satuan luas) sama dengan perkalian densitas energy rata-rata (energi per satuan volume ) dan kecepatan gelombang, sehingga didapat intensitas sesaat untuk gelombang elektromagnetik dalam ruang bebas dapa dinyatakan dengan:

$$I_{intensitas} = \eta c = \varepsilon_0 E^2 c = c \frac{B^2}{\mu_0} = \frac{EB}{\mu_0} \quad (2.15)$$

Persamaan diatas dapat diperluas dalam penyediaan vektor:

$$\mathbf{S} = \frac{\mathbf{E} \times \mathbf{B}}{\mu_0} \quad (2.16)$$

Vektor ini disebut dengan vektor poynting sesuai dengan nama penemuanya sir John Poynting. Karena  $\mathbf{E}$  dan  $\mathbf{B}$  tegak lurus dalam gelombang elektromagnetik,

besaran **S** merupakan intensitas sesaat gelombang dan arah **S** berada dalam arah perambatan gelombangnya (Tipler, 2001:409-410). Menurut Halliday *et al* (1994:880) berdasarkan aturan *cross product* **S** seharusnya tegak lurus terhadap **E** maupun **B** dan arah arah **S** ditentukan menggunakan aturan tangan kanan

## 2.6 Gelombang Elektromagnetik ELF

### 2.6.1 Definisi Medan Elektromagnetik ELF

*Extremely Low Frequency* (ELF) EMF memiliki frekuensi sebesar (0-300 Hz). Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan tidak hanya ketika aliran listrik dihantarkan melalui listrik tetapi juga ketika digunakan dalam alat elektronik. Frekuensi gelombang ini ketika dihasilkan oleh piranti elektronik sekitar 50-60 Hz (valentine, 2009).

Medan elektromagnetik dengan frekuensi kurang dari 1 MHz mampu menginduksi muatan dan aliran listrik, dilaporkan mampu memberikan dampak biologis seperti kanker atau kehilangan ingatan, namun hal ini belum dibuktikan secara ilmiah. Berdasarkan hasil studi seluler, dampak medan elektromagnetik terhadap sistem biologis yang paling sering ditemukan adalah aktivasi komponen yang mengatur polifersi sel. Menurut Valentina (2009) medan elektromagnetik dengan frekuensi rendah (ELF) dapat dimanfaatkan untuk perawatan medis, salah satunya untuk stimulasi perbaikan fraktur pada tulang.

### 2.6.2 Karakteristik Medan Magnet ELF

Tarigan (2012) menjelaskan bahwa medan magnet ELF termasuk dalam spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada frekuensi kurang dari 300 Hz dan tergolong dalam *non ionizing radiation*. Menurut Muchtaruddin (1998) radiasi gelombang elektromagnetik non-ionisasi merupakan radiasi yang tidak menyebabkan ionisasi pada molekul. Organisasi kesehatan dunia (World Health Organizaion (WHO),2007) juga menyatakan bahwa pada frekuensi antara 0 hingga 300 Hz adalah panjang gelombang udara yang sangat panjang (6000 km pada frekuensi 50 Hz dan

5000 km pada frekuensi 60 Hz) dan dalam situasi praktis, medan listrik dan medan magnet bertindak independen satu sama lain sehingga dapat diukur. sehingga dapat disimpulkan bahwa medan magnet ELF memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Termasuk dalam spektrum gelombang elektromagnetik
- b. Memiliki frekuensi antara 0 hingga 300 Hz
- c. Termasuk dalam radiasi non-pengion (*non ionizing radiation*)
- d. medan listrik dan medan magnet bertindak independen satu sama lain sehingga dapat diukur secara terpisah
- e. Medan magnet tidak bisa dihalangi oleh material biasa seperti dinding bangunan
- f. sumber paparan medan magnet mudah untuk didapat yaitu dari piranti elektronika yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari

### 2.6.3 Sumber Paparan Medan Listrik Dan Medan Magnet ELF

Sumber paparan medan listrik dan medan magnet ELF secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu sumber alami dan sumber buatan manusia

#### a. Sumber alami

Paparan medan listrik dan medan magnet ELF alami dihasilkan dari proses alami tanpa peran manusia. Menurut Swerdlow (2006:12) medan listrik dihasilkan dari proses di atmosfer dan magnetosfer yang menghasilkan sinyal dengan frekuensi mencapai beberapa megahertz ( $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ ) variasi *Extremely Low Frequency* muncul akibat aktivitas matahari di ionosfer dan efek atmosfer seperti pelepasan muatan oleh petir yang menyebabkan resonansi osilasi dalam ionosfer bumi yang disebut dengan resonansi Schauman, sedangkan medan magnet dihasilkan dari medan magnet bumi yang secara berkelanjutan berubah-ubah dengan rentang dari beberapa milisekon hingga  $10^{12}$  tahun, Schauman resonansi menghasilkan medan magnet sekitar  $10^{-5} \mu\text{T}$  pada frekuensi 6-60 Hz. selain proses di atmosfer bumi medan magnet juga dihasilkan oleh Matahari. Medan magnet matahari membentang jauh melewati matahari itu sendiri. Medan di atas dan di bawah khatulistiwa matahari

memiliki polaritas yang berbeda yang mengarah menuju matahari dan menjauhi matahari, terdapat suatu lembaran arus tipis dibidang khatulistiwa matahari yang disebut dengan lembar arus heliosfer. Pada jarak yang lebih jauh, rotasi matahari memutar medan magnet dan lembar arus menjadi struktur mirip spiral arcimedes yang disebut spiral parker. Medan magnet antar planet lebih kuat daripada komponen dipole medan magnet matahari. Medan magnet dipol matahari sebesar 50-400  $\mu\text{T}$  (di fotosfer) berkurang seiring bertambahnya jarak menjadi sekitar 0,1 nT pada jarak bumi, menurut pengamatan wahana antariksa, bidang antar planet di lokasi bumi sekitar 5 nT, kurang lebih seratus kali lebih besar. Menurut Yatini (2010) perbedaan ini disebabkan oleh medan magnet yang diciptakan oleh arus listrik di plasma yang menyelubungi matahari.

b. Sumber buatan manusia

Paparan medan listrik dan medan magnet ELF buatan dihasilkan oleh tangan manusia misalnya piranti elektronika. Medan listrik dan medan magnet muncul ketika listrik dihasilkan, ditransmisikan dan didistribusikan dalam kabel atau menggunakan alat-alat elektronika (*World Health Organizaion (WHO), 2007:1*). Setiap alat elektronika akan memiliki medan magnet sebanding dengan arus yang mengalir dari sumber menuju peralatan yang terhubung. Hasil pengukuran medan listrik dan medan magnet pada peralatan elektronik dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2 berikut ini:

Tabel 2.1 hasil pengukuran medan listrik di dekat peralatan rumah tangga pada jarak 30 cm (federal office for radiation safety germany,1999)

Peralatan Listrik	Medan Listrik (V/m)
Penerima stereo	180
Setrika Listrik	120
Pendingin	120
Mixer	100
Pemanggang roti	80
Pengering rambut	80
Televisi warna	60
Mesin kopi	60
Penghisap debu	50
Oven listrik	8
Bola lampu	5
<b>Petunjuk harga batas</b>	<b>5000</b>

(sumber: Baafi,2004)

Tabel 2.2 hasil pengukuran medan magnet di dekat peralatan rumah tangga pada jarak 30 cm (federal office for radiation safety germany,1999)

Peralatan	Medan Magnet ( $\mu$ T) pada jarak r		
	R= 3 cm	R=30 cm	R=100cm
Pengering rambut	<b>6-2000</b>	0.001-7	0.01-0.03
Pencukur elektrik	<b>15-1500</b>	0.08-9	0.01-0.03
Penghisap debu	200-800	<b>2-20</b>	0.13-2
Lampu tabung	40-400	<b>0.5-2</b>	0.02-0.25
Microwave oven	73-200	<b>4-8</b>	0.25-0.6
Radio portable	16-56	<b>1</b>	<0.01
Oven listrik	1-50	<b>0.15-0.5</b>	0.01-0.04
Mesin cuci	0.8-50	<b>0.15-3</b>	0.01-0.15
Strika	18-30	<b>0.12-0.3</b>	0.01-0.03
Pencuci piring	3.5-20	<b>0.6-3</b>	0.07-0.3
Komputer	05-30	<b>&lt;0.01</b>	-
Lemari pendingin	0.5-1.7	<b>0.01-0.25</b>	<0.01
Televisi warna	2.5-50	0.04-2	<b>0.01-0.15</b>

Kebanyakan peralatan rumah tangga kuat medan magnetnya yang jarak 30 cm adalah dibawah batas yang diijinkan untuk umum adalah  $\mu$ T.

Angka yang dihitamkan merupakan jarak kerja normal

(sumber: Baafi,2004)



## 2.7 Medan Magnet ELF Dalam Materi Biologis

Interaksi medan listrik dan medan magnet pada materi biologis sebenarnya sangat sederhana yaitu berupa induksi medan dan juga arus listrik pada jaringan (tissue) biologis. Besaran medan dan arus listrik tersebut bergantung pada hubungan yang kompleks di antara banyak faktor, termasuk frekuensi, intensitas, sifat kelistrikan jaringan biologis, serta kondisi pemaparan.

Telah ditemukan beberapa dekade terakhir bagaimana efek biologis medan listrik statis, medan magnet statis dan medan elektromagnetik variasi waktu. Anton (2015:39) menyatakan bahwa medan elektromagnetik berdampak pada material genetik, ketersediaan elektrolit, komposisi mineral, proses biokimia, pensinyalan molekuler, struktur seluler, dan reproduksi seluler. Paparan medan magnet lemah berkepanjangan pada tumbuhan dapat menyebabkan perbedaan efek biologis pada tingkat sel, jaringan dan organ yang berkaitan dengan regulasi metabolisme tumbuhan termasuk keseimbangan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) intraseluler (Belyavskaya, 2004).

Kalsium merupakan ion terbanyak yang dijumpai didalam tubuh. Dilaporkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat mempengaruhi ion kalsium. Pemaparan medan magnet 65  $\mu\text{T}$  (0,65 Gauss) dengan frekuensi 50 Hz pada *Arabidopsis thaliana* menyebabkan perubahan sementara konsentrasi ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) bebas sitoplasma (Pazur dan Rassadina, 2009). Paparan medan magnet ELF mengakibatkan potensial membran dalam sel meningkat sehingga kanal kalsium yang paling berpengaruh tertutup, ini disebabkan membrane sel bersifat semipermeabel sehingga tidak semua unsur dapat masuk.

### 2.7.1 Interaksi Medan Magnet ELF Terhadap Ion Kalsium

Kalsium merupakan *second messenger* yang sangat banyak digunakan pada berbagai fungsi sel. Havas (2004:222) menyatakan bahwa kalsium memegang peranan yang vital bagi banyak proses sel dan merubah aliran ion ini dapat memberikan perubahan dan perbedaan yang signifikan pada Biota. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  mengirim informasi ke pengkode sel pada frekuensi resonansinya, resonansi ini dapat



diubah oleh medan listrik *Extremely Low Frequency* (ELF) disekitar sel dan karena itu berpotensi mengubah efek biologis di dalam sel (Furse *et al*, 2009: 248)

Paparan medan magnet ELF dapat memberikan gaya terhadap ion dan molekul didalam sel germinal, kondisi ini dapat berpengaruh terhadap konduktivitas membrane sel serta mampu memodifikasi fungsi sel (shahidin *et al*, 2011 dalam Sudarti, 2007). membrane sel merupakan sasaran utama terhadap paparan medan magnet ELF yaitu merubah konduktivitas membrane melalui mekanisme peningkatan sinyal ion kalsium. Menurut Zhao *et al* (2008) (dalam Sudarti, 2007) peningkatan kadar kalsium sitoplasma diduga dapat mempengaruhi aktivitas seluler seperti *poliferasi, sekresi, motility* dan *sitotoxicity*, dan memodifikasi sintesis DNA.

Sejarah telah mencatat dampak dari non-ionising, sinyal nontermal medan elektromagnetik pada kalsium. Sel dari akar tumbuhan yang terpapar medan magnet lemah menunjukkan bahwa ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) melebihi keadaan jenuh pada seluruh organel sel dan di dalam sitoplasma (Belyavskaya, 2004). Penelitian Belyavskaya (2001) menunjukkan bahwa kenaikan tingkat konsentrasi ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) di dalam sitosol sel meristem akar kacang polong (*Pisum sativum*) terjadi setelah pemaparan medan elektromagnetik yang sangat rendah. Penelitian Betti *et al* (2011) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet 10  $\mu\text{T}$  dengan frekuensi 16 Hz pada sel *in vitro* serbuk sari buah kiwi (*Actinidia deliciosa*) mampu menghapus efek penghambat yang disebabkan oleh kurangnya ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) pada kultur media, menginduksi pelepasan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) internal yang tersimpan di dalam vesikel sekretori dari membrane plasma serbuk sari.

### 2.7.2 Interaksi Medan Magnet ELF dengan Sel

Menurut beberapa penelitian medan elektromagnetik memberikan dampak pada sel organisme. Menurut Yalcin dan Erdem (2012) Struktur sel yang terkena dampak pertama oleh medan elektromagnetik adalah struktur membrane sel, dampaknya berupa perubahan karakteristik semi-permeabilitas membrane untuk berbagai molekul dan ion, perubahan konfigurasi lipid dan protein dari membrane,

serta perubahan tingkat interaksi dari molekul yang berinteraksi dengan membrane. Sehingga hasilnya dari perubahan aktivitas kanal molekul dan ion aktif yang menyebabkan perbedaan fungsi dari sel, jaringan dan organ bila dibandingkan dengan fungsi normalnya. Penelitian Stange *et al* (2002) menunjukkan bahwa intensitas medan magnet rendah 10 dan 100  $\mu\text{T}$  pada frekuensi 50 Hz atau 60 Hz mampu mengubah proses transport membran pada sel ujung akar kacang koro (*Vicia faba*). Selain itu penelitian Nedhuka *et al* (2007) menunjukkan bahkan pemaparan medan elektromagnetik rendah 1500 nT mampu meningkatkan penggabungan protoplasma pada biji tembakau dan kedelai.

Selain membrane sel salah satu bagian sel yang terkena efek medan elektromagnetik adalah Materi genetik. Menurut Simko dan Mattson (2004) pemaparan medan elektromagnetik dapat merubah proses seluler tertentu seperti radikal bebas, efek secara tidak langsung pada kerusakan untai struktur DNA dan penyimpangan kromosom termasuk pertukaran kromatin, formasi mikronukleus, efek pada perbaikan DNA atau cytotoksik yang berefek pada kematian sel. Pemaparan medan magnet 50 Hz dengan magnet induksi 10 mT meningkatkan indeks mitosis dan indeks penyimpangan kromosom pada sel meristem akar jagung (*Zea mays*) seiring dengan meningkatnya waktu pemaparan (Răcuciu, 2011). Medan elektromagnetik secara tidak langsung berdampak pada DNA pada keadaan *in vivo*, tetapi dampak secara tidak langsung pada DNA dengan mengubah beberapa respon penting dari sel (Blank dan Goldman, 1997 ; Kindzelkii dan Pretty, 2000). RNA di dalam sel juga mendapat pengaruh medan elektromagnetik khususnya pada proses translasi. Tingkat translasi pada enzim polymerase RNA *Escherichia coli* yang diukur pada frekuensi 70 Hz serta kekuatan medan elektromagnetik 0.07 hingga 1.1 mT dengan periode antar 5 dan 60 menit, dan teramati bahwa nilai translasi meningkat pada densitas rendah elektromagnetik (0.07 mT) (Yalcin dan Erdem, 2012).

Aktivitas enzim didalam sel ternyata juga memberikan respon apabila terpapar medan elektromagnetik. Yalcin dan Erdem (2012) menyatakan bahwa

terdapat beberapa enzim yang langsung merespon terhadap medan elektromagnetik diantaranya ornithine decarboxylase (ODC) dan acetylcholinesterase. Menurut Shabrangi *et al* (2010) pemaparan medan magnet 1 mT hingga 7 mT dengan selisih 2 mT serta intensitas tertinggi 10 mT dengan durasi 1 hingga 4 jam dengan selisih waktu 1 jam pada biji kanola (*Brassica napus L.*) dan pada biji jagung (*Zea mays*) meningkatkan aktivitas enzim *catalase* (CAT), *Ascorbate Peroxidaes* (APX) serta *Superoxide dismutase* (SOD) pada akar kedua tanaman tersebut namun aktivitas enzim tersebut menurun pada tunas kanola maupun jagung.

## 2.8 Cabai Merah Besar

Tanaman cabai memiliki perakaran yang cukup rumit. menurut Prajnanta (2001:9) perakaran tanaman cabai merupakan akar tunggang yang terdiri atas akar utama (primer) dan akar lateral (sekunder), dari akar lateraleal muncul serabut-serabut akar yang disebut akar tersier . Biasanya di akar terdapat bintil-bintil yang merupakan hasil simbiosis dengan beberapa mikroorganisme (Bank Indonesia, 2013:2). Menurut Prajatna (2002) (dalam Anggoro, 2008) cabai mempunyai akar tunggang kuat dan dalam sebagai akar utama dan akar lateral. Akar lateral mengeluarkan serabut-serabut akar menyebar ke samping. Menurut Sunaryono dalam (Bank Indonesia, 2013:2) daun cabai memiliki bentuk yang bervariasi (oval, lonjong, dan lanset) tergantung dari spesies dan varietas, warna permukaan daun bagian atas hijau muda, hijau, hijau tua, bahkan hijau kebiruan, sedangkan warna permukaan daun bagian bawah umunya hijau muda, hijau pucat, atau hijau, ukuran panjang daun cabai antara 3-11 cm dengan lebar 1-5 cm. Umumnya tanaman cabai tumbuh tegak, percabangan banyak dan tinggi 0.5 -1.5 m. Diameter batang tanaman cabai mencapai 1 cm. Warna buah cabai bervariasi hijau, kuning, atau bahkan ungu ketika muda, kemudian berubah menjadi merah, jingga, kuning (Anggoro, 2008).

Bunga cabai merah besar berwarna putih, menurut Prajnanta (2001:10) bunga cabai merah tergolong bunga yang lengkap (*completus*) karena terdiri dari kelopak bunga (*calyx*), mahkota bunga (*corolla*), benang sari (*stamen*) dan putik (*pistillum*)

serta posis bunga menggantung pada ketiak-ketiak daun. Permukaan buah cabai rata dan halus, dengan diameter sedang sampai besar dan kulit daging buah tebal. Menurut Setiadi (1996:17-18) kepedasan cabai disebabkan oleh adanya kandungan *capsaicin* (kapsaisin). Kadar kapsaisin buah cabai besar umumnya rendah. Buah cabai besar umumnya dipanen setelah berwarna merah, tetapi kadang-kadang juga dipanen ketika buah masih berwarna hijau (Kusandriani dan Muharam, 2005:1). Satu hektar tanaman ini rata-rata menghasilkan 5 ton cabai segar. fase berbunga cabai merah saat berumur 45-60 hari setelah tanam. Bila dirawat dengan baik dapat dipanen saat berumur 2,5 bulan (Nazarudin, 2000:73).



Gambar 2.3 Cabai merah besar (Sumber:kusandriani dan Muharam,2005:2)

#### 2.8.1 Kandungan Gizi dan Pemanfaatan Cabai

Secara umum cabai memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin, diantaranya kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1, dan vitamin C (Piay *et al*, 2010:1). Kandungan vitamin C pada cabai cukup tinggi, menurut Wulandari *et al* (2012) kandungan vitamin C pada buah cabai mencapai 150 sampai 200 mg tiap 100 gr buah cabai. Menurut Almatseir (2004) (dalam Oktaviana *et al*, 2012) vitamin C dalam cabai mampu memelihara membrane sel, meningkatkan daya tahan terhadap infeksi, dan mempercepat penyembuhan. Selain mengandung zat-zat gizi tersebut, cabai juga mengandung senyawa capsaicin yang membuat cabai terasa pedas. Menurut Bank Indonesia (2013:3) capsaicin memiliki kegunaan diantaranya menstimulir detektor panas pada kelenjar *hypotalamus*, menghalangi bahaya pada sel *trachea*, *bronchial*, dan *bronchoconstriction* akibat asap rokok dan polutan, serta dipergunakan dalam pembuatan krim obat gosok antirematik maupun dalam bentuk



koyo cabai. Kandungan nutrisi didalam buah cabai dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kandungan zat gizi buah cabai segar dan kering setiap 100 gram bahan

Kandungan	Segar			Kering		
	Cabai hijau besar	Cabai merah besar	Cabe rawit	Cabai hijau besar	Cabai merah besar	Cabe rawit
Kalori (kal)	23	31	103	-	311	-
Protein (g)	0,7	1	4,7	-	15,9	15
Lemak (g)	0,3	0,3	2,4	-	6,2	11
Karbohidrat (g)	5,2	7,3	19,9	-	61,8	33
Kalsium (mg)	14	29	45	-	160	150
Fosfor (mg)	23	24	85	-	370	-
Besi (mg)	0,4	0,5	2,5	-	2,3	9
Vit. A (SI)	260	470	11.050	-	576	1.000
Vit. B1 (mg)	0,05	0,05	0,05	-	0,04	0,5
Vit. C (mg)	84	18	70	-	50	10
Air (g)	93,4	90,9	71,2	-	10	8 ml
b.d.d <sup>*)</sup> (%)	82	85	85	-	85	

Catatan : b.d.d = bagian yang dapat dimakan

Sumber: Departemen Kesehatan, 1989

Umumnya cabai dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga sebagai bumbu masakan. Selain digunakan untuk keperluan rumah tangga, cabai juga dapat digunakan untuk keperluan industri diantaranya, industri bumbu masakan, industri makanan dan industri obat-obatan atau jamu (Umikalsum, 2013). Selain dikonsumsi langsung sebagai bumbu masakan, cabai juga dapat diolah menjadi produk lain, menurut Bank Indonesia (2013:4) cabai dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk olahan seperti saos cabai, sambal cabai, bubuk cabai, cabai kering, dan bumbu Instan.

### 2.8.2 Syarat Tumbuh Cabai

Cabai memiliki daya adaptasi yang tinggi. Cabai dapat ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yaitu dari 0 meter diatas permukaan laut (mdpl) hingga beberapa ribu meter diatas permukaan laut (mdpl). Cabai dapat hidup pada daerah

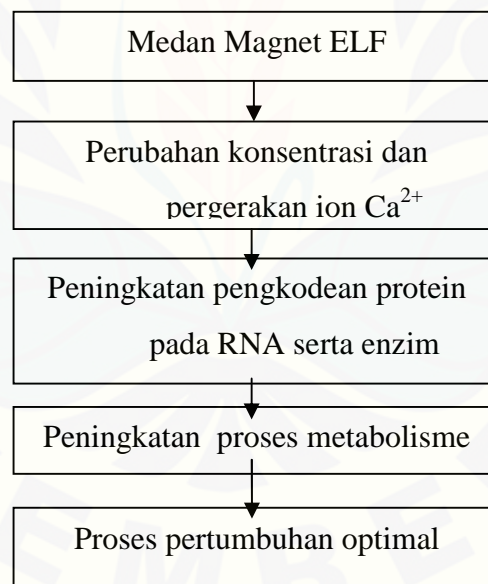
yang memiliki ketinggian antara 0-1200 mdpl (Nazaruddin, 2000:72). Menurut Sumarni dan Muharam (2005:1) cabai merah mampu hidup di dataran rendah maupun dataran tinggi sampai ketinggian 1400 mdpl, namun pertumbuhan di dataran tinggi lambat. Selain ketinggian, tanah dan iklim juga mempengaruhi hasil cabai, menurut (Hanum, 2008:242) tanah yang baik untuk cabai adalah berstruktur remah/gembur dan kaya akan bahan organik, Derajat keasaman (pH) tanah antara 5,5 - 7,0, Tanah tidak becek atau ada genangan air, serta Lahan pertanaman terbuka atau tidak ada naungan, sedangkan iklim yang baik untuk cabai adalah Curah hujan 1500-2500 mm pertahun dengan distribusi merata, suhu udara 16° - 32 °C, Saat pembungaan sampai dengan saat pemasakan buah keadaan sinar matahari cukup (10 - 12 jam). Menurut wien (1997) (dalam sumarni dan muharam, 2005:1) suhu udara yang baik untuk pertumbuhan cabai merah yaitu 25°C-17°C pada siang hari dan 18°C-20°C pada malam hari.

## 2.9 Kerangka Konsep

Paparan medan magnet ELF pada biji cabai merah besar menyebabkan perubahan konsentrasi ion dan menciptakan perubahan ion di luar sel pada biji cabai merah atau ekstraseluler yang melintasi membran sel yang mengakibatkan pergerakan ion dipercepat. Bidang yang terpapar medan magnet akan membuat ion untuk bergerak dan secara aktif terikat pada saluran protein dan mempengaruhi kondisi pembukaan kanal saluran. Getaran yang dihasilkan garis-garis densitas fluks magnet pada suatu waktu akan melebihi beberapa nilai kritis, sehingga terjadi perputaran atau pergerakan ion yang dapat memberikan sinyal palsu terhadap kanal-kanal pada membrane sel, dan menyebabkan ketidakseimbangan elektrokimia membrane sel serta kesinambungannya terhadap keseluruhan fungsi sel. Perubahan konsentrasi dan pergerakan ion mengakibatkan perubahan transportasi pada membrane sel sehingga mempengaruhi aktivitas metabolisme sel yang memberikan dampak pada pertumbuhan sel (Grubner, 2011: 116).



Ion yang terpengaruh oleh medan magnet adalah ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). ketika membrane sel terpapar medan magnet maka akan terjadi perubahan kecepatan aliran ion kalsium. Perubahan kecepatan aliran ion kalsium dapat memberikan perubahan dan perbedaan pada organisme berupa resonansi ion kalsium dalam proses pengkodean protein yang terjadi pada *Ribose Nucleic Acid* (RNA). Pengkodean protein meningkat akan menyebabkan peningkatan aktivitas enzim dalam sel. Seiring peningkatan enzim maka proses metabolisme dalam sel meningkat sehingga nutrisi nutrisi yang masuk dalam sel dapat dapat dicerna dan diserap secara optimum. Pencernaan nutrisi yang optimum akan memacu proses pertumbuhan yang di tandai dengan bertambahnya tinggi tanaman, jumlah daun, serta massa tanaman (baik dalam keadaan basah maupun kering). Secara singkat kerangka konseptual dapat dilihat pada gambar 2.8 beriku:



Gambar 2.4 Kerangka Konseptual

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang berhubungan dengan pengaruh medan magnet pada tumbuhan diantaranya:

Penelitian Handayani dan Rochmah (2010) menunjukkan bahwa penerapan kuat medan magnet 0,3 mT selama 7 menit 35 detik pada biji kedelai sebelum ditanam belum berpengaruh secara nyata pada pertumbuhan dan produksi kedelai namun analisis data menggunakan grafik menunjukkan bahwa efek penerapan medan magnet pada biji sebelum ditanam sudah terlihat walaupun memang belum nyata

Penelitian Rohma *et a* (2013) menunjukkan kuat medan magnet 0,1 mT mempengaruhi aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kacang merah dan kacang buncis hitam (*Phaseolus vulgaris L.*), peningkatan enzim  $\alpha$ -amilase tertinggi pada kedua varietas kacang tersebut diperoleh pada lama paparan 15 menit 36 detik

Penelitian Saragih *et al* (2010) menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan biji kedelai yang dimagnetisasi untuk menghasilkan kecambah lebih singkat dibandingkan biji tanpa dimagnetisasi, kuat medan magnetik 20 mT dengan waktu 30 menit menghasilkan laju pengecambahan (germinasi) dan rata-rata massa kecambah yang paling optimum yaitu masing masing 4,999%/jam dan 0,4207 g

Penelitian Shabrangi dan Majd (2009) menunjukkan pertumbuhan akar terbesar pada 3 hari pembibitan yang tumbuh dari pra-perawatan biji oleh paparan medan magnet 0,3 T selama 20 menit, pertumbuhan tunas terbesar juga terlihat pada paparan medan magnet 0,24 T selama 20 menit. Hasil eksperimen menyarankan bahwa pada 15 hari pembibitan, pertumbuhan dan biomassa terbesar teramati pada medan magnet 0,18 T. Akar lebih banyak tumbuh dibanding tunas dibawah efek dari medan magnet, ukuran daun dan ketebalan batang juga meningkat.

Penelitian Huang dan Wang (2007) menunjukkan bahwa medan magnet 60 Hz sinusoidal telah meningkatkan pertumbuhan awal pada kacang hijau, walaupun beberapa fenomena telah teramati pada pertumbuhan akar. nilai efek dan morbiditas meningkat seiring meningkatnya intensitas medan magnet. Sinyal 60 Hz medan magnet memiliki efek penghambat pada pertumbuhan kacang hijau.

Penelitian Răcuciu *et al* (2008) menunjukkan bahwa paparan medan magnetik statik rendah (50 mT) pada benih jagung mempengaruhi stimulasi tanaman pada tahap awal ontogenetik: peningkatan secara signifikan dari massa jaringan baru, rasio

klorofil, nilai rata-rata asam inti, meningkatkan tinggi rata-rata tanaman, sedangkan medan magnet 100 dan 250 mT sebagai penghambat dari semua parameter yang diukur.

Penelitian Efthimiadou *et al* (2014) menunjukkan pemaparan medan magnet 12,5 mT pada proses pra-perawatan biji tomat selama 10 dan 15 menit mampu meningkatkan pertumbuhan pada tanaman tomat, Hasil (buah) tiap tanaman lebih tinggi 80,93 % pada perlakuan menggunakan medan magnet dibandingkan kelas kontrol, konten *lycopene* lebih tinggi pada perlakuan menggunakan medan magnet, walaupun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kelas kontrol

Penelitian Souza *et al* (2014) menunjukkan pemaparan medan magnet 160 mT pada tanaman bawang merah dengan waktu pemaparan 15 menit mampu meningkatkan berat rata-rata, hasil umbi per daerah, jumlah tunik per umbi, diameter umbi dan umbi berat kering dibandingkan dengan kelas kontrol.

Penelitian Sari (2015) pemaparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 menit pada biji tomat ranti mampu mempercepat pertumbuhan tomat ranti, pada dosis ini perumbuhan tomat ranti lebih optimal dibandingkan dengan kelas control.

### 2.11 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian di atas maka hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemaparan medan magnet ELF300 $\mu$ T selama 30, 40, 60, dan 90 menit berpengaruh terhadap tinggi tanaman merah besar (*Capsicum annum L.*)
- b. Pemaparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30, 40, 60, dan 90 menit berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*)

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Lanjut yang terletak di gedung B III (gedung program studi pendidikan fisika) lantai satu Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember (FKIP UNEJ), Laboratorium Fisika Dasar gedung III Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember (FKIP UNEJ) dan *Greenhouse* program studi pendidikan Biologi gedung III FKIP UNEJ. Waktu Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2016 dengan Pertimbangan sebagai berikut:

- a. Alat penghasil medan magnet ELF (*ELF Magnetic Field Source*) yang akan digunakan dalam penelitian terdapat di Laboratorium Fisika Lanjut yang terletak di gedung B III (gedung program studi pendidikan fisika) lantai satu FKIP UNEJ
- b. Laboratorium Fisika Dasar gedung III FKIP UNEJ dipilih karena terdapat peralatan seperti jangka sorong, dan mistar yang digunakan untuk mengukur keseragaman ukuran.
- c. *Greenhouse* program studi pendidikan Biologi gedung III FKIP UNEJ dipilih karena dirasa aman dan terhindar dari hewan-hewan pengganggu

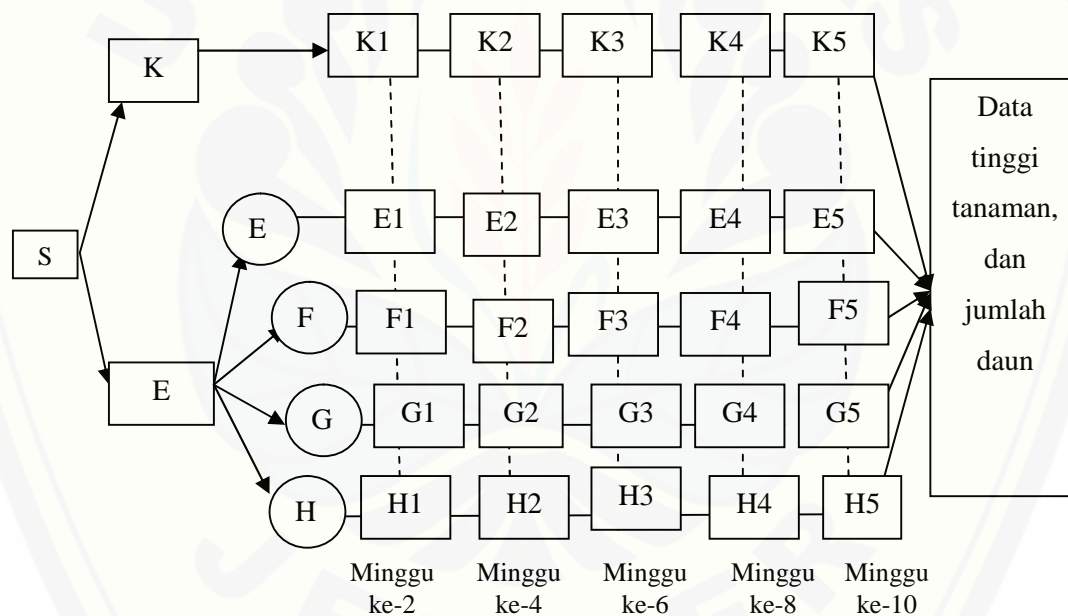
### 3.2 Jenis dan Desain Penelitian

#### 3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji suatu gejala atau pengaruh yang timbul sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kelompok eksperimen (kelompok yang diberi perlakuan berupa pemaparan medan magnet ELF dari alat penghasil medan magnet ELF) sedangkan kelompok kontrol (kelompok yang terpapar oleh medan magnet alamiah bumi).

### 3.2.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan didalam penelitian ini adalah *randomized subject post test only control group design*. Dalam penelitian ini terdapat kelompok eksperimen yaitu kelompok eksperimen yang dipapar dengan medan magnet ELF berintensitas 300  $\mu\text{T}$  dengan variasi waktu 30, 45, 60, dan 90 menit. Dosis medan magnet tersebut dipilih berdasarkan penelitian Sari (2015) yang telah membuktikan medan magnet 300  $\mu\text{T}$  mempercepat laju pertumbuhan pada tomat ranti. Kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak dipapar medan magnet ELF namun terpapar medan magnet alamiah bumi. Desain penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan :

- S : Sampel yang diambil dari 300 biji cabai merah besar yang dibeli dari toko online faedah jaya
- SK : Sampel kontrol terdiri dari 20 biji cabai merah besar yang di rendam selama 24 jam didalam air hangat tanpa dipapar medan magnet ELF dari alat penghasil medan magnet



- SE : Sampel eksperimen, terdiri dari 80 biji cabai merah besar yang direndam selama 24 jam dengan air hangat sebelum dipapar dengan medan magnet ELF 300  $\mu$ T.
- K : Sampel kontrol sebanyak 20 biji cabai merah besar tanpa dipapar medan magnet
- E : Sampel eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 30 menit
- F : Sampel eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 45 menit
- G : Sampel eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 60 menit
- H : Sampel eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 90 menit
- K1 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah untuk kelas control (tanpa pemaparan medan magnet ELF)
- E1,F1,G1,H1 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah yang dilakukan 2 minggu setelah pemaparan medan magnet ELF
- K2 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah untuk kelas control (tanpa pemaparan medan magnet ELF)
- E2,F2,G2,H2 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah yang dilakukan 4 minggu setelah pemaparan medan magnet ELF
- K3 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah untuk kelas control (tanpa pemaparan medan magnet ELF)
- ,E3,F3,G3,H3 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah yang dilakukan 6 minggu setelah pemaparan medan magnet ELF
- K4 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah untuk kelas control (tanpa pemaparan medan magnet ELF)



- E4,F4,G4,H4 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah yang dilakukan 8 minggu setelah pemaparan medan magnet ELF
- K5 : Tahap pengukuran tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah untuk kelas control (tanpa pemaparan medan magnet ELF)
- E5,F5,G5,H5 : Tahap pengukuran tinggi, jumlah daun, dan massa tanaman cabai merah yang dilakukan 10 minggu setelah pemaparan medan magnet ELF

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas dalam penelitian ini adalah

- 1) Intensitas paparan medan magnet ELF untuk kelompok eksperimen yang digunakan sebesar  $300 \mu\text{T}$
- 2) Lama paparan medan magnet ELF yaitu 30, 45, 60, dan 90 menit

b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Indikator pertumbuhan tanaman cabai meliputi

- 1) Tinggi tanaman
- 2) Jumlah daun

#### 3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Definisi operasional merupakan uraian yang membatasi setiap istilah atau frasa kunci yang digunakan dalam penelitian dengan makna tunggal yang terukur. Secara operasional variabel penelitian ini sebagai berikut.

a. Medan Magnet ELF

- 1) Medan elektromagnetik ELF (*Extremely Low Frequency*) adalah spektrum gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi kurang dari 300 Hz. Penelitian ini menggunakan alat penghasil medan magnet ELF yang memiliki frekuensi 50 Hz.
- 2) Densitas flux medan magnet yang digunakan  $300 \mu\text{T}$

- 3) Lama paparan medan magnet ELF yang digunakan adalah 30, 45, 60, dan 90 menit. Telah dipertimbangkan sesuai hasil penelitian sebelumnya
- b. pertumbuhan merupakan suatu perubahan ukuran yang terjadi pada makhluk hidup, di dalam penelitian ini indikator pertumbuhan yang digunakan adalah tinggi tanaman dan jumlah daun,.

### **3.4 Populasi dan Sampel Penelitian**

#### **3.4.1 Populasi Penelitian**

Populasi merupakan seluruh objek penelitian. Populasi pada penelitian ini adalah bibit cabai merah besar hibrida varietas fanatic dengan nama dagang F1 Fanatic sebanyak 300 biji yang telah dibeli dari toko online LGMA AGRO.

#### **3.4.2 Sampel Penelitian**

Sampel penelitian ini sebanyak 100 biji bibit cabai merah besar hibrida dengan nama dagang F1 Fanatic dibeli dari toko online LGMA AGRO yang dipilih secara acak (*Random Sampling*). Dengan rincian 80 biji untuk kelas eksperimen yang terbagi menjadi 20 biji untuk lama pemaparan 30 menit, 20 biji untuk lama pemaparan 45 menit, 20 biji untuk lama pemaparan 60 menit, dan 20 biji untuk lama pemaparan 90 menit serta 20 biji untuk kelas kontrol

### **3.5 Alat dan Bahan**

#### **3.5.1 Alat**

##### **a. CT (*Current Transformer*)**

*Current Transformer* merupakan alat yang berguna untuk menghasilkan medan magnet ELF dengan sumber AC pada frekuensi 50 Hz. Alat ini dibuat oleh Tim Teknisi ITS. Cara kerja alat ini adalah sebagai berikut:

- 1) Tegangan satu fasa dari PLN 220 volt dengan frekuensi masukan 50 Hz masuk ke pengatur tegangan

- 2) Sumber keluaran dari *voltage regulator* ini masuk transformator tegangan sisi primer
- 3) Sumber keluaran dari transformator sisi sekunder menghasilkan tegangan lebih rendah, namun arus listrik lebih tinggi
- 4) Konduktor tembaga dihubungkan dengan output transformator, sehingga dapat menghasilkan paparan medan magnet yang lebih dominan daripada medan listrik
- 5) Sebelum *Current Transformer* digunakan dalam penelitian, menetapkan kuat arus listrik yang digunakan untuk mendapatkan intensitas medan magnet

b. *EMF Tester*

*EMF Tester* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besar medan magnet yang dipancarkan CT dan digunakan sebagai kalibrasi besarnya medan magnet yang bersumber dari yang akan digunakan dalam penelitian

c. Mistar (penggaris)

Mistar (penggaris) digunakan untuk mengukur tinggi tanaman cabai

d. Neraca Digital

Neraca digital digunakan untuk mengukur massa basah dan kering tanaman cabai

e. Alat-alat yang digunakan dalam proses penanaman dan pemeliharaan tanaman cabai merah besar:

- 1) cetok
- 2) pengayak
- 3) pisau/ gunting
- 4) ember berkapasitas 5 Liter
- 5) polibag kecil ukuran 7 cm x 7 cm x 6 cm
- 6) baskom
- 7) Polibag Besar ukuran 13 cm x 13 cm x 25 cm
- 8) wadah perendaman
- 9) alat penyiram tanaman

### 3.5.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

a. bibit cabai merah besar

Bibit cabai merah besar yang digunakan adalah bibit cabai merah besar dari varietas fanatik yang di produksi oleh PT.AGROSID MANUNGGAL SENTOSA yang dibeli dari toko online LGMA AGRO dengan merk dagang F1 Fanatic. Cabai varietas ini memiliki kulit buah hijau dan menjadi merah ketika tua, pohon memiliki percabangan banyak , panjang buah 16 cm serta diameter pangkal buah 1,4 cm.

b. Pupuk kompos dan NPK (Nitrogen, Phosphate, dan Kalium)

Pupuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk kompos dan NPK (Nitrogen, Phosphate, dan Kalium)

1) Pupuk Kompos

Pupuk kompos yang digunakan dalam penelitian merupakan pupuk kompos yang berasal dari kotoran ternak khususnya dari kotoran kambing yang dibeli di toko pertanian.

2) Pupuk NPK (Nitrogen Phospate Kalium)

Pupuk NPK (Nitrogen Phospate Kalium) adalah salah satu jenis pupuk majemuk yang mengandung sedikitnya 5 unsur hara makro dan mikro (nitrogen, phosphate, kalium, magnesium, kalsium) yang sangat dibutuhkan tanaman. Pupuk ini berbentuk butiran granul berwarna biru pudar yang biasanya dikemas dalam kemasan plastik.

c. Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini tanah berpasir dengan kandungan liat dan bahan organik yang tinggi. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah tegalan

d. Air Hangat

e. Air

### 3.6 Prosedur Penelitian

#### 3.6.1 Tahap Persiapan

Sebelum melakukan penelitian analisis dampak paparan medan magner ELF terhadap kualitas buah cabai merah besar (*Capsicum annum. L*) perlu dilakukan suatu persiapan yaitu persiapan alat-alat dan bahan yang diperlukan untuk penelitian. selain persiapan alat dan bahan juga perlu mempersiapkan bedengan untuk pembenihan berikut cara membuat bedengan:

- 1) Mempersiapkan alat berupa 1 serok, 100 polybag kecil, 1 ember kecil dan 1 pengayak, serta bahan berupa pupuk kompos dan tanah
- 2) Mengayak tanah dengan pengayak supaya tanah yang didapat bertekstur lembut dan gembur
- 3) Mencampurkan tanah yang telah diayak dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1 (1 ember kecil tanah yang sudah diayak dicampur dengan 1 ember kecil pupuk kompos)
- 4) Setelah tercampur Memasukkan hasil campuran tanah dan kompos ke 100 dalam polybag kecil

Adapun Tahap Persiapan dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Tahap Persiapan (Sumber: Piay *et al*, 2010:11)

#### 3.6.2 Tahap Penentuan Sampel

Penentuan sampel dilakukan sebelum melakukan penelitian yaitu menentukan sampel kelas eksperimen dan kelompok kontrol. Sampel yang digunakan adalah biji cabai yang memiliki varietas Fanatic yang dibeli dari toko online LGMA AGRO. Jumlah sampel adalah 100 biji benih cabai dengan rincian 20



untuk sampel kelas eksperimen dengan rincian 20 biji untuk lama paparan 30 menit, 20 biji untuk lama paparan 45 menit, 20 biji untuk lama paparan 60 menit serta 20 biji untuk lama paparan 90 menit, dengan Densitas Flux medan magnet ELF sebesar  $300 \mu\text{T}$  selain untuk sampel kelas kontrol 20 biji tanpa paparan medan magnet dari alat penghasil medan magnet ELF.

### 3.6.3 Tahap Perendaman

Perendaman biji cabai merah besar dilakukan selama 24 jam dengan menggunakan air hangat dengan suhu  $48^{\circ}\text{C}$ . Air hangat berfungsi untuk mengaktifkan hormon pertumbuhan dalam biji cabai. Perendaman menggunakan air tanah atau air sumur dengan alasan para petani cabai pada umumnya menggunakan air tanah atau air sumur

### 3.6.4 Tahap Perlakuan

Setelah tahap perendaman biji cabai merah ditiriskan dan siap memasuki tahap perlakuan. Teknik perlakuan dalam penelitian pada kelompok eksperimen yaitu dengan memapar biji cabai merah besar yang direndam dengan air hangat yang bersuhu  $50^{\circ}\text{C}$  dengan densitas flux medan magnet  $300 \mu\text{T}$  dan variasi waktu 30, 45, 60, dan 90 menit, sebagai berikut:

- a. Input sumber tegangan PLN 220 Volt, kuat arus 5 A, dan frekuensi 50 Hz, dengan tegangan terpakai 7 volt dan kuat arus 125 dan 700 A.
- b. Intensitas paparan medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $300 \mu\text{T}$
- c. Lama pemaparan medan magnet ELF dalam penelitian ini antara lain 30, 45, 60 dan 90 menit

Adapun alat *Electromagnetik Field Source* dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 *Electromagnetik Field Source* (Sumber: Sudarti dan Helianti,2005)

Prosedur Pengoperasian alat ELF *Electromagnetic Field Sources*, sebagai berikut:

Prosedur pengoperasian *Electromagnetik Field Source*, sebagai berikut:

- a. Menghidupkan MCB 2P 50A (terdapat dalam panel). Bila tegangan telah terhubung, pilot lamp akan menyala
- b. Memastikan output tegangan slide voltage regulator adalah nol, dengan memutar knob berlawanan arah jarum jam (ke kiri) hingga knob ta dapat diputar lagi.
- c. Menekan push button (warna merah) untuk menyalakan regulator arus, bila knob pada no.b belum diputar sampai posisi nol maka kontraktor tidak akan menyala dan peralatan belum dapat digunakan.
- d. Memutar knob searah jarum jam (ke kanan) sampai didapatkan besaran atau intensitas medan magnet yang diinginkan dibantu dengan alat EMF tester
- e. Menekan push button (warna hijau) untuk mematikan regulator arus.

Pada penelitian ini juga menggunakan alat *Electromagnetik Field Tester* yang digunakan untuk memastikan besar medan magnet ELF, berikut prosedur penggunaan EMF tester:

- a. Memosisikan off/range switch ke range yang sesuai. Mulailah dari range tertinggi dan tunggu hingga nilai terukur stabil lalu gantilah ke range yang diinginkan. Karena EM merupakan interferensi dari lingkungan, maka layar akan menunjukkan nilai terkecil sebelum pengukuran misalnya  $0.05 \mu\text{T}$ . Hal ini bukanlah malfungsi alat.

- b. Memegang probe sensor, lalu cobalah untuk mendekatkan kepala sensor ke objek yang akan diukur sehingga tersentuh secara fisis. Perhatikan bagaimana intensitas medan bertambah ketika kamu mendekatkan objek
  - c. Memosisikan kepala sensor disudut yang berbeda terhadap objek yang akan diukur dan lihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil pengukuran
  - d. Dengan mencoba pendekatan sudut yang berbeda, catatlah hasil pengukuran yang tertera pada layar. Jika objek yang diukur mati selama pengukuran mendekati nol, jika tidak artinya ada EM lain yang terdeteksi.
  - e. Alat ukur didesain untuk membaca satuan  $\mu\text{T}$ . Tetapi dapat juga mengukur dalam satuan mG dengan cara mengalikan hasil pengukuran dengan angka 10
- Adapun alat *Electromagnetik Field Source* dapat dilihat pada gambar 3.4

berikut:



Gambar 3.4 EMF 287 (Sumber: Rian, Tanpa Tahun)

### 3.6.5 Tahap penyemaian

Biji pada kelas eksperimen (yang telah direndam air hangat serta di paparkan medan magnet) dan kelas kontrol (yang hanya direndam dengan air hangat saja) kemudian akan disemai, berikut tata cara penyemaianya:

- a. Menyiapkan 100 polybag kecil (80 polybag untuk kelas eksperimen diberi simbol E (untuk lama paparan 30 menit) sebanyak 20 polybag, F (untuk lama paparan 45 menit) sebanyak 20 polybag, G (untuk lama paparan 60 menit) sebanyak 20 polybag, H (untuk lama paparan 90 menit) sebanyak 20 polybag dan 20 polybag untuk kelas kontrol diberi simbol K) yang berisi campuran tanah dan pupuk kompos

- b. Mengisi tiap polybag (E,F,G,H dan K) dengan 1 biji sesuai dengan perlakuannya dengan kedalaman 0,5 cm
- c. Menutup Polybag kecil yang berisi semaian bibit cabai dengan kertas koran yang disiram secara periodik menyiram sehari 2 kali pagi dan sore apabila cuaca panas, dan 1 kali dipagi hari apabila cuaca dingin (musim penghujan) agar kelembaban terjaga



Gambar 3.5 Tahap penyemaian (Sumber: Piay *et al*, 2010:11)

### 3.6.6 Tahap Penanaman

Tahap penanaman dilakukan dengan memindahkan bibit yang telah disemai di dalam polybag kecil ke polybag besar. Tanaman siap masuk pada tahap penanaman jika bibit yang disemai telah memiliki daun sejati sebanyak 3 hingga 4 helai yang biasanya dilaksanakan pada saat bibit berusia 30-35 setelah semai.

### 3.6.7 Tahap perawatan

Tahap perawatan tanaman terbagi menjadi dua kegiatan yaitu pemupukan dan penyiraman.

#### a. Pemupukkan

Untuk pemupukkan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya:

- 1) Pemupukan dasar dilakukan dengan mencampurkan pupuk NPK (Nitrogen Phosphat, Kalium), pupuk kompos serta tanah saat pembuatan media tanam
- 2) Pemupukan lanjutan dilakukan pada saat tanaman cabai berumur 7-10 hari setelah tanam menggunakan pupuk NPK (Nitrogen Phosphat, Kalium) sebanyak 10-15 gram dilarutkan kedalam 1 liter air dengan ukuran pengaplikasian 250 cc tiap



tanaman dengan cara disiramkan disekitar tanaman tanpa menyentuh pangkal batang maupun daun tanaman cabai

- 3) Pemupukan lanjutan dapat diulangi pada saat tanaman berusia 15-20 hari setelah tanam

Adapun tahap pemupukan dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut:



Gambar 3.6 Tahap pemupukan (sumber: [www.tamancabe.com](http://www.tamancabe.com))

b. Penyiraman

Pada musim kemarau, penguapan air tanah pada media tanam sangat tinggi sehingga penyiraman dapat dilakukan setiap 2-3 hari sekali tergantung kelembaban media tanamnya. Bila media telah tampak kering maka harus segera dilakukan penyiraman. Namun, menurut pengamatan lapangan, setiap 2 hari sekali harus dilakukan penyiraman karena terdapat indikasi bahwa tanaman akan mulai tampak layu akibat kekurangan air. Tahap penyiraman dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut:



Gambar 3.7 Tahap penyiraman (sumber: [www.tamancabe.com](http://www.tamancabe.com))



### 3.6.8 Tahap Pengukuran

#### a. Pengukuran Tinggi tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada setiap tanaman dengan menggunakan mistar dan dilakukan 2 minggu sekali . Berikut prosedur pengukuran tinggi tanaman cabai:

- 1) Menyiapkan mistar
- 2) Mengukur tinggi tanaman dengan mendirikan penggaris dan melihat skala dari tanah hingga ujung tanaman
- 3) Mencatat hasil pengukuran ke dalam tabel hasil pengamatan

#### b. Pengukuran Jumlah daun

Pengukuran jumlah daun dilakukan pada setiap tanaman dengan melakukan penghitungan langsung daun yang terdapat pada setiap tanaman, pengukuran jumlah daun dilakukan 2 minggu sekali.

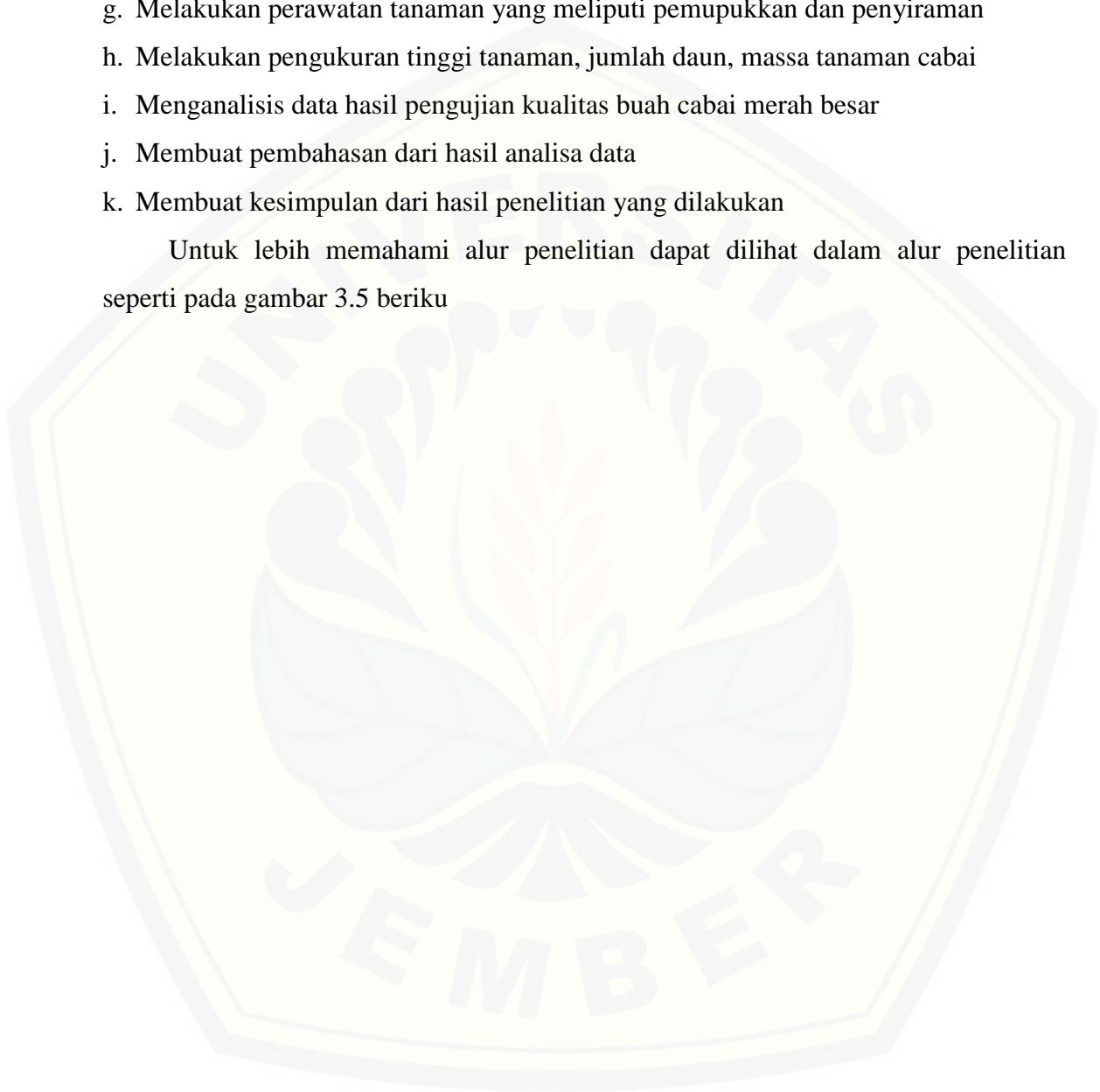
### 3.6.9 Bagan Prosedur Penelitian

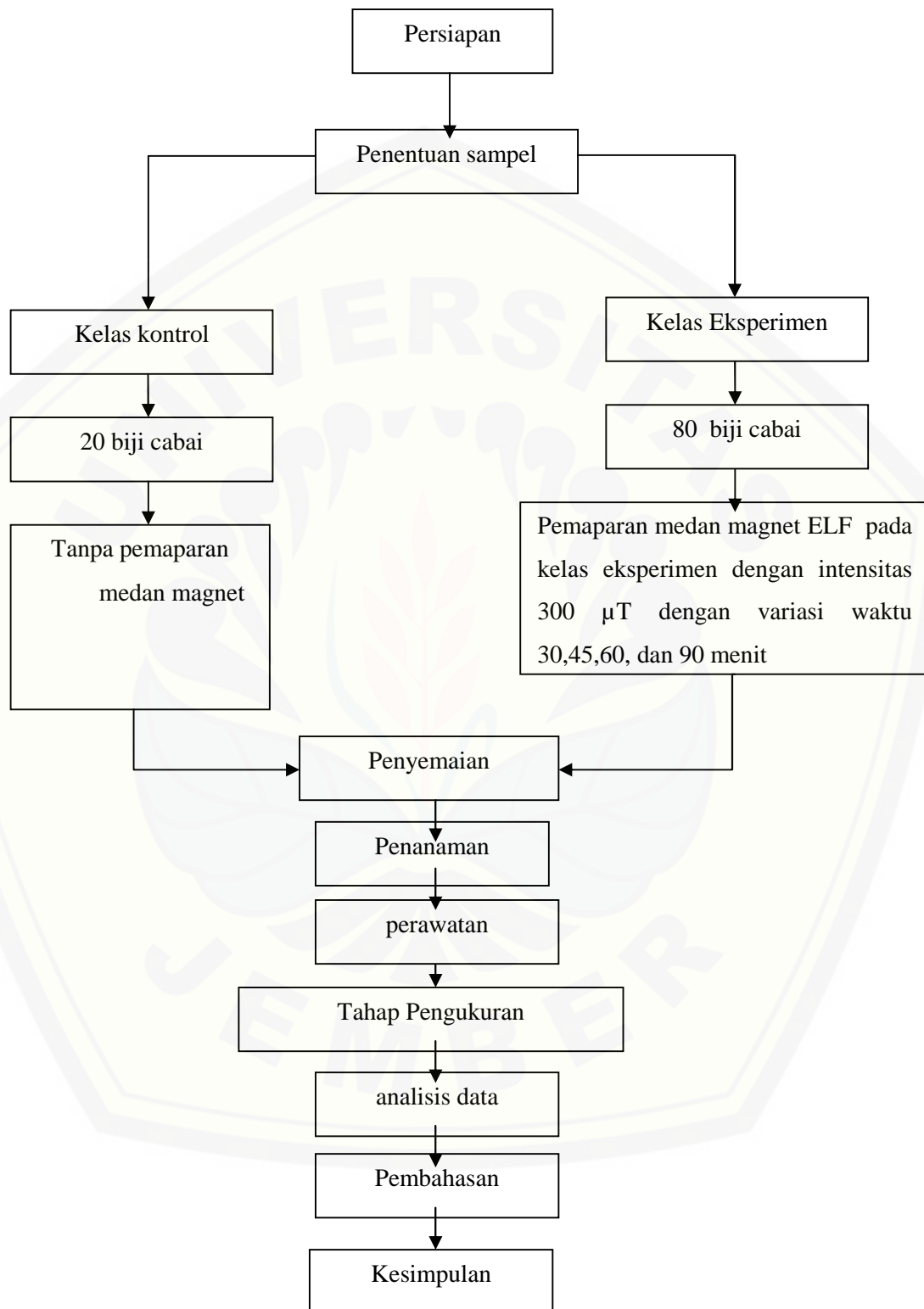
Langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Melakukan persiapan
- b. Menentukan sampel penelitian yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan menggunakan teknik *random sampling*
- c. Merendam biji cabai merah besar menggunakan air hangat selama sehari (24 jam) kemudian ditiriskan sebelum memasuki tahap perlakuan
- d. Memberikan perlakuan terhadap kelas eksperimen (80 biji cabai merah besar yang direndam air hangat) dengan memapar medan magnet ELF. Intensita medan magnet ELF yang digunakan adalah 300  $\mu$ T dengan lama pemaparan 30,45,60 dan 90 menit. Sedangkan untuk kelas kontrol (20 biji cabai merah besar yang direndam air hangat) tanpa diberi perlakuan berupa pemaparan medan magnet ELF.
- e. Melakukan penyemaian biji cabai merah baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol pada polybag

- f. Melakukan proses penanaman bibit cabai dengan memindahkan bibit dari polybag kecil ke polybag besar
- g. Melakukan perawatan tanaman yang meliputi pemupukan dan penyiraman
- h. Melakukan pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, massa tanaman cabai
- i. Menganalisis data hasil pengujian kualitas buah cabai merah besar
- j. Membuat pembahasan dari hasil analisa data
- k. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan

Untuk lebih memahami alur penelitian dapat dilihat dalam alur penelitian seperti pada gambar 3.5 beriku





Gambar 3.2 Alur Penelitian

### 3.7 Metode Analisis Data

#### 3.7.1 Tabel Hasil Pengukuran

##### a. Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman

Tabel 3.1 Data hasil pengukuran tinggi tanaman

Kelompok	Pengukuran tinggi (Cm) pada Minggu ke-				
	2	4	6	8	10
Eksperimen	E <sub>1</sub>				
	E <sub>2</sub>				
	E <sub>3</sub>				
	E <sub>4</sub>				
	E <sub>5</sub>				
	Dst				
Rata-rata					
Kontrol	K <sub>1</sub>				
	K <sub>2</sub>				
	K <sub>3</sub>				
	K <sub>4</sub>				
	K <sub>5</sub>				
	K <sub>6</sub>				
Rata-rata					

##### b. Tabel Hasil Pengukuran Jumlah daun

Tabel 3.2 Data hasil Pengukuran Jumlah daun

Kelompok	Pengukuran Jumlah Daun (Helai) pada Minggu ke-				
	2	4	6	8	10
Eksperimen	E <sub>1</sub>				
	E <sub>2</sub>				
	E <sub>3</sub>				
	E <sub>4</sub>				
	E <sub>5</sub>				
	Dst				
Rata-rata					
Kontrol	K <sub>1</sub>				
	K <sub>2</sub>				
	K <sub>3</sub>				
	K <sub>4</sub>				
	K <sub>5</sub>				
	K <sub>6</sub>				
Rata-rata					

### 3.7.2 Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif merupakan suatu teknik analisis yang menggambarkan data-data yang telah terkumpul secara deskriptif sehingga tercipta sebuah kesimpulan yang bersifat umum. Adapun yang termasuk dalam teknik analisis statistik deskriptif antara lain:

- a. penyajian data dalam bentuk tabel atau distribusi frekuensi dan tabulasi silang. Dengan menggunakan analisis ini maka akan dapat diketahui suatu kecenderungan hasil penelitian, apakah termasuk dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. Hal tersebut juga dapat memudahkan dalam menunjukkan banyaknya data dalam setiap kategori dengan syarat untuk setiap data hanya dapat dimasukkan ke dalam satu kategori.
- b. penyajian data dalam bentuk visual seperti histogram, polygon, *ogive*, diagram batang, diagram lingkaran, diagram pastel, dan diagram lambang. Penggunaan analisis tersebut adalah untuk mencari ataupun menemukan pola dan hubungan antar variabel dalam penelitian (Sukoco,2013).



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Bedasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya ,dapat diperoleh Kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan variasi lama paparan medan magnet ELF yang digunakan, lama paparan yang paling berpengaruh terhadap tinggi tanaman cabai merah besar besar (*Capsicum annum L.*) adalah lama paparan 60 dan 90 menit. Dengan demikian dosis paparan yang optimal memacu tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) adalah paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 dan 90 menit
- b. Berdasarkan variasi lama paparan medan magnet ELF yang digunakan, lama paparan yang paling berpengaruh terhadap jumlah daun cabai merah besar besar (*Capsicum annum L.*) adalah lama paparan 60 menit. Dengan demikian dosis paparan yang optimal memacu jumlah daun cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) adalah paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 menit

### 5.2 Saran

Bedasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak paparan medan magnet ELF pada buah cabai khususnya
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak paparan medan magnet ELF pada pertumbuhan dengan indikator lain seperti lebar daun, tebal daun, serta diameter batang
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas yang berbeda seperti lebih besar dari 300  $\mu$ T atau kurang dari 300  $\mu$ T

## DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, Mukhtar, K., Qasim, M., Basra, S.M.S., Shahid, M. dan Haq, Z. 2012. Magnetic Stimulation of Marigold Seed. *International Agrophysics*, 2012 (26): 335-339
- Ahmed, N.E.M., Elzaawely, A.A. dan Bayoumi, Y.A. 2013. Effect of Magnetic Field on Seed Germination, Growth, and Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annum L.*). *Asian Journal of Crop Sciene*, 5 (3): 286-294
- Alonso, M. dan Finn, E.J. 1992. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Edisi Ke Dua. Jakarta: Erlangga
- Alonso, M., dan Edward, J.Finn. 1980. *University Physics Volume II: Fields and Waves*. Massachussets: Addison-Weasly Publishing Company, Inc
- Amjad, L. dan Shafighi, M. 2011. Effect of Electromagnetic Fields on Structure and Pollen Grains Development in *Chenopodium Album L.* *International Conference on Biosciene, Biochemistry and Bioinformatics*, 5: 83-87
- Andriani, D. 2015. Taksiran Kerugian Lingkungan Akibat Pencucian upuk Anorganik dari Tanaman Kelapa Sawit di Provinsi Sumatera Barat, *Jurnal Nasional Ecpedon (JNEP)*, 2 (2): 046-049
- Angaji, A.A., Majd, A. dan Darvishani, S. 2014. Effects of Electromagnetic Field on some Developmental stages of Canola (*Brassica napus L.*) and Evaluation of Resultant Polymorphism using Molecular Markers. *International Journal of Scientific Research in Knowledge*, 2 : 021-029
- Anggoro,D.P. 2008. Evaluasi Daya Hasil Sembilan Hibrida Cabai Besar IPB Di Rembang. Skripsi. Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Angraeni, D.K., Agustrina, R. dan Tripeni, T.H. 2013. Anatomi Batang Dan Stomata Tomat (*Lycopersicum Esculentum*) Yang Dikecambahkan Di Bawah Pengaruh Medan Magnet 0,2 mT. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung* : 330-338
- Anies. 2007. "Mangatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik Dengan Manajemen Berbasis Lingkungan". Tidak Diterbitkan. Pidato Pengukuhan. Semarang: Universitas Diponegoro

- Anton,S. 2015. *Bioelectromagnetics For Improved Crop Productivity*. Swedia: Swedish University of Agricultural Sciene
- Anwarudin, Sayekti, Mahendra, dan Hilman. 2015. Dinamika Produksi Dan Volatilitas Harga Cabai: Antisipasi Strategi Dan Kebijakan Pengembangan. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7 (1): 33-42
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. Cabai Merah Besar (SNI No. 01-4480-1998). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Batas Makimum Residu Pestisida Pada Hasil Pertanian SNI 7313:2008. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Balank, M. dan Goodman,R. 1997. Do Elektromagnetic Fields Interact Directly With DNA?. *Bioelectromagnetik*, 18:111-115
- Bank Indonesia. 2013. *Pola Pembiayaan Usaha Kecil Menengah Usaha Budidaya Cabai Merah*. Jakarta Pusat: Departemen Pengermbangan Akses Keuangan dan UMKM
- Belyvaskaya, N.A. 2001. Ultrastructure and Calcium Balance In Meristem cell of Pea Roots Exposed Extremely Low Magnetic Fields. *Adv. Space Res*, 28: 645-650
- Belyvaskaya, N.A. 2004. Biological Effects Due To Magnetic Field on Plants. *Adv Space res*, 34 (7): 66-74
- Betti, L., Trebi, G., Fregola, F., Zurla, M., Mesirca, P., Brizzi, M., dan Broghini, F. 2011. Weak Static and Extremely Low Frequency Magnetic Fields Affect In Vitro Pollen Germination. *The Scientific World Journal*, 2011 (11): 975-890
- Campbell, N.A. 2011. *Biology*. 9<sup>th</sup> Edition. San Fransisco: Pearson Education, Inc
- Dalimunthe, K.T, Hasan, W. dan Ashar,T. 2012. Analisa Kuantitatif Residu Insektisida Profenofos Pada Cabai Merah Segar Dan Cabai Merah Giling Di Beberapa Pasar Tradisional Kota Medan Tahun 2012. Artikel. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. 2011. *Pedoman Pembinaan Penggunaan Pestisida*. Jakarta: Kementrian Pertanian
- Direktorat Pangan dan Pertanian. 2013. *Studi Pendahuluan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan Dan Pertanian 2015-2019*. Jakarta Pusat: Direktorat Pangan dan Pertanian,Bappenas

- Efthimiadou, A. Katsenios, N., Karkanis, A., Papastylianou, P., Triantafyllidis, V., Travols, I. dan Bilalis, D. 2014. Effects of Presowing Pulsed Electromagnetic Treatment of Tomato Seed on Growth, Yield, and Lycopene Content. *The scientific World Journal*, 2014: 1-6
- European Health Risk Assesment Network on Electromagnetic Field Exposure (EFHRAN). 2010. *Risk Analysis Of Human Exposure To Electromagnetic Fields*. European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure
- Furse, C., Christensen, D.A., dan Durney, C.H. 2009. *Basic Introduction To Bioelectromagnetic. Second Edition*. New York: CRC Press
- Grasia, R.F. dan Arza, P.L. 2011. Influence of Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds Part I: Theoretical Consideration. *Bioelectromagnetics*, 2001 (22): 589-595
- Grubner, S.J. 2011. “Peningkatan Poliferasi Kultur Sel Punca Mesenkim Asal Darah Tepi melalui Pemaparan Medan Magnet Disk Permanen 200 mT Selama Dua dan Empat Jam Per Hari’. Tidak Diterbitkan. Tesis. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Halliday, D. 1977. *Fisika Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Halliday, D., Resnick, R., dan Krane, K. S. 1994. *Physics Volume Two*. 4<sup>th</sup> Edition. New York: John Wiley & Sons
- Handayani, T.T. dan Agustrina, R. 2010. Pengaruh Kuat Medan Magnet Dan Imbibisi Biji Pada Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai (*Glycine max L. Merr.*). *Agronomika ISSN: 1411-8297*, 10(1): 87-94
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya Tanaman Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Havas, M. 2004. *Biological Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields*. London: Spon Press
- Herman, S. L. 2007. *Alternating Current Fundamentals*. 8<sup>th</sup> Edition. New York: Delmar
- Hopkins, W.G. dan Hurner, N.P.A. 2008. *Introduction to Plant Physiology*. Fourth Edition. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc



- Huang, H.H. dan Wang, S.R. 2007. The Effect of 60 Hz Magnetic Fields on Plant Growth. *Nature and Science*, 5(1): 60-68
- Hudayya, A. dan Jayanti, H. 2012. *Pengelompokkan Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya (Mode Of Action)*. Lembang: Yayasan Bina Tani Sejahtera
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). 2009. *ICNIRP Guidelines on Limits Of Static Magnetic Fields*. *Health Physics*, 96(4): 504-514
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). 2010. *ICNIRP Guidelines for limiting Exposure To Time-Varying Electric And Magnetic Fields (1 Hz – 100 KHz)*. *Health Physics*, 99(6): 818-836
- Iqbal, M., Muhammad, D., Haq, Z.U., Jamil, Y. dan Ahmad, M.R. 2012. Effect Of Pre-Sowing Magnetic Field Treatment To Garden Pea (*Pisum sativum L.*) Seed On Germination And Seedling Growth. *Pak. J. Bot.*, 44(6): 1851-1856
- Ishaq, Mohammad. 2007. *Fisika Dasar Elektisitas dan Magnetisme*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Jackson, R.A. 1998. *Introduction To Alternating Current And Transformers*. USA: NAVAL Education And Training Professional Development And Techonology Center
- Jedli ka, J., Paulen, O. dan Ailer, Š. 2014. Influence Of Magnetic Field On Germination, Growth And Production Of Tomato. *Scientific Journal for Food Industry Potravinarstvo*, 8(1): 150-154
- Kindzelkii, A.L dan Pretty, H. R. 2000. Extremely Low Frequency Pulsed DC Electric Fields Promote Neutrophil Extension, Metabolic Resonance and DNA Damage When Phase-Matched with Metabolic Oscillators, *Journal of Biochimica Biophysica*, 1495: 90-111
- Kuntadi, E.B. dan Jamhari. 2012. Efisiensi Pemasaran Cabai Merah Melalui Pasar Lelang Spot Di Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 1 (1): 95-101
- Kuphaldt, T.R. 2006. *Lesson In Circuit, Volume I-DC. 6<sup>th</sup> Edition*. Yorktown:Design Sciene Lisence
- Kuphaldt, T.R. 2007. *Lesson In Circuit, Volume I-AC. 6<sup>th</sup> Edition*. Yorktown:Design Sciene Lisence



- Kusandriani, Y., dan Muharam, A. 2005. *Produksi Benih Cabai*. Cetakan II. Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayur
- Lindstrom, E. Lindstrom P, Berglund, A., Mild, K.H. dan Lundgren, E. 1993. Intraceluller Calcium Oscillation Induced In A T-Cell Line By Weak 50 Hz Magnetic Field. *J Cell Physiol*, 1993 (156): 395-398
- Loeksmanto, W. 1993. *Medan Elektromagnetik*. Bandung: Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan
- Maffei, M.E. 2014. Magnetic Field Effects on Plant Growth, Development, and Evolution. *Frontiers in Plant sciene*, 5 (445): 1-15
- Majd, H. dan Farzpor Machiani, S. 2013. Effect of Magnetic Fields on Growth and Anatomical Structure of *Vicia sativa* L.. *Global Journal of Plant Ecophysiology*, 3 (2): 87-95
- Mousa, A. 2011. Electromagnetic Radiation Measurements And Safety Issues Of Some Celullar Base Stations In Nablus. *Journal of Engineering Sciene and Technologi Review*, 4(1): 35-42
- Muhtaruddin, M. 1998. *Dampak Medan Elektromagnetik Terhadap Kesehatan*. Majalah Kedokteran Indonesia 48: 7-264
- Najafi, S., Heidari, R., dan Jamei, R. 2013. Influence of Magnetic Field Stimulation on Some Biological Characteristics of Phaseolus Vulgarisin Two Different Times, *Global Journal of Sciene, Engineering and Technologi*, 2013 (11): 51-58
- Nazaruddin. 2000. *Budidaya dan Pengaturan Panen Sayuran Dataran Rendah*. Cetakan V. Jakarta: Penebar Swadaya
- Nedhuka, O., Kordyum, E., Bogatina, N., Sobol, M., Vorobyeva, T., dan Ovcharenko, Y. 2007. The Influence of Combined Magnetic Field on The Fusion of Plant Protoplast. *J.Gravit. Physiol*, 14: 117-118
- Nimmi, V. dan Madhu, G. 2009. Effect Of Pre-Sowing Treatment With Permanent Magnetic Field On Germination And Growth Of Chilli (*Capsicum annum. L.*). *Internasional Agrophysics*, 2009(23): 195-198
- Oktaviana, Y., Aminah, S., dan Sakung, J. 2012. Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Konsentrasi Natrium Benzoat Terhadap Kadar Vitamin C Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *J. Akad. Kim*, 1(4): 193-199

- Pazur, A., dan Rassadina, V. 2009. Transient Effect of Weak Electromagnetic Fields on Calcium ion Concentration In *Arobidopsis thaliana*. *BMC Plant Biologi*, 2009 (9): 1-9.
- Piay, Tyasdjaja, Ermawati, dan Hantoro. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Cabai Merah (Capsicum annum. L)*. Cetakan I. Ungaran: Balai Pengaji Teknologi Pertanian Jawa Tengah
- Prajananta, F. 2001. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Cetakan VIII. Jakarta: Penebar Swadaya
- Răcuciu, M. 2011. 50 Hz Frequency Magnetic Field Effects On Mitotic Activity The Mayze Root. *Romanian J. Biophys*, 21 (1): 53-62
- Răcuciu, M., Creangă, D. dan Horga, I. 2006. *Plant Growth Under Static Magnetic Field Influence*. *Rom.Journ.Phys*, 53(1-2): 353-359
- Rahmatullah, H. 2009. Pengaruh Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Ekstrim Rendah Terhadap Kadar Triglicerida Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). Skripsi. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
- Repacholi, M.H. 2003. *WHO' s International EMF Project And Results So Far*. Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR 2003) Electromagnetic Fields and Our Health. Geneva: World Health Organization
- Rohma, A., Sumardi, Ernawati, E. dan Agustrina, R. 2013. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Enzim -Amilase Pada Kecambah Kacang Merah Dan Kacang Buncis Hitam (*Phaseolus vulgaris L.*). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi V. Lembaga Penelitian Universitas Lampung*: 344-352
- Samuelsson, A. 2015. *Bioelectromagnetics For Improved Crop Productivity*. Swedia: Swedish University of Agricultural Sciene
- Saragih, H., Tobing, J. dan Silaban, O. 2010. Meningkatkan Laju Pengecambahan dan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai Dengan Berbantuan Medan Magnetik Statik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 ISBN: 978-979-98010-6-7*
- Sari, R.E.Y.W. 2015. Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100  $\mu$ T dan 300  $\mu$ T Pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. Skripsi. Jember: Universitas Jember

- Sarwate, V.V. 1993. *Electromagnetic Fields And Waves*. New Delhi: Wiley Eastern Limited
- Serway, R.A. dan Jewett, J.W. *Fisika Untuk Sain dan Teknik*. Terjemahan oleh Chriswan Sungkono. 2010. Jakarta: Salemba Teknik
- Setiadi. 1996. *Bertanam Cabai*. Cetakan XII (Edisi Revisi). Jakarta: Penebar Swadaya
- Shabrangi, A. dan Majd, A. 2009. Effect of Magnetic Fields on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants. *PIERS Proceedings, Beijing, China*
- Shabrangi, A., Majd, A., Sheidai, M., Nabyouni, M., dan Dorrnian, D. 2010. Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on The Antioxidant Enzymes Activity of C3 and C4 Plants, *Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceeding, Cambridge, USA*
- Sobir dan Syukur, M. 2015. *Genetika Tanaman*. Cetakan I. Bogor: IPB Press
- Souza, A.D., Garcia, D., Sueiro, L., Licea, L. dan Porras, E. 2005. Pre-sowing Magnetic Treatment of Tomato Seeds: effect on The Growth and Yield of Plants Cultivated Late in The Season. *Spanish Journal of agricultural Research*, 3 (1): 113-122.
- Souza, A.D., Garcia, D., Sueiro, L. dan Gilart, F. 2014. Improvement of The Seed Germination, Growth and Yield of Onion Plants By Extremely low Frequency Non-Uniform Magnetic Fields. *Scientica*, 176 (2014): 63-69
- Stange, B.C., Rowland, R.E., Rapely, B.I. dan Podd, J.V. 2002. ELF Magnetic Fields Increase Amino Acid Uptake Into Vicia faba L. Roots and Alter Ion Movement Across The Plasma Membrane. *Bioelectromagnetics*, 23 (5): 347-354
- Sudarti dan Heliatin. 2005. The Effect Of Alteration 11-10 To The Immune Modulation Response On Bul/C Mice Exposed Extremely Low Frequency Magnetic Field 20 MT. *jurnal saintifika*, 6(1):46-44. Jember: Universitas jember
- Sudarti. 2007. Mekanisme Infertilitas Oleh Peningkatan Kalsium Sitoplasma dan Adoptosis Sel Germinal Pada Mencit BALB/C yang Dipapar Medan Magnet ELF 100-500 $\mu$ T.

(<http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/7190?show=full>). [1 Desember 2015]

- Sumarni, N dan Muharam, A. 2005. *Budidaya Tanaman Cabai Merah*. Cetakan II (Edisi Revisi). Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayur
- Supadma, A.A.N., Dharmayanti, N.K.S. dan Arthagama, I.D.M. 2013. Pengaruh Pemberian *Biourine* dan Dosis Pupuk Anorganik (N,P,K) Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Pegok dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*), *E-Jurnal Agroetnologi Tropika*, 2 (3): 165-174s
- Sutrisno dan Gie, T.I. 1979. *Fisika Dasar 1: Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB
- Swerdlow, A.J. 2006. *Power Frequency Electromagnetic Fields, Melatonin, And The Risk of Breast Cancer (Report Of an Independent Advisory Group on Non-Ionising Radiation)*. Series B: Radiaton, Chemical and Enviromental Hazards. United Kingdom: Health Protection Agency
- Syukur, M., Sujiprihati, S. dan Yunianti, R. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Cetakan I. Jakarta: Penebar Swadaya
- Tahir, N.A.R dan Karim, H.F.H. 2010. Impact of Magnetic Application on The Parameters Related to growth of Chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Jordan Journal of Biological Sciene (JJBS)*, 3 (4): 175-184
- Tarigan, T.R.P. Jurnal Studi Tingkat Radiasi Medan Electromagnetik yang Ditimbulkan oleh telepon seluler.
- Tipler, P.A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Umikalsum,R.A. 2013. Analisis Usahatani Dan Keragaan Pemasaran Cabai Merah Di Kecamatan Talang Kelapa Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Ilmiah AgrIBA*, 2 (9): 127-134
- Valentina, C. 2009. Pengaruh Gelombang Elektromagnetik Terhadap Infertilitas Mencit BULB/C. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Widura. 2001. Kalsium dan Fungsi Sel. *JKM*, 1 (1): 8-21
- World Health Organizaion (WHO). 2006. *Enviromental Health Criteria 232, Static Fields*. Geneva: WHO Press



World Health Organizaion (WHO). 2007. *Enviromental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Field*. Geneva: WHO Press

Wulandari,S., Bey,Y., dan Tindaon,K.D. 2012. Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C Dan Susut Berat Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Jurnal Biogenesis*, 8 (2): 23-30

Yalcin, S. dan Erdem, G. 2012. Biological Effect of Electromagnetic Fields (Review). *African Journal of Biotechnology* vol. 11(17) :3933-3941

Yatini, Clara. Y. 2010. *Modul Diseminasi Interaksi Matahari Bumi Untuk Kalangan Guru Sekolah Menengah Atas*. Bandung: Lapan

Young, H.G. 2012. *College Physics 9<sup>th</sup> Edition*. San Fransisco: Person Education, Inc.



## LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian	Hipotesis	Referensi
ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET <i>EXTREMELY LOW FREQUENCY</i> (ELF) PADA BIJI CABAI MERAH BESAR ( <i>Capsicum annum</i> L.) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI MERAH BESAR ( <i>Capsicum annum</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apakah paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap tinggi tanaman cabai besar (<i>Capsicum annum</i> L.) ?</li> <li>▪ Apakah paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap jumlah daun cabai besar (<i>Capsicum annum</i> L.) ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Variabel bebas:</b> Medan Magnet ELF 300<math>\mu</math>T Lama Paparan: 30 menit 45 menit 60 menit 90 menit</li> <li>▪ <b>Variabel Terikat:</b> Parameter pertumbuhan berupa tinggi tanaman dan jumlah daun</li> </ul>	<p><b>an Magnet ELF:</b> paparan 30, 45, 60, dan 90 menit yang dilakukan pada benih cabai</p> <p><b>meter pertumbuhan:</b> a. Tinggi tanaman b. Jumlah daun</p>	<p>1. Bahan rujukan :buku pustaka atau literatur yang digunakan</p> <p>2.Data: Diperoleh dari hasil pengamatan dan uji laboratorium</p>	<p><b>a. Alat:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumber ELF magnetic field.</li> <li>- Current Transformer EMF Tester</li> <li>- serok</li> <li>- pengayak</li> <li>- pisau/ gunting</li> <li>- ember</li> <li>- polibag kecil</li> <li>- baskom</li> <li>- Polibag Besar</li> <li>- wadah perendaman</li> <li>- alat penyiram tanaman</li> </ul> <p><b>b. Bahan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bibit cabai merah besar</li> <li>- air hangat</li> <li>- tanah</li> <li>- pupuk kompos, NPK</li> <li>- air</li> </ul>	<p>a. Pemaparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap tinggi tanaman cabai merah (<i>Capsicum annum</i> L.) ?</p> <p>b. Pemaparan medan magnet berpengaruh terhadap jumlah daun cabai merah besar (<i>Capsicum annum</i> L.)</p> <p>c. Pemaparan medan magnet ELF Berpengaruh terhadap</p>	<p><b>Artikel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Handayani, T.T. &amp; Agustina R. 2010. Pengaruh Kuat Medan Magnet Dan Imbibisi Biji Pada Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merr.). <i>Agronomika Vol. 10, No. 1, Juli 2010. ISSN: 1411-8297</i></li> <li>- Saragih, H. Tobing, J. dan Silaban, O. 2010. Meningkatkan Laju Pengecambahan dan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai Dengan Berbantuan Medan Magnetik Statik. <i>Prosiding Seminar Nasional</i></li> </ul>


				<p>– pestisida</p> <p><b>c. Teknik Analisa Data</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Data Tinggi tanaman didapat dari pengukuran langsung menggunakan penggaris</li> <li>2. Data jumlah daun diperoleh dari penghitungan langsung daun yang terdapat pada setiap tanaman</li> <li>3. Massa tanaman didapat dengan mengukur langsung menggunakan neraca digital</li> <li>4. Data hasil penelitian</li> </ol>	<p>massa tanaman cabai merah besar (<i>Capsicum annum L.</i>)</p>	<p><i>Fisika 2010, ISBN : 978-979-98010-6-7</i></p> <p>– Anggraeni,D.K. Agustrina,R. dan Tripeni,T.H. 2013. Anatomi Batang Dan Stomata Tomat (<i>Lycopersicum Esculentum</i>) Yang Dikecambahkan Di Bawah Pengaruh Medan Magnet 0,2mt. <i>Seminar Nasional Sains &amp; Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung 19-20 November 2013</i></p> <p>– Rohma, Sumardi, Ernawati, dan Agustrina. 2013. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Enzim - Amilase Pada Kecambah Kacang Merah Dan Kacang</p>
--	--	--	--	--	---	--

				<p>dianalisis dengan mendeskripsikan langsung tabel hasil pengamatan</p> <p>d. <b>Jenis Penelitian</b> yang digunakan yaitu penelitian Eksperimen</p> <p>e. <b>Desain Penelitian</b> yang digunakan yaitu <i>Randomized subjects post test only control group design</i></p> <p>f. <b>Tempat Penelitian:</b> Gedung B III (gedung prodi fisika) lantai 1</p>	<p>Buncis Hitam (Phaseolus Vulgaris L.). <i>Seminar Nasional Sains &amp; Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung 19-20 November 2013</i></p> <p>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prajnanta, F. 2001. <i>Agribisnis Cabai Hibrida</i>. Cetakan VIII. Depok: Penebar Swadaya</li> <li>• Nazaruddin. 2000. <i>Budidaya Dan Pengaturan Panen Sayuran Dataran Rendah..</i> Cetakan V. Depok: Penebar Swadaya</li> <li>• Setiadi. 1996. <i>Bertanam Cabai</i>. Cetakan XII. Bogor: Penebar Swadaya</li> </ul>
--	--	--	--	--	--

					<p>FKIP UNEJ, Laboratorium fisika dasar FKIP UNEJ, Greenhouse pendidikan Biologi FKIP UNEJ g. <b>Teknik Pengumpulan data:</b> Data diperoleh dari hasil pengukuran langsung</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Setiadi. 2000. <i>Jenis dan Budidaya Cabai Rawit</i>. Cetakan VIII. Depok: Penebar Swadaya</li></ul>
--	--	--	--	--	---	--

**LAMPIRAN B. SURAT IJIN PENELITIAN**

## 1. Surat ijin penelitian di laboratorium lanjut Pendidikan Fisika FKIP UNEJ



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegenoboto Jember 68121  
Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-332475  
Laman: www.fkip.unej.ac.id

---

Nomor : 2273 /UN25.1.5/LT/2016  
Lampiran :  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

29 MAR 2016

Yth. Ketua Laboratorium Program Studi Pendidikan Fisika  
FKIP Universitas Jember  
di-  
Jember


Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Handoko  
NIM : 120210102089  
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bernaksud mengadakan penelitian tentang "Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely* Dan Kuantitas *Low Frequency* (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum, L*) Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum, L*) di Laboratorium Fisika Dasar dan Laboratorium Fisika Lanjut Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember pada bulan April-Juli 2016


Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

  
a.n. Dekan  
Pembantu Dekan I,  
Dr. Sukotman, M.Pd.  
NIP. 19640123 199512 1 001



## 2. Surat ijin penelitian di greenhouse Pendidikan Biologi FKIP UNEJ



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121  
Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475  
Laman: www.fkip.unej.ac.id

---

Nomor **2273**/UN25.1.5/LT/2016 29 MAR 2016  
Lampiran : -  
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Ketua Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi  
FKIP Universitas Jember  
di-  
Jember


Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP  
Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Handoko  
NIM : 120210102089  
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely*  
Dan Kuantitas *Low Frequency* (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum. L*)  
Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum annum. L*) di *Greenhouse*  
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember pada bulan April-Juli 2016

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus  
memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

  
a.n. Dekan  
Pembantu Dekan I,  
Dr. Sikatman, M.Pd.  
NIP. 19640123 199512 1 001

## 3. Surat permohonan surat peminjaman alat



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121  
Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-332475  
Laman: www.fkip.unej.ac.id

---

Nomor 2274/UN25.1.5/LT/2016  
Lampiran : -  
Hal : Permohonan Peminjaman Alat

29 MAR 2016

Yth. Dr. Sudarti, M.Kes. selaku Dosen Mata Kuliah Biotisika  
FKIP Universitas Jember  
di-  
Jember

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa  
FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Handoko  
NIM : 120210102089  
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud meminjam alat EMF (*Electromagnetic Fields*) Tester untuk Penelitian tentang  
"Analisis Dampak Paparan Medan *Magnet Extremely Low Frequency* (ELF) Pada Biji Cabai  
Merah Besar (*Capsicum annuum, L*) Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Buah Cabai Merah  
Besar (*Capsicum annuum, L*).

Selubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus  
memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

  
a.n. Dekan  
Pembantu Dekan I,  
Dr. Sukatman, M.Pd.  
NIP. 19640123-199512 1 001

## LAMPIRAN C. DATA HASIL PENGUKURAN

### 1. DATA PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI

Perlakuan	Tanaman Ke	Minggu ke-2		Minggu ke-4		Minggu ke-6		Minggu ke-8		Minggu ke-10	
		H	J	H	J	H	J	H	J	H	J
E (300 $\mu$ T 30 menit)	1	5.7	2	8.1	4	15.5	10	30	16	45	26
	2	8	2	10	4	15	7	17	10	18	13
	3	5.3	2	7	4	10.4	6	11.5	9	15	12
	4	6.2	3	8.7	6	16.7	10	23.8	14	30.6	18
	5	6.3	3	9	5	18.3	10	29	14	39.5	17
	6	5	2	7.7	4	13.3	8	19.5	13	30.7	16
	7	5	2	7.2	4	13.4	8	19.5	13	35.7	20
	8	5.8	2	8.1	4	14.9	9	19.3	13	29	16
	9	5.3	2	7.5	4	11.5	7	12.5	11	15	12
	10	6.3	2	8.4	4	13.8	8	17.3	12	26.5	15
	11	6.2	2	8.5	4	15.5	9	25.2	16	41	28
	12	6.6	2	8.4	4	13.3	7	15.1	10	17.5	12
	13	6.7	2	9	4	14	8	16.5	12	18.2	14
	14	5.6	2	7.1	4	11.3	7	12.2	8	18	12
	15	6.6	2	9.3	4	13.6	8	16.7	10	20.2	13
	16	6.2	2	7.9	4	13.3	8	14.2	11	17.5	13
	17	6.4	2	8.5	4	13.8	8	17.3	11	22.5	14
	18	5.8	2	7.5	4	13.3	7	15	10	18.5	12
	19	5.5	2	7.3	4	13.7	7	18.7	12	26.5	16
	20	6	2	7.5	4	13.1	8	22	13	35	16
Rata-rata		6,0	2	8.1	4	13.9	8	18.6	11	26.0	15

Keterangan: H :tinggi tanaman (Cm); J : Jumlah daun (helai)

Perlakuan	Tanaman Ke	Minggu ke-2		Minggu ke-4		Minggu ke-6		Minggu ke-8		Minggu ke-10	
		H	J	H	J	H	J	H	J	H	J
F (300 $\mu$ T 45 menit)	1	6.1	2	8.5	4	15.9	10	31	16	44	27
	2	5.2	2	7.7	4	15.6	9	21.7	13	27	19
	3	6.5	3	8.7	5	15	9	18.4	11	21	13
	4	6.4	2	7.9	4	12.5	7	14	9	15.5	11
	5	5.5	2	7.3	4	14.8	8	15.4	11	18.5	12
	6	6	2	9	4	17.1	9	25	13	34	19
	7	6.9	3	9.6	4	15.2	7	24.2	12	30	14
	8	5.5	2	6.7	4	12	7	14.5	10	20.5	14
	9	5.8	2	8.3	4	14.7	8	25.5	15	39	27
	10	4.5	2	6.3	4	12	7	12.5	10	14	10
	11	6.8	3	9.3	5	13.3	8	14.8	10	18	13
	12	6.4	3	8.6	4	14	8	13.5	9	16	11
	13	5.5	2	8	4	14.4	8	18.3	11	23.5	13
	14	5.6	2	7.5	4	13.9	8	20.5	12	26	15
	15	7.2	2	9.2	4	15.5	8	16	10	17	10
	16	6.4	2	8.7	4	12.5	7	13	10	19.5	10
	17	6.5	2	7	4	12.7	7	18.5	12	26	14
	18	7.4	2	8	4	13.5	8	18	11	21.5	13
	19	7.3	2	8.5	4	14.5	7	17.5	10	18.5	12
	20	6.3	2	7.5	4	12.3	7	13	10	15	12
Rata-rata		6.2	2	8.1	4	14.1	7	18.3	11	23.2	14

Keterangan: H :tinggi tanaman (Cm); J : Jumlah daun (helai)

Perlakuan	Tanaman Ke	Minggu ke-2		Minggu ke-4		Minggu ke-6		Minggu ke-8		Minggu ke-10	
		H	J	H	J	H	J	H	J	H	J
G (300 $\mu$ T 60 menit)	1	5.8	3	7.3	4	16.5	9	22.5	14	27.7	19
	2	6.2	3	8.3	5	16.2	9	21.8	12	25.5	15
	3	5.1	2	7.5	5	15	8	18.5	11	27	15
	4	5.4	3	9.5	6	19.5	10	38	16	41.7	20
	5	6.4	2	7.5	5	16.7	9	27.4	14	34.5	20
	6	6	2	7	4	15.2	8	15.5	10	28	20
	7	5.4	3	7.5	5	15.2	8	22	12	28	19
	8	5.6	3	8.3	6	13.2	8	17.5	12	24.5	15
	9	5.8	3	8.7	6	17.5	9	23	13	26	15
	10	6.8	3	9.6	6	18.4	9	21.7	12	25.5	13
	11	6.5	3	8.8	6	17.3	9	27	13	34.5	19
	12	5.4	2	7	4	15.8	8	22	13	26.5	13
	13	7.1	3	10	6	18.9	10	24.5	13	27.3	16
	14	5.5	2	7	4	14	7	22.3	11	24.7	12
	15	6.4	2	7	4	14.7	9	25.5	12	36.7	19
	16	6.9	3	8.7	5	16.5	9	23.7	12	32.5	15
	17	5.4	2	7	4	15.2	8	17	11	29	13
	18	6.5	2	8.7	4	17.3	9	24.3	12	30.5	15
	19	6.4	3	7.7	6	16.2	10	25.5	14	34.5	16
	20	6.7	3	9	6	18.2	10	24.5	13	32.1	15
Rata-rata		6.1	2	8.1	5	16.4	8	23.2	12	29.8	16

Keterangan: H :tinggi tanaman (Cm); J : Jumlah daun (helai)

Perlakuan	Tanaman Ke	Minggu ke-2		Minggu ke-4		Minggu ke-6		Minggu ke-8		Minggu ke-10	
		H	J	H	J	H	J	H	J	H	J
H (300 $\mu$ T 90 menit)	1	6.2	3	8.8	5	18.5	9	30.9	14	40.5	19
	2	4.8	2	7.5	5	16.3	9	29.5	14	40	20
	3	5.5	3	8	5	17	9	20	10	25	13
	4	6.4	3	9	4	17.2	9	22.9	12	27	19
	5	5.8	3	8.5	5	18.7	10	32.5	15	44	27
	6	5.6	2	8	6	16.2	9	21.2	12	24.5	15
	7	4.3	2	6.3	4	13.3	8	18.5	10	19.8	13
	8	5.3	2	7.5	4	15	8	19.5	11	24	13
	9	5.2	2	8	4	17	8	24.5	12	32	16
	10	6.8	2	8.6	4	16.7	8	24.3	11	37.5	15
	11	6.1	3	8.1	5	19.1	9	29.8	14	39.5	19
	12	5.4	2	7	4	15	8	18.3	11	22	14
	13	5.5	2	7.5	4	15.2	8	20.5	10	24	12
	14	5.6	3	7.8	4	14.4	8	21.5	11	27.5	14
	15	7	3	9	5	17	9	23	11	29.5	14
	16	7	3	9.6	5	19.2	9	30.7	13	46.5	19
	17	5.5	2	8	4	15	8	22.3	12	29	16
	18	5.9	2	7.6	4	15.3	8	19.5	10	22.3	15
	19	6.6	3	8.8	5	15.8	8	18.5	11	24	13
	20	6	3	8	5	16.2	9	22	11	27.8	15
Rata-rata		5.8	2	8.1	4	16.4	8	23.5	11	30.3	16

Keterangan: H :tinggi tanaman (Cm); J : Jumlah daun (helai)

Perlakuan	Tanaman Ke	Minggu ke-2		Minggu ke-4		Minggu ke-6		Minggu ke-8		Minggu ke-10	
		H	J	H	J	H	J	H	J	H	J
Kontrol	1	5.3	2	6.9	5	12.3	8	17	11	21	14
	2	5.3	3	6.9	5	11	9	15	11	19	12
	3	4.5	3	5.3	4	8.2	8	12	10	13	11
	4	5	3	6.6	5	12.9	9	19.5	13	24.2	19
	5	4.6	3	5.7	5	13.7	9	21.5	12	27.5	16
	6	4.5	3	6.5	6	13.5	10	16.5	12	19.5	12
	7	5	3	6.1	5	13.5	9	26	14	39.5	19
	8	4.5	3	6	5	11.2	8	13.5	10	16	11
	9	4.5	2	5.8	5	13.3	9	19	12	21.5	12
	10	4.7	2	5.5	4	10.3	7	12.9	9	15.5	11
	11	4.4	3	6.2	5	13.2	8	17.6	11	22	12
	12	3.9	2	6.3	4	11.4	9	24.5	13	36.1	19
	13	4.2	2	6	5	12.4	9	16	11	20.5	14
	14	4.2	2	5.2	4	11.2	8	25.7	14	38.5	26
	15	4.8	2	6.3	5	12.2	9	20.5	12	27	17
	16	4.7	2	7	4	12.5	8	18	11	24.5	18
	17	5	2	7	4	12.5	8	21	13	33.6	20
	18	5.4	2	7	5	14.3	9	23.5	13	34.5	20
	19	4	3	6	5	9.6	6	14	10	17	11
	20	4.5	3	6.5	5	13.2	9	23.5	13	30.2	19
Rata-rata		4.7	2	6.2	4	12.1	8	18.9	11	25.0	15

Keterangan: H :tinggi tanaman (Cm); J : Jumlah daun (helai)

## 2. DATA MASSA TANAMAN

Perlakuan	Tanaman ke	Massa (gram)		
		Massa Basah	Massa Kering	
			Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
E (300 $\mu$ T,30'')	1	39	27	21
	2	16	13	8
	3	20	11	7
	4	27	20	10
	5	26	15	10
	6	45	30	22
	7	19	14	8
	8	16	13	7
	9	21	12	6
	10	24	14	9
	11	25	16	8
	12	34	18	13
	13	19	10	6
	14	18	16	8
	15	41	24	18
	16	18	13	7
	17	17	12	6
	18	14	10	5
	19	13	8	5
	20	12	6	4
Rata-rata		23,2	15,1	9,4

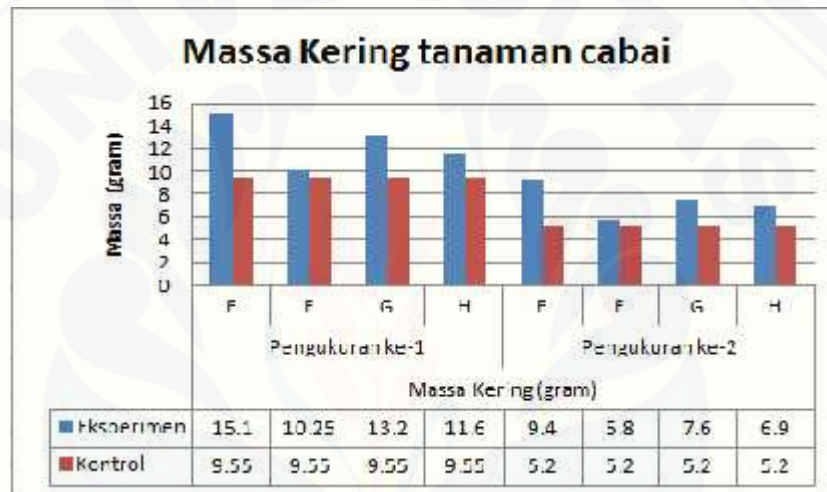
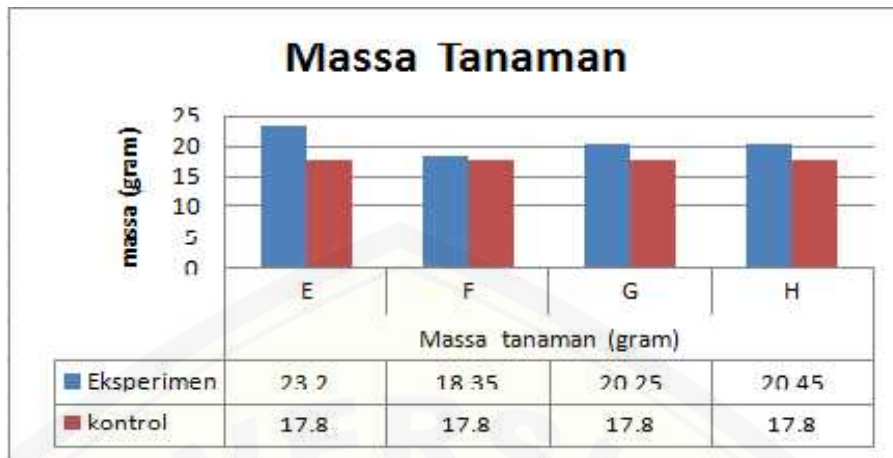


Perlakuan	Tanaman ke	Massa (gram)		
		Massa Basah	Massa Kering	
			Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
F (300 $\mu$ T,45'')	1	16	12	6
	2	18	10	6
	3	25	10	7
	4	16	12	8
	5	19	9	6
	6	16	8	5
	7	37	20	13
	8	10	5	3
	9	13	7	4
	10	15	10	5
	11	24	16	8
	12	25	14	6
	13	13	9	5
	14	15	8	4
	15	21	10	6
	16	20	12	7
	17	21	10	5
	18	18	9	3
	19	13	7	4
	20	12	7	5
Rata-rata		18,35	10,25	5,8

Perlakuan	Tanaman ke	Massa (gram)		
		Massa Basah	Massa Kering	
			Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
G (300 $\mu$ T,60'')	1	28	16	11
	2	14	9	6
	3	13	8	5
	4	14	9	4
	5	13	7	5
	6	15	11	7
	7	10	7	3
	8	27	12	8
	9	15	7	4
	10	13	8	4
	11	17	13	9
	12	24	17	8
	13	14	10	5
	14	12	7	5
	15	28	20	10
	16	31	22	13
	17	27	21	11
	18	36	24	13
	19	38	26	15
	20	16	10	6
Rata-rata		20,25	13,2	7,6

Perlakuan	Tanaman ke	Massa (gram)		
		Massa Basah	Massa Kering	
			Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
H (300 $\mu$ T,90'')	1	34	17	12
	2	33	20	15
	3	20	12	8
	4	13	9	4
	5	19	10	6
	6	21	10	5
	7	34	22	15
	8	14	9	4
	9	19	10	4
	10	30	15	10
	11	21	11	7
	12	12	9	6
	13	15	10	4
	14	18	8	4
	15	17	11	6
	16	12	5	3
	17	14	7	4
	18	24	14	8
	19	26	13	7
	20	13	10	6
Rata-rata		20,45	11,6	6,9

Perlakuan	Tanaman ke	Massa (gram)		
		Massa Basah	Massa Kering	
			Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2
Kontrol	1	19	12	10
	2	13	6	3
	3	10	5	3
	4	12	6	2
	5	15	7	3
	6	27	16	11
	7	16	9	6
	8	18	11	7
	9	17	8	5
	10	17	6	3
	11	19	11	5
	12	12	6	3
	13	18	7	4
	14	21	10	4
	15	25	13	6
	16	22	12	5
	17	14	8	3
	18	18	9	4
	19	12	5	2
	20	31	24	15
Rata-rata		17,8	9,55	5,2



### 3. Data Fase Generatif Tanaman Cabai

Perlakuan	Pertama kali muncul kuncup bunga		Pertama kali muncul bunga berwarna putih	
	waktu	jumlah	Waktu	jumlah
E	hari ke 81	3	Hari ke-86	1
F	hari ke-84	2	Hari ke-88	1
G	hari ke-84	7	Hari ke88	4
H	hari ke-91	2	Hari ke-95	1
K	Hari ke-98	2	Hari ke 102	1

Keterangan :

E : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30 menit

F : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 45 menit

G : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 menit

H : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 90 menit

K : kontrol

**LAMPIRAN D. DOKUMENTASI PENELITIAN**



Gambar D.1 Benih cabai merah besar



Gambar D.2 Perendaman Benih



Gambar D.3 Proses penentuan sampel



Gambar D.4 Pengaturan intensitas medan magnet ELF



Gambar D.5 Intensitas medan magnet ELF



Gambar D.6 Proses pemaparan medan magnet ELF





Gambar D.7 proses penyemaian benih



Gambar D.8 pengukuran tinggi dan jumlah daun



Gambar D.9 Pengukuran massa tanaman



Gambar D.10 Kuncup bunga cabai



Gambar D.11. Bunga cabai