

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 111/Fisika

**LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN  
FUNDAMENTAL**



**Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (*extremely low frequency*) terhadap Prevalensi *Salmonella* dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat**

Oleh:

**NAMA:**

**Dr. SUDARTI, M.Kes**

**Drs. TRAPSILO PRIHANDONO, M.Si**

**NIDN:**

**0023016203**

**0001046209**

Dibiayai oleh DIPA DP2M Nomor : 023.04.2.414995/2014  
Tanggal 05 Desember 2013, Revisi ke-02 Tanggal 24 Maret 2014

**UNIVERSITAS JEMBER  
JULI, 2014**

## HALAMAN PENGESAHAN


**Judul Kegiatan** : Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (extremely low frequency) terhadap Prevalensi Salmonella Typhimurium dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat

**Peneliti / Pelaksana**  
Nama Lengkap : SUDARTI  
NIDN : 0023016203  
Jabatan Fungsional :  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Nomor HP : 085257979311  
Surel (e-mail) : dr.sudarti\_unej@yahoo.com

**Anggota Peneliti (1)**  
Nama Lengkap : TRAPSILO PRIHANDONO  
NIDN : 0001046209  
Perguruan Tinggi : Universitas Jember

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra :  
Alamat :  
Penanggung Jawab :  
**Tahun Pelaksanaan** : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun  
**Biaya Tahun Berjalan** : Rp. 34.500.000,00  
**Biaya Keseluruhan** : Rp. 90.000.000,00

Mengetahui  
Ketua Lembaga Penelitian



(Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D)  
NIP/NIK 196905171992011001

Jember, 22 - 7 - 2014,  
Ketua Peneliti,



(SUDARTI)  
NIP/NIK

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, diantaranya yaitu dapat terselesaikannya Laporan Kemajuan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi berjudul "Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (*extremely low frequency*) terhadap Prevalensi *Salmonella* dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat". Laporan ini merupakan hasil penelitian tahun pertama.

Peneliti mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. DP2M Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi Republik Indonesia atas dana penelitian.
2. Lembaga Penelitian Universitas Jember.
3. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
4. Teknisi, administrasi dan mahasiswa yang telah membantu penelitian ini.

Kesempurnaan merupakan hal yang amat didambakan, meskipun tidak akan pernah tercapai karena Allah semata-mata yang merupakan Dzat Maha Sempurna. Oleh karena itu adanya saran dari pembaca terhadap hasil penelitian ini dengan senang hati akan kami rekomendasikan pada penelitian lebih lanjut. Dengan penuh harapan, semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi pembaca serta kemaslahatan umat.

Jember, Juli 2014  
Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Urgensi Penelitian.....	3
<b>BAB II. STUDI PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Prevalensi Salmonella dalam Bahan Pangan .....	4
2.2 Kajian Riset Medan Magnet ELF.....	5
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>9</b>
3.1 Bahan dan Alat .....	9
3.2 Tahap Penelitian .....	9
3.3 Konstruksi Medan Magnet ELF pada Kultur Salmonella Typhimurium .....	10
3.4 Analisis Statistik.....	10
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>11</b>
4.1 Karakteristik Bumbu Gado-Gado .....	11
4.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> Terhadap pH .....	11
4.3 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low         Frequency</i> terhadap Penghambatan Survival Bakteri Patogen <i>Salmonella</i> Typhimurium.....	13
4.4 Pengaruh Intensitas Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low         Frequency</i> terhadap Penghambatan Survival Bakteri Patogen <i>Salmonella</i> Typhimurium.....	14
4.5 Hambatan yang Ditemukan dan Cara Penanggulangan.....	16
4.6 Rencana dan Jadwal Selanjutnya.....	17
4.7 Biaya yang sudah Digunakan pada Kegiatan Tahap I.....	17
<b>BAB V. PENUTUP</b> .....	<b>18</b>
5.1 Kesimpulan Sementara .....	18
5.2 Saran .....	18
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>19</b>
<b>LAMPIRAN</b> ....	<b>20</b>

## ABSTRAK

iv

Keberadaan strain *Salmonella* dalam bahan pangan tidak diinginkan sehingga kriteria mutu terhadap *Salmonella* sp dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) bernilai negatif. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mendekstruksi keberadaan *Salmonella* sp. Medan magnet ELF terbukti mampu memberikan pengaruh di tingkat sel untuk bidang kesehatan seperti apoptosis sel leukemia. Oleh karena itu penelitian ini mengevaluasi potensi genotoksik medan magnet ELF dengan intensitas radiasi 409.7 $\mu$ T , 536.3 $\mu$ T, dan 646.7 $\mu$ T dengan lama paparan 30 menit, 60 menit dan 90 menit terhadap sel bakteri patogen yaitu *Salmonella* Typhimurium dalam bahan pangan. Penelitian dilaksanakan selama dua tahun. Penelitian tahun kedua (2014) melakukan rekonstruksi paparan medan magnet ELF terhadap prevalensi *S. Typhimurium* dalam bumbu gado-gado. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis efektif adalah sebesar intensitas 646.7 $\mu$ T dengan efektivitas penghambatan sebesar 36,37%. Publikasi sementara telah dilakukan pada seminar nasional halal, nutrition and food safety 2014.

*Key Words: Extremely Low Frequency, bumbu gado-gado, Salmonella Typhimurium*

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan kebutuhan listrik di Jawa-Bali yang sedemikian pesat, khususnya di daerah pulau Jawa bagian barat, dapat diimbangi dengan pertumbuhan pasokan listrik, sementara sebaran pembangkitnya sebagian besar terkonsentrasi di Jawa Timur. Jalan terbaik untuk menyelesaikan kondisi seperti itu adalah dengan membangun jaringan interkoneksi yang menghubungkan wilayah timur dan barat Pulau Jawa. Intensitas paparan medan magnet ELF di lingkungan masih berada di bawah nilai ambang batas yang diperkenankan WHO ( $< 0,1$  mT).

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap banyak proses seluler termasuk *signal transduction*, *gene expression*, *cell proliferation*, dan *intracellular communication*, yang secara teoritis efek ini dapat mengganggu spermatogenesis, perkembangan embrio dan proses implantasi (Walleczek J, 1992; Eichwald C, 1996; Huuskonen, 1998). Lee (2004), melaporkan bahwa paparan medan magnet ELF pada intensitas 500 uT secara kontinyu 24 jam/hari selama 8 minggu terbukti berpengaruh terhadap peningkatan apoptosis sel germinal pada mencit BALB/c dewasa yang ditandai oleh penyusutan sitoplasma, kondensasi kromatin, dan degradasi nukleus, sementara paparan 100 uT dapat menimbulkan penyusutan sitoplasma dan kondensasi kromatin dan tidak terjadi degradasi nukleus. Berdasarkan fenomena tersebut maka dalam penelitian ini akan mempelajari potensi medan magnet ELF dengan intensitas 409.7 $\mu$ T, 536.3 $\mu$ T, dan 646.7 $\mu$ T terhadap prevalensi paparan *Salmonella* Typhimurium dalam bahan pangan sebagai upaya meningkatkan keamanan pangan bagi masyarakat.

Prevalensi *S. Typhimurium* dalam bahan pangan tidak dikehendaki yang berarti hasil uji harus menunjukkan nilai negatif menurut standar nasional Indonesia (SNI). Dengan demikian upaya pemanfaatan potensi genotoksik medan magnet ELF diharapkan mampu menggantikan metode inaktivasi mikroba dalam

bahan pangan secara irradiasi. Hal ini disebabkan karena proses irradiasi juga terbatas penggunaannya.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan umum penelitian ini adalah mempelajari potensi genotoksik medan magnet ELF terhadap prevalensi *Salmonella* Typhimurium dalam bahan pangan. *Secara rinci tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:* Tujuan penelitian tahun kedua (2014) yaitu melakukan rekonstruksi paparan medan magnet ELF dengan intensitas 409.7 $\mu$ T , 536.3 $\mu$ T, dan 646.7 $\mu$ T terhadap prevalensi *Salmonella* Typhimurium dalam bahan pangan.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Menghasilkan teknologi inaktivasi bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium menggunakan medan magnet ELF dengan intensitas 100 – 150  $\mu$ T.
2. Teknologi yang dihasilkan dapat dipatenkan (paten sederhana) sehingga meningkatkan perolehan paten Universitas Jember yang diharapkan berdampak pada peningkatan citra dan pendapatan dari sektor mandiri (RGA) universitas.
3. Melibatkan beberapa (minimal dua) mahasiswa Universitas Jember sebagai penelitian tugas akhir (skripsi) sehingga diharapkan mempercepat kelulusannya dengan kualitas yang terjamin.
4. Hasil penelitian akan dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi pada jurnal Teknologi dan Ilmu Pangan PATPI-IPB dan draft untuk jurnal internasional (*Food Microbiology*) serta desiminasi hasil penelitian pada Seminar Internasional dan Nasional Tahun 2013/2014.

## **1.4 Urgensi/Keutamaan Penelitian**

Secara spesifik penelitian ini memiliki urgensi/keutamaan antara meliputi:

- (a) hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah khazanah ilmu kesehatan dan teknologi tentang genotoksik medan magnet ELF terhadap bakteri patogen manusia.
- (b) hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan terobosan teknologi inaktivasi bakteri berbahaya bagi manusia melalui kontaminasinya dalam bahan pangan sesuai Rencana Induk Penelitian (RIP) UNEJ terutama Rumpun Ilmu Ilmu Kesehatan.
- (c) hasil penelitian ini diharapkan akan meningkatkan status keamanan pangan bagi masyarakat, sehingga dapat meningkatkan kesehatan masyarakat.
- (d) hasil penelitian ini diharapkan dapat mempertajam *track record* tim peneliti tentang aplikasi medan magnet dengan intensitas  $409.7\mu\text{T}$  ,  $536.3\mu\text{T}$ , dan  $646.7\mu\text{T}$  dalam bidang kesehatan dari konsep keamanan pangan (*food safety*).



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Prevalensi *Salmonella* dalam Bahan Pangan

*Salmonella* merupakan salah satu bakteri yang seringkali menyebabkan penyakit yang cukup serius apabila mencemari makanan maupun minuman yang dikonsumsi manusia. *Salmonella* memiliki kekerabatan yang dekat dengan bakteri genus *Escherichia* dan dapat dijumpai hampir di seluruh dunia. *Salmonella* juga dapat hidup pada tubuh makhluk hidup yang berdarah dingin maupun berdarah panas.

*Salmonella* adalah bakteri berbentuk batang dengan diameter 0,7 – 1,5  $\mu\text{m}$ , memiliki panjang 2 – 5  $\mu\text{m}$ , termasuk dalam bakteri Gram-negatif, tidak menghasilkan spora, utamanya bersifat *motile* serta memiliki *flagella* di seluruh permukaan selnya (*peritrichious*). Hampir seluruh spesies *Salmonella* mampu menghasilkan *hydrogen sulfide* yang dapat dengan mudah dideteksi dengan cara menumbuhkannya pada media yang mengandung *ferrous sulfate*, misalnya media *Triple Sugar Iron Agar (TSIA)* melalui metoda inokulasi *stab center*. *Salmonella* yang tumbuh akan ditandai dengan adanya warna hitam pada area pertumbuhannya.

Bakteri *Salmonella* Typhimurium bersama makanan atau minuman masuk ke dalam tubuh melalui mulut. Pada saat melewati lambung dengan suasana asam ( $\text{pH} < 2$ ) banyak bakteri yang mati. Bakteri yang masih hidup akan mencapai usus halus dan di usus halus tepatnya di ileum dan yeyenum akan menembus dinding usus. Bakteri mencapai folikel limfe usus halus, ikut aliran ke dalam kelenjar limfe mesenterika bahkan ada yang melewati sirkulasi sistemik ke jaringan di organ hati dan limfa.

*S. Typhimurium* mengalami multifikasi di dalam sel fagosit mononuklear, di dalam folikel limfe, kelenjar limfe mesenterika, hati dan limfe. Setelah pada periode tertentu (inkubasi), yang lamanya ditentukan oleh jumlah dan virulensi kuman serta respon imun penderita maka *S. Typhimurium* akan keluar dari habitatnya dan melalui duktus torasikus akan masuk ke dalam sirkulasi darah.

Dengan cara ini bakteri dapat mencapai organ manapun, akan tetapi tempat yang disukai oleh *S. Typhimurium* adalah hati, limfa, sumsum tulang, kantung empedu, payeris patch dari ileum terminal. Peran endotoksin dari *S. Typhimurium* menstimulasi makrofag di dalam hati, limfa, folikel limfoma usus halus dan kelenjar limfe mesenterika untuk memproduksi sitokin dan zat-zat lain. Produk makrofag inilah yang dapat menimbulkan nekrosis sel, sistem vaskuler yang tidak stabil, demam, depresi sumsum tulang, kelainan pada darah dan juga menstimulasi sistem imunologik (Soedarmo *et al.*, 2002).

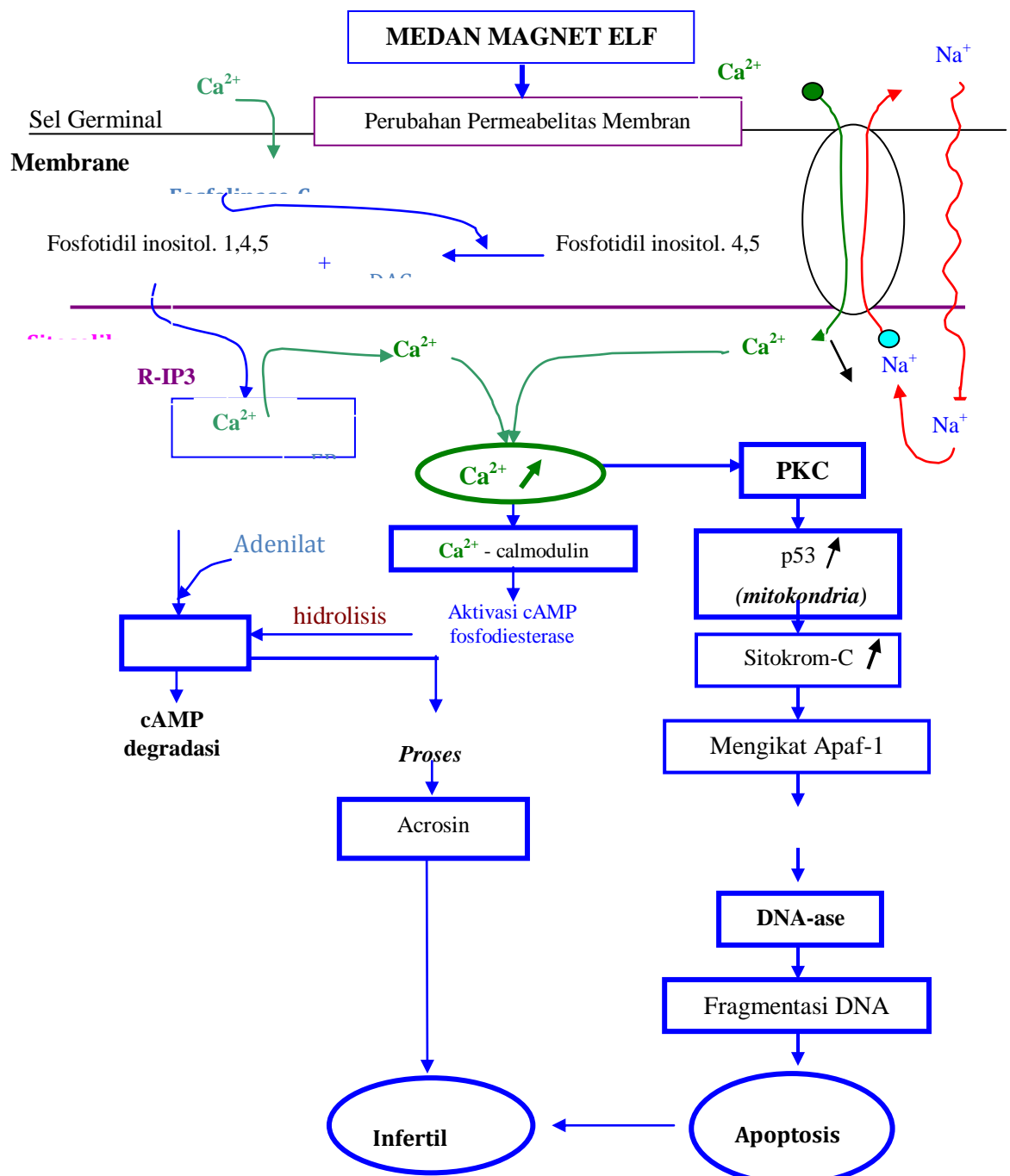
Prevalensi *S. Typhimurium* dalam bahan pangan seiring dengan prevalensi demam tifoid pada masyarakat. Dalam empat dekade terakhir, demam tifoid telah menjadi masalah kesehatan global bagi masyarakat dunia. Diperkirakan angka kejadian penyakit ini mencapai 13-17 juta kasus di seluruh dunia dengan angka kematian mencapai 600.000 jiwa per tahun. Daerah endemik demam tifoid tersebar di berbagai benua, mulai dari Asia, Afrika, Amerika Selatan, Karibia, hingga Oceania. Sebagian besar kasus (80%) ditemukan di negara-negara berkembang, seperti Bangladesh, Laos, Nepal, Pakistan, India, Vietnam, dan termasuk Indonesia. Indonesia merupakan salah satu wilayah endemis demam tifoid dengan mayoritas angka kejadian terjadi pada kelompok umur 3-19 tahun sekitar 91% kasus (Lesser & Samuel, 2005; Bruschi, 2010, IDAI, 2008). Penularan *Salmonella typhi* terutama terjadi melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi. Selain itu, transmisi *Salmonella typhi* juga dapat terjadi secara transplasental dari ibu hamil ke bayinya (IDAI, 2008).

## **2.2 Kajian Riset Medan Magnet ELF**

Kekhawatiran masyarakat terhadap dampak negatif oleh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* pada kesehatan khususnya dampak infertil sampai saat ini masih belum mendapat penjelasan secara pasti. Gelombang elektromagnetik *ELF* adalah rambatan medan listrik dan medan magnet dalam bentuk gelombang sinusoidal pada frekuensi 0 – 300 Hz (Walleczek J, 1992). Beberapa peneliti menyatakan bahwa kejadian infertil pada pasangan baru di negara industri meningkat, dari 7% - 8% pada awal tahun 1960-an menjadi 20% -

35% pada 10 tahun terakhir, dan salah satu faktor yang dicurigai dapat menimbulkan efek infertilitas pada pria adalah paparan medan elektromagnetik ELF oleh penggunaan peralatan listrik bertenaga tinggi (Luchini L & Parazzini F, 1992; Furuya, 1998; Lahijani MS & Ghafoori M, 2000; Cecconi, 2000). Namun mekanisme pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap infertilitas sampai saat ini masih belum jelas.

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa paparan medan magnet ELF dapat berpengaruh terhadap banyak proses seluler termasuk *signal transduction*, *gene expression*, *cell proliferation*, dan *intracellular communication*, yang secara teoritis efek ini dapat mengganggu spermatogenesis, perkembangan embrio dan proses implantasi (Walleczek J, 1992; Eichwald C, 1996; Huuskonen, 1998). Sudarti *et al* (2000) melaporkan bahwa medan magnet dengan intensitas 100 – 150  $\mu$ T mampu meningkatkan apoptosis sel timus pada tikus putih sehingga dapat mencegah terjadinya leukimia pada sel tikus. Hasil penelitian terbaru (Sudarti *et al*. 2010) menunjukkan bahwa medan magnet dengan intensitas 100 – 150  $\mu$ T mampu meningkatkan medan magnet dengan intensitas 100 – 150  $\mu$ T mampu meningkatkan kalsium sel germinal pada Mencit Bulb/C. Desain konsep penelitian tersebut seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Konsep Penelitian Medan Magnet ELF terhadap Peningkatan Apoptosis Sel Epitel Germinal Pada Mencit BALB/C

Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet ELF dengan intensitas 100 – 150  $\mu$ T mampu menyebabkan perubahan di tingkat seluler (McCann *et al.*, 1998). Potensi tersebut diduga bisa memberikan pengaruh positif

dalam proses dekstruksi mikroba patogen bagi manusia. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan mengembangkan aplikasi medan magnet ELF dengan intensitas  $409.7\mu\text{T}$  ,  $536.3\mu\text{T}$ , dan  $646.7\mu\text{T}$  pada aspek keamanan pangan (*food safety*).

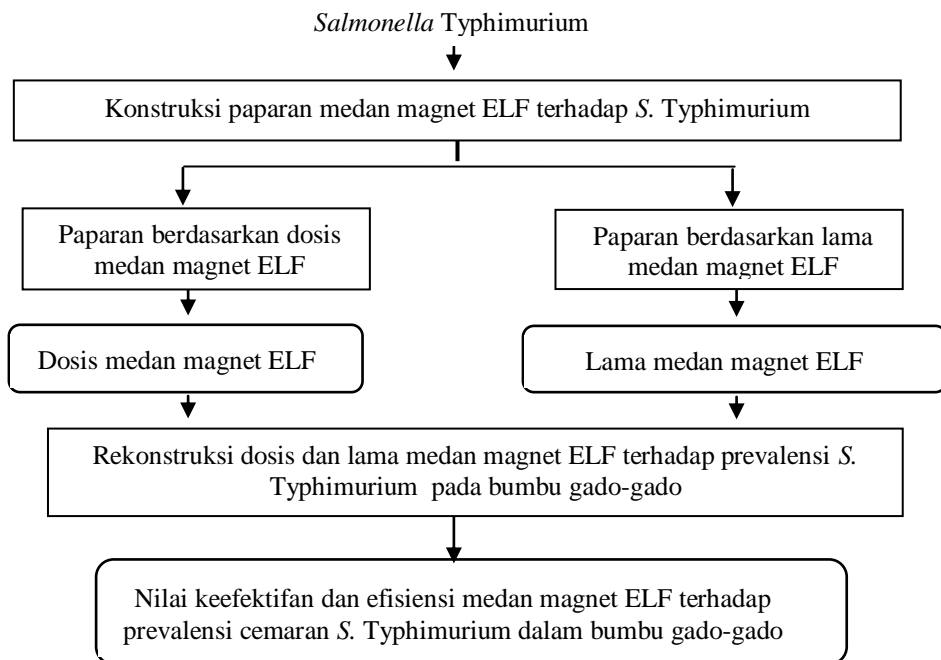
### BAB III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan antara lain yaitu bahan pangan hewani seperti ayam dan udang, bahan pangan nabati seperti buah dan sayur. Kultur/Isolat yang digunakan adalah *Salmonella Typhimurium*. Bahan mikrobiologis yang digunakan yaitu media XLDA *chromogenic Salmonella*. Bahan-bahan lain yang digunakan adalah larutan fisiologis, akuades, dan etanol (70%, 80%, dan 95%). Alat-alat yang akan digunakan meliputi: pembangkit medan magnet ELF dengan intensitas 409.7 $\mu$ T , 536.3 $\mu$ T, dan 646.7 $\mu$ T, mikroskop, inkubator, otoklaf, pH-meter, dan seperangkat alat-alat gelas lainnya.

#### 3.2 Tahap Penelitian

Penelitian tahun 2014 adalah rekonstruksi paparan medan magnet ELF dengan intensitas 409.7 $\mu$ T , 536.3 $\mu$ T, dan 646.7 $\mu$ T terhadap *S. Typhimurium* dalam bumbu gado-gado. Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Konstruksi Medan Magnet ELF untuk Keamanan Pangan Bumbu Gado-Gado dari *Salmonella Typhimurium*

Paparan medan magnet ELF dalam penelitian ini dipandang sebagai stressor, sementara sel mengalami stres adalah sel bakteri patogen (*S. Typhimurium*). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk umbu gado-gado dari bakteri patogen *Salmonella Typhimurium*.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan *Sparate sample Pretest-Posttest Control Sery Desaign*. Rancangan penelitian seperti Tabel 1. Sampel dalam penelitian ini adalah bumbu gado-gado. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah medan magnet ELF dengan dosis paparan secara intermiten 409.7 $\mu$ T, 536.3 $\mu$ T, dan 646.7 $\mu$ T dan intensitas lama 30, 60 dan 90 menit dengan kontrol yaitu paparan medan magnet ELF alamiah 0,11 – 0,19  $\mu$  T. Variabel tergantung adalah penurunan *survival S. Typhimurium*.

Tabel 1 Rancangan Penelitian

Perlakuan Intensitas Dosis	<i>Survival S. Typhimurium</i> pada Perlakuan Intensitas Lama Waktu (menit)			
	0	30	60	90
	Tanpa Medan Magnet ELF (Larutan Fisiologis)	√	√	√
Medan Magnet ELF Alamiah	√	√	√	√
Medan Magnet ELF 409.7 $\mu$ T	√	√	√	√
Medan Magnet ELF 536.3 $\mu$ T	√	√	√	√
Medan Magnet ELF 536.3 $\mu$ T	√	√	√	√

### 3.6 Analisis statistik

Data yang dihasilkan selanjutnya dianalisis menggunakan prosedur *Analysis of Variance* (ANOVA) uji BNT dengan taraf uji/signifikansi 5% ( $p < 0,05$ ).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Bumbu Gado-Gado

Bumbu gado-gado merupakan salah satu saus kacang dimana memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Selain itu, bumbu gado-gado yang digunakan dalam penelitian ini telah dilarutkan dalam air sehingga memiliki kadar air yang cukup tinggi dimana dengan kandungan nutrisi dan  $a_w$  yang tinggi merupakan kondisi optimum mikroba untuk tumbuh. Bumbu gado-gado yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bumbu Gado-Gado

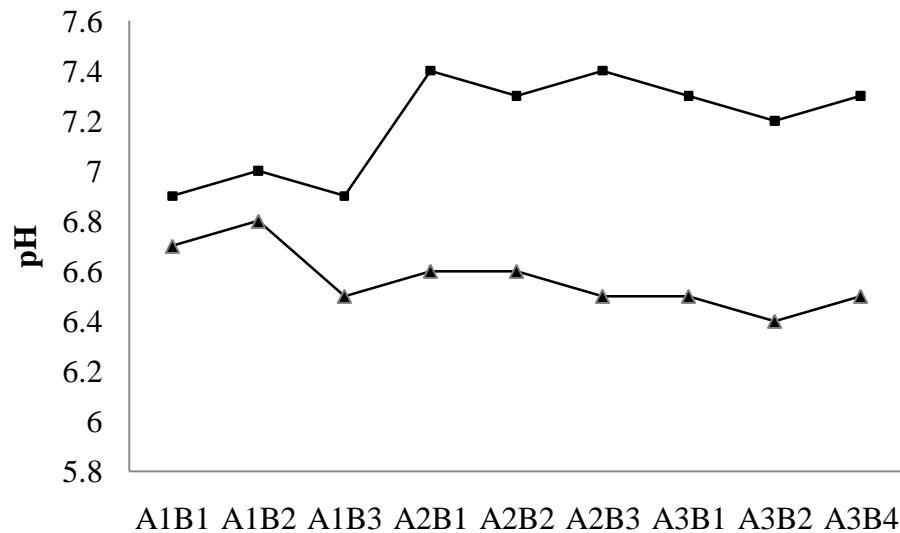
### 4.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* Terhadap pH

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Dalam menentukan asam atau basa ditentukan oleh komponen hydrogen. Sesuatu yang bersifat asam, konsentrasi ion hidrogennya lebih besar dibanding ion hidroksida. Sementara itu, jika ion hidroksida lebih tinggi dari ion hydrogen, larutan tersebut bersifat basa. Nilai pH adalah suatu indikator yang penting dalam prinsip pengawetan pangan. Keasaman (pH) larutan dapat diukur kadarnya menggunakan alat pH meter.

Secara umum, perubahan nilai pH pada sampel sebelum terpapar dan setelah terpapar tidak terjadi perubahan yang signifikan dan cenderung stabil. pH awal sampel sebelum mendapat perlakuan paparan medan magnet yaitu pada



bumbu gado-gado sebesar 6,1-6,2 sedangkan pada kontrol sebesar 6,8-7,4 (Gambar 4.2).



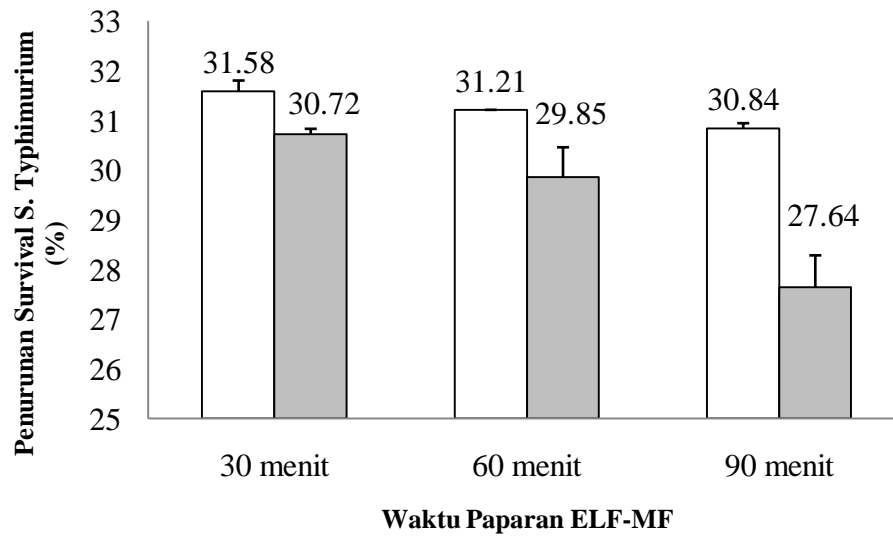
Gambar 4.2 pH larutan *Salmonella Typhimurium* setelah terpapar *Extremely Low Frequency Magnetic Field* (ELF-MF) pada bahan pangan model: bumbu gado-gado (--△--) dan larutan fisiologis (--□--)

Hasil pengukuran pH menunjukkan pada perlakuan bahan pangan model yaitu bumbu gado-gado terjadi peningkatan yang tidak terlalu tajam yaitu sebelum terpapar sebesar 6.1-6.2 dan setelah terpapar berkisar 6.4-6.8. Hasil pengukuran pH pada perlakuan kontrol tidak menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan yaitu sebelum terpapar berkisar 6.8-7.4 dan setelah terpapar berkisar 6.9-7.4. Alkhazan *et al.* (2010), mengamati bahwa nilai pH menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya intensitas medan magnet pada sampel statis dan sampel yang digoyang. Dimungkinkan peningkatan nilai pH disebabkan adanya penghambatan aktivitas bakteri pembentuk asam. Menurut Barbosa *et al.* (1998), medan magnet pada umumnya mempengaruhi arah migrasi dan mengubah pertumbuhan serta reproduksi mikroorganisme.

#### **4.3 Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* Terhadap Penghambatan *Survival* Bakteri Patogen *Salmonella* Typhimurium**

Pengamatan *survival* bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat inaktivasi bakteri patogen yang terdapat dalam bahan pangan. Proses pemberian medan magnet dilakukan dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Hal ini didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sari *et al.* (2012), bahwa efek medan magnet terhadap kematian mikroba patogen mulai terlihat pada perlakuan selama 5 menit. Fojt *et al.* (2004) juga menemukan bahwa penurunan koloni dimulai setelah magnet dihidupkan.

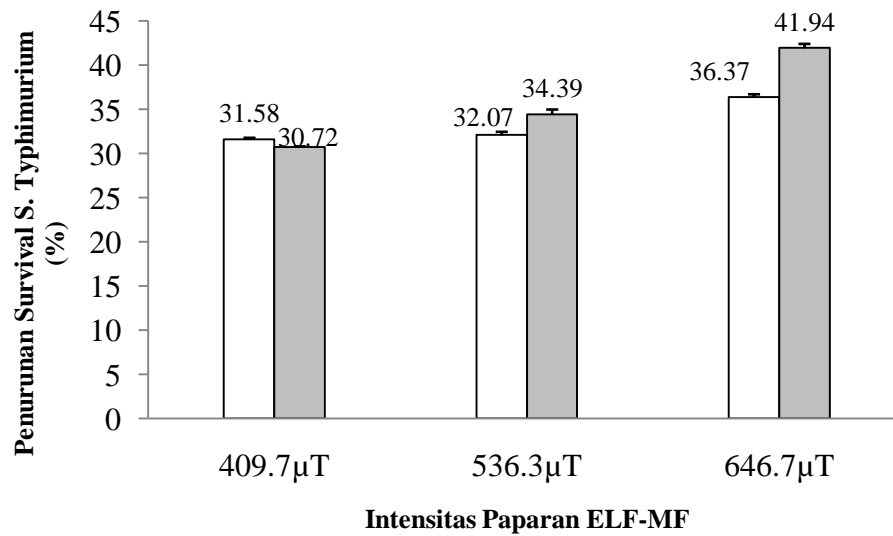
Berdasarkan pengujian *survival* bakteri patogen, secara umum terjadi penurunan pada semua perlakuan waktu. Penghambatan bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium sebesar 18.64% hingga 41.94%. Penghambatan tertinggi pada semua perlakuan terjadi pada paparan selama 30 menit, dan sedikit menurun pada paparan 60 menit dan 90 menit. Gaafar *et al.* (2006) menyatakan bahwa sel bakteri dengan paparan selama 16 jam menjadi lebih resisten daripada paparan selama 6 jam. Fojt *et al.* (2004), menemukan bahwa kelangsungan hidup bakteri dipengaruhi oleh medan magnet (10 mT,  $f = 50$  Hz). Mereka juga menemukan bahwa penurunan jumlah koloni dimulai setelah medan magnet mulai dinyalakan. Penurunan ini diasumsikan bahwa efek dari medan magnet kemungkinan bersifat bakterisidal (membunuh bakteri). Hasil pengamatan penurunan populasi *Salmonella* Typhimurium pada sampel setelah mendapat perlakuan paparan ELF-MF berdasarkan lama paparan tersaji dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Penurunan populasi *Salmonella Typhimurium* pada sampel setelah mendapat perlakuan paparan ELF-MF pada intensitas  $409.7 \mu\text{T}$  berdasarkan lama paparan pada: bumbu gado-gado ( □) dan kontrol ( ■)

#### 4.4 Pengaruh Intensitas Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* Terhadap Penghambatan *Survival* Bakteri Patogen *Salmonella Typhimurium*

Intensitas medan magnet merupakan jumlah medan magnetik (garis gaya magnet) yang dihasilkan sumber magnetik. Intensitas medan magnet terbesar berada di dekat penghantar dan semakin kecil pada jarak yang semakin jauh. Penelitian kali ini intensitas yang digunakan yaitu  $409.7 \mu\text{T}$  untuk kuat arus 500A,  $536.3 \mu\text{T}$  untuk kuat arus 700A, dan  $646.7 \mu\text{T}$  untuk kuat arus 900A. Hasil pengamatan penurunan populasi *Salmonella Typhimurium* pada setelah mendapat perlakuan paparan *Extremely Low Frequency Magnetic Fields* (ELF-MF) berdasarkan intensitas paparan tersaji dalam Gambar 4.4.



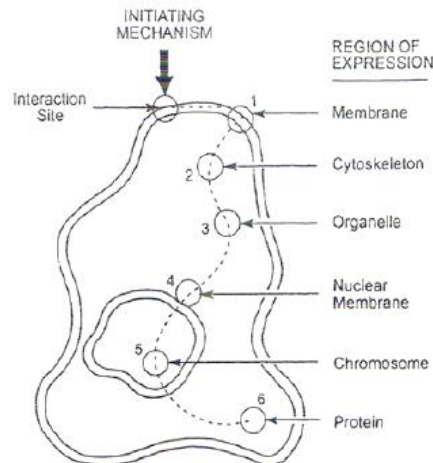
Gambar 4.4 Penurunan populasi *Salmonella Typhimurium* pada sampel setelah mendapat perlakuan paparan ELF-MF dengan lama paparan 30 menit berdasarkan intensitas paparan pada: Bumbu gado-gado (□) dan kontrol (■)

Berdasarkan pengujian *survival* bakteri patogen, pada perlakuan arus sebesar 500 A penghambatan populasi *S. Typhimurium* sebesar 31.58% dalam bumbu gado-gado dan 30.72% dalam kontrol. Pada perlakuan pemberian arus 700 A penghambatan tertinggi sebesar 32.07% dalam bumbu gado-gado dan 34.39% dalam kontrol, begitu juga pada pemberian arus 900 A, penghambatan populasi *S. Typhimurium* tertinggi sebesar 36.37% dalam bumbu gado-gado dan 41.94% dalam kontrol.

Penurunan populasi *S. Typhimurium* tertinggi dari sampel yaitu bumbu gado-gado, dan kontrol, ditunjukkan pada arus 900 A selama 30 menit. Hal ini berarti bahwa penghambatan populasi *S. Typhimurium* paling baik pada pemberian intensitas 646.7  $\mu$ T, dimana semakin besar intensitas yang digunakan maka semakin besar pula penurunan jumlah mikroorganisme.

Menurut Barbosa *et al.* (1998), bahwa efek medan magnet pada akhirnya akan merusak protein dalam sel. Protein merupakan salah satu nutrisi sel atau sebagai zat gizi organik yang berperan untuk pertumbuhan dan proses metabolisme sel. Rusaknya protein dalam sel dapat mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga aktivitas bakteri pembentuk asam dalam

menghasilkan senyawa asam menjadi terganggu. Modus aksi kerusakan protein sel oleh ELF-MF dapat diilustrasikan seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Alur Reaksi Medan Magnet pada Sel (Barbosa, 1998)

Proses pemberian medan magnet juga dapat menyebabkan terjadinya ionisasi beberapa garam-garam seperti  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  yang terikat pada dinding sel. Ion kalsium mempunyai peran yang sangat penting dalam proses reproduksi, pertumbuhan dan penyembuhan luka pada sel. Akibatnya kekurangan ion ini, akan menyebabkan terhambatnya fungsi-fungsi dalam sel dan pada akhirnya menyebabkan kerusakan sel.

Proses kematian sel akibat adanya medan magnet berbeda prosesnya dengan proses termal atau dengan temperatur melebihi  $100^{\circ}C$ . penggunaan temperatur tinggi untuk menginaktivasi sel menyebabkan lipid pada membran sel menjadi lebih cair, sehingga mengganggu integritas membran sel dan membuat sel bocor yang menyebabkan kematian sel (Iriawati, 2009). Dengan efek medan magnet yang dihasilkan akan merusak fungsi dari bagian-bagian sel itu sendiri sehingga menyebabkan kematian sel.

#### 4.5 Hambatan yang Ditemukan dan Cara Penanggulangan

Media SCA yang digunakan untuk menentukan populasi paparan *Salmonella* pada bumbu gado-gado serta hasil treatment dengan ELF harus pesan inden sebelumnya sekitar 1-4 bulan. Dana penelitian baru cair bulan Mei 2014

sehingga solusi yang digunakan adalah dengan adanya dana pendamping dari peneliti.

#### 4.6 Rencana dan Jadwal Selanjutnya

Rencana dan jadwal selanjutnya adalah menentukan paparan prevalensi *Salmonella* sp pada bumbu gado-gado beberapa penjual pedagang kaki lima lingkaran kampus Universitas Jember serta melakukan penyusunan draf artikel ilmiah untuk publikasi pada jurnal nasional terakreditasi. Jadwal penelitian selanjutnya terinci seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Rencana dan jadwal penelitian selanjutnya

No	Rencana Kerja	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Penentuan prevalensi paparan <i>Salmonella</i>	1 – 30	1 – 30	1 – 30		
2	Analisis data	1 – 30	16 – 30	1 - 30	1 - 30	
3	Menulis jurnal publikasi	1 – 30	1 - 30	1- 30	1 - 30	1 – 30
4	Pembuatan laporan akhir penelitian tahun 2014			28-30	16 - 30	1 – 10

#### 4.7 Biaya yang sudah Digunakan pada Kegiatan Tahap I

Biaya yang sudah digunakan hingga per Juli 2014 adalah sebesar 95% dari dana yang sudah diterima tahap I atau sebesar 66% dari dana yang disetujui DIKTI. Rincian dana penelitian seperti yang terurai berikut:

Dana yang disetujui DIKTI	: Rp. 34.500.000,00
Dana yang diterima tahap I	: Rp. 24.150.000,00
Dana yang diterima tahap II	: (belum)
Penggunaan saat ini hingga per Juli 2014	: Rp. 22.900.000,00
Sisa dana dari yang diterima tahap I	: Rp. 1.250.000,00

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh:

1. Dosis efektif medan magnet ELF terhadap prevalensi *Salmonella* Typhimurium pada bumbu gado-gado yaitu pada intensitas  $646.7\mu\text{T}$  dengan efektivitas penghambatan sebesar 36,37%.
2. Waktu paparan radiasi medan magnet yang tepat terhadap prevalensi *Salmonella* Typhimurium yaitu 30 menit.

### 5.2 Saran

Radiasi medan magnet ELF telah terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh radiasi medan magnet ELF terhadap mutu dan nutrisi produk pangan yang terpapar oleh radiasi tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brusch JL. 2010, Typhoid Fever. <http://emedicine.medscape.com/article/231135-overview>.
- Cecconi S, Gaultieri G, Di Bartolomeo A, Troiani G, Cifone MG, Canipari R, 2000. Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. *Human Report*. 2000 Nov;15(11):2319-25
- Furuya H, Aikawa H, Hagino T, Yoshida T, Sakabe K, 1998, [Flow cytometric analysis of the effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis] *Nippon Eiseigaku Zasshi*. 1998 Jul;53(2):420-5.
- Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2008, *Buku Ajar Infeksi dan Pediatri Tropis* (2nd ed), Badan Penerbit IDAI, Jakarta.
- Lahijani MS, Ghafoori M, 2000, Teratogenic effects of sinusoidal extremely low frequency electromagnetic fields on morphology of 24 hr chick embryos. *Indian J Exp Biol* 2000 Jul;38(7):692-9
- Lesser CF, Samuel IM. 2005. Salmonellosis. *Harrison's Principles of Internal Medicine* (16th ed), 897-900.
- McCann J, Dietrich F, Rafferty C. 1998. The genotoxic potential of electrical and magnetic fields: an update. *Mutation Research*. Volume 411. Issue 1, August 1998.
- Sudarti, 1998, Pengaruh Paparan Medan Listrik dan Medan Magnet Terhadap Status Kesehatan Masyarakat di Bawah SUTET-500 kV. UNAIR-Tesis.
- Sudarti, 2004, Indikasi Peningkatan Apoptosis Leukosit Pada Tikus Putih Yang Dipapar Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) < 0,1mT. *Jurnal Sains dan Teknologi* , Vol 3, No.1 Maret 2004: 24-29
- Walleczek J, 1992, Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signaling. *FASEB J* 1992 Oct;6(13):3177-85



**FOTO KEGIATAN PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL TAHUN 2014**



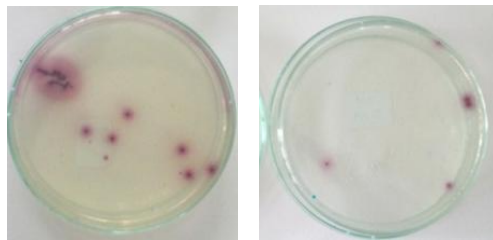
Gambar 1 Perbaikan dan Pengoperasian ELF *Magnetic Field Sources*



Gambar 2 Running Sampel Menggunakan ELF-MF



Gambar 3 Sampling bumbu gado-gado dari pedagang kaki lima lingkaran kampus Universitas Jember



Gambar 4 Populasi *Salmonella* sp pada media *Salmonella Chromogenic Agar*