



**PENGARUH MEDAN MAGNET ELF (*EXTREMELY LOW
FREQUENCY*) PADA PROSES PERTUMBUHAN
JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*)**

SKRIPSI

Oleh

**Ainur Rosyidah
NIM 130210102070**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN ILMU PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN ILMU DAN PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**PENGARUH MEDAN MAGNET ELF (*EXTREMELY LOW
FREQUENCY*) PADA PROSES PERTUMBUHAN
JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana

Oleh:

Ainur Rosyidah
NIM 130210102070

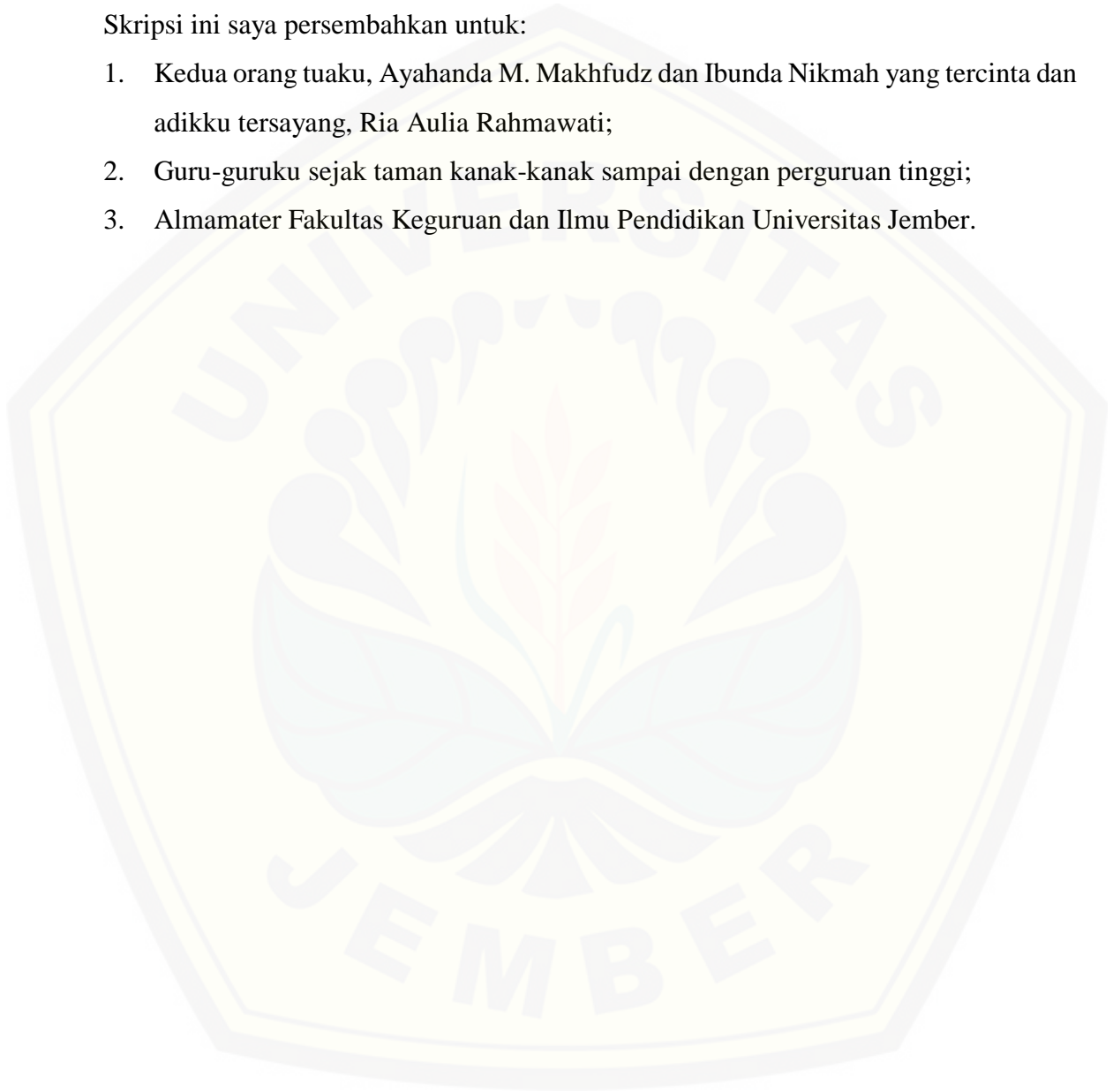
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN ILMU PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN ILMU DAN PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku, Ayahanda M. Makhfudz dan Ibunda Nikmah yang tercinta dan adikku tersayang, Ria Aulia Rahmawati;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya
bersama kesulitan itu ada kemudahan.
(Terjemahan QS. Al-Insyirah: 5-6)¹



¹ Kementerian Agama Republik Indonesia. 2014. Al- Qur'an Dan Terjemahannya, Tangerang: Penerbit Sahifa.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ainur Rosyidah

NIM : 130210102070

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH MEDAN MAGNET ELF (*EXTREMELY LOW FREQUENCY*) PADA PROSES PERTUMBUHAN JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*)” 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 bertanggungjawab 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Agustus 2017

Yang menyatakan,

Ainur Rosyidah

130210102070

SKRIPSI

**PENGARUH MEDAN MAGNET ELF (*EXTREMELY LOW
FREQUENCY*) PADA PROSES PERTUMBUHAN
JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*)**

Oleh

Ainur Rosyidah

NIM 130210102070

Pembimbing :

Dosen Pembimbing I : Dr. Sudarti, M.Kes

Dosen Pembimbing II : Drs. Alex Harijanto, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)” karya Ainur Rosyidah telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 5 September 2017

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Dr. Sudarti, M.Kes
NIP 1962123 198802 2 001

Drs. Alex Harijanto, M.Si
NIP 19641117 199103 1 001

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc
NIP 19680710 199302 1 001

Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si
NIP 19570801 198403 1 004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D
NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

“Pengaruh Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)”; Ainur Rosyidah, 130210102070;2017; 89 halaman; Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Manusia, tidak bisa lepas dari paparan medan magnet dalam kehidupan. Peralatan rumah tangga yang berada disekitar kita merupakan sumber paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) tergolong radiai non-ionizing sehingga memiliki efek yang lebih rendah terhadap makhluk hidup, sehingga banyak peneliti memanfaatkan efek medan magnet ELF dalam berbagai bidang. Mulai dari bidang pertanian, pangan, hingga kesehatan. Dari beberapa hasil penelitian medan magnet ELF, membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF mampu mempengaruhi pergerakan pada makhluk hidup, tidak terkecuali pada jamur. Jamur merupakan fungi yang memiliki bentuk luar berupa tudung berukuran besar sehingga dapat diamati mata secara langsung. Banyak manfaat yang diperoleh bila mengonsumsi jamur bagi kesehatan, khususnya pada jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). Banyaknya manfaat bagi kesehatan pada jamur tiram, serta proses budi daya yang cukup mudah, banyak masyarakat membudidayakan jamur tiram dalam skala kecil maupun besar.

Melihat kondisi demikian, dilakukanlah penelitian tentang pengaruh medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada proses pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak paparan medan magnet ELF terhadap proses pertumbuhan jamur tiram ditinjau dari munculnya jumlah *pin head* jamur tiram yang muncul, berat basah jamur tiram, dan lebar diameter tudung jamur tiram, serta sebagai bentuk pertimbangan dalam bidang pertanian khususnya budi daya jamur tiram. Sampel penelitian yang digunakan adalah jamur tiram yang diperoleh langsung dari petani jamur tiram

dengan melihat umur masa pembibitan dengan jumlah sebanyak 35 baglog jamur tiram dengan rincian 5 baglog untuk tiap-tiap kelas. Pada baglog kelas eksperimen, baglog jamur tiram diberi paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT dan 500 μT dengan lama paparan 30 menit, 50 menit, dan 70 menit.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 50 menit mampu mempengaruhi jumlah munculnya *pin head* jamur tiram dan berat basah jamur tiram, dengan rata-rata jumlah *pin head* 20,2 dan rata-rata berat basah sebesar 212,2 gram. Sedangkan paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT selama 50 menit mampu mempengaruhi lebar tudung diameter tudung jamur tiram, dengan rata-rata diameter tudung jamur tiram sebesar 9,09 cm. Hal ini menunjukkan bahwa lama paparan medan magnet dan besar intensitas medan magnet mampu mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram dan produksi jamur tiram. Selain itu medan magnet ELF yang mampu menembus jaringan pada tubuh jamur tiram yang berdampak pada kinerja ion Ca^{2+} dan peningkatan metabolisme sel yang mengakibatkan adanya peningkatan pertumbuhan pada jamur tiram.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D., selaku Dekan FKIP Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dr. Sudarti, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Drs. Alex Harijanto, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen pembimbing anggota yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc dan Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
7. Drs. Alex Harijanto, M.Si, selaku Kepala Laboratorium Pendidikan Fisika;
8. Dosen-dosen Pendidikan Fisika Universitas Jember atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan;
9. Teman-teman mahasiswa angkatan 2013 Program studi Pendidikan Fisika Universitas Jember yang telah memberi dorongan dan semangat;
10. Semua pihak yang membantu proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Agustus 2017

penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gelombang Elektromagnetik	6
2.1.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik	6
2.1.2 Komponen Gelombang Elektromagnetik	7
2.1.3 Persamaan Maxwell tentang Gelombang Elektromagnetik	8
2.1.4 Persamaan Gelombang.....	10
2.1.5 Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	12
2.1.6 Energi di Dalam Gelombang Elektromagnetik dan Vektor Poynting	13
2.2 Gelombang Elektromagnetik ELF	15
2.2.1 Sumber Gelombang Elektromagnetik ELF.....	15
2.2.2 Karakteristik Medan Magnet ELF	17
2.3 Hasil Penelitian Medan Magnet ELF.....	18
2.3.1 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Ca^{2+}	18
2.3.2 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Poliferasi Sel.....	18
2.3.3 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Pertumbuhan Jamur	19

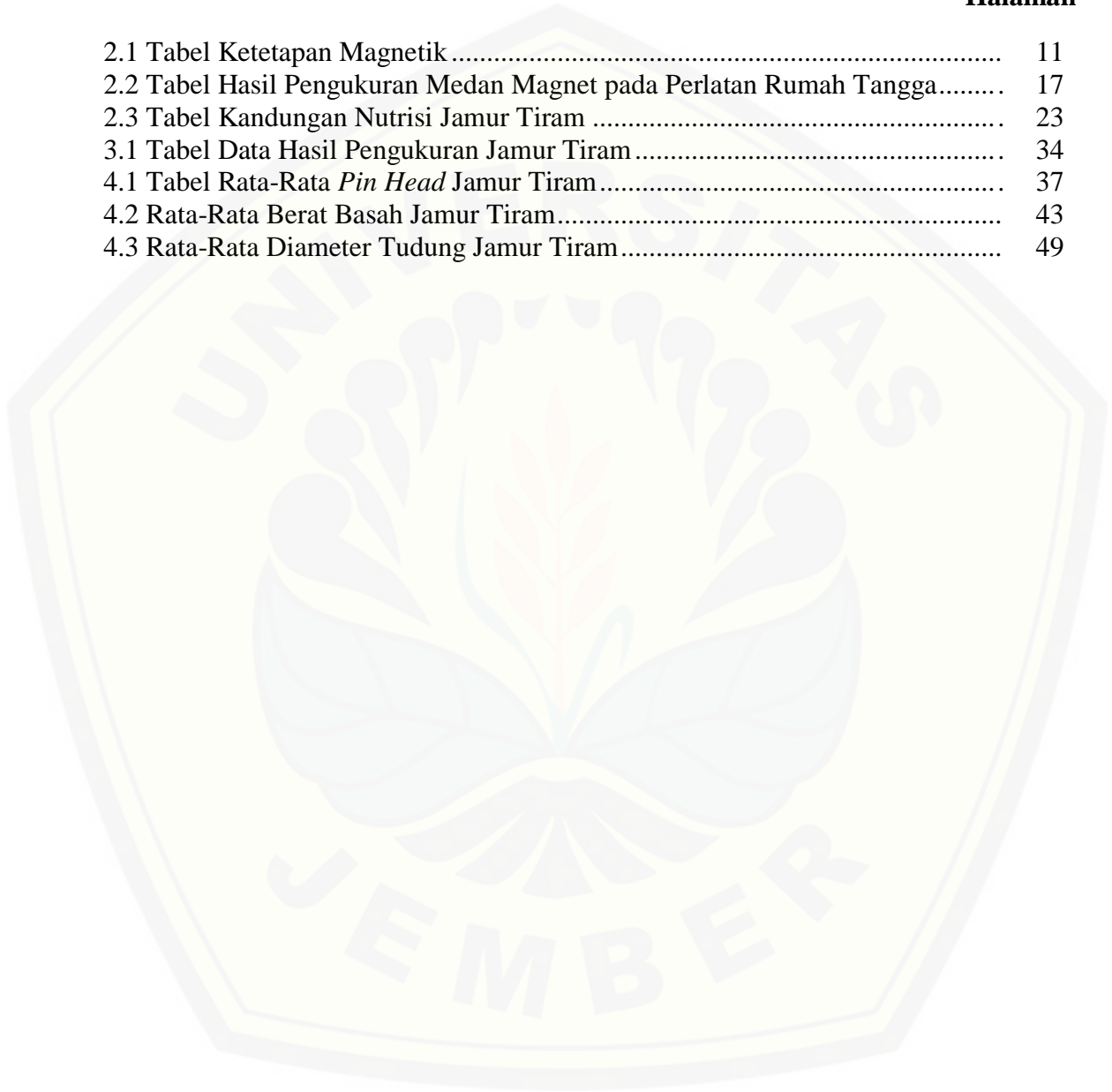
2.4 Magnet dalam Bahan	20
2.4.1 Bahan Paramagnetik	20
2.4.2 Bahan Feromagnetik	20
2.4.3 Bahan Diamagnetik.....	21
2.5 Jamur Tiram	21
2.5.1 Morfologi dan Anatomi	22
2.5.2 Habitat.....	22
2.5.3 Kandungan Gizi	23
2.6 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Proses Pertumbuhan Jamur Tiram	23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	26
3.1.1 Jenis Penelitian	26
3.1.2 Desain Penelitian	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2.1 Tempat Penelitian	27
3.2.2 Waktu Penelitian.....	27
3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	27
3.3.1 Variabel Penelitian.....	27
3.3.2 Definisi Operasional	28
3.4 Alat dan Bahan.....	28
3.4.1 Alat.....	28
3.4.2 Bahan	30
3.5 Prosedur Penelitian	30
3.5.1 Persiapan dan Penentuan Sampel	30
3.5.2 Tahap Pemaparan.....	30
3.5.3 Tahap Perawatan.....	32
3.5.4 Tahap Pengumpulan Data.....	32
3.5.5 Bagan Prosedur Penelitian	32
3.6 Metode Analisis Data.....	34
3.6.1 Contoh Tabel Data Hasil Pengamatan Masing-Masing Paparasi	34
3.6.2 Teknik Analisa Data	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.1.1 Sampel Penelitian	36
4.1.2 Prosedur Pemaparan Medan Magnet ELF	36
4.1.3 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Jamur Tiram.....	37
4.2 Pembahasan	51
BAB 5. PENUTUP.....	60

5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Ketetapan Magnetik	11
2.2 Tabel Hasil Pengukuran Medan Magnet pada Perlatan Rumah Tangga.....	17
2.3 Tabel Kandungan Nutrisi Jamur Tiram	23
3.1 Tabel Data Hasil Pengukuran Jamur Tiram	34
4.1 Tabel Rata-Rata <i>Pin Head</i> Jamur Tiram.....	37
4.2 Rata-Rata Berat Basah Jamur Tiram.....	43
4.3 Rata-Rata Diameter Tudung Jamur Tiram.....	49



DAFTAR GAMBAR

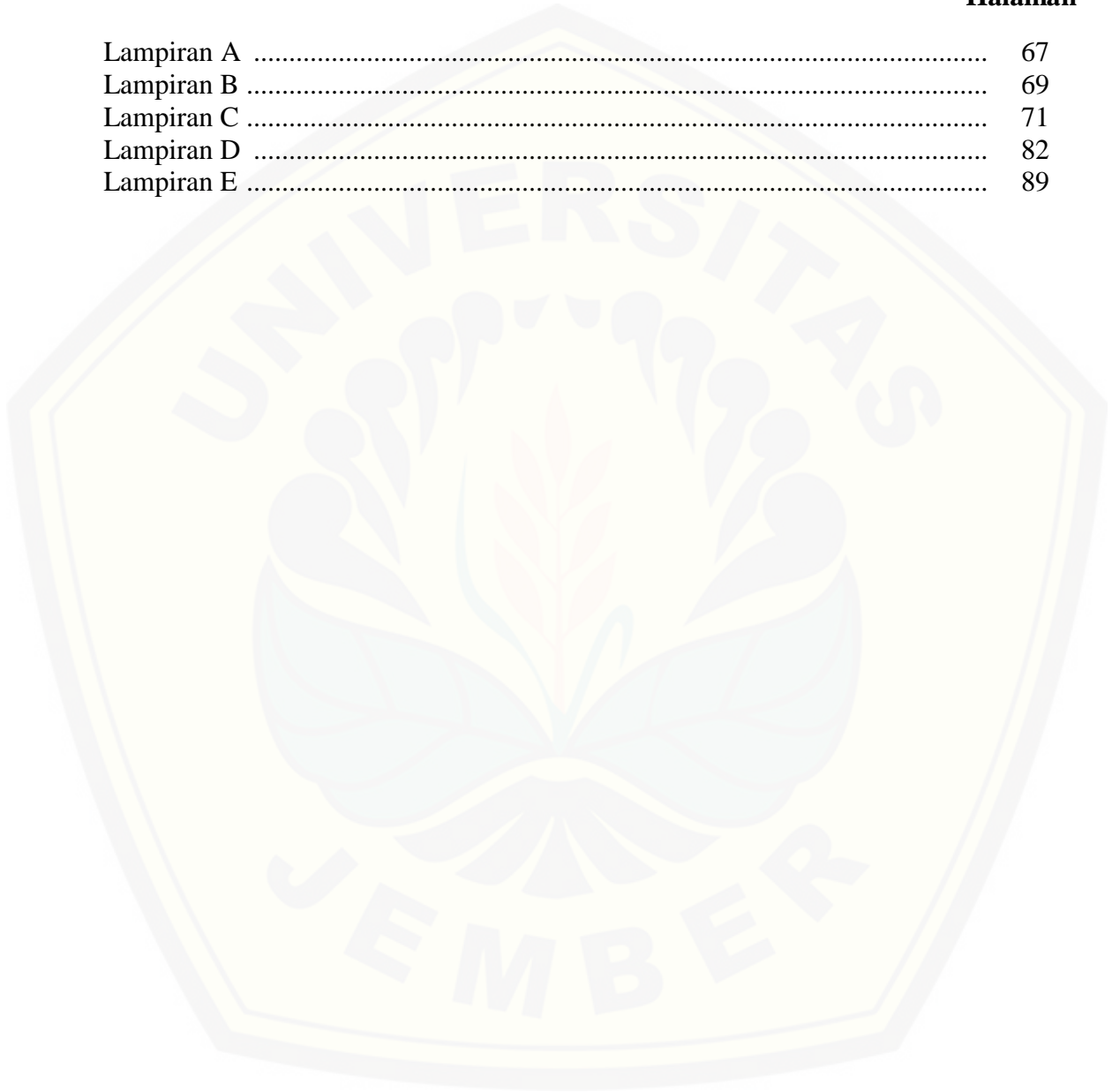
	Halaman
2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik yang Terdiri atas Medan Magnet B dan Medan Listrik E	6
2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	12
2.3 Kerangka Konseptual	25
3.1 ELF <i>Magnetic Sources</i>	28
3.2 EMF Tester.....	31
3.3 Bagan Prosedur Penelitian	33
4.1 <i>Pin Head</i> Jamur Tiram Kelas Kontrol	38
4.2 Perbandingan Jamur Tiram pada Hari Ke-58.....	38
4.3 Grafik Rata-Rata Jumlah <i>Pin Head</i> Jamur Tiram Antara Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen 300 μ T.....	39
4.4 Grafik Rata-Rata Jumlah <i>Pin Head</i> Jamur Tiram Antara Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen 500 μ T.....	40
4.5 <i>Pin Head</i> Jamur Tiram Kelas Eksperimen Paparan 300 μ T selama 30 Menit dan 300 μ T selama 50 menit	41
4.6 <i>Pin Head</i> Jamur Tiram Kelas Eksperimen Paparan 300 μ T selama 70 menit.....	41
4.7 <i>Pin Head</i> Jamur Tiram Kelas Eksperimen Paparan 500 μ T selama 30 menit.....	42
4.8 Perbandingan <i>Pin Head</i> Kelas Ekperimen Paparan 500 μ T dengan Lama Paparan 50 menit dan 70 menit.....	42
4.9 Grafik Rata-Rata Berat Basah Jamur Tiram Antara Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen 300 μ T.....	44
4.10 Grafik Rata-Rata Berat Basah Jamur Tiram Antara Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen 500 μ T.....	45
4.11 Perbandingan Berat Basah Kelas Eksperimen Paparan 500 μ T selama 50 menit dan Kelas Kontrol	45
4.12 Perbandingan Berat Basah Kelas Eksperimen Paparan 300 μ T selama 30 menit dan 300 μ T selama 50 menit	46
4.13 Berat Basah Kelas Eksperimen Paparan 300 μ T selama 70 menit	46
4.14 Perbandingan Berat Basah Kelas Eksperimen Paparan 500 μ T selama 30 menit an 500 μ T selama 50 menit	47
4.15 Berat Basah Kelas Eksperimen Paparan Medan Magnet ELF 500 μ T selama 70 menit	47
4.16 Grafik Rata-Rata Diameter Jamur Tiram Antara Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen 300 μ T	49
4.17 Grafik Rata-Rata Diameter Jamur Tiram Antara Kelas Kontrol dan	

Kelas Eksperimen 500 μ T	50
4.18 Grafik Perbandingan Rata-Rata Pin Head, Berat Basah, dan Diameter Jamur Tiram Masing-masing Kelas	56



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A	67
Lampiran B	69
Lampiran C	71
Lampiran D	82
Lampiran E	89



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika sebagai ilmu dasar tidak bisa lepas dari kehidupan sehari-hari. Sebagai ilmu dasar, fisika tidak hanya sekedar teori, namun erat kaitannya dengan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari, seperti medan magnet. Manusia, tidak bisa lepas dari paparan medan magnet dalam kehidupan. Bumi yang merupakan tempat manusia hidup merupakan magnet yang besar. Secara alamiah, bumi memiliki medan magnet sebesar 10^{-9} mT (WHO, 1984). Sehingga, setiap saat manusia terpapar medan magnet dari bumi. Selain itu, medan magnet dihasilkan oleh peralatan elektronik, sehingga memungkinkan setiap individu terpapar medan magnet. Peralatan rumah tangga yang berada disekitar kita merupakan sumber paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mencakup arus bolak-balik (AC) dan elektromagnetik lainnya, dan radiasi *non-ionizing* dari 3 Hz-600 Hz (Barsam *et al.*, 2012:1).

Saat ini, banyak penelitian yang dilakukan untuk meneliti efek paparan medan magnet terhadap makhluk hidup. Medan magnet dinilai memiliki efek yang lebih rendah terhadap manusia maupun bentuk kehidupan lainnya (Moechtar, 1999 dalam Suarga, 2006). Adanya efek tersebut, banyak peneliti memanfaatkan paparan medan magnet dalam berbagai bidang. Mulai dari bidang pertanian, pangan, hingga kesehatan.

Aplikasi medan magnetik dalam bidang medis telah mengalami tradisi yang panjang. Berbagai metode eksitasi dengan menggunakan medan magnet frekuensi rendah telah digunakan dalam aplikasi tersebut, misalnya penggunaan medan magnet dalam penyembuhan luka dan tulang, regenerasi jaringan syaraf, dan sebagainya (Glaser, 1996 dalam Suarga, 2006).

Pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan dapat dimanfaatkan sebagai sterilisasi bahan makanan. Penelitian Sudarti (2014) menunjukkan bahwa dosis paparan medan magnet ELF sebesar 646,7 μ T selama 30 menit dapat menurunkan populasi bakteri *Salmonella typhimurium* pada sayuran

gado-gado dengan presentase destruksi pada bumbu gado-gado sebesar 56% dan pada sayuran gado-gado sebesar 17%. Selain itu, dalam penelitian Sadidah et al. (2015) dosis paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT berdampak pada peningkatan pH sebesar 1.00 pada saat 24 jam setelah proses fermentasi dan terjadi penurunan jumlah bakteri pada saat 72 jam setelah proses fermentasi makanan tape ketan. Dalam bidang pertanian, pemanfaatan medan magnet digunakan untuk mempercepat pertumbuhan pada tanaman. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Sari et al (2015), membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT selama 60 menit memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tomat ranti. Selain itu paparan medan magnet ELF 300 μT selama 60 menit mampu meningkatkan perubahan pergerakan enzim α -amilase pada proses perkecambahan.

Penelitian yang dilakukan oleh I. Nyoman (2013), paparan medan magnet sebesar 1,6 mT selama 12 jam mampu meningkatkan produksi lovastatin pada tubuh jamur *Pleurotus ostreatus*. Paparan sebesar 1,2 mT selama 6 jam juga mampu meningkatkan produksi lovastatin pada miselium jamur *Pleurotus ostreatus*. Hal tersebut membuktikan bahwa besar paparan medan magnet dan lama waktu paparan medan magnet mempengaruhi produksi lovastatin pada jamur *Pleurotus ostreatus*.

Dari beberapa hasil penelitian medan magnet ELF, membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF mampu mempengaruhi pergerakan pada makhluk hidup, tidak terkecuali pada jamur. Jamur merupakan fungi yang memiliki bentuk luar berupa tubuh buah berukuran besar sehingga dapat diamati mata secara langsung. Umumnya bentuk tubuh buah jamur yang tampak di permukaan media tumbuh seperti payung (Achmad *et al.*, 2011:5-7). Banyak manfaat yang diperoleh bila mengonsumsi jamur bagi kesehatan, khususnya pada jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*)

Jamur konsumsi seperti jamur tiram memiliki khasiat mencegah timbulnya penyakit darah tinggi dan jantung. Konsumsi jamur tiram dapat menyembuhkan anemia, sebagai anti tumor, dan mencegah kekurangan zat besi (Aditya *et al.*, 2011:9). Selain itu, jamur tiram dikenal sebagai jamur yang memiliki kandungan lovastatin atau penghambat kolesterol dalam darah sangat besar (Kalac, 2012:9).

Kandungan gizi dan manfaat pada jamur tiram, membuat jamur tiram menjadi alternatif makanan yang bergizi. Hal tersebut membuat kebutuhan produksi jamur tiram semakin meningkat. Sehingga, banyak masyarakat mulai mengonsumsi jamur bahkan melakukan budi daya jamur tiram mulai dari skala kecil hingga skala besar. Namun, budi daya jamur tiram yang dilakukan, baik skala kecil maupun skala besar, tidak lepas dari beberapa kendala yang menyebabkan jamur tiram mengalami hasil produksi yang rendah atau bahkan gagal. Sehingga, perlu adanya inovasi untuk meningkatkan produktivitas jamur tiram.

Berdasarkan paparan di atas, penulis ingin mengkaji pengaruh intensitas dan lama paparan medan magnet ELF terhadap proses pertumbuhan jamur tiram dan dosis paparan efektif yang mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram. Peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) Pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Apakah intensitas paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μ T dan 500 μ T selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh terhadap jumlah *pin head* jamur tiram?
- b. Apakah lama paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μ T dan 500 μ T selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh terhadap berat basah jamur tiram?
- c. Apakah lama paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μ T dan 500 μ T selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh terhadap lebar diameter tudung jamur tiram?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dan permasalahan dalam penelitian ini, maka dalam penelitian ini perlu diberi batasan masalah. Adapun batasan masalah sebagai berikut:

- a. Intensitas medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300 μT dan 500 μT .
- b. Waktu paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 30 menit, 50 menit, dan 70 menit.
- c. Sampel yang digunakan adalah jamur dengan jenis jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*).
- d. Waktu paparan hanya dilakukan sekali dengan lama paparan yang berbeda.
- e. Variabel yang diukur adalah pertumbuhan jamur tiram mulai dari proses pembibitan hingga panen pertama jamur tiram. Pertumbuhan jamur tiram dilihat dari kemunculan *pin head*, diameter tudung jamur tiram, dan berat basah jamur tiram.
- f. Penelitian ini dikhususkan untuk mengaplikasikan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) terhadap proses pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*).

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh pada jumlah *pin head* jamur tiram.
- b. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh pada berat basah jamur tiram.
- c. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh lebar diameter tudung jamur tiram.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain :

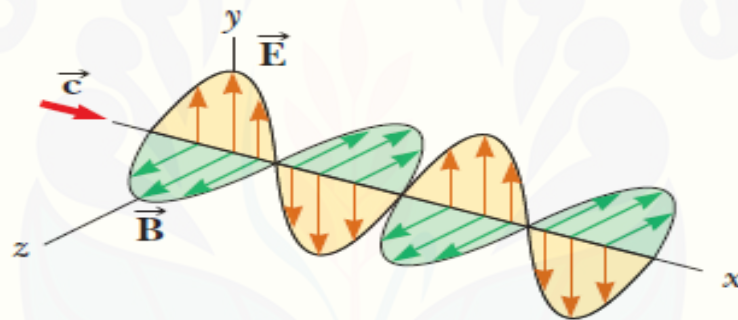
- a. Sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh pada jumlah *pin head* jamur tiram.
- b. Sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh pada berat basah jamur tiram.
- c. Sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh pada lebar diameter tudung jamur tiram.
- d. Sebagai informasi ilmiah sebagai bahan pertimbangan dalam bidang pertanian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Elektromagnetik

2.1.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dihasilkan ketika adanya perubahan medan listrik dan medan magnet dalam suatu waktu (Young, 2008:1093). Arah getar medan magnet dan medan listrik saling tegak lurus (Gorninck, 2005). Medan elektromagnetik merupakan medan magnet dan medan listrik yang dihasilkan oleh alam maupun peralatan elektronik yang bermuatan listrik. Manusia sebagai salah satu sistem biologi di antara sistem biologi lainnya, dimungkinkan akan selalu terpancar oleh medan elektromagnetik (Anies, 2003: 92).



Gambar 2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik yang Terdiri atas Medan Magnet \vec{B} dan Medan Listrik \vec{E}
(Sumber: Serway, 2008)

Dari Gambar 2.1 dapat diketahui medan listrik \vec{E} pada sumbu y dan medan magnet \vec{B} pada sumbu z. demikian gelombang, yang mana medan listrik dan medan magnet dibatasi secara sejajar terhadap sepasang garis tegak lurus, yang disebut garis polarisasi gelombang (Serway, 2008:957). Karakteristik gelombang elektromagnetik antara lain:

- Baik \vec{E} dan \vec{B} merupakan garis tegak lurus arah dari perambatan gelombang.
- Terdapat perbandingan pasti antara besarnya \vec{E} dan \vec{B} : $\vec{E} = c\vec{B}$
- Gelombang merambat pada ruang hampa dengan pasti dan kecepatan c tidak berubah-ubah.

- d. Tidak seperti gelombang mekanik, yang memerlukan pergerakan partikel dari medium seperti air atau udara, gelombang elektromagnetik tidak mengharuskan adanya medium. Apa ‘yang bergerak’ pada gelombang elektromagnetik merupakan medan listrik dan medan magnet.
(Young, 2012:763).

2.1.2 Komponen Gelombang Elektromagnetik

a. Medan Listrik

Medan listrik ditimbulkan oleh perbedaan tegangan, semakin tinggi tegangan, semakin kuat medan listrik yang akan dihasilkan (WHO, 2016). Medan listrik dapat ditimbulkan oleh lebih dari satu muatan listrik. Medan listrik sifatnya terhalangi, artinya intensitas medan listrik akan mengalami penurunan jika terhalangi suatu benda. Intensitas medan listrik di bawah jaringan transmisi tegangan tinggi akan mengalami penurunan intensitas sampai kira-kira 10-100 kali lebih rendah oleh penghalang atap rumah penduduk dan tergantung pada jenis dan struktur penghalang. Intensitas medan listrik juga mengalami penurunan secara kuadrat terhadap jarak dari sumber paparan (WHO, 1987 dalam Sudarti, 2010).

b. Medan Magnet

Medan magnet timbul saat arus listrik mengalir, semakin besar arus listrik yang mengalir, medan magnet semakin besar. Medan magnet timbul dari gerakan muatan listrik (yaitu arus), dalam tesla (T), atau lebih umum di millitesla (mT) atau microtesla (μT). Di beberapa negara unit lain yang disebut gauss (G) biasa digunakan ($10.000 \text{ G} = 1 \text{ T}$). Medan magnet bersifat tidak mudah terhalangi, dan mampu menembus dengan mudah. Baik medan listrik maupun medan magnet semakin kuat apabila dekat dengan sumber dan berkurang seiring pertambahan jarak dari sumber (WHO, 2016).

Medan magnet bersifat tidak menghalangi dan mampu menembus benda penghalang seperti genting, tembok bangunan, pepohonan, maupun tubuh manusia dan akan mengalami penurunan secara linier terhadap jarak dari sumber paparan (WHO, 1987 dalam Sudarti 2010).

2.1.3 Persamaan Maxwell tentang Gelombang Elektromagnetik

Maxwell meletakkan dasar daripada teori gelombang elektromagnetik dengan membuat persamaan Maxwell yang didasarkan kepada hukum-hukum Faraday, Gauss (Coulomb) dan Ampere (Sudaryanto, 2009:91).

a. Hukum Gauss pada medan listrik

Inti dari persamaan Gauss adalah bahwa untuk mengetahui seberapa besar muatan yang dari sebuah muatan maka yang dilakukan adalah dengan melingkupi muatan tersebut dengan sebuah permukaan imajiner (yang disebut permukaan Gauss), kemudian kita hitung berapa fluks listrik yang menembus keluar dari permukaan tersebut. Dengan menjumlahkan seluruh fluks yang menembus keluar dari permukaan Gauss kita akan memperoleh besarnya muatan yang terkandung (Ishaq, 2007:172). Hukum Gauss pada medan listrik dapat dinyatakan:

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \quad (2.1)$$

dimana ρ adalah nilai kerapatan dan \mathbf{D} perpindahan elektrik (Guenther, 1990:27).

b. Hukum Gauss pada medan magnet

Dalam magnet tidak ada sumber tunggal, tidak seperti listrik yang memiliki muatan positif (+) saja atau negatif (-) saja, dalam magnet keduanya selalu berpasangan (utara (U) dan selatan (S)). Jika Hukum Gauss diterapkan pada suatu medan magnet, maka jumlah fluks magnetik yang masuk menembus permukaan Gauss akan sama dengan jumlah fluks magnet yang keluar, sehingga total fluks akan sama dengan nol (Ishaq, 2007:173). Hukum Gauss pada medan magnet dapat dituliskan:

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (2.2)$$

dimana \mathbf{B} merupakan medan magnet (Guenther, 1990:27).

c. Hukum Faraday

Penemuan Faraday tentang perubahan fluks magnetik terhadap waktu akan menimbulkan arus listrik (akibat beda potensial) (Ishaq, 2007:174). Jika suatu lintasan tertutup berada dalam suatu medan magnet yang berubah terhadap waktu maka tegangan induksi pada lintasan ini akan sama dengan negatif laju perubahan

fluks magnetik yang menembus permukaan yang dibatasi oleh lintasan tertutup ini (Dipojono, 2011:183). Hukum Faraday dapat dituliskan:

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0 \quad (2.3)$$

\mathbf{B} = medan magnet

\mathbf{E} = intensitas medan listrik

(Guenther, 1990:27).

d. Hukum Ampere

Hukum Ampere sesungguhnya hanya berlaku pada kasus arus yang konstan, untuk kasus-kasus dimana arus berubah terhadap waktu seperti pada kapasitor, Hukum Ampere memerlukan modifikasi. Harus ada suatu suku tambahan Hukum Ampere yang merupakan “arus tambahan” selain arus konvensional (arus konduksi), Maxwell menamakan suku tambahan ini sebagai “arus perpindahan” (Displacement Current) (Ishaq, 2007:175-178).

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad (2.4)$$

\mathbf{H} = intensitas medan magnet

\mathbf{J} = rapat arus

\mathbf{D} = perpindahan dielektrik

Respon dinamis dari suatu atom dan molekul pada medium perambatan diberikan melalui:

$$\mathbf{D} = f(\mathbf{E}) \quad (2.5)$$

$$\mathbf{J} = g(\mathbf{E}) \quad (2.6)$$

$$\mathbf{B} = h(\mathbf{H}) \quad (2.7)$$

\mathbf{J} = rapat arus

\mathbf{D} = perpindahan dielektrik

\mathbf{B} = medan magnet

\mathbf{E} = intensitas medan listrik

\mathbf{H} = intensitas medan magnet

Kemudian asumsikan hubungan fungsional dituliskan sebagai:

$$\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E} \quad (2.8)$$

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad (2.9)$$

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \quad (2.10)$$

ϵ = konstanta dielektrik

σ = konduktivitas

μ = permeabilitas

\mathbf{D} dan \mathbf{B} didefinisikan sebagai;

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P} \quad (2.11)$$

$$\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H} + \mathbf{M} \quad (2.12)$$

dimana \mathbf{P} adalah polarisasi dan \mathbf{M} adalah magnetisasi.

Pada persamaan Maxwell, dengan menggunakan persamaan tersebut, dapat dilakukan asumsi sederhana perambatan gelombang elektromagnetik pada suatu medium. Jika menggunakan asumsi perambatan pada ruang hampa, dengan $\rho = 0$ dan $\mathbf{J} = 0$, maka Persamaan Maxwell memiliki modifikasi sebagai berikut:

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \quad (2.13)$$

$$\nabla \cdot (\epsilon \mathbf{E}) = \rho \quad (2.14)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon} \quad (2.15)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 0 \quad (2.16)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (2.17)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (2.18)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad (2.19)$$

(Guenther, 1990:27-29).

2.1.4 Persamaan Gelombang

Perambatan gelombang elektromagnetik pada ruang bebas, persamaan Maxwell mengatur kembali untuk dijelaskan secara eksplisit bergantung waktu dan koordinat.

$$\frac{1}{\mu} \nabla \times \mathbf{B} = \epsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (2.20)$$

$$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{E}) = \nabla \times \left(-\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right) = -\frac{\partial}{\partial t} (\nabla \times \mathbf{B}) = -\frac{\partial}{\partial t} \left(\epsilon \mu \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \quad (2.21)$$

Asumsikan bahwa ϵ dan μ berdiri sendiri dari waktu memenuhi persamaan untuk ditulis kembali

$$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{E}) = -\epsilon \mu \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \quad (2.22)$$

Menggunakan identitas vektor, dapat ditulis

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{E}) - \nabla^2 \mathbf{E} = -\epsilon \mu \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \quad (2.23)$$

Karena ruang bebas merupakan bebas muatan $\nabla \cdot \mathbf{E} = \mathbf{0}$, diberikan

$$\nabla^2 \mathbf{E} = \mu \epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \quad (2.24)$$

Menggunakan prosedur yang sama untuk memperoleh

$$\nabla^2 \mathbf{B} = \mu \epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{B}}{\partial t^2} \quad (2.25)$$

Persamaan ini merupakan persamaan gelombang, dengan kecepatan gelombang

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}} \quad (2.26)$$

Pada sebuah bahan, kecepatan dari cahaya kurang dari c . Dapat dikelompokkan ke bahan yang dilukiskan oleh indeks refraksi, perbandingan dari kecepatan cahaya pada ruang hampa terhadap kecepatan dalam suatu medium

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\frac{\epsilon \mu}{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (2.27)$$

Tabel 2.1 Ketetapan Magnetik

Bahan	μ/μ_0	Kelompok
Perak	0,99998	Diamagnetik
Tembaga	0,99999	Diamagnetik
Air	0,99999	Diamagnetik
Udara	1,00000036	Paramagnetik
Aluminium	1,000021	Paramagnetik
Besi	5000	Ferromagnetik
Nikel	600	Ferromagnetik

(Sumber: Guenther, 1990:30)

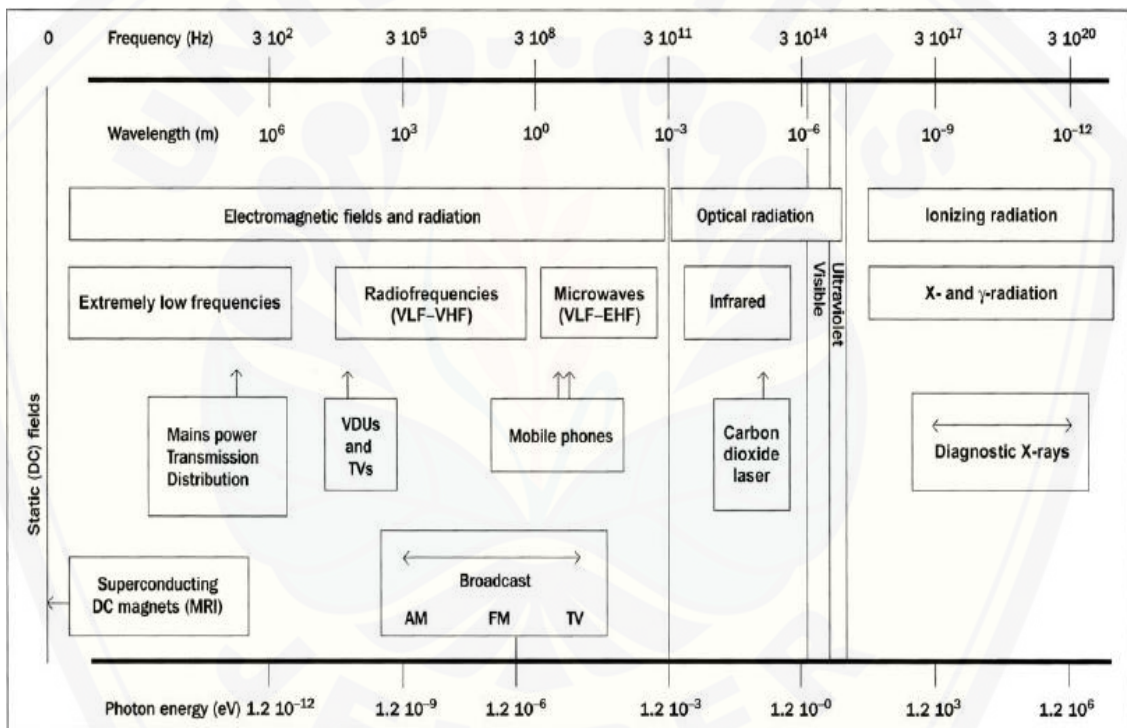
Dari data pada Tabel 2.1 menggambarkan bahwa jika bahan magnetic tidak dipertimbangkan, kemudian $\mu/\mu_0 \approx 1$ sehingga

$$n = \sqrt{\frac{\epsilon}{\epsilon_0}} \quad (2.28)$$

(Guenther, 1990:29-30).

2.1.5 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik diklasifikasikan menjadi beberapa kategori. Spektrum gelombang elektromagnetik berdasarkan frekuensi dan panjang gelombangnya ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik
(Sumber: IARC, 2002)

Secara ringkas Tarigan (2013) menjelaskan radiasi gelombang elektromagnetik non-pengion berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya dijelaskan sebagai berikut:

- Static EMF* (0 Hz). Sumbernya antara lain medan elektromagnet alam, MRI, elektrolisis industrial.

- b. *Extremely low-Frequency* (ELF) EMF (0-300Hz). Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan tidak hanya ketika aliran listrik dihantarkan melalui kabel listrik, tetapi juga ketika digunakan dalam alat elektronik. Frekuensi gelombang ini ketika dihasilkan oleh alat elektronik adalah sekitar 50-60 Hz.
- c. *Intermediate frequency* EMF (300 Hz–100 kHz). Sumbernya antara lain detector metal, hands free.
- d. *Radio frequency* EMF (100 kHz–300 GHz). Sumbernya antara lain gelombang TV, radio, ponsel, *microwave oven*.

Gelombang elektromagnetik memiliki frekuensi dan panjang gelombang dan berjalan dengan kecepatan cahaya atau c . Hubungan karakteristik gelombang dapat dijabarkan dengan $v_w = f\lambda$, dimana v_w merupakan kecepatan perambatan gelombang, f merupakan frekuensi, dan λ adalah panjang gelombang (Anonim, 2013:867). Semua gelombang EM merambat di ruang hampa dengan kecepatan yang sama, yaitu sebesar “kecepatan cahaya”, $c = 3,0 \times 10^8$ m/s. semua gelombang EM tunduk pada satu persamaan gelombang, yaitu

$$c = f\lambda \quad (2.29)$$

(Subekti *et al.*, 2003:191).

2.1.6 Energi di Dalam Gelombang Elektromagnetik dan Vektor Poynting

Perambatan gelombang di sekitar senar yang memindahkan energi dengan gelombang sebanding dengan kuadrat dari amplitudo gelombang. Teori elektromagnetik menjelaskan bahwa kerapatan energi (J/m^3) berhubungan dengan gelombang elektromagnetik sebagai

$$U = \frac{(\mathbf{D} \cdot \mathbf{E} + \mathbf{B} \cdot \mathbf{H})}{2} \quad (2.30)$$

Dengan menggunakan hubungan $\mathbf{D} = \epsilon\mathbf{E}$ dan $\mathbf{B} = \mu\mathbf{H}$ jika diaplikasikan ke medium perambatan

$$U = \frac{1}{2} \left(\epsilon E^2 + \frac{B^2}{\mu} \right) = \frac{1}{2} \left(\epsilon + \frac{1}{\mu c^2} \right) E^2 \quad (2.31)$$

Pada ruang vakum, lebih lanjut disederhanakan

$$U = \epsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{\mu_0} \quad (2.32)$$

(Guenther, 1990:33)

Selain merambat, gelombang juga membawa energi. Perubahan kerapatan energi (energi tiap satuan luas penampang, tiap satuan waktu) yang dipindahkan dinyatakan dengan vektor Poynting (Griffiths, 1999:380). Vektor pointing didefinisikan sebagai produk vektor dari vektor intensitas medan listrik dan vektor medan magnetik pada suatu gelombang elektromagnetik. Pengertian fisik dari vektor pointing yang menggambarkan laju energy per satuan waktu per satuan luas penampang medium yang dilalui oleh gelombang, baik harga sesaat atau harga rata-rata. Nilai vektor poynting yang besar, berarti menggambarkan intensitas gelombang elektromagnetik yang besar juga (Effendi *et al.*, 2007:130-131). John Henry Poynting mendemonstrasikan bahwa kehadiran baik medan listrik dan medan magnet pada saat yang sama di tempat menghasilkan aliran pada medan energy, yang disebut teorema Poynting dan vector Poynting dideskripsikan

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} \quad (2.33)$$

Unit dari vektor Poynting adalah $J/(m^2 \cdot sec)$ menggunakan bidang gelombang untuk menjelaskan beberapa bagian dari vektor. \mathbf{S} melibatkan hubungan kuadrat pada \mathbf{E} , penting untuk menggunakan bentuk sebenarnya dari \mathbf{E}

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu} = \frac{\sqrt{\mu\epsilon}}{\mu k} \mathbf{k} \times \mathbf{E} \quad (2.34)$$

dimana

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r} + \phi) \quad (2.35)$$

$$\mathbf{S} = \frac{\sqrt{\mu\epsilon}}{\mu k} \mathbf{E}_0 \times (\mathbf{k} \times \mathbf{E}_0) \cos^2(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r} + \phi) \quad (2.36)$$

$$= \frac{n}{\mu k} |\mathbf{E}_0|^2 \frac{\mathbf{k}}{k} \cos^2(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r} + \phi) \quad (2.37)$$

dimana energi yang mengalir pada arah rambatan dinotasikan sebagai $\frac{\mathbf{k}}{k}$.

Normalnya, \mathbf{S} tidak dideteksi pada frekuensi yang sangat tinggi seperti dengan cahaya ($\approx 10^{15}$ Hz) tetapi cukup mendeteksi rata-rata sementara dari \mathbf{S}

dengan sementara dengan menentukan rata-rata waktu menyesuaikan teori yang sebenarnya. Waktu rata-rata S disebut dengan kerapatan fluks dengan satuan W/m^2 .

$$I = |\langle S \rangle| = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} \mathbf{A} \cos^2(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r} + \phi) dt \quad (2.37)$$

(Guenther, 1990:33-34)

Keterangan:

S = laju energi rata-rata per meter persegi yang dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik ($J/(s \cdot m^2) = W/m^2$)

H = kuat medan magnet (A/m)

B = induksi medan magnetik ($Wb/m^2 = T$)

E = kuat medan listrik (N/C)

A = vektor luasan (m^2)

k = bilangan gelombang

μ = permeabilitas magnetik

ϵ = konstanta permitivitas listrik

2.2 Gelombang Elektromagnetik ELF

2.2.1 Sumber Gelombang Elektromagnetik ELF

a. Sumber Gelombang Elektromagnetik ELF (*Extremely Low Frequency*) Alamiah

Medan geomagnetic telah diketahui sejak dahulu. Medan geomagnetik merupakan dwikutub utama di alam. Intensitas medan total maksimal $60 \mu T$ pada kutub magnet, minimal $30 \mu T$ dekat dengan ekuator. Mendekati garis lintang, medan geomagnetik, di laut, kira-kira $45-50 \mu T$ (IARC, 2002:51).

Matahari merupakan sumber paparan medan elektromagnetik alamiah. Pada dasarnya kita telah terpapar medan elektromagnetik ELF secara alamiah. Intensitas paparan medan magnetik ELF alamiah yang dihasilkan oleh bumi rata-rata 10^{-4} V/m untuk medan listrik dan 10^{-9} mili tesla (mT) untuk medan magnet (WHO, 1984). Atmosfir memiliki medan listrik yang langsung melingkar karena perubahan kenegatifan bumi. Kekuatan medan bergantung pada seberapa luas garis

lintang geografis, paling rendah di kutub dan ekuator dan paling tinggi di dekat garis lintang (IARC, 2002:51).

b. Sumber Gelombang Elektromagnetik ELF (*Extremely Low Frequency*)
Buatan

Setiap individu terpapar medan listrik dan medan magnet yang timbul dari berbagai macam sumber yang menggunakan energy listrik pada frekuensi tertentu. Sumber buatan manusia merupakan sumber dominan dari paparan medan beberapa waktu. Ada tiga sumber utama ELF di rumah, peralatan listrik, peralatan rumah tangga, dan kabel, termasuk kebel penyedia listrik ke tiap rumah (IARC, 2002:52-53). Selain sumber-sumber alam spektrum elektromagnetik juga mencakup bidang yang dihasilkan oleh sumber buatan manusia: sinar-X yang digunakan untuk mendiagnosis anggota tubuh yang rusak setelah kecelakaan. Listrik yang keluar dari setiap soket listrik telah dikaitkan medan elektromagnetik frekuensi rendah. Dan berbagai jenis radiowaves frekuensi yang lebih tinggi digunakan untuk mengirimkan informasi, baik melalui antenna TV, stasiun radio atau BTS ponsel (WHO, 2016).

Seiring dengan perkembangan teknologi pemanfaatan peralatan berenergi listrik dalam kehidupan tepatnya paparan medan elektromagnetik ELF di lingkungan semakin meningkat. Dalam kehidupan sehari-hari, selain terpapar oleh medan elektromagnetik alamiah, kita juga terpapar oleh medan elektromagnetik buatan. Peralatan elektronik yang ada di dalam rumah tangga (perkabelan) merupakan paparan medan elektromagnetik buatan. Pengukuran intensitas medan listrik ELF yang dilakukan pada jarak 30 cm dari beberapa peralatan rumah tangga, didapatkan nilai yang bervariasi antara 2 V/m sampai 5 V/m, sedangkan intensitas medan listrik di dalam rumah tangga (orang Amerika) berkisar anatara 1-10 V/m (WHO, 1984).

Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Medan Magnet pada Perlatan Rumah Tangga

Peralatan	Medan Magnet (μT) pada Jarak r		
	r = 3 cm	r = 30 cm	r = 1 m
Pengerin rambut	6 – 2000	0,01 - 7	0,01 – 0,03
Alat cukur elektrik	15 – 1500	0,08 - 0	0,01 – 0,03
Vakum cleaner	200 – 800	2 -20	0,13 – 2
Lampu pijar	40 – 400	0,5 - 2	0,02 – 0,25
Oven microwave	73 – 200	4 - 8	0,25 – 0,6
Radio portable	16 – 56	1	< 0,01
Oven elektrik	1 – 50	0,15 – 0,5	0,01 – 0,04
Mesin cuci	0,8 – 50	0,15 - 3	0,01 – 0,15
Setrika	8 – 30	0,12 – 0,3	0,01 – 0,03
Mesin pencuci piring	3,5 - 20	0,6 - 3	0,07 – 0,3
Computer	0,5 - 30	< 0,01	
Lemari es	0,5 – 1,7	0,01 – 0,25	<0,1
TV berwarna	2,5 – 50	0,04 – 2	0,01 – 0,15

Kebanyakan peralatan rumah tangga yang kuat medan magnetnya berjarak 30 cm adalah batas yang diijinkan secara umum adalah μT .

Angka yang dihitamkan merupakan jarak kerja normal.

(WHO Regional Office for Europe, 1999)

2.2.2 Karakteristik Medan Magnet ELF

Radiasi yang dihasilkan oleh muatan yang bergerak osilasi, seperti arus AC pada konduktor dari sumber PLN tersebut adalah tergolong radiasi tidak mengion dan di dalam spectrum gelombang elektromagnetik berada pada frekuensi sangat rendah yaitu kurang dari 600 Hz dan disebut sebagai gelombang elektromagnetik frekuensi rendah (*extremely low frequency*) (Grotel, 1992 dalam Sudarti, 2010). Radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan radiasi non-ionizing yang mudah dan murah didapatkan dan aman bagi kesehatan, pada dosis tertentu dapat membunuh sel atau bakteri (Sudarti *et al.*, 2014). Medan magnet ELF merupakan sub-kelas dari medan elektromagnetik (EMF) yang memiliki frekuensi di bawah spectrum gelombang elektromagnetik. Radiasi medan magnet ELF merupakan radiasi non-ionizing yang menggunakan energy listrik untuk langsung ke media biologis. Paparan radiasi medan magnet ELF menghasilkan efek non-termal pada target biologi yang diaplikasikan (Ahmed, 2013:2).

2.3 Hasil Penelitian Medan Magnet ELF

2.3.1 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Ca^{2+}

Mekanisme oleh medan magnet frekuensi rendah berdampak pada sistem biologis. Berdasarkan hasil penelitian R. Shahidain et al. (2011), paparan medan magnet ELF, baik efek positif dan negative, baik pada rata-rata atau peningkatan sementara pada Ca^{2+} tidak terbukti pada penelitian ini. Menurut Hendee et al. (1996), paparan medan magnet sebesar $20,9 \mu\text{T}$ dengan frekuensi 16 Hz, tidak ada efek yang signifikan dari interaksi medan magnet pada kalsium yang diindikasikan pada eksperimen. Berdasarkan penelitian oleh S. Ramstad et al. (2000), efek medan magnet 50 Hz 0,2 mT pada kulit bakteri gram positif *Propionibacterium acnes* selama 30 menit perubahan pada Ca^{2+} tidak terjadi setelah proses pemaparan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sadidah et al. (2015), paparan medan magnet ELF sebesar $300 \mu\text{T}$ dan $500 \mu\text{T}$ mempengaruhi jumlah mikroba dan pH pada tape ketan akibat adanya penekanan jumlah mikroba setelah dipapar medan magnet ELF. Energi yang ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung karbohidrat, protein, dan garam-garaman seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} , mampu menghasilkan peningkatan kecepatan serta aliran ion seperti Ca^{2+} melewati membran sel. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sudarti et al. (2007), menunjukkan bahwa hasil dari uji mekanisme *recovery* (pemulihan) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan secara nyata ($p > 0,05$) kadar kalsium sesaat setelah terpapar dan 7 minggu pasca paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100 - 150 pT. sedangkan pada penelitian Lindstrom et al. (1993), paparan medan magnet ELF sebesar 0,1 mT 50 Hz mampu meningkatkan kadar ion kalsium pada sel-T.

2.3.2 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Poliferasi Sel

Berdasarkan hasil penelitian Yan et al. (2010), paparan medan magnet ELF sebesar 20 mT selama 23 hari pada *Human Mesenchymal Stem Cells* (hMSCs), mampu menghambat pertumbuhan metabolisme hMSCs, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap diferensiasi hMSCs. Hal tersebut menunjukkan bahwa medan magnet ELF dapat mempengaruhi perkembangan awal dari sel-sel dewasa hMSCs. Pada hasil penelitian dari Ross et al. (2015), paparan medan magnet ELF pada

Human Mesenchymal Stem Cells (hMSCs) dengan parameter frekuensi, intensitas, dan waktu lama paparan secara signifikan mampu mempengaruhi diferensiasi *skeletal stem cells* (hSSCs) pada hMSCs.

Sedangkan dari hasil penelitian Ansari et al. (2000), efek dari paparan medan magnet ELF 60 Hz terhadap sel *human-hamster hybrid A_L* selama 7 hari, menunjukkan hasil *non-cytotoxic* dan tidak menyebabkan mutasi gen. Hal tersebut menunjukkan bahwa efek jangka pendek atau efek jangka panjang paparan medan magnet ELF sendiri tidak berdampak pada kelangsungan hidup dari sel A_L maupun peningkatan potensi mutasi genetik dari hal penyebab kanker. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sudarti et al. (2007), dari hasil uji mekanisme *recovery* (pemulihan) terhadap peningkatan apoptosis sel germinal, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan secara nyata ($p > 0,05$) apoptosis sesaat setelah terpapar dan 7 minggu pasca paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100 - 150 pT.

2.3.3 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Pertumbuhan Jamur

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Berg et al. (2006), paparan medan magnet ELF 50 Hz sinusoidal dengan intensitas 0,6 mT sampai dengan 10 mT selama lebih dari 10 hari, menunjukkan tiga jenis hasil berdasarkan rasio percobaan kelas kontrol atau kelas eksperimen, yaitu tidak ada perubahan yang signifikan, penurunan yang kuat, dan pertumbuhan maksimal miselium dengan paparan 5 mT sampai dengan 7 mT. Hal tersebut menunjukkan adanya efek produksi secara non-invasif dengan variasi intensitas medan magnet atau waktu pemaparan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Javanmardi et al. (2008), paparan medan magnet dengan intensitas 0, 3, 6, 9, atau 12 mT selama tiga jam, menunjukkan hasil positif dan efek yang signifikan dengan intensitas medan magnet sebesar 12 mT pada berat basah, suhu akhir substrat, pH, dan CO₂, panjang batang dan diameter jamur. Berat kering tertinggi jamur dan kemampuan daya simpan tertinggi diperoleh dengan paparan 6 mT dan 9 mT. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wulansari et al. (2017), medan magnet ELF dengan paparan sebesar 600 μ T selama 70 menit dapat memaksimalkan pertumbuhan dan produksi jamur kuping. Tumbuh kembang jamur kuping paling maksimal berada pada kelas

eksperimen dengan lama paparan sebesar 70 menit, yaitu pada hari munculnya pin head jamur kuping, 22,33 Hsi.

2.4 Magnet dalam Bahan

Ditinjau dari sifat kemagnetannya, benda dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu paramagnetic, ferromagnetic, dan diamagnetic. Bahan paramagnetic menyebabkan kuat medan magnet di dalam bahan itu sedikit lebih besar daripada medan magnet di luar bahan (udara), sedangkan di dalam bahan ferromagnetik mampu membuat kuat medan magnet di dalam bahan berorde ribuan kali lebih besar daripada di luar bahan. Sementara itu, kuat medan magnet di dalam bahan diamagnetic lebih besar daripada di luar bahan (Jati *et al.*, 2010:219-220).

2.4.1 Bahan Paramagnetik

Bahan paramagnetik tersusun oleh atom atau ion yang memiliki momen dipol magnet tetap. Arah dari momen dipol magnet pada bahan paramagnetic bersifat random, sehingga momen dipol magnet resultannya bernilai 0. Jika bahan paramagnetic diletakkan di ruang bermedan magnet, maka orientasi dipol magnet cenderung berarah sejajar dengan medan magnet luar sehingga kuat medan magnet keseluruhan di dalam bahan lebih besar dibanding di luarnya. Medan magnet di dalam bahan paramagnetic sebanding dengan medan magnet di luar bahan. Jika di luar bahan paramagnetic itu berupa ruang vakum dan bermedna magnet, maka terdapat kesebandingan antara medan magnet di dalam bahan dengan medan magnet di luar bahan paramagnetic, yang disebut dengan permeabilitas relative (Jati *et al.*, 2010:122).

2.4.2 Bahan Ferromagnetik

Bahan ferromagnetik bila diradiasi medan magnet menyebabkan kuat medan magnet di dalam bahan itu menjadi besar sekali. Bahan ferromagnetic bila diradiasi dengan medan magnet dari luar, maka medan magnet di dalam bahan itu bertambah besar dan tidak kembali ke nol bila medan magnet luar ditiadakan (Jati *et al.*, 2010:124).

2.4.3 Bahan Diamagnetik

Bahan diamagnetik bersifat seperti paramagnetik, hanya saja permeabilitas relative nilainya kurang dari 1. Jika bahan ini diletakkan di ruang bermedan magnet maka kuat medan magnet di dalam bahan lebih kecil dibanding di mediumnya, misalnya udara (Jati *et al.*, 2010:124).

2.5 Jamur Tiram

Jamur adalah salah satu jenis tumbuhan yang tidak mandiri karena kehidupannya selalu tergantung pada organisme lain sehingga disebut tumbuhan heterotrofik. Karena tidak memiliki klorofil, jamur tidak mampu menghasilkan makanan sendiri. Jamur mengambil zat-zat makanan seperti selulosa, glukosa, lignin, protein, dan senyawa pati dari organisme lain. Dengan bantuan enzim yang diproduksi oleh hifa (bagian jamur yang bentuknya seperti benang halus, panjang, dan kadang bercabang), bahan makanan tersebut diurai menjadi senyawa yang dapat diserap untuk pertumbuhan. Ada tiga jamur yang bisa tumbuh di sebagian besar wilayah Indonesia, yaitu jamur merang, jamur tiram, dan jamur kuping, ketiganya dapat tumbuh pada suhu hangat, sedangkan untuk jamur shitake dan chmpignon hanya bisa tumbuh di dataran tinggi dengan suhu dingin (Wiardani, 2010:3-5).

Jamur merupakan tumbuhan bersel satu atau lebih, dimana sel-sel yang memanjang disebut hifa dan kumpulan dari hifa disebut misellium (miselia). Dinding sel jamur terdiri atas senyawa selulosan atau kitin. Pada jamur tingkat tinggi, dinding sel terjadi dari polysakarida yang mengandung nitrogen atau kalosa (berupa lignin). Sebagian besar sel jamur memiliki inti lengkap yang disebut nukleulus dan berisikan kromatin berupa benang-benang yang membentuk kromoson, yaitu kumpulan gen pembawa sifat (Maulana, 2012:11).

Jamur tiram merupakan jamur yang banyak tumbuh pada kayu-kayu lapuk, serbuk gergaji, limbah jerami, atau limbah kapas. Jamur tiram dikenal dengan nama *Oyster mushroom* (Eropa atau Amerika) (Achmad *et al.*, 2011:125). Kedudukan jamur tiram dalam dunia fungi adalah sbagai berikut:

Kerajaan : Fungi

Filum	: Basidiomycota
Kelas	: Homobasidiomycetes
Ordo	: Agaricales
Famili	: Tricholomataceae
Genus	: Plerotus
Spesies	: <i>Pleurotus ostreatus</i>

Ukuran tudung pada jamur tiram dibedakan pada garis tengah tudung, yaitu kecil (1-3 cm), medium (3-5 cm), dan besar (≥ 5 cm). Pengelompokan berdasarkan jumlah tudung setiap rumpun dibedakan 1-3 tudung, 3-5 tudung, dan lebih dari 5 tudung. Kriteria saat dipanen dibedakan pada panen muda, medium, tua (Maulana, 2012:134-135).

2.5.1 Morfologi dan Anatomi

Jamur ini dinamakan jamur tiram karena tudungnya berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung dan berwarna putih hingga krem. Tubuh buahnya menyerupai cangkang kerang, tudungnya halus, dan panjangnya 5-15 cm. jika masih muda, tubuh buahnya berbentuk kancing, kemudian berkembang menjadi pipih. Ketika masih muda, warna tudungnya coklat gelap kebiru-biruan. Namun, warna tudungnya segera menjadi coklat pucat dan berubah menjadi putih jika telah dewasa. Tangkainya sangat pendek dan berwarna putih (Achmad *et al.*, 2011:125-126).

2.5.2 Habitat

Jamur tiram banyak ditemukan tumbuh di batang-batang kayu lunak yang telah lapuk, seperti pohon karet, damar, kapuk, atau sengon yang tergeletak di lokasi yang sangat lembab dan terlindung dari cahaya matahari. Fase pembentukan miselium jamur tiram memerlukan suhu 22-28°C dan kelembapan 60-80%. Fase pembentukan tubuh buahnya memerlukan suhu 16-22°C dan kelembapan 80-90% dengan kadar oksigen cukup dan cahaya matahari sekitar 10%. Jamur tiram dapat tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian sekitar 600 m dpl di lokasi yang memiliki kadar air sekitar 60% dan derajat keasaman atau pH 6-7. Jika tempat tumbuhnya terlalu kering atau kadar airnya kurang dari 60%, miselium jamur ini

tidak bisa menyerap sari makanan dengan baik sehingga tumbuh kurus. Sebaliknya jika akan terserang penyakit busuk akar (Achmad *et al.*, 2011:126-127).

2.5.3 Kandungan Gizi

Jamur tiram mengandung karbohidrat sebesar 58%, lemak sebesar 1,6%, dan protein sebesar 27%. Protein jamur mengandung leusin, isoleusin, valin, triptofan, lisin, fenilalanin, dan beberapa jenis asam amino lainnya yang penting bagi tubuh. Vitamin B kompleks pada jamur tiram tergolong tinggi (Achmad *et al.*, 2011:127). Selain itu, jamur tiram juga mengandung berbagai jenis mineral, antara lain K, P, Ca, Na, Mg, dan Cu sebanyak 7,4-24,6% (Maulana, 2012:30). Berikut ini tabel kandungan gizi pada jamur tiram:

Tabel 2.3 Kandungan Nutrisi Jamur Tiram
Kandungan Nutrisi (/100g berat kering)

Karbohidrat	37-48 g
Serat	24-31 g
Lemak	0,5-5 g
Protein	17-42 g
Air	92.45 g
Potassium	1400 g
Magnesium	9-17 g
Sodium	3 g
Besi	55-65 g
Kalsium	314 mg
Fosfor	717 mg
Niacin	30-65 g

(Deepalakshmi, 2014; Fadillah, 2010: 29).

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) memiliki kandungan lovastatin paling banyak selain jamur kancing (Kalac, 2012). Lovastatin merupakan penghambat dari kolesterol (Siamak, 2003).

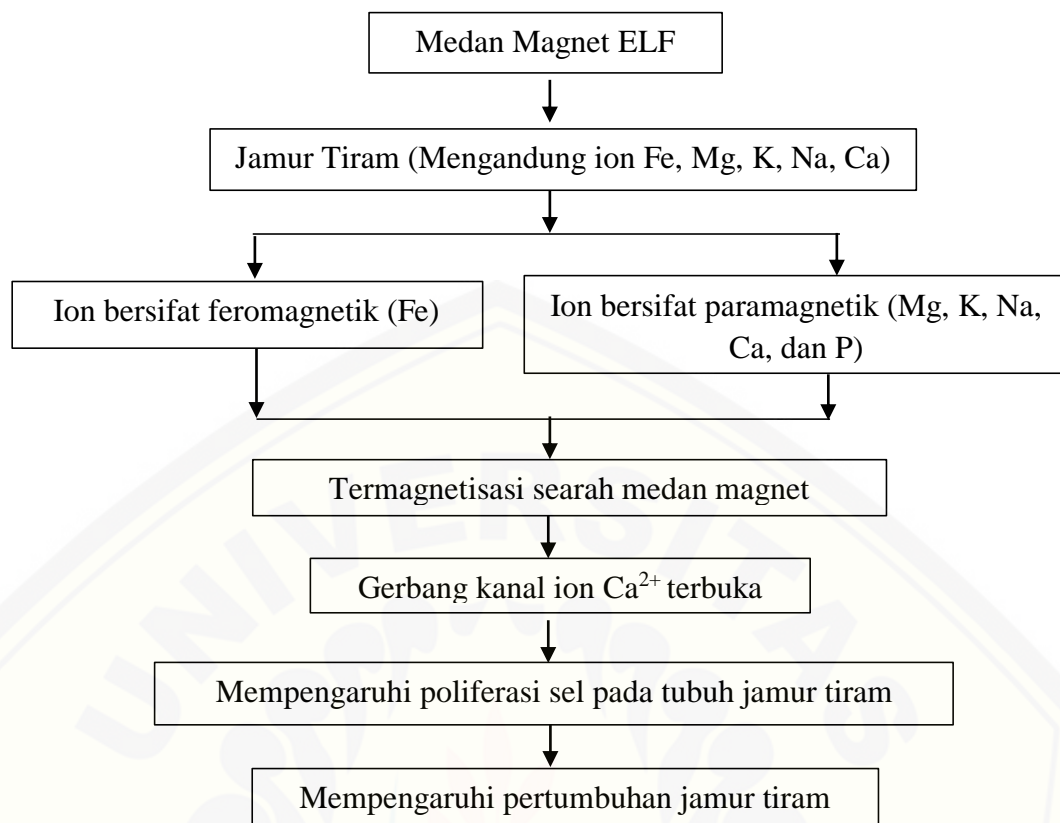
2.6 Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Proses Pertumbuhan Jamur Tiram

Pertumbuhan merupakan aktivitas kehidupan selama hidup yang ditunjukkan dengan perubahan ukuran (Sitompul, 1995). Proses pertumbuhan dan perkembangan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berasal dari tubuh tumbuhan itu sendiri, seperti gen dan

hormon. Sedangkan faktor eksternal merupakan faktor lingkungan, seperti sinar matahari, suhu, nutrisi dari dalam tanah, air, angin, dan aktivitas makhluk hidup lain disekitarnya (Fitter *et al.*, 1991). Semua elemen di bumi ini terdiri atas komponen magnetik, yang terdiri atas feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik. Komponen diamagnetik mengalami magnetisasi berlawanan arah terhadap medan magnet. Komponen feromagnetik dan komponen paramagnetik mengalami magnetisasi searah terhadap medan magnet (Reitz *et al.*, 1991).

Medan magnet dapat mempengaruhi aktivasi ion dan polarisasi dipol-dipol pada sel (Saragih *et al.*, 2010). Pada Tabel 2.3, kandungan gizi yang dimiliki oleh jamur tiram ada komponen feromagnetik, yaitu kandungan ion besi dan kandungan ion Ca^{2+} yang bersifat paramagnetik. Kandungan ion besi pada jamur tiram ketika diberi paparan medan magnet ELF akan mengalami magnetisasi searah dengan medan magnet, sehingga elektron-elektronnya akan mencoba mengusahakan untuk menyetarakan dirinya dengan medan magnet yang berasal dari luar. Besi sendiri memiliki empat spin elektron yang tidak berpasangan. Spin elektron pada besi yang masih belum berpasangan akan memberikan medan magnet yang besar. Hal tersebut membuat medan magnet yang dihasilkan oleh suatu atom akan lebih besar. Medan magnet yang dihasilkan tersebut mampu mempengaruhi pergerakan sel, sehingga mampu mempengaruhi metabolisme di dalam sel.

Selain kandungan ion besi, jamur tiram memiliki kandungan ion Ca^{2+} . Ion Ca^{2+} yang bersifat paramagnetik akan berada pada tubuh jamur mampu membuka kanal ion Ca^{2+} akibat termagnetisasi searah medan magnet. Akibat membukanya kanal ion Ca^{2+} terjadi peningkatan aktivitas ion Ca^{2+} yang menyebabkan adanya peningkatan aktivitas sel. Adanya peningkatan aktivitas sel-sel pada tubuh jamur, akan meningkatkan proliferasi sel yang mampu mempercepat proses pertumbuhan jamur tiram.



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *true experiment*, dimana pada penelitian ini melibatkan kelompok eksperimen (kelompok yang diberi perlakuan) dan kelompok kontrol (kelompok yang tidak diberi perlakuan) yang ditentukan secara acak (Kuntjojo, 2009:48-49).

3.1.2 Desain Penelitian

Adapun desain penelitian ini menggunakan desain *randomized post-test only control group design*. Dimana pada pembagian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan secara acak, pengukuran dilakukan satu kali yaitu setelah perlakuan diberikan pada kelompok eksperimen (Kuntjojo, 2009:48-49).

Adapun desain penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

Kelompok eksperimen merupakan kelompok jamur tiram yang diberi paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*)

- a. 5 baglog 300 μ T (30 menit): jamur tiram dipapar dengan intensitas 300 μ T selama 30 menit (E 1.1)
- b. 5 baglog 300 μ T (50 menit): jamur tiram dipapar dengan intensitas 300 μ T selama 50 menit (E 1.2)
- c. 5 baglog 300 μ T (70 menit): jamur tiram dipapar dengan intensitas 300 μ T selama 60 menit (E 1.3)
- d. 5 baglog 500 μ T (30 menit): jamur tiram dipapar dengan intensitas 500 μ T selama 30 menit (E 2.1)
- e. 5 baglog 500 μ T (50 menit): jamur tiram dipapar dengan intensitas 500 μ T selama 50 menit (E 2.2)
- f. 5 baglog 500 μ T (70 menit): jamur tiram dipapar dengan intensitas 500 μ T selama 70 menit (E 2.3)

Kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak diberi paparan, terdiri atas 5 baglog jamur tiram

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika Gedung 3 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember dengan pertimbangan karena terdapat alat penghasil medan magnet ELF (*ELF magnetic field sources*) yaitu *current transformer* dan EMF tester. Sedangkan untuk proses pemeliharaan jamur tiram setelah melewati proses paparan medan magnet ELF dilakukan di kumbung jamur.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama semester genap tahun akademik 2016/2017.

3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

3.3.1 Variabel Penelitian

- a. Variabel Bebas dalam penelitian ini terdiri atas:
 - 1) Intensitas paparan medan magnet ELF untuk kelas eksperimen sebesar 300 μ T dan 500 μ T. Dimana besar paparan tersebut digunakan untuk mengetahui dosis efektif untuk memicu pertumbuhan jamur.
 - 2) Jenis jamur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jamur tiram (*Plerotus ostreatus*). Jamur ini tergolong jamur yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan terkenal memiliki berbagai kandungan serta manfaat untuk kesehatan.
 - 3) Banyaknya sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 35 sampel. Dimana setiap kelas terdapat lima sampel baglog jamur tiram. Lima sampel untuk kelas kontrol, dan 15 sampel masing-masing untuk kelas eksperimen.
 - 4) Besarnya frekuensi medan magnet ELF yaitu 50-60 Hz. Frekuensi tersebut merupakan frekuensi dari PLN.

b. Variabel Terikat dalam penelitian ini terdiri atas:

- 1) Ukuran diameter jamur tiram
- 2) Berat basah jamur tiram

3.3.2 Definisi Operasional

a. Medan Magnet ELF

- 1) Medan magnet ELF merupakan frekuensi subradio sebagai non-pengion radiasi yang memiliki frekuensi 0 – 600 Hz. Penelitian ini menggunakan ELF *magnetic field sources* dengan besar frekuensi 50 Hz.
- 2) Intensitas paparan yang digunakan sebesar 300 μT dan 500 μT .
- 3) Lama paparan medan magnet ELF pada penelitian ini adalah 30 menit, 50 menit, dan 70 menit.

b. Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran pada makhluk hidup. Pertumbuhan pada penelitian ini diukur dari besarnya diameter jamur tiram dan berat basah jamur tiram.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

a. *Curent Transformer (CT)*

Curent Transformer (CT) merupakan alat yang bisa menghasilkan medan magnet ELF.



Gambar 3.1 ELF *Magnetic Field Sources*

Current Transformer digunakan untuk memapar baglog jamur tiram dalam satu hari dengan lama waktu dan besar intensitas yang sesuai kebutuhan.

Komponen pada alat ini terdiri atas:

1. Transforme tegangan.
2. Tiga buah *current transformer* yang terdiri atas 100/5 Ampere, 300/5 Ampere, dan 600/5 Ampere.
3. Pengatur tegangan.
4. Amperemeter.
5. Batang konduktor

Alat ini dibuat oleh teknisi dari ITS. Prinsip kerja alat ini sebagai berikut:

1. Tegangan AC yang berasal dari PLN sebesar 220 volt dengan frekuensi sebesar 50 Hz masuk ke pengatur tegangan (*voltage regulator*).
2. Hasil dari *voltage regulator* akan masuk ke transformator tegangan sisi kanan.
3. Hasil keluaran pada tranformator sisi sekunder akan menghasilkan tegangan yang rendah namun menghasilkan arus listrik yang tinggi. Sehingga dapat memaksimalkan medan magnet yang dihasilkan daripada medan listrik.
4. Konduktor tembaga yang menghubungkan dengan keluaran transformator sehingga diperoleh medan magnet yang lebih dominan daripada medan listrik.

b. EMF Tester

EMF Tester digunakan untuk mengukur besar medan magnet yang dihasilkan dari alat *current transformer* dan sebagai validator besar medan magnet yang digunakan pada saat penelitian.

- c. Neraca digital: digunakan untuk menimbang berat basah jamur tiram.
- d. Jangka sorong: merupakan alat yang digunakan untuk mengukur lebar diameter jamur tiram.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas:

- a. Jamur tiram. Jamur tiram ini didapatkan sudah dalam bentuk baglog siap panen dengan tetap mempertimbangkan masa tumbuhnya supaya bisa dipapar tepat waktu. Banyaknya baglog jamur tiram yang digunakan yaitu sebanyak 35 baglog.
- b. Air. Air pada penelitian ini digunakan untuk mengontrol kelembapan dan suhu tempat pemeliharaan jamur tiram atau kumbung jamur.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan dan Penentuan Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah bibit jamur tiram yang dibeli melalui petani jamur tiram dalam bentuk baglog yang sudah melewati proses pembibitan atau siap panen. Sampel diambil secara acak dimana sampel jamur tiram yang sudah mengalami proses pembibitan dikelompokkan secara acak menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

3.5.2 Tahap Pemaparan

Pemberian perlakuan pada jamur kelompok eksperimen setelah berumur 8 hari setelah pembibitan dengan batasan waktu tertentu dengan intensitas medan magnet tertentu, yaitu sebesar 300 μ T dan 500 μ T. Berikut langkah-langkah proses pemaparan medan magnet ELF:

- a. Menghidupkan dan memastikan ELF *magnetic source* sudah terhubung dengan listrik. Apabila sudah terhubung dengan sumber tegangan, maka *pilot lamp* akan menyala berwarna merah.
- b. Memastikan output tegangan *slite voltage regulator* dalam keadaan nol, dengan cara memutar knob berlawanan arah jarum jam atau ke kiri sampai tidak bisa diputar lagi.
- c. Menekan *push button* (warna merah) untuk menyalakan regulator arus. Apabila knob pada no. b belum nol, maka kontaktor tidak akan menyala dan alat belum bisa digunakan.

- d. Memutar knob searah jarum jam (ke kanan) sampai diperoleh besaran medan magnet yang diinginkan menggunakan bantuan EMF Tester.
- e. Menekan *push button* (warna hijau) apabila telah selesai untuk mematikan regulator arus.

Supaya besar medan magnet ELF yang diperoleh sesuai selama penelitian, peneliti menggunakan alat EMF Tester seperti pada Gambar 3.2. EMF Tester yang digunakan merupakan merek Lutron tipe EMF-827. Berikut langkah penggunaan EMF Tester:



Gambar 3.2 EMF Tester

- a. Memosisikan *off range witch* ke range yang sesuai. Mulailah dari range tertinggi dan tunggu hingga nilai terukur stabil lalu mengganti ke range yang diinginkan. Karena EM merupakan interferensi dari lingkungan, maka layar pada EMF akan menunjukkan nilai $0,05 \mu\text{T}$ sebelum melakukan pengukuran. Hal tersebut bukanlah malfungsi alat.
- b. Memegang probe sensor, lalu mendekatkan kepala sensor ke objek yang akan diukur sehingga tersentuh secara fisis. Perhatikan besar intensitas medan magnet ketika mendekatkan kepala sensor ke objek.
- c. Memosisikan kepala sensor dengan sudut yang berbeda terhadap objek yang akan diukur dan lihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil pengukuran.

- d. Mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar EMF Tester. Jika objek yang diukur mati selama pengukuran mendekati nol, jika tidak artinya ada EM lain yang terdeteksi.
- e. EMF Tester ini didesain untuk membaca satuan μT . tetapi dapat juga mengukur dalam satuan mG dengan cara mengalikan hasil pengukuran dengan angka 10.

3.5.3 Tahap Perawatan

Pada tahap perawatan jamur tiram disimpan di rak khusus untuk jamur setelah melewati proses pemaparan medan magnet ELF. Pada tahap ini jamur dirawat supaya terhindar dari hama. Apabila terserang hama, bisa dilakukan tindakan pembasmian hama menggunakan bahan insktisida.

3.5.4 Tahap Pengumpulan Data

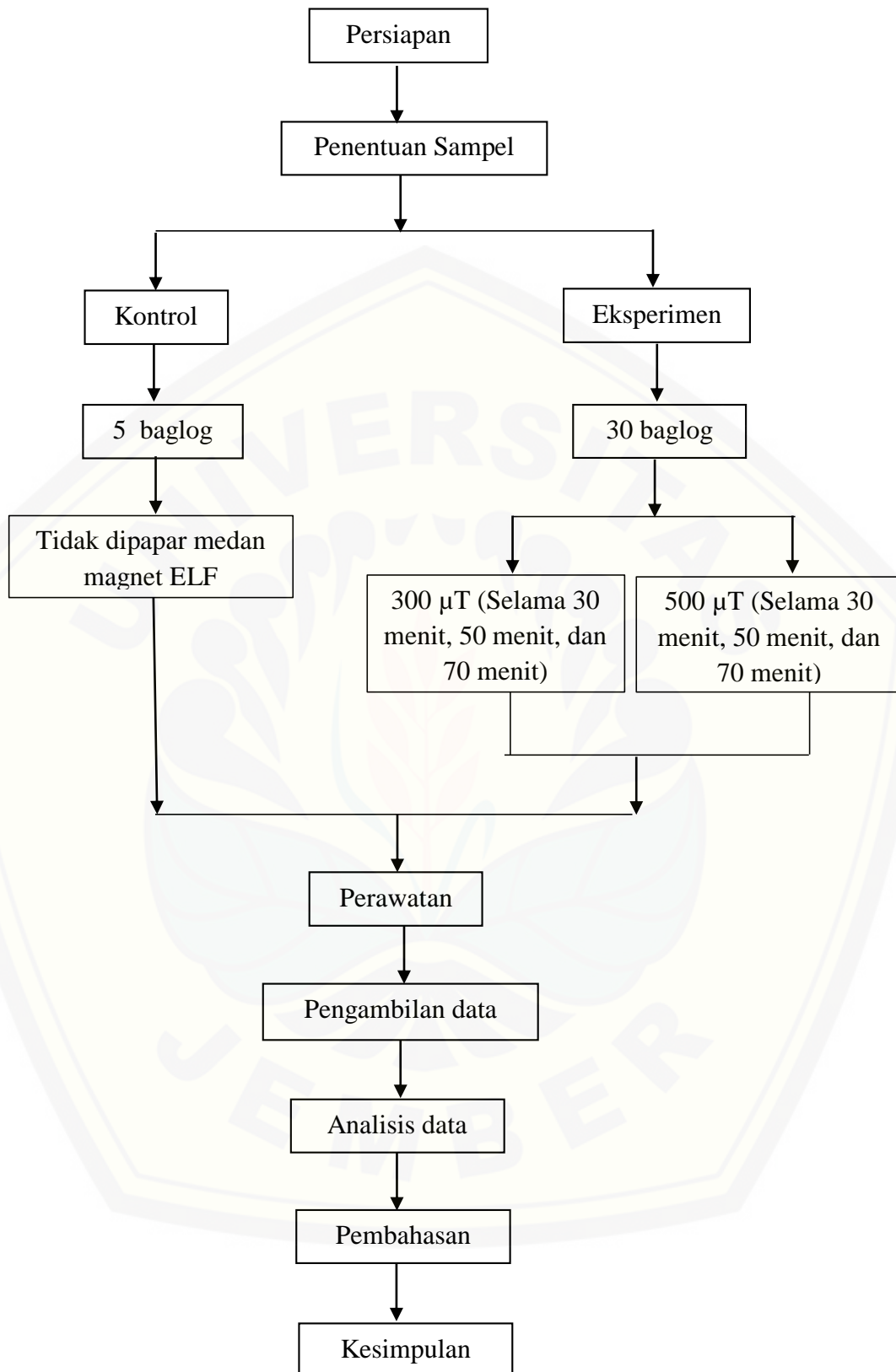
Setelah jamur tiram melewati masa pertumbuhan, jamur tiram akan memasuki masa panen. Pada masa panen, akan dilakukan proses pemanenan jamur tiram dan pengumpulan data. Pengumpulan data dilaksanakan pada saat jamur mulai muncul *pin head* dan diameter tudung jamur sudah membesar tanda sudah bisa dipanen. Selain itu, jamur tiram ditimbang untuk diperoleh berat basahnya.

3.5.5 Bagan Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Melakukan persiapan
- b. Menentukan sampel penelitian, yaitu kelompok eksperimen dan kontrol
- c. Melakukan proses pemaparan menggunakan medan magnet ELF
- d. Melakukan perawatan
- e. Melakukan pemanenan dan pengumpulan data
- f. Menganalisis data hasil penelitian
- g. Membuat pembahasan dari hasil analisis data
- h. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat dalam bagan berikut ini:



Gambar 3.3 Bagan Prosedur Penelitian

3.6 Metode Analisis Data

3.6.1 Contoh Tabel Data Hasil Pengamatan Masing-Masing Paparan

Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran Jamur Tiram

Kelas	Paparan (μT)	Lama Paparan (Menit)	Baglog Ke-	Diameter	Jumlah <i>Pin Head</i>	Berat Basah	
Kontrol			1				
			2				
			3				
			4				
			5				
Eksperimen 1 (E.1)	300	30	1				
			2				
			3				
			4				
			5				
	50			1			
				2			
				3			
				4			
				5			
	70			1			
				2			
				3			
				4			
				5			
Eksperimen 2 (E.2)	500	30	1				
			2				
			3				
			4				
			5				
	50			1			
				2			
				3			
				4			
				5			
	70			1			
				2			
				3			
				4			
				5			

3.6.2 Teknik Analisa Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif merupakan teknik analisis data dengan menggambarkan objek yang diteliti melalui data sampel dan membuat kesimpulan yang berlaku umum (Sukoco, 2012). Statistika deskriptif menggunakan data untuk menjelaskan atau menarik kesimpulan. Penyusunan tabel, grafik, indeks, dan besaran-besaran lain termasuk kategori statistika deskriptif (Sumanto, 2014:3).

- a. Penyajian data dalam bentuk tabel, dengan menggunakan analisis ini maka akan dapat diketahui suatu kecenderungan hasil penelitian, apakah termasuk dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. Hal tersebut juga 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 lambing. Penggunaan analisis tersebut adalah untuk mencari ataupun menemukan pola dan hubungan antar variabel dalam penelitian (Sukoco, 2012).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Intensitas paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 50 menit mampu mempengaruhi munculnya jumlah *pin head* jamur tiram.
- b. Intensitas paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 50 menit mampu mempengaruhi berat basah jamur tiram.
- c. Intensitas paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT selama 50 menit mampu mempengaruhi lebar tudung jamur tiram.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diajukan sebagai berikut.

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang intensitas paparan medan magnet ELF lebih dari 500 μT untuk mengetahui efek lain besar paparan medan magnet pada proses pertumbuhan jamur tiram.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang rentang atau variasi waktu yang digunakan untuk peningkatan pertumbuhan jamur tiram.
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang beberapa indikator atau variabel lain untuk menentukan peningkatan pertumbuhan jamur tiram.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Mugiono, Tias Arlianti, dan Chotimatul Azmi. 2011. *Panduan Lengkap Jamur*. Jakarta: Niaga Swadaya.
- Aditya, Rial, dan Desi Saraswati. 2011. *10 Jurusan Sukses Beragribisnis Jamur*. Depok: Penebar Swadaya.
- Agustrina, Rochmah, Tundjung T, Handayani, dan Sumardi. 2013. Observation of The Effect Of Static Magnetic Field 0.1 MT on α -Amylase Activity in Legume Germination. *2nd International Conference on Engineering and Technology Development (ICETD 2013)*. Universitas Bandar Lampung: 405-412.
- Ahmed, Istiaque, Taghrid Istivam, Irena Cosic, dan Elena Pirogova. 2013. Evaluation of the Effects of Extremely Low Frequency (ELF) Pulsed Electromagnetic Fields (PEMF) on Survival of the Bacterium *Staphylococcus aureus*. *EPJ Nonlinear Biomedical Physics 2013*. 1(5): 1-17.
- Anies. 2003. *Gangguan Kesehatan pada Keluarga yang Bertempat Tinggal di Bawah Saluran Udara Extra Tinggi 500 kV*. Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ansari, Raheel M, dan Tom K. Hei. 2000. Effects of 60 Hz Extremely Low Frequency Magnetic Fields (EMF) on Radiation- and Chemical-Induced Mutagenesis in Mammalian Cells, *Carcinogenesis*. 21(6): 1221-1226.
- Aryantha, I. Nyoman P. dan Widya Putra. 2013. Effect Of Magnetic Field Induction To Lovastatin Production In Fruiting Body And Mycelium Of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Proceeding Indonesian Student Scientific Conference*: 7-15.
- Barsam, Tayebah, Mohammad Reza Monazzam, Ali Akbar Haghdoost, Mohammad Reza Ghotbi dan Somayeh Farhang Dehghan. 2012. Effect Of Extremely Low Frequency Electromagnetic Field Exposure On Sleep Quality In High Voltage Substations. *Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering*. 9(15):1-7.
- Bellettini, Marcelo Barba, Fernanda Assumpcao Fiorda, Helayne Aparecida Maieves, Gerson Lopes Teixeira, Suelen Avila, Polyanna Silveria Hornung, Agenor Maccari Junior, dan Rosemary Hoffmann Ribani. 2016. Factors Affecting Mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*: 1-14.
- Bernhardt, J.H., J. Brix, dan E. Vogel. 2017. Established Biological Effects of Extremely Low Frequency (ELF) Fields, Current Protection Concepts, and

Research Needs. http://www.irpa.net/irpa9/cdrom/VOL.1/V1_30.PDF
[Diakses pada 20 Juli 2017]

- Berg, Albercht dan Herman Berg. 2006. Influence of ELF Sinusoidal Electromagnetic Fields on Proliferation and Metabolite Yield of Fungi. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 25(1): 71-77.
- Dipojono, Hermawan K. 2011. *Pengantar Medan Elektromagnet*. Bandung: Penerbit ITB.
- Deepalakshmi, Krishnamoorthy, dan Sankaran Mirunalini. 2014. *Pleurotus ostreatus*: an Oyster Mushroom with Nutritional and Medicinal Properties. *Journal of Biochem Technology*. 5(2): 718-726.
- Effendi, Rustam, Slamet Syamsudin, Wilson Sinambela, dan Soemarto. 2007. *Medan Elektromagnetika Terapan*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fadillah, Nur. 2010. *Tips Budidaya Jamur Tiram*. Yogyakarta: Genius Publisher.
- Fitter A. H and Hay R. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Gao, Mengxiang, Jialan Zhang, dan Hao Feng. 2011. Extremely Low Frequency Magnetic Field Effects on Metabolite of *Aspergillus Niger*. *Bioelectromagnetics (2011)* 32:72-78.
- Grotel E, Peter GK, Grobinski H. 1992. *EMF and ELF Fact Sheet Electronok*, 77:255-260.
- Glaser, Roland. 1996. *Biophysics*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Guenther, Robert D. 1990. *Modern Optics*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Gornick, Larry. 2005. *Kartun Fisika*. Jakarta: KPG.
- Goodman, Reeba dan Martin Blank. 2002. Insights Into Electromagnetic Interaction Mechanisms. *Journal of Cellular Physiology*. 192:16-22.
- Grube, Baiba J., Elizabeth T. Eng, Yeh-Chih Kao, Annette Kwon, dan Shiuan Chen. 2001. White Button Mushroom Phytochemicals Inhibit Aromatase Activity and Breast Cancer Cell Proliferation. *The Journal of Nutrition*. 131(12): 3288-3293.
- Griffiths, David J. 1999. *Introduction to Electrodynamics*. New Jersey: Prentice-Hal, Inc.
- Hasan, Iqbal. 2004. *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Havas, Magda. 2004. Biological Effects of Low Frequency Electromagnetic Fields. *Electromagnetic Environments and Health in Buildings*. London: Spon Press.

- Hendee, Shonn P, Fouad A. Faour, Douglas A Christensen, Bahareh Patrick, Carl H. Durney, dan Donald K. Blumenthal. 1996. The Effects of Weak Extremely Low Frequency Magnetic Fields on Calcium/Calmodulin Interactions. *Biophysical Journal* 70: 2915-2923.
- IARC. 2002. *IARC Monographs on The Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 80 Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields*. France: IARC Press.
- Ishaq, Mohamad. 2007. *Fisika Dasar Elektisitas dan Magnetisme*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jati, Bambang Murdaka Eka, dan Tri Kuntoro Priyambodo. 2010. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Javanmardi, Jamal, Morteza Ranjbar, dan Gholamabbas Shams. 2008. Effect of A Magnetic Field on Growth Indices of Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*). *Proceedings of The 17th Congress of The International Society for Mushroom Science*. 17(1): 459-913.
- Kalac, Pavel. 2012. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 1-11.
- Kleijn, Stan de, Mark Bouwens, B.M. Lidy Verburg-van Kemenade, Jan J.M. Cuppen, Gerben Ferwerda, Peter W.M Hermans. 2011. Extremely Low Frequency Electromagnetic Field Exposure does not Modulate Toll-like Receptor Signaling in Human Peripheral Blood Mononuclear Cells. *Cytokine*. 54(1): 43-50.
- Kuntjojo. 2009. *Metodologi Penelitian*. Kediri: Universitas Nusantara PGRI.
- Lindstrom E, Lindstrom P, Berglund A, Mild KH, dan Lundgren E. 1993. Intracellular Calcium Oscillations Induced in a T-cell Line by a Weak 50 Hz magnetic field. *J Cell Physiol*. 156(2): 395-398
- Moechtar, M. 1999. Megnetic field Effection Human Beings. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 1: 1-7.
- Maulana, Erie. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim Panduan Lengkap Bisnis dan Budidaya Jamur Tiram*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Morejon, LP., Palacio, JC Castro., Abad, Velazquez., Govea, AP. 2007. Stimulation of *Pinus tropicalis* M. Seeds by magnetically treated water. *International Journal Agrophysics* 21: 173-177.
- R, Shahidain R, Mullins RD, dan Sisken JE. 2001. Calcium Spiking Activity and Baseline Calcium Levels in ROS 17/2.8 Cells Exposed to Extremely Low

- Frequency Electromagnetic Fields (ELF EMF). *Int J Radiat Biol.* 77(2): 241-8.
- Reitz, John R, Frederick J. Milfred, dan Robert W. Christy. 1991. *Dasar Teori Listrik Magnet*. Bandung: Penerbit ITB.
- Ross, Christina L., Mevan Siriwardane, Graca Almeida-Porada, Christopher D. Porada, Peter Brink, George J. Christ, dan Benjamin S. Harrison. 2015. The Effect of Low-Frequency Electromagnetic Field on Human Bone Marrow Stem/Progenitor Cell Differentiation. *Stem Cell Research* 15: 96-108.
- S, Ramstad, Futsaether CM, dan Johnsson A. 2000. Effects of 50 Hz Electric Currents and Magnetic Fields on The Prokaryote *Propionibacterium acnes*. *Bioelectromagnetics*. 21(4): 302-11.
- Sadidah, Kristian Rohmatul, Sudarti, dan Agus Abdul Gani. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 300 μ T dan 500 μ T Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4(1): 1-8.
- Sano, Toshio, Takumi Higaki, Koichi Handa, Yashuhiro Kadota, Kazuyuki Kuchitsu, Seiichiro Hasezawa, Anja Hoffmann, Jorg Endter, Ulrich Zimmermann, Rainer Hedrich, dan Thomas Roitshch. 2006. Calcium Ions Are Involved In The Delay Of Plant Cell Cycle Progression By Abiotic Stresses. *Federation of European Biochemical Societies* 580:597-602.
- Saragih, Horasdia, Josua Tobing and Ojahan Silaban. 2010. Meningkatkan Laju Pengecambahan dan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai Dengan Berbantuan Medan Magnetik Statik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010*: 276-284.
- Sari, Reza Emilia Yuni Wulan, Sudarti, dan Trapsilo Prihandono. 2015. Aplikasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 100 μ T dan 300 μ T pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4(2): 164-170.
- Siamak M. Samiee, Nasrin Moazami, Saeid Haghighi, Farzaneh Aziz Mohseni, Saeid Mirdamadi, dan Mohammad Reza Bakhtiari. 2003. Screening of Lovastatin Production by Filamentous Fungi. *Iranian Biomedical Journal*: 29-33.
- Sitompul dan Guritno. 1995. *Analisa Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Yogyakarta University Press.
- Sudaryanto. 2009. *Medan Elektromagnetik*. Jember: Jember University Press.

- Suarga, Cepy. 2006. *Efek Medan Magnet Terhadap Kontraksi Usus Halus Kelinci Secara In Vitro*. Bogor: IPB.
- Subekti, Agus dkk. 2003. *Fisika Biologi dan Kesehatan*. Jember: Penerbit FMIPA Universitas Jember.
- Sudarti, Dina Helianti, dan Tania AS. 2007. Mekanisme Infertilitas oleh Peningkatan Kalsium Sitoplasma dan Adoptosis Sel Germinal pada Mencit BALB/C yang Dipapar Medan Magnet ELF 100-500 μ T. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/7190?show=full> [Diakses pada 20 Juli 2017].
- Sudarti. 2016. Utilization of *Extremely Low Frequency* (ELF) Magnetic Field is as Alternative Sterilization of *Salmonella typhimurium* In Gado-Gado. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9 (2016): 317–322.
- Sudarti. 2010. *Mekanisme Peningkatan Kalsium Sel Germinal pada Mencit Bulb/C yang Dipapar Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF)100-150 μ T*. Jember: Universitas Jember.
- Sukoco, Agus. 2012. *Statistik Deskriptif*. Surabaya: Universitas Narotama.
- Sumanto. 2014. *Statistika Deskriptif*. Jogjakarta: Center of Academic Publishing Service.
- Segatore, B, D. Setacci, F. Bennato, R. Cardigno, G. Amicosante, dan R. Iorio. 2012. Evaluations of the Effects of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields on Growth and Antibiotic Susceptibility of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Microbiology* (2012):1-8.
- Serway, Raymond A dan John W. Jewett. 2008. *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics*. USA: Thomson Learning, Inc.
- Tarigan, Triona Ras Ponti, Usman A. Gani, dan Managam Rajagukguk. 2013. Studi Tingkat Radiasi Medan Elektromagnetik yang Ditimbulkan Oleh Telepon Selular. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*.1(1): 1-8.
- Tjokrokusumo, Donowati. 2015. Review: Mencegah dan melawan penyakit kanker dan degeneratif dengan jamur kancing (*Agaricus bisporus*). PROS SEM NAS MASY BIODIV *INDON*: 1532-1535.
- Wiardani, Isnaen. 2010. *Budi Daya Jamur Konsumsi*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Wiyanto. 2008. *Elektromagnetika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- WHO. 1987. *Environments Health Criteria* 35. [Serial Online]. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc35.htm>. Geneva: World Health Organization.

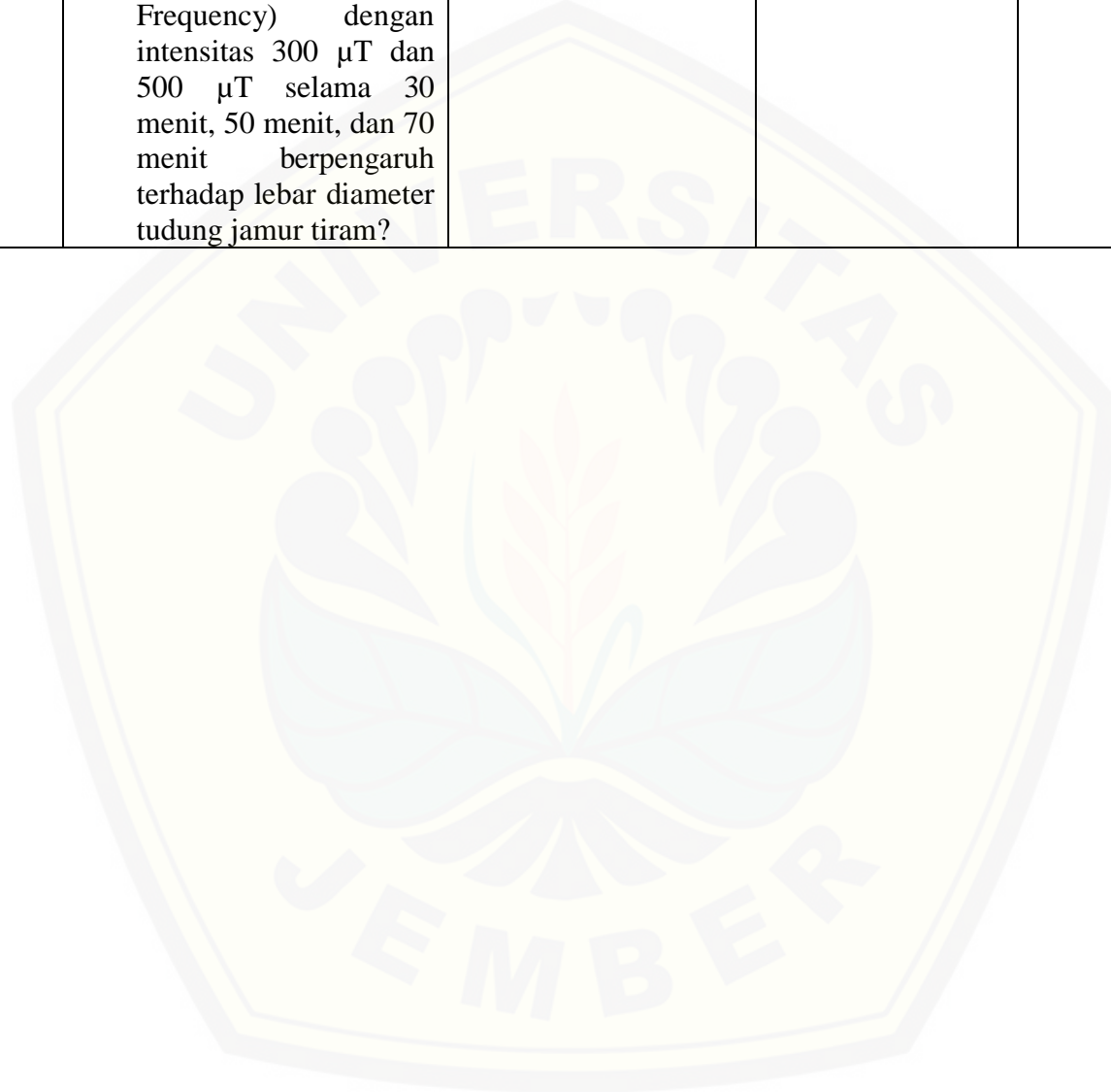
- World Health Organization. 2007. *Environmental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Fields*. Geneva: WHO Press.
- WHO Regional Office for Europe. 1999. *What are electromagnetic fields?.* http://www.vodafone.gr/portal/resources/media/AboutUs/CorporateResponsibility/WHO_What_are_electromagnetic_fields_EN.pdf. [Diakses pada 20 Januari 2017].
- WHO. 2016. *Electromagnetic Fields and Public Health*. <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/en/> [Diakses pada 12 Desember 2016].
- Wulansari, Mardhika, Sudarti, dan Rif'ati Handayani. 2017. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia auricula*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 6(2): 181-188
- Yan, Jihong, Lian Dong, Baohong Zhang, dan Nianmin Qi. 2010. Effects of Extremely Low-Frequency Magnetic Field on Growth and Differentiation of Human Mesenchymal Stem Cells. *Electromagnetic Biology and Medicine* 29: 165-176.
- Young, Hugh D. 2012. *College Physics 9th Edition*. San Francisco: Addison-Wesley.

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Pengaruh Medan Magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram (<i>Plerotus ostreatus</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah intensitas paparan medan magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh terhadap jumlah pin head jamur tiram? 2. Apakah lama paparan medan magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh terhadap berat basah jamur tiram? 3. Apakah lama paparan medan magnet ELF (<i>Extremely Low</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabel terikat : pertumbuhan jamur tiram • Variabel bebas : intensitas paparan, durasi waktu pemaparan • Variable kontrol: suhu, kelembapan, media tumbuh jamur, alat percobaan 	Proses pertumbuhan jamur tiram	Hasil eksperimen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis penelitian : <i>true experiment</i> 2. Tempat penelitian: Laboratorium Fisika, dan kumbung jamur 3. Data yang diambil: diameter tudung jamur tiram, berat basah jamur tiram 4. Analisis data: Analisis statistic deskriptif

	Frequency) dengan intensitas 300 μ T dan 500 μ T selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit berpengaruh terhadap lebar diameter tudung jamur tiram?			
--	--	--	--	--



LAMPIRAN B. PERHITUNGAN JUMLAH *PIN HEAD*, BERAT BASAH, DAN LEBAR DIAMETER TUDUNG JAMUR TIRAM

1. Hasil Perhitungan Rata-Rata Jumlah *Pin Head* Jamur Tiram

	Kelas						
	Kontrol	E300.30	E300.50	E300.70	E500.30	E500.50	E500.70
Jumlah <i>Pin Head</i>	6	16	19	11	23	36	20
	11	19	5	22	13	11	12
	10	4	6	8	24	11	11
	14	13	13	20	7	21	9
	14	18	3	11	10	22	18
Rata-Rata	12,2	14	9,2	14,2	15,4	20,2	14

2. Hasil Perhitungan Rata-Rata Berat Basah Jamur Tiram

	Kelas						
	Kontrol	E300.30	E300.50	E300.70	E500.30	E500.50	E500.70
Berat Basah (gram)	101	142	178	221	296	205	137
	176	197	142	154	251	274	259
	119	200	100	117	191	183	197
	165	162	201	143	118	190	139
	163	104	163	198	140	209	240
Rata-Rata	144,8	161	156,8	166,6	199,2	212,2	194,4

3. Hasil Perhitungan Rata-Rata Diameter Tudung Jamur Tiram

	Kelas						
	Kontrol	E300.30	E300.50	E300.70	E500.30	E500.50	E500.70
Diameter Tudung (cm)	6,35	6,2	6,68	8,61	5,43	6,09	5,08
	8,92	6,92	10,91	3,96	7,63	9,39	8,54
	5,21	9,69	8,71	7,72	5,67	7,01	6,9
	5,21	6,42	6,78	7,01	8,13	5,27	6,73
Rata-Rata	6,2	5,8	12,37	8,61	7,54	6,19	6,99
	6,378	7,006	9,09	7,182	6,88	6,79	6,848

LAMPIRAN C. DATA HASIL PENELITIAN

1. Data Hasil Pengukuran pada Kelas Kontrol

Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
1	6	61	6,8
			9,03
			5,73
			2,8
			8,5
	6	40	11,3
			3,5
			7,9
			1,5
			9,68
2	10	139	8,76
			4,98
			7,44
			6,3
			13
3	19	119	6,25
			5,79
			6,255
			4,01
			4,12
			4,605
			3,14
			7,36
			5,63
			4,91
4	11	142	11,32
			5,15
			4,41
			12,03
			4,22
			7,26
			10,44
			6,3
5	7	148	8
			7,2
			12,85
			7,24
			9,15
			5,72

Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
			7,93
			6,9
			6
			2,5
	7	15	2,5
			2,5
			4
			4

2. Data Hasil Pengukuran Kelas Eksperimen 300 μ T

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				2,04
				3,81
				7,95
				4,73
				2,42
				9,17
	1	16	142	8,57
				5,28
				7,93
				7,35
				6,93
				9,22
				5,83
				5,47
				3,5
				6,27
				8,18
		12	133	9,22
				2,92
				11,9
	2			6,83
				6,6
				11,5
				10,4
		7	64	8,3
				4,3
				3,8
				3,1
				15,13
	3	3	142	5,67

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				5,54
		1	58	12,4
				11,76
				10,6
				4,6
				6,5
				3,17
				4,6
	4	13	162	6,5
				3,17
				4,6
				4,8
				7,3
				5,82
				5,03
				6,05
				5
				8,9
				6,05
				4,7
				4,24
	5	18	104	6,66
				4,17
				4,9
				3,1
				6,64
				7,24
				5,7
				7,6
				11,07
				9,46
				3,53
				6,04
				5,33
50	1	18	161	6,1
				3,37
				6,9
				9,48
				33,915
				4,43
		1	17	9
	2	5	142	11,32

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
70	3	6	100	8,3
				11
				10,41
				12,16
				6,55
	4	10	95	9,73
				11,8
				3,33
				9,08
				4,76
	5	3	106	7,11
				4,1
				2,82
				2,71
				7,26
1	8	159	5,33	
			14,7	
			13,2	
			3,5	
			13,15	
70	1	1	33	13,97
				10
				6,18
				5,94
				2,26
	2	21	92	11,86
				14,18
				9,07
				11,3
				7,2
70	2	21	92	9,5
				2,04
				4,41
				3,26
				3,95
				2,93
				5,87
				2
2,73				
4,25				
3,37				
3,78				

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				2,81
				3,2
				3,9
				2,06
				5,61
				1,77
		1	62	13,3
				4,1
				6,1
				10,25
		8	117	11,13
	3			3,76
				6,8
				10,5
				9,1
		2	37	8,5
				5
				14,04
				12,24
				8,92
				4,95
				6,95
		20	143	6,95
	4			3,53
				3,8
				2,43
				6,44
				6,57
				7,33
				12,25
				3,28
				5,6
				8,6
		9	170	12,6
	5			12,43
				7,42
				8,54
				9,2
				5,71
		2	28	9,1

3. Data Hasil Pengukuran Kelas Eksperimen 500 μ T

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah <i>Pin Head</i>	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
30	1	19	233	15,14
				3,37
				4,17
				8,6
				5,06
				11,11
				5,96
				10,05
				8,23
	5,8			
	4,76			
	3,4			
	1,8			
	4			
	2			
	2			
	2			
	1,23			
1,23				
1,23				
1,23				
2	4	63	6,2	
			6,3	
			10,9	
			10	
			14,6	
			2,9	
			8,5	
			9,41	
			4,62	
8,55				
6,1				
3,61				
4,14				
14,4				
3	3	83	6,2	
			8,5	
			2,2	
			3,9	
			3,32	
			11,2	

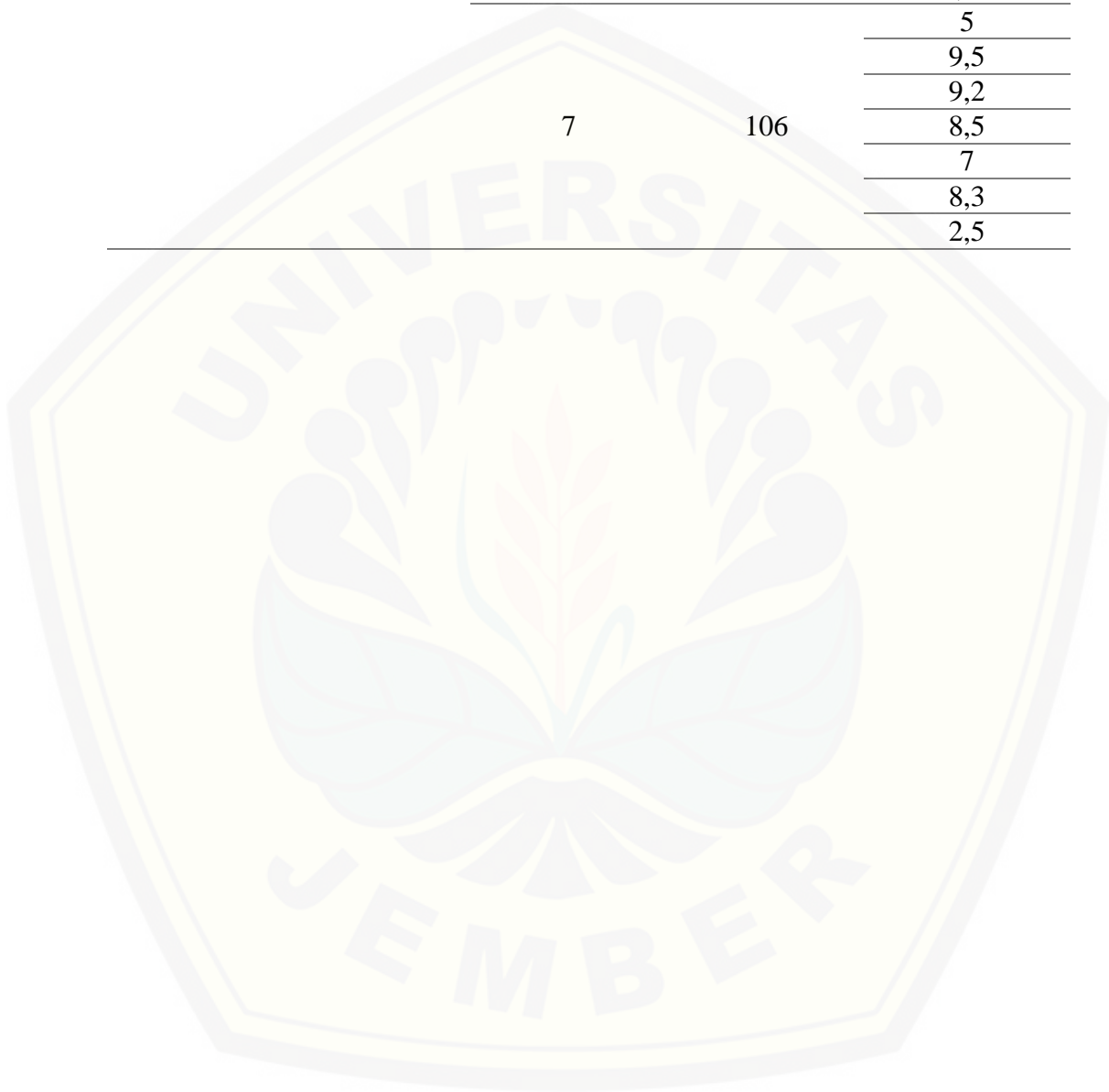
Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah Pin Head	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				5,82
				3,5
				3,3
				5,47
				5,76
				4,45
				5,23
				3,36
				5,34
				5,93
				2,12
				5,63
				3,05
				4,4
				4,52
				4,03
				10,6
				11,7
		5	85	5,2
				9,3
				12,4
				6,52
				11,44
	4	7	118	8,61
				7,47
				6,57
				9,96
				5,17
		5	60	4
				10,83
	5			11,6
				9,4
				6,3
		5	80	5,3
				5,3
				4,95
				6,37
				8,3
50	1	29	161	5,7
				3,93
				9,8
				7,06

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah <i>Pin Head</i>	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				8,53
				5,24
				5,44
				5,22
				7,06
				5,8
				5,54
				5,26
				7,27
				7,7
				8,1
				2,92
				5,7
				3,27
				5
				6
				7,5
		7	44	5,9
				4,7
				5,8
				6,5
				14,47
				7,23
				7,2
		8	169	8,26
				7,22
	2			5,21
				10,19
				8,65
		1	65	14,1
		2	40	9,5
				11,3
				4,12
		4	40	3,24
				9,3
				13,85
	3	2	88	6,8
				4
				3,8
		4	55	4,2
				13,8
	4	2	30	2

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah <i>Pin Head</i>	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				7,88
				9,1
		3	75	8,8
				2,4
				6,5
				6,5
				4,5
				6,5
				5,5
				5,2
				4,4
		16	85	4,4
				4,4
				6,6
				4
				4
				2,8
				7,4
				5,8
				2
				6,15
				4,34
				6,93
				5,73
		19	142	6,03
	5			7,1
				4,95
				9,72
				1,87
		1	32	8,3
		2	35	8
				5,2
				2,4
				1,5
				2,34
				7,06
70	1	19	105	8,37
				5,32
				1,05
				5,45
				3
				6

Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah <i>Pin Head</i>	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				2,39
				5,1
				5,705
				8,24
				3,02
				5,1
		1	32	12,5
				3,37
				13,6
		8	131	3,78
				5,53
2				5,34
		2	37	13,9
				6,5
		2	91	11,8
				13
				6,33
				12,52
		6	111	4,66
				10,38
3				2,93
				2,07
				8,9
				4,9
		5	86	8,5
				8,7
				6
				6,03
				3,8
				10,5
				4,49
4		9	139	5,49
				12,04
				9,72
				8,57
				2,5
				4,15
				5,64
				4,87
5		11	134	13
				6,4
				8,46

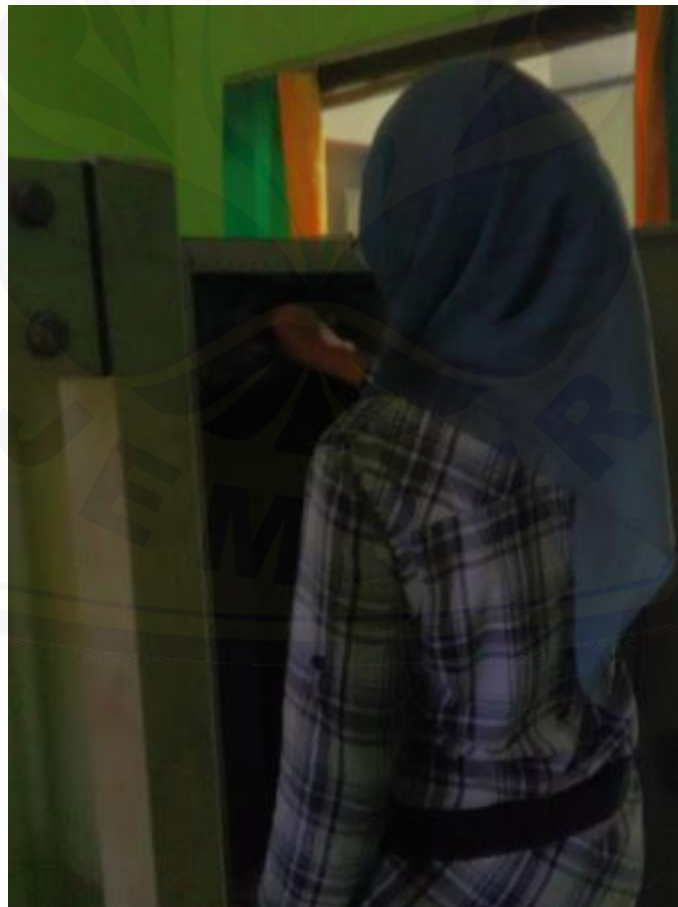
Lama Paparan (menit)	Baglog ke-	Jumlah <i>Pin Head</i>	Berat Basah (gram)	Lebar Diameter Tudung (cm)
				7,53
				3,7
				5,17
				5
				9,5
				9,2
		7	106	8,5
				7
				8,3
				2,5



LAMPIRAN D. FOTO KEGIATAN



D.1 Baglog Jamur Tiram yang Siap Dipapar dan Diberi Label



D.2 Menghidupkan ELF Sources



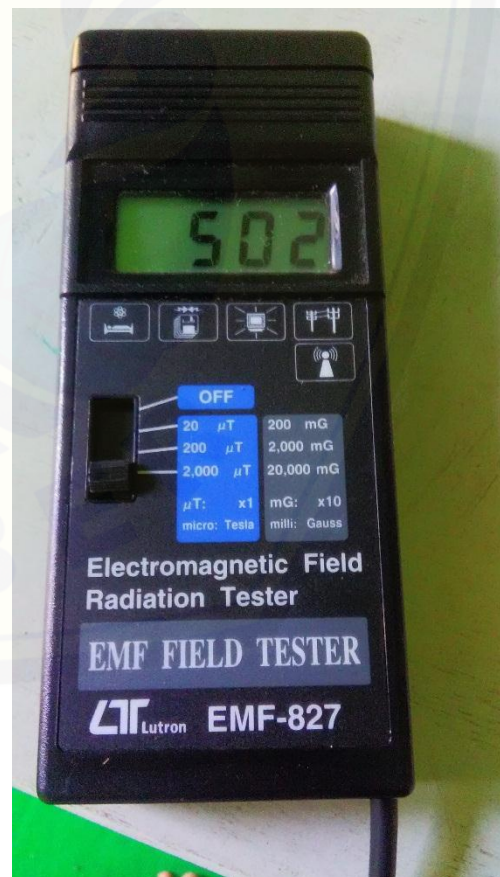
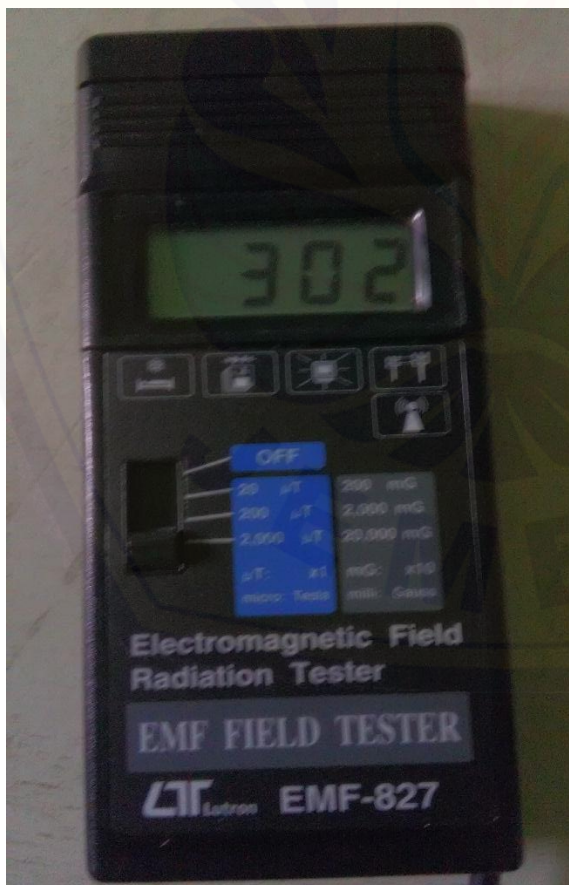
D.3 Mengatur Intensitas Medan Magnet ELF



D.4 Mengkalibrasi Medan Magnet ELF



D.5 Proses Pemaparan Jamur Tiram dengan Alat Penghasil Medan Magnet ELF



D.6 Besar Medan Magnet ELF yang Digunakan Sebesar 300 μ T dan 500 μ T



D.7 Jamur Tiram sedang Dalam Masa Pertumbuhan dan Perawatan di Kumbung Jamur Tiram



D.8 Jamur Tiram dari *Pin Head* (Kanan) dan Menuju Masa Panen (Kiri)



D.9 Jamur Tiram Siap Panen



D.10 Pemanenan Jamur Tiram



D.11 Mengukur Berat Basah Jamur Tiram dengan Neraca Digital



D.12 Mengukur Lebar Diameter Tudung Jamur Tiram dengan Jangka Sorong



D.13 Baglog Jamur Tiram yang Sudah Mati.



LAMPIRAN E. SURAT IJIN PENELITIAN



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

Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Ketua Laboratorium Pendidikan Fisika
Universitas Jember
Jember

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

Nama : Ainur Rosyidah
NIM : 130210102070
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Pengaruh Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram (*Plerotus ostreatus*)" di Laboratorium Pendidikan Fisika pada Sabtu, 6 Mei 2017.

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

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, disampaikan terima kasih.

Dosen Pembimbing I

Dr. Sudarti, M.Kes
NIP. 196201231988022001

Jember, 4 Mei 2017
Mahasiswa yang Bersangkutan

Ainur Rosyidah
NIM. 130210102070