



DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP pH DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES DEKOMPOSISI DAGING SAPI

SKRIPSI

Oleh

Nuri Ade Iksani Devi

NIM 160210102111

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP pH DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES DEKOMPOSISI DAGING SAPI

SKRIPSI

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

Oleh

Nuri Ade Iksani Devi

NIM 160210102111

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Siti Nur Chasanah, Ayahanda Imam Syafii, Mbah Yusmi, serta seluruh keluargaku tercinta. Terimakasih atas segala doa, motivasi, dukungan, dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi perjuanganku dalam menuntut ilmu;
2. Saudara-saudaraku, yaitu: Dinda, Rama, Rafi, dan Raja atas dukungannya;
3. Guru-guru sejak taman kanak-kanak (TK) hingga perguruan tinggi, yang telah banyak berjasa dan dengan ikhlas memberikan ilmu yang bermanfaat;
4. Sampoerna Foundation yang telah berjasa selama 4 tahun kuliah ini. Terimakasih atas segala bantuan biaya kuliah dan biaya hidup yang telah diberikan kepada saya selama 4 tahun menuntut ilmu di Universitas Jember;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu yang telah memberi kontribusi dan bantuan demi kelancaran pengerjaan skripsi ini;
6. Almamater Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;

MOTTO

*“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan yang diusahakannya) dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya”
(terjemahan QS. Al-Baqarah ayat 286)*

*“Bertaqwalah kepada Allah maka Allah akan mengajarimu. Sesungguhnya Allah Maha mengetahui segala sesuatu”
(terjemahan QS. Al-Baqarah ayat 282)*

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu mengalami kesulitan janganlah menangis, teruslah mendekatkan diri kepada Allah niscaya kamu akan diberi kemudahan”
(terjemahan QS. Al-Insyirah ayat 6)*

^{*}) Departemen agaman Republik Indonesia. 2008. *Al-Qur'an dan terjemahnya*. Bandung: PT CV Penerbit Diponegoro

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Nuri Ade Iksani Devi

NIM : 160210102111

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Daging Sapi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 27 Maret 2020

Yang menyatakan,

Nuri Ade Iksani Devi
NIM 160210102111

SKRIPSI

DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP pH DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES DEKOMPOSISI DAGING SAPI

Oleh

Nuri Ade Iksani Devi

NIM 160210102111

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sudarti, M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Maryani, M.Pd

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Daging Sapi” karya Nuri Ade Iksani Devi telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jum’at, 27 Maret 2020

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Sudarti, M.Kes

NIP. 19620123 198802 2 001

Drs. Maryani, M.Pd

NIP. 19640707 198902 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Drs. Sri Handono Budi P., M.Si

NIP. 19580318 198503 1 004

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc

NIP. 19680710 199302 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph. D

NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Daging Sapi; Nuri Ade Iksani Devi; 160210102111; 95 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terdiri atas medan listrik dan medan magnet, yang mana dalam perambatannya tidak memerlukan medium apapun. Gelombang elektromagnetik memiliki frekuensi, mulai dari frekuensi rendah hingga frekuensi tinggi. Salah satu gelombang elektromagnetik dengan frekuensi rendah yaitu medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang berfrekuensi 0 – 300 Hz dan bersifat non-ionizing. Selain itu medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) juga memiliki sifat yang tidak terhalangi. Seiring dengan perkembangan zaman, medan magnet ELF telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, mulai dari bidang kesehatan, pertanian, hingga bidang pangan.

Jenis penelitian yang digunakan yaitu true eksperimen dengan desain penelitian *randomized subjects post test only control group design* atau Rancang Acak Lengkap yang terdiri dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok eksperimen dibagi menjadi dua yaitu kelompok eksperimen 200 μT dan 300 μT yang masing-masing kelompok dipapar selama 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika, dan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Jember. Teknik pengukuran nilai pH, daya hantar listrik, dan kualitas fisik dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk masing-masing kelompok.

Penurunan kualitas fisik pada daging sapi dapat dihubungkan dengan nilai derajat keasaman (pH). Indikator pengukuran kualitas fisik yaitu aroma, tekstur, warna, dan lendir. Semakin lama penyimpanan daging sapi maka akan semakin banyak produksi dari bakteri asam laktat, namun pada daging sapi tingkat mengalami penurunan pH karena pada daging sapi terdapat beberapa bakteri patogen (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Lactobacillus*) yang berperan untuk memecah protein, asam amino, dan lemak

menjadi senyawa indole, metilamin, H₂S, dan senyawa asam lainnya yang menyebabkan nilai derajat keasaman (pH) daging sapi mengalami peningkatan. Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa elektrolit lemah. Semakin senyawa-senyawa itu terbentuk, maka daging sapi akan berlendir dan berair, serta bertekstur lembek. Dengan demikian, nilai daya hantar listrik (DHL) daging sapi pada kelompok kontrol mengalami penurunan.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap nilai pH, dengan intensitas paling efektif yaitu 300 μT selama 120 menit dapat cukup menghambat penurunan pH daging sapi dan dapat menghambat proses dekomposisi daging sapi. Sedangkan nilai DHL pada daging sapi kelompok eksperimen mengalami peningkatan disetiap pengukuran. Semakin besar intensitas paparan medan magnet dan lama paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap perubahan kualitas fisik dari daging sapi, namun mengalami penurunan nilai pH dan peningkatan nilai daya hantar listrik.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Daging Sapi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dr. Supeno, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Dr. Sudarti, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Maryani, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan dan arahan demi terselesaikannya skripsi ini;
6. Dr. Drs. Sri Handono Budi P., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat demi terselesaikannya penyusunan skripsi ini;
7. Drs. Alex Harijanto, M.Si., selaku Kepala Laboratorium Fisika dan Erni Midiawati, S.Si., selaku Laboran yang telah memberikan izin dalam peminjaman tempat dan alat sehingga penelitian saya dapat terselesaikan;

8. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama saya menjadi mahasiswa;
9. Ibunda Siti Nur Chasanah, Ayahanda Imam Syafii, Mbah Yusmi, serta seluruh keluargaku tercinta lainnya yang selalu memberikan dukungan, motivasi serta do'a demi terselesaikannya skripsi ini;
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu yang telah memberi kontribusi dan bantuan demi kelancaran pengerjaan skripsi ini.

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

Jember, 27 Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Gelombang Elektromagnetik <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF).....	8
2.1.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik ELF	8
2.1.2 Karakteristik Gelombang Elektromagnetik ELF	9
2.1.3 Sumber Paparan Gelombang Elektromagnetik ELF.....	10
2.1.4 Pemanfaatan Medan Magnet ELF dalam Teknologi Pangan	10
2.2 Mekanisme Interaksi Medan Magnet dengan Sel, pH dan DHL	12
2.3 Daging Sapi.....	14
2.3.1 Dekomposisi Daging Sapi.....	15
2.3.2 Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik (DHL) pada Daging Sapi	16
2.4 Hubungan pH dan Daya Hantar Listrik	18
2.5 Kerangka Konseptual.....	20
2.6 Hipotesis Penelitian	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Jenis dan Desain Penelitian.....	23
3.2.1 Jenis Penelitian.....	23
3.2.2 Desain Penelitian.....	23
3.3 Variabel Penelitian.....	25
3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian.....	25

3.3.2	Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	25
3.4	Alat dan Bahan.....	27
3.4.1	Alat.....	27
3.4.2	Bahan	29
3.5	Prosedur Penelitian	30
3.5.1	Penentuan Sampel	30
3.5.2	Sterilisasi.....	30
3.5.3	Perlakuan.....	30
3.5.4	Penyiapan Pengukuran.....	32
3.5.5	Alur Penelitian	33
3.6	Metode dan Instrumen Pengumpulan Data.....	35
3.7	Metode Analisis Data.....	41
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1	Hasil Penelitian	43
4.1.1	Deskripsi Data pH Daging Sapi.....	44
4.1.2	Deskripsi Data Daya Hantar Listrik Daging Sapi.....	48
4.1.3	Deskripsi Data Kualitas Fisik Daging Sapi	52
4.2	Analisa Data	55
4.2.1	Analisis Nilai Derajat Keasaman (pH) Daging Sapi	56
4.2.2	Analisis Nilai Daya Hantar Listrik Daging Sapi	68
4.2.3	Analisis Kualitas Fisik Daging Sapi	79
4.3	Pembahasan	82
4.3.1	Dampak Medan Magnet ELF Terhadap pH Daging Sapi.....	82
4.3.2	Dampak Medan Magnet ELF terhadap Daya Hantar Listrik Daging Sapi	86
4.3.3	Dampak Medan Magnet ELF terhadap Kualitas Fisik Daging Sapi.....	89
BAB 5.	PENUTUP.....	91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Saran	91
	DAFTAR PUSTAKA	92
	LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Penelitian pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan	11
3.1 Data Hasil Pengukuran pH Daging Sapi.....	35
3.2 Data Hasil Pengukuran Daya Hantar Listrik Daging Sapi.....	37
3.3 Data Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Daging Sapi.....	39
4.1 Rata - rata pH daging sapi kelompok kontrol dan eksperimen.....	44
4.2 Rata - rata DHL daging sapi kelompok kontrol dan eksperimen.....	48
4.3 Rata - rata kualitas fisik daging sapi (Aroma)	53
4.4 Rata - rata kualitas fisik daging sapi (Tekstur)	53
4.5 Rata - rata kualitas fisik daging sapi (Warna).....	54
4.6 Rata - rata kualitas fisik daging sapi (lendir)	54
4.7 Hasil uji <i>Independen sampel t test – Mann whitney</i> pH jam ke-0.....	57
4.8 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 60')	57
4.9 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 90')	58
4.10 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 120')	59
4.11 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 60')	59
4.12 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 90')	60
4.13 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 120')	61
4.14 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 60')	61
4.15 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 90')	62
4.16 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 120')	63
4.17 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 60')	63
4.18 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 90')	64
4.19 Hasil uji <i>Mann whitney</i> pH jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 120')	65
4.20 Hasil uji <i>Kurskal-Wallis</i> pH kelompok kontrol dan eksperimen	66
4.21 Hasil uji <i>Independen sampel t test – Mann whitney</i> DHL jam ke-0	68
4.22 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 60')	69
4.23 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 90')	70
4.24 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 120')	70

4.25 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 60')	71
4.26 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 90')	72
4.27 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-4 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 120')	72
4.28 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 60')	73
4.29 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 90')	74
4.30 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 120')	74
4.31 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 60')	75
4.32 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 90')	76
4.33 Hasil uji <i>Mann whitney</i> DHL jam ke-8 kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E300 μ T, 120')	76
4.34 Hasil uji <i>Kurskal-Wallis</i> DHL kelompok kontrol dan eksperimen.....	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Efek reaksi medan magnet terhadap sel	12
2.2 Perubahan warna daging karena perubahan pH	17
2.3 Kerangka konseptual paparan medan magnet ELF pada daging sapi..	21
3.1 Desain Penelitian	24
3.2 ELF <i>Electromagnetic Field Source</i>	27
3.3 EMF-827 <i>Tester</i>	28
3.4 Neraca Digital	28
3.5 Kalibrasi pH meter	29
3.6 TDS & EC meter	29
3.7 Pengukuran ketahanan kualitas fisik daging sapi	32
3.8 Pengukuran dengan pH meter dan TDS & EC meter	33
3.9 Bagan Prosedur Penelitian	34
4.1 Diagram rata-rata nilai pH daging sapi setelah 4 jam	45
4.2 Diagram rata-rata nilai pH daging sapi setelah 8 jam	46
4.3 Diagram nilai pH daging sapi kelompok kontrol dan kelompok eksperimen 200 μ T dan 300 μ T pada jam ke-0, 4, dan 8	47
4.4 Diagram nilai rata-rata pH daging sapi setiap pengukuran	47
4.5 Diagram rata-rata nilai DHL daging sapi setelah 4 jam	49
4.6 Diagram rata-rata nilai DHL daging sapi setelah 8 jam	50
4.7 Diagram nilai DHL daging sapi kelompok kontrol dan kelompok eksperimen 200 μ T dan 300 μ T pada jam ke-0, 4, dan 8	51
4.8 Diagram nilai rata-rata DHL daging sapi setiap pengukuran	52
4.9 Diagram rata-rata kualitas fisik aroma daging sapi	79
4.10 Diagram rata-rata kualitas fisik tekstur daging sapi	80
4.11 Diagram rata-rata kualitas fisik warna daging sapi	81
4.12 Diagram rata-rata kualitas fisik lendir daging sapi	81

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	96
LAMPIRAN B	99
LAMPIRAN C	105
LAMPIRAN D	108



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelombang elektromagnetik merupakan suatu gelombang yang terdiri atas medan listrik dan medan magnet, sehingga jika suatu saat ada gelombang elektromagnetik merambat melewati suatu ruang dan membawa energi, maka kuat medan listrik dan kuat medan magnet di setiap tempat yang dilewatinya akan berubah-ubah setiap waktu secara periodik, dan dalam melakukan perambatannya tidak memerlukan medium apapun (Soedjojo, 1999:215). Medan magnet sebagian mampu menembus suatu objek seperti bangunan, pepohonan, dan lain sebagainya. Tanpa disadari, radiasi medan magnet tersebut dapat memberikan dampak positif dan negatif bagi kehidupan manusia, misalnya dalam bidang industri, kesehatan, pertanian, dan pangan. Jika paparan medan magnet tersebut berintensitas sangat tinggi yaitu lebih dari 300 Hz, maka energi yang dihasilkan juga sangat tinggi dan menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan manusia. Jika paparan medan magnet tersebut berintensitas rendah seperti medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF), maka energi yang dihasilkan juga rendah. Karena medan magnet ELF merupakan radiasi non pengion sehingga tidak menyebabkan ionisasi apabila berinteraksi dengan ion-ion hidup (Sudarti dan Helianti, 2005:36).

Contoh pemanfaatan teknologi radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) untuk pengawetan, yaitu: (1) Dalam penelitian Sari (2018) telah melakukan pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan sebagai salah satu cara untuk memperlambat proses pembusukan pada daging ayam, dan (2) Dalam penelitian Nurhasanah (2018) telah melakukan pemanfaatan medan magnet ELF untuk memperlambat proses pembusukan pada ikan bandeng.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa pemanfaatan suatu medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) khususnya dalam bidang pangan banyak memberikan pengaruh positif. WHO menjelaskan bahwa medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada frekuensi kurang dari 300 Hz dan tergolong sebagai radiasi non-pengion (*non ionizing radiation*). Radiasi non pengion

merupakan suatu pancaran energi yang tidak dapat menimbulkan terjadinya suatu proses ionisasi pada materi biologik (Alatas, 2005).

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) saat ini telah berkembang pesat, salah satunya perkembangan IPTEK tentang pemanfaatan radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Awalnya, paparan medan magnet dianggap selalu memberikan dampak buruk bagi kehidupan manusia. Setelah muncul beberapa penelitian tentang pemanfaatan medan magnet, anggapan buruk tentang radiasi medan magnet mulai berkurang. Salah satu penelitian tentang pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan khususnya daging ayam yaitu penelitian yang dilakukan oleh Sari (2018). Peneliti mencoba mengkaji lebih lanjut tentang pemanfaatan medan magnet ELF pada daging ayam menggunakan intensitas 700 μT dan 900 μT dengan lama paparan 30 menit dan 60 menit dengan cara melihat pengaruh pada pH dan massa jenis daging ayam tersebut, sehingga diperoleh hasil penelitian bahwa paparan medan magnet ELF dapat mempengaruhi pH dan massa jenis daging ayam. Berdasarkan hasil penelitian pH pada daging ayam diperoleh bahwa semakin besar intensitas dan lama paparan medan magnet ELF, nilai penurunan pH semakin kecil dan hal ini akan memperlambat proses pembusukan daging ayam tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, peneliti terinspirasi untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk memperlambat proses pembusukan (proses pengawetan) pada daging ayam yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Hal ini menjadi acuan kegiatan penelitian berikutnya, tetapi berbeda objek penelitian, besar intensitas medan magnet, dan lama paparan yang akan digunakan. Pada penelitian berikutnya akan menggunakan daging sapi sebagai objek penelitian, karena daging sapi merupakan daging yang memiliki nilai gizi tinggi dan juga sering dikonsumsi oleh masyarakat. Kandungan zat gizi dari daging sapi yaitu kaya akan protein, lemak, mineral, dan zat lainnya yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia (Yanti *et al.*, 2008).

Selama ini, masyarakat menyimpan daging sapi dalam *freezer* karena daging sapi dapat membusuk jika terlalu lama diletakkan di udara terbuka. Setelah proses pemotongan, daging sapi sangat dianjurkan untuk disimpan pada

suhu dingin ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) untuk mempertahankan mutu daging serta untuk mencegah atau menghambat pertumbuhan dan perkembangbiakan kuman atau bakteri. Daging sapi yang disimpan pada suhu $0^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}$ mampu bertahan selama 2-3 hari (daging dikemas). Apabila daging dijual tanpa pendingin (suhu ruang di Indonesia sekitar $27^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$), sebaiknya daging itu disimpan atau dibiarkan tanpa pendinginan tidak lebih dari 6 jam. Jika daging dibiarkan lebih dari 6 jam tanpa didinginkan (diletakkan pada udara terbuka), maka jumlah bakteri pada daging tersebut telah melewati batas yang diperbolehkan (Lukman, 2008).

Daging sapi segar yang tidak langsung diolah akan cepat mengalami proses pembusukan karena terdapat aktivitas bakteri yang merugikan. Pada saat daging sapi berada di udara terbuka, bakteri patogen yang merugikan pada daging tersebut dapat tumbuh dengan subur. Apalagi dalam penjualan daging sapi, konsumen memilih daging dengan cara memegang daging tersebut, mengakibatkan daging dapat terkontaminasi dan tekstur daging menjadi lembek sehingga kualitas daging menurun (Yanti, Hidayati, dan Elfawati, 2008).

Bakteri merugikan pada daging sapi tersebut mengakibatkan makanan tidak layak untuk dikonsumsi, seperti bakteri *Salmonella* dan *E. coli* sebagai bakteri merugikan yang umum ditemukan pada daging sapi. bakteri *Salmonella* dan *E. coli* dapat menyebabkan diare, kram perut, demam, menggigil, sakit kepala, mual, dan muntah (Fitrianti, 2017). Selain itu juga terdapat bakteri patogen *Pseudomonas sp* yang merupakan bakteri pembusuk pada daging sapi yang mengakibatkan warna daging sapi berubah karena adanya elaborasi antar pigmen di dalam daging. Aroma tidak sedap pada daging sapi busuk disebabkan oleh bakteri anaerob melalui pemecahan protein, asam amino, dan lemak yang nanti akan menghasilkan senyawa indole, metilamin, dan H_2S (Lawrie, 2003).

Terjadinya pemecahan protein, asam amino, dan lemak yang menghasilkan senyawa indole, metilamin, dan H_2S (senyawa elektrolit) ini juga akan mempengaruhi nilai pH dan daya hantar listrik pada daging sapi. Nilai pH dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen (H^+) dari suatu larutan/senyawa yang terbentuk. Jika ion hidrogen (H^+) semakin besar, maka nilai pH jadi rendah (tingkat keasamannya tinggi). Sebaliknya jika konsentrasi H^+ semakin kecil,

maka nilai pH jadi tinggi (tingkat keasamannya rendah) (Purnomo, 2010). Sedangkan daya hantar listrik bergantung pada konsentrasi larutan dan jenis larutan/senyawa elektrolit yang terbentuk. Berdasarkan derajat disosiasi, elektrolit dibagi menjadi 2 yaitu: elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Elektrolit kuat (garam-garam alkali, asam kuat, dan basa kuat) akan memiliki daya hantar listrik yang tinggi. Sedangkan elektrolit lemah (sebagian kecil garam-garam, asam lemah, dan basa lemah) akan memiliki daya hantar listrik yang rendah (Supriyana, 2004).

Nilai pH daging sapi setelah disembelih ialah sekitar 6,7 – 8, dan dalam waktu 25 jam setelah dipotong nilai pH daging sapi menurun hingga 5,6 – 5,8 (Resang, 1982). Pada daging sapi, nilai pH akan mengalami penurunan secara bertahap dari pH normal (5,7) menjadi pH akhir sekitar 3,5 hingga 5,5 (Lonergan *et al.*, 2010). Pada saat pH daging 7,0 maka bakteri pada daging dapat mengkontaminasi daging dan memicu terjadinya suatu proses pembusukan lebih cepat (Soeparno, 2009). Bakteri merugikan pada daging sapi tersebut, dapat dihambat pertumbuhannya (memperlambat proses pembusukan daging) dengan cara yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa, medan magnet dapat mengubah pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme pembentuk asam. Dengan demikian, dapat menghambat aktifitas bakteri pembentuk asam pada suatu larutan sehingga keasaman larutan akan menurun secara lambat (Barbosa dan Canovas, 1998). Jika pH menurun secara lambat maka daging sapi tidak akan cepat membusuk. Maka dari itu, peneliti akan mencoba mengkaji besar intensitas medan magnet dan lama paparan yang diberikan akan berdampak atau tidak terhadap derajat keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik (DHL) pada proses dekomposisi daging sapi.

Metode pengawetan daging sapi yang biasa dilakukan ada 3 macam yaitu secara fisik, biologi, dan kimia. Proses pengawetan secara fisik yaitu dengan pemanasan, pendinginan, dan pelayuan. Proses pengawetan secara biologi yaitu menggunakan mikroba penghasil zat antibakteri, sedangkan proses pengawetan secara kimia ada 2 macam yaitu pengawetan dari bahan aktif alami dan kimia seperti: sodium asetat, garam dapur, sodium nitrit, dan lainnya (Salim, 2013). Salah satu metode yang jarang dipakai yaitu metode radiasi dengan menggunakan

sinar bergelombang pendek (Supardi, 1999). Meski proses pengawetan secara radiasi belum umum karena dianggap terlalu mahal, namun cara ini sudah digunakan di beberapa negara Eropa dan Amerika. Pelaksanaannya menggunakan sinar gelombang pendek, seperti: sinar UV, gamma, sinar-X atau dari gelombang elektromagnetik yang dipakai pada proses pengawetan bahan makanan.

Metode yang paling umum digunakan oleh masyarakat yaitu metode pendinginan dengan cara menyimpan daging sapi pada suhu beku (*freezer*) sehingga dapat menghambat kecepatan reaksi metabolisme dan pembusukan daging sapi. Metode ini tidak dapat membunuh (mengubah pertumbuhan dan reproduksi) mikroorganisme penyebab dari pembusukan daging. Jika daging dikeluarkan dari *freezer* dan dibiarkan mencair lagi, maka pertumbuhan mikroorganisme pembusuk akan berjalan cepat (Siburian, 2012:104). Sedangkan metode radiasi dengan menggunakan gelombang elektromagnetik, menurut Barbosa dan Canovas (1998) medan magnet dapat mengubah pertumbuhan dan reproduksi (membunuh) mikroorganisme pembentuk asam.

Berdasarkan beberapa uraian diatas, peneliti akan mencoba untuk mengkaji lebih lanjut tentang pemanfaatan suatu medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebagai indikator pada proses pembusukan (dekomposisi) daging sapi. Pada penelitian ini menggunakan intensitas sebesar 200 μT dan 300 μT dan lama paparan 60, 90 dan 120 menit dengan judul penelitian **“Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik pada Proses Dekomposisi Daging Sapi”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan di atas, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimanakah dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap pH pada proses waktu dekomposisi daging sapi?
- b. Bagaimanakah dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap Daya Hantar Listrik (DHL) pada proses waktu dekomposisi daging sapi?
- c. Bagaimanakah dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap ketahanan fisik pada proses waktu dekomposisi daging sapi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Daging sapi yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging sapi yang dipilih dan dibeli langsung saat masih segar di Pasar Patok (baru disembelih dan tidak dikulkas)
- b. Intensitas medan magnet yang digunakan di penelitian ini $200 \mu T$ dan $300 \mu T$
- c. Lama paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) adalah 60 menit, 90 menit, dan 120 menit
- d. Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah nilai derajat keasaman (pH), daya hantar listrik, dan kualitas fisik pada daging sapi

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Mengkaji dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap pH pada proses waktu dekomposisi daging sapi.
- b. Mengkaji dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap Daya Hantar Listrik pada proses waktu dekomposisi daging sapi.
- c. Mengkaji dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap ketahanan fisik pada proses waktu dekomposisi daging sapi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain yaitu:

- a. Dalam bidang akademik sebagai informasi ilmiah tentang dampak paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap ketahanan fisik, derajat keasaman (pH), dan Daya Hantar Listrik (DHL) pada proses dekomposisi daging sapi.
- b. Sebagai pengetahuan baru di bidang penelitian ilmiah sehingga dapat memberi motivasi bagi peneliti untuk terus mengembangkan penelitian.
- c. Sebagai bahan acuan peneliti lain untuk melakukan penelitian selanjutnya.
- d. Sebagai sumber materi contoh aplikasi gelombang elektromagnetik pada pembelajaran fisika di Sekolah.
- e. Sebagai pengetahuan bagi masyarakat tentang proses pengawetan daging sapi dengan menggunakan medan magnet ELF.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF)

2.1.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik ELF

Gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) mempunyai rentang frekuensi 0 – 300 Hz. Gelombang ELF ini dihasilkan di sekitar aliran listrik seperti disepanjang kabel atau peralatan listrik. Radiasi gelombang elektromagnetik ELF merupakan radiasi non-pengion, dan dalam spektrum gelombang elektromagnetik berada pada frekuensi yang sangat rendah yaitu kurang dari 300 Hz, maka disebut gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah (*extremely low frequency*), yang mana radiasi ini dihasilkan oleh osilasi/gerakan suatu muatan seperti arus AC pada konduktor dari sumber PLN (Sudarti, 2010). Federoski *et al.*, (dalam Sudarti, 2002:76) menyatakan bahwa, energi medan elektromagnetik ELF sangat kecil, maka efek yang ditimbulkan adalah sebagai efek *non termal*, yang berarti tidak menimbulkan perubahan suhu saat berinteraksi dengan suatu zat atau saat menginduksi materi. Hal tersebut dikarenakan rata-rata peningkatan suhu oleh paparan medan Electromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) umumnya $< 0,001^{\circ}\text{C}$, sehingga peningkatan suhu yang ditimbulkannya sangat kecil dan tidak menimbulkan efek biologis.

Dalam penelitian ini menggunakan sumber paparan berupa ELF *magnetic fields source*, yang terdiri atas dua unit yaitu: (1) Unit transformator *step down* karena menggunakan sumber tegangan input dari PLN bearus AC, dan (2) Sangkar medan magnet ELF. Paparan medan magnet ELF ini selalu di iringi dengan medan listrik ELF, namun alat ini dikondisikan agar lebih dominan menghasilkan medan magnet daripada medan listrik, maka medan listrik dibuat seminimal mungkin sehingga yang terdeteksi hanya medan magnetnya. Suatu cara yang dilakukan agar dapat menghasilkan medan magnet lebih dominan daripada medan listrik di daerah sekitarnya yaitu dengan cara menghubungkan konduktor tembaga dengan output transformator. Paparan medan magnet dan medan listrik akan timbul di sekitar lempengan tembaga sangkar alat tersebut.

Cara kerja alat ELF *magnetic fields source* yaitu: (1) Menggunakan sumber tegangan input dari PLN 220 V, kuat arus 5 A, dengan frekuensi 50 Hz masuk ke pengatur tegangan (*voltage regulator*), yang kemudian (2) Sumber keluaran dari *voltage regulator* ini masuk ke transformator *step down* sebagai sisi primer dari transformator tersebut, (3) Sumber keluaran dari transformator (sisi sekunder) menghasilkan tegangan lebih rendah, namun arus listriknya jadi lebih tinggi dengan tegangan output 7 V dan kuat arus 85 - 3000 A yang mengalir pada lempengan tembaga sangkar medan magnet. Maka dari itu, dalam kondisi tegangan kecil dan arus maksimal dapat menghasilkan radiasi medan magnet maksimal dan medan listrik minimal mendekati medan listrik alamiah.

2.1.2 Karakteristik Gelombang Elektromagnetik ELF

WHO dan Grotel (dalam Sudarti dan Helianti, 2005:36) menjelaskan bahwa, medan ELF merupakan spektrum gelombang elektromagnetik, yang mana frekuensinya kurang dari 300 Hz dan merupakan radiasi non-pengion (*non ionizing radiation*). Radiasi non-pengion merupakan pancaran energi yang tidak menyebabkan terjadinya proses ionisasi pada materi biologi / molekul (Muchtarruddin, 1998). Organisasi kesehatan dunia (WHO, 2007) menyatakan bahwa, pada rentang frekuensi 0 - 300 Hz memiliki panjang gelombang di udara yang sangat panjang (6000 km pada frekuensi 50 Hz, dan 5000 km pada frekuensi 60 Hz) dan dalam situasi praktis, medan listrik dan medan magnet bertindak independen satu sama lain sehingga dapat diukur, maka dapat disimpulkan bahwa medan magnet ELF memiliki beberapa karakteristik diantaranya yaitu sebagai berikut: (1) Termasuk dalam spektrum gelombang elektromagnetik, (2) Memiliki rentang frekuensi 0 - 300 Hz, (3) Termasuk dalam radiasi non-pengion (*non ionizing radiation*), (4) Medan listrik dan medan magnet bertindak independen satu sama lain sehingga dapat diukur secara terpisah, (5) Medan magnet tidak bisa dihalangi oleh material biasa seperti dinding bangunan, dan (6) Sumber paparan medan magnet mudah untuk didapat yaitu dari alat-alat elektronik yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.3 Sumber Paparan Gelombang Elektromagnetik ELF

Sumber paparan gelombang elektromagnetik berasal dari sumber alamiah dan sumber buatan. Sumber paparan alamiah diantaranya yaitu: medan magnet bumi, sinar matahari maupun radiasi sinar kosmik. Gelombang elektromagnetik ini terdiri atas medan listrik dan medan magnet. Medan listrik berasal dari proses atmosfer dan magnetosfer yang menghasilkan sinyal dengan frekuensi mencapai beberapa Mega Hertz ($1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$), dan variasi ELF muncul karena adanya aktivitas matahari di ionosfer dan efek atmosfer seperti pelepasan muatan petir yang menyebabkan resonansi osilasi dalam ionosfer bumi (resonansi Schaum). Sedangkan medan magnet berasal dari medan magnet bumi yang secara berkelanjutan berubah-ubah yang besarnya sekitar 25 sampai 60 μT , sedangkan resonansi Schaum menghasilkan medan magnet sekitar $10^5 \mu\text{T}$ pada frekuensi 6 sampai 60 Hz (Swerdlow, 2006:12-13).

Sedangkan secara buatan, medan magnet dapat dihasilkan oleh aliran arus pada kabel pembangkit listrik dan penggunaan alat-alat elektronik (WHO, 2007:1). Setiap alat elektronik mempunyai medan magnet yang sebanding dengan arus yang mengalir dari sumber menuju peralatan yang terhubung. Hal tersebut sesuai dengan percobaan Hans Christian Oersted pada tahun 1820 yang menemukan bahwa arus listrik dapat menghasilkan medan magnet (Halliday dan Resnick, 1997:296).

2.1.4 Pemanfaatan Medan Magnet ELF dalam Teknologi Pangan

Pemanfaatan medan magnet ELF bertujuan untuk mematikan mikroba perusak pada bahan pangan, sehingga dapat digunakan sebagai proses pengawetan (pasteurisasi) secara non-thermal, salah satu proses pengawetan terbaik karena tidak mengurangi aktivitas pembentukan spora mikroorganisme secara menyeluruh, tapi hanya pada bakteri perusak atau patogen. Efek medan magnet terhadap kematian mikroorganisme patogen mulai terlihat pada perlakuan selama 5 menit, dan medan magnet ini berpengaruh langsung terhadap aktivitas metabolisme sel. Semakin besar tegangan listrik yang digunakan, maka semakin besar juga penurunan jumlah mikroorganismenya (Fellows, 2017).

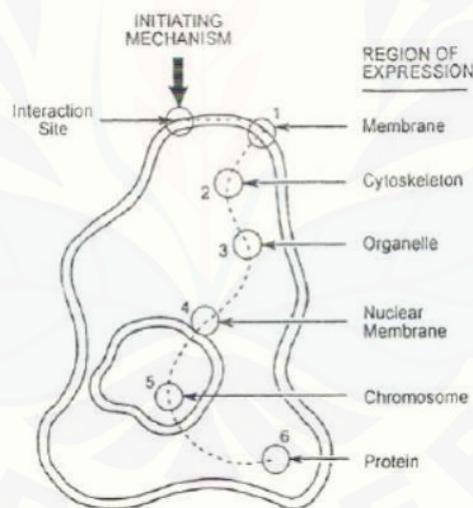
Medan magnet ELF memiliki beberapa manfaat dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang pangan. Berikut ini adalah beberapa hasil penelitian tentang pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan:

Tabel 2.1 Penelitian pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan

Penelitian Sebelumnya	Intensitas	Lama Paparan	Dampak
Analisis Medan Magnet ELF Terhadap Nilai pH Ikan dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) (Nurhasanah <i>et al.</i> , 2018)	700 μT	30 menit 45 menit	Dosis efektif dalam menurunkan / menghambat kenaikan nilai pH ikan bandeng adalah paparan medan magnet ELF sebesar 730,56 μT selama 2 x 30 menit.
	900 μT	30 menit 45 menit	Terjadi peningkatan nilai pH pada ikan bandeng setiap waktu pengukuran, namun secara umum pH kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan pH kelas eksperimen.
Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremelly Low Frquence</i> (ELF) Terhadap Sifat Organoleptik dan pH Susu Sapi Segar (Muharromah, 2018)	800 μT	45 menit	Mempertahankan sifat organoleptik susu sapi segar, yaitu tidak terjadi perubahan aroma pada kelompok eksperimen Mempertahankan pH pada susu sapi segar
Utilization of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field is as Alternative Sterilization of <i>Salmonella Typhimurium</i> In Gado-Gado (Sudarti, 2016)	646,7 μT	30 menit	Dosis yang efektif terhadap prevalensi <i>Salmonella Typhimurium</i> pada bumbu gado-gado yaitu pada intensitas 646,7 μT dengan lama paparan 30 menit dan dengan efektivitas penghambat rata-rata sebesar 32,54%
Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Massa Jenis dan Derajat Keasaman pada Daging Ayam (Sari, 2018)	700 μT	30 menit 45 menit 60 menit	Massa jenis kelompok kontrol < massa jenis kelompok eksperimen 700 μT < massa jenis kelompok eksperimen 900 μT . Semakin kecil massa jenis daging ayam, maka kandungan air pada daging ayam semakin besar.
	900 μT	30 menit 45 menit 60 menit	Intensitas yang efektif untuk menghambat penurunan pH yaitu intensitas 900 μT selama 60 menit

2.2 Mekanisme Interaksi Medan Magnet dengan Sel, pH, dan DHL

Mekanisme interaksi medan magnet dengan sel yaitu menghambat aktivitas metabolisme bakteri pembentuk asam dengan cara memindahkan energi dari medan magnet ke ion-ion dalam sel bakteri pembentuk asam tersebut. Pada resonansi siklotron, energi tersebut ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion pada bakteri, dan juga ditransfer ke aktivitas metabolik yang melibatkan ion-ion. Perpindahan energi ke ion mengakibatkan meningkatnya kecepatan dan aliran ion-ion seperti Ca^{2+} melewati membran sel. Daerah interaksi medan magnet yaitu pada jaringan sel yang banyak dipengaruhi oleh medan magnet tersebut. Ion-ion ini kemudian membawa efek medan magnet dari daerah interaksi ke jaringan organ lainnya. Berdasarkan hal tersebut, pemberian medan magnet ini menyebabkan kerusakan struktur sel sehingga mematikan mikroba patogen (Kimestri, 2015). Berikut adalah gambar efek reaksi medan magnet pada sel:



Gambar 2.1 Efek reaksi medan magnet terhadap sel
(Sumber: Kimestri, 2015)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa pemberian medan magnet dapat menimbulkan kerusakan protein dalam sel. Protein dalam sel berfungsi sebagai nutrisi sel atau zat gizi organik yang berperan dalam pertumbuhan dan proses metabolisme sel. Terjadinya kerusakan pada protein dalam sel tersebut akan menghambat proses metabolisme sel, sehingga aktivitas pada bakteri pembentuk asam menjadi terganggu (Kimestri, 2015).

Sari (2012) berpendapat bahwa, pemberian medan magnet juga dapat mengakibatkan terjadinya ionisasi beberapa garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} yang terikat pada dinding sel. Ion kalsium berperan penting dalam proses reproduksi, pertumbuhan, dan penyembuhan luka pada sel. Jika kekurangan ion kalsium, maka akan menghambat fungsi-fungsi dalam sel dan menyebabkan kerusakan pada sel. Sari *et al.* (2015) menyatakan bahwa, medan magnet yang dihasilkan dapat mengendalikan dan mengubah laju pergerakan elektron dalam sel secara signifikan sehingga berbagai proses metabolisme dalam sel dapat dipengaruhi.

Sel berinteraksi dengan lingkungan di sekitarnya melalui membran sel. Membran sel memiliki struktur elastik tipis dengan ketebalan sekitar 7,5 – 10 nm. Membran sel ini menyelubungi sel dan berfungsi sebagai pendeteksi dan transduksi signal biokimia eksternal atau signal lainnya ke dalam sitoplasma. Membran sel tersusun atas beberapa komponen, diantaranya yaitu: 55% protein, 25% fosfolipid, 13% kolesterol, 4% lipid lain, dan 3% karbohidrat. Berdasarkan komponen tersebut, dapat diketahui bahwa hampir keseluruhan dari membran sel tersusun atas lapisan lipid ganda dengan banyak sekali protein yang melayang-layang dalam lipid, sangat sulit untuk dilalui oleh cairan ekstraseluler maupun intraseluler, tapi medan magnet mampu menembus karena bersifat tak terhalangi sehingga medan magnet ELF dapat mentransfer energi secara langsung ke dalam membran sel, dan kemungkinan akan mengakibatkan terjadi modifikasi proses *signal transduction membran*. Maka dari itu, membran sel merupakan tempat awal perubahan seluler oleh induksi medan magnet ELF (Shimizu *et al.*, 1995). Berdasarkan hal ini, Yan *et al.* (2010) menyatakan bahwa, pemberian medan magnet ELF dapat mengakibatkan perubahan biologis pada pertumbuhan sel.

Dampak dari osilasi medan magnet terhadap bakteri atau mikroorganisme tersebut dapat dilihat dari perubahan nilai total mikroba awal dan akhir, serta dapat dilihat dari perubahan nilai pH karena terjadi penghambatan pada bakteri pembentuk asam atau bakteri asam laktat (Sudarti, 2016). Ketika bakteri pembentuk asam terhambat, maka produksi asam laktat menurun (Purnomo, 2010). Menurunnya produksi asam laktat ini akan mengakibatkan nilai pH menurun secara lambat (Barbosa dan Canovas, 1998). Berdasarkan hasil

penelitian terdahulu diperoleh informasi tentang pengaruh medan magnet ELF terhadap perubahan pH yaitu pada penelitian Sari (2018), paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap pH daging ayam, yang mana intensitas yang efektif untuk menghambat penurunan pH yaitu $900 \mu T$ selama 60 menit.

Osilasi medan magnet juga mengakibatkan terjadinya ionisasi beberapa garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} yang terikat pada dinding sel (Sari *et al.*, 2012), hal ini akan berdampak pada nilai daya hantar listrik daging sapi. Karena adanya perubahan konsentrasi ion-ion kalsium dan magnesium. Hal ini sesuai dengan penelitian Ngasifudin (1995) tentang Karakterisasi Komponen Zat Kimia Air Hujan, bahwa daya hantar listrik berhubungan dengan konsentrasi tiap komponen zat kimia pada air hujan, perubahan nilai daya hantar listriknya hampir sama dengan perubahan konsentrasi ion-ion natrium, kalium, kalsium dan magnesium.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dibuktikan juga dengan adanya penelitian yang dilakukan oleh Ridawati (2017) bahwa, paparan medan magnet ELF $300 \mu T$ selama 5 menit berpengaruh terhadap nilai pH dan DHL pada susu fermentasi. Semakin besar intensitas medan magnet ELF dan lama paparan yang digunakan, maka nilai rata-rata pH susu fermentasi meningkat dan nilai DHL menurun.

2.3 Daging Sapi

Daging sapi merupakan salah satu bahan pangan hasil peternakan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan zat gizi dan protein, yang mana protein daging tersebut mengandung asam amino yang lengkap (Zulaekah, 2002). Komposisi daging menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981) dalam Soputan (2004) bahwa, dalam 100 gram daging memiliki kandungan 18,8 gram protein dan 14 gram lemak, memiliki kandungan vitamin A dan vitamin B1, serta memiliki kandungan mineral diantaranya yaitu 11 mg kalsium, 170 mg fosfor, dan 2,8 mg zat besi. Kualitas daging sapi yang baik dapat dilihat dari segi warna daging, kenampakan, bau, tingkat elastisitas, dan kadar air atau tingkat kebasahan daging jika dipegang (Astawan, 2008).

2.3.1 Dekomposisi Daging Sapi

Bahan pangan dari hewani (daging) menurut Zhou *et al.* (2008) sangat rentan mengalami kerusakan oleh mikroorganisme pembusuk, karena mempunyai komposisi biologis dan nutrisi yang sangat tinggi. Salah satunya yaitu pada daging sapi yang di dalamnya banyak memiliki kandungan nutrisi seperti protein, karbon, nitrogen, vitamin, dan mineral sehingga bakteri pembusuk sangat cocok untuk tumbuh dan berkembang biak di dalamnya.

Proses dekomposisi (pembusukan) pada daging sapi dapat dilihat dari beberapa aspek diantaranya yaitu: 1) aroma tidak sedap (busuk), 2) adanya lendir, 3) adanya perubahan tekstur, 4) adanya perubahan rasa, 5) adanya perubahan warna (Adam dan Moss, 2008). Perubahan warna pada daging disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas*, karena adanya elaborasi antar pigmen yang terkandung di dalam daging. Sedangkan aroma tidak sedap (busuk) pada daging disebabkan oleh bakteri anaerob dengan cara melalui pemecahan protein, asam amino, dan lemak yang nanti akan menghasilkan suatu senyawa indole, mentilamin, dan H₂S (Lawrie, 2003). Berikut ini adalah beberapa proses pembusukan pada daging sapi:

a) Kontraksi

Jika pemotongan hewan setelah 10 menit masih bergerak, maka daging yang dihasilkan dari hewan tersebut akan berwarna merah tua (lebih gelap) karena terjadi reaksi Hb, dan cenderung lebih keras pada jaringan otot yang mengalami aktifitas berlebih.

b) Rigor Mortis

Setelah 3 jam pemotongan, daging menjadi kaku dan berwarna merah. Prosesnya yaitu, berhentinya aliran darah mengakibatkan pasokan O₂ dalam otot berhenti dan metabolisme glikogen berlangsung secara anaerob, yang menghasilkan asam laktat sehingga terjadi penurunan ATP yang menyebabkan daging jadi busuk karena penurunan kadar aktin dan myosin.

c) Autolisis

Pelayuan pada daging disebabkan oleh enzim dalam tubuh hewan dan terjadi penimbunan asam laktat.

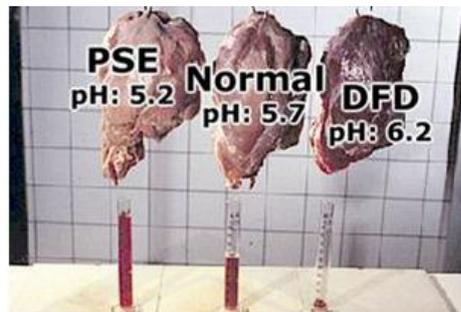
d) Pembersukan

Glikogen yang berubah menjadi asam laktat mengakibatkan pH daging menurun (asam) sekitar 5-4, penurunan pH diiringi dengan proses pelayuan pada daging. Jika pelayuan terus terjadi, maka pH tidak akan menurun (asam) karena proses glikolisis tidak bisa terjadi (inaktif), tetapi pH akan cenderung naik atau meningkat. Peningkatan nilai pH ini disebabkan oleh bakteri yang tahan asam mengalami perkembangan dan menghancurkan daging. Bakteri tahan asam akan mengalami lisis dan digantikan oleh bakteri yang tahan terhadap pH basa dan semakin lama daging akan mengalami pembersukan. Bakteri pembersuk pada daging diantaranya yaitu: *Salmonella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Micrococcus sp.*, *Clostridium weichii*, dan lain sebagainya.

2.3.2 Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik (DHL) pada Daging Sapi

Derajat keasaman (pH) menurut Sutrisno *et al.* (1996) digunakan untuk menyatakan besar intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan dan untuk menyatakan konsentrasi H^+ , yang mana dalam suatu penelitian digunakan akuades untuk melarutkan suatu zat (seperti daging). Sedangkan daya hantar listrik (DHL) merupakan kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan listrik. Besarnya nilai DHL dipengaruhi oleh konsentrasi larutan (konsentrasi molar zat terlarut), daya hantar molar, dan jenis larutan (Ahmad, 2007). Satuan Internasional (SI) konduktivitas adalah Siemens (S), yang mana satuan ini diambil dari nama Ernest Siemens (seorang ilmuwan dan industrialis Jerman pada abad ke-19). Sedangkan daya hantar listrik dinyatakan dalam mS/cm atau μ S/cm (Chalcheedas, 1998).

Nilai pH daging sapi setelah disembelih ialah sekitar 6,7 – 8, dan dalam waktu 25 jam setelah dipotong nilai pH daging sapi menurun hingga 5,6 – 5,8 (Resang, 1982). Setelah proses penyembelihan, pH pada daging sapi mengalami penurunan karena adanya metabolisme anaerobic yang akan menghasilkan asam laktat pada jaringan daging. Penurunan pH pada daging sapi akan terjadi secara bertahap dari pH normal menjadi pH akhir sekitar 3,5 hingga 5,5 (Lonergan *et al.*, 2010). Perubahan nilai pH ini akan mengakibatkan berubahnya warna daging, jika pH menurun maka warna daging akan jadi lebih pucat seperti gambar berikut:



Gambar 2.2 Perubahan warna daging karena perubahan pH
(Sumber: Lonergan *et al.*, 2010)

Derajat keasaman (pH) normal pada daging sapi menurut Soeparno (2009) yaitu 5,4. Bakteri asam laktat / bakteri tahan asam lainnya mampu tumbuh pada pH daging normal tersebut. Saat pH daging 7,0 maka bakteri pada daging dapat mengkontaminasi daging dan memicu terjadinya proses pembusukan lebih cepat.

Aroma tidak sedap (busuk) pada daging disebabkan oleh bakteri anaerob dengan cara melalui pemecahan protein, asam amino, dan lemak yang nanti akan menghasilkan suatu senyawa indole, metilamin, dan H_2S (Lawrie, 2003). Terjadinya pemecahan protein, asam amino, dan lemak yang menghasilkan senyawa indole, metilamin, dan H_2S ini juga akan mempengaruhi nilai pH dan daya hantar listrik pada daging sapi. Karena senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa elektrolit. Nilai daya hantar listrik bergantung pada konsentrasi larutan dan jenis larutan/senyawa elektrolit yang terbentuk. Berdasarkan derajat disosiasi, elektrolit dibagi menjadi 2 yaitu: elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Elektrolit kuat memiliki konsentrasi larutan (H^+ , OH^- , dan lainnya) yang tinggi seperti garam-garam alkali, asam kuat, dan basa kuat akan memiliki daya hantar listrik yang tinggi juga. Sedangkan elektrolit lemah memiliki konsentrasi larutan (H^+ , OH^- , dan lainnya) yang rendah seperti sebagian kecil garam-garam, asam lemah, dan basa lemah, maka akan memiliki daya hantar listrik yang rendah (Supriyana, 2004). Sedangkan nilai pH dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen (H^+) dari suatu larutan/senyawa yang terbentuk. Jika ion hidrogen (H^+) semakin besar, maka nilai pH jadi rendah (tingkat keasamannya tinggi). Sebaliknya jika konsentrasi H^+ semakin kecil, maka nilai pH jadi tinggi (tingkat keasamannya rendah) (Purnomo, 2010).

2.4 Hubungan pH dan Daya Hantar Listrik

Purnomo (2010) menjelaskan bahwa, konsentrasi ion hidrogen (H^+) dari suatu larutan berbanding terbalik dengan nilai pH nya. Jika larutan elektrolit memiliki konsentrasi ion hidrogen (H^+) semakin besar, maka nilai pH jadi rendah (tingkat keasamannya tinggi). Sebaliknya jika larutan elektrolit memiliki konsentrasi H^+ semakin sedikit, maka nilai pH jadi tinggi (tingkat keasamannya rendah). Berikut ini persamaan pH jika ditinjau dari persamaan matematis:

$$pH = -\log [H^+] \quad (2.1)$$

$$pOH = -\log [OH^-] \quad (2.2)$$

$$pH + pOH = pKw = 14 \quad (2.3)$$

Nilai pH suatu larutan merupakan perbandingan antara konsentrasi ion hidrogen H^+ dengan konsentrasi ion hidroksil OH^- . Jika konsentrasi $H^+ > OH^-$ maka larutan bersifat asam (nilai pH < 7). Jika konsentrasi $H^+ < OH^-$ maka larutan bersifat basa (nilai pH > 7). Jika konsentrasi $H^+ = OH^-$ maka larutan bersifat netral dengan nilai pH = 7 (Sinko, 2012:208).

Penghantar listrik ada 2 macam yaitu, penghantar elektronik dan penghantar elektrolitik atau elektrolit. Penghantar elektronik merupakan hantaran yang terjadi karena Bergeraknya elektron jika diberi potensial, contohnya pada logam dan padatan garam tertentu (seperti CdS). Sedangkan penghantar elektrolit merupakan hantaran yang terjadi karena Bergeraknya ion, contohnya lelehan garam dan larutan elektrolit dalam air (Ahmad, 2001:73).

Ahmad (2007) menyatakan bahwa, daya hantar listrik (k) merupakan ukuran seberapa kuat suatu larutan dapat menghantarkan arus listrik. Hantaran listrik atau konduktivitas (G) merupakan kebalikan dari hambatan listrik ($\frac{1}{R}$) dengan satuan 1/ohm atau Sigmen (S), sedangkan daya hantar listrik (k) merupakan kebalikan dari resistivitas atau tahanan jenis ($\frac{1}{\rho}$) dengan satuan 1/ohm.meter atau Sigmen/meter (S/m).

Dimana:

$$R = \rho L/A \quad (2.4)$$

Dengan:

R = Hambatan listrik (ohm)

ρ = Tahanan spesifik atau resistivitas (ohm.cm atau ohm.m)

L = Panjang (cm atau m)

A = Luas penampang lintang (cm² atau m²)

Berdasarkan persamaan di atas, maka menurut Ahmad (2007), daya hantar listrik:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho L/A} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{A}{L} \quad (2.5)$$

$$\frac{1}{R} = k \cdot \frac{A}{L} \quad (2.6)$$

$$k = \frac{1}{R} \cdot \frac{L}{A} \quad (2.7)$$

Ahmad (2007) juga menjelaskan bahwa, besarnya daya hantar listrik (k) dipengaruhi oleh konsentrasi larutan/cairan elektrolit, sedangkan konduktivitas tidak bisa digunakan sebagai ukuran suatu larutan. Ukuran yang lebih spesifik yaitu konduktivitas molar (Δm) yang merupakan konduktivitas suatu larutan jika konsentrasi larutan sebesar 1 molar, berikut ini persamaannya:

$$\Delta m = k/C \quad (2.8)$$

$$k = \Delta m \cdot C \quad (2.9)$$

Dengan:

k = Daya hantar listrik (1/ohm.meter atau Sigmen/meter, S/m atau S/cm)

C = Konsentrasi larutan seperti H^+ , OH^- , dan garam (mol/cm³ atau mol/m³)

Δm = Hantaran molar (Scm²/mol atau S.m²/mol atau Ω^{-1} m²/mol)

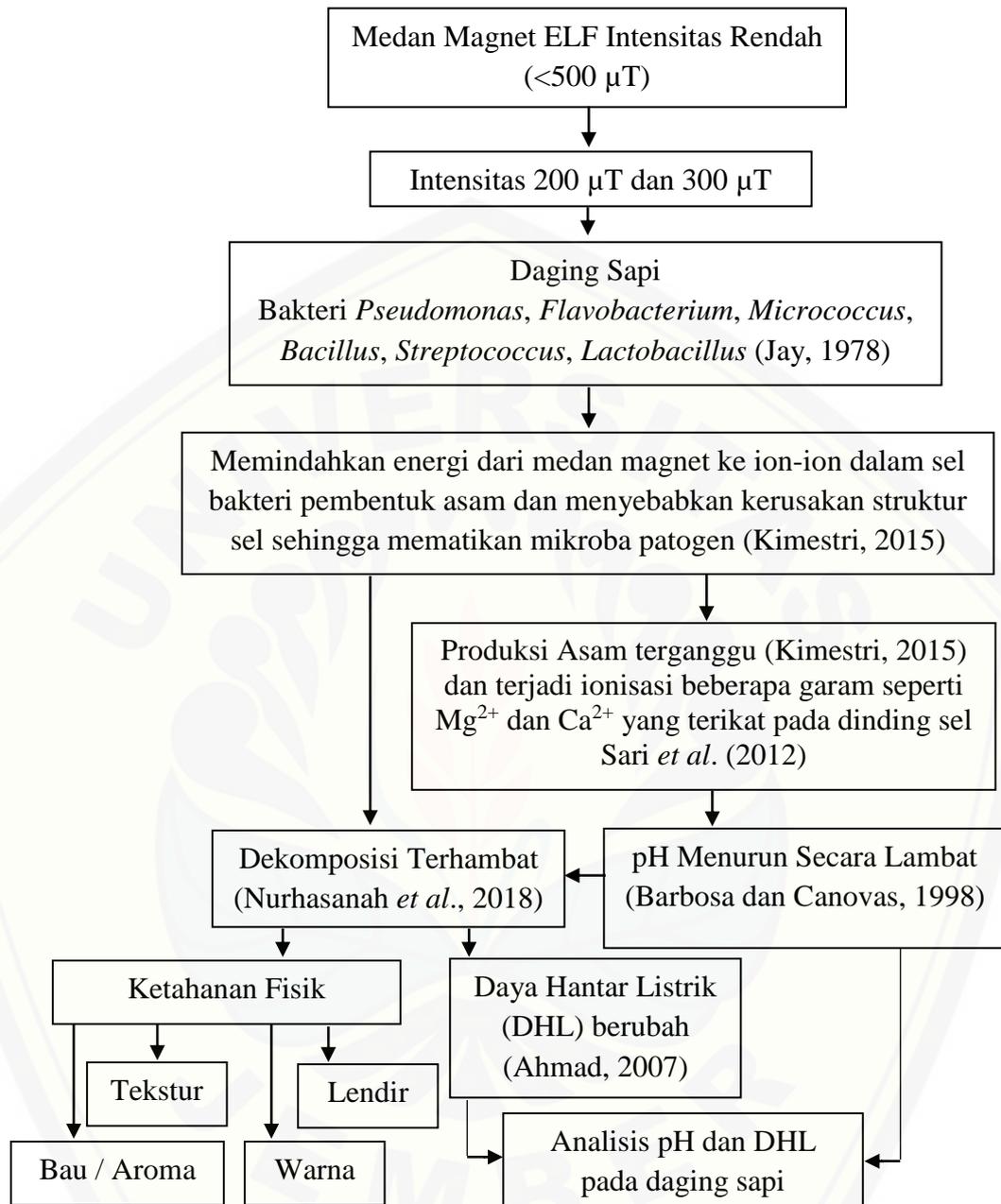
Berdasarkan penjelasan Supriyana (2004), daya hantar listrik dipengaruhi oleh jenis larutan dan konsentrasi larutannya (H^+ , OH^- dan garam). Berdasarkan daya hantarnya, senyawa ada 2 macam yaitu elektrolit dan non-elektrolit. Elektrolit merupakan zat yang di dalam larutannya akan terdisosiasi (terurai) menjadi ion-ion yang mengakibatkan zat tersebut dapat menghantarkan listrik. Berdasarkan kesetimbangan peruraiannya (derajat disosiasi), elektrolit dibagi menjadi 2 yaitu: elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Elektrolit kuat merupakan zat yang dalam larutannya terurai sempurna (sebagian besar menjadi ion-ion), dan sangat mudah terionisasi dalam larutan (derajat ionisasi 1 atau mendekati 1),

misalnya garam-garam alkali, asam kuat, dan basa kuat. Elektrolit lemah merupakan zat yang sangat sukar terionisasi dalam larutan (derajat ionisasi mendekati 0) sehingga zat dalam larutannya hanya sebagian kecil terurai menjadi ion-ion, misalnya sebagian kecil garam-garam, asam lemah, dan basa lemah.

Berdasarkan penjelasan Purnomo (2010), Supriyana (2004), dan Ahmad (2007) pada persamaan 2.9 di atas dapat diketahui bahwa jika konsentrasi H^+ semakin besar (dalam kondisi asam kuat) maka nilai pH akan semakin kecil dan daya hantar listriknya akan semakin besar. Jika konsentrasi OH^- semakin besar (dalam kondisi basa kuat) maka nilai pH juga akan semakin besar dan daya hantar listriknya juga akan semakin besar. Jika konsentrasi garamnya tinggi seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} , maka nilai daya hantar listriknya juga tinggi.

2.5 Kerangka Konseptual

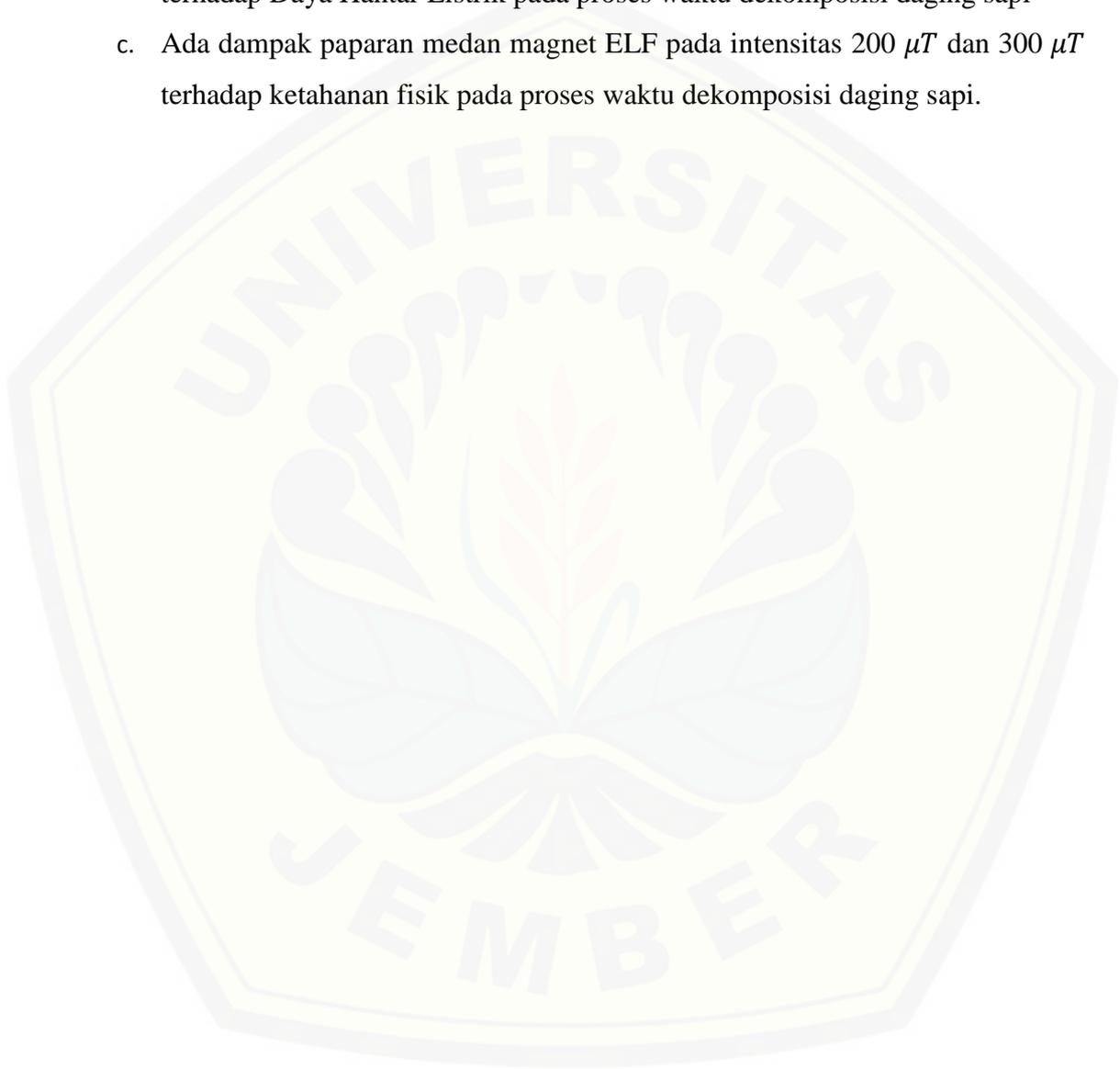
Paparan medan magnet ELF dengan intensitas rendah ($<500 \mu T$) yaitu sebesar $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ akan mempengaruhi bakteri pada daging sapi yaitu: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Lactobacillus* (Jay, 1978). Caranya yaitu memindahkan energi dari medan magnet ke ion-ion dalam sel bakteri pembentuk asam dan menyebabkan kerusakan struktur sel sehingga mematikan mikroba patogen (Kimestri, 2015). Maka, produksi asam menjadi terganggu (Kimestri, 2015) dan terjadi ionisasi beberapa garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} yang terikat pada dinding sel (Sari *et al.*, 2012). Dengan demikian, akan mengakibatkan pH menurun secara lambat (Barbosa dan Canovas, 1998), dan menurut Nurhasanah *et al.* (2018) akan menghambat proses dekomposisi (pembusukan). Ketika dekomposisi terhambat maka akan mempengaruhi ketahanan fisik daging sapi (berupa bau, tekstur, warna, dan lendir), dan menurut Ahmad (2007) akan menyebabkan DHL berubah. Setelah itu, nilai pH dan DHL dianalisis. Berikut ini adalah gambaran mekanisme paparan medan magnet ELF pada proses pengawetan daging sapi.



Gambar 2.3 Kerangka konseptual paparan medan magnet ELF pada daging sapi

2.6 Hipotesis Penelitian

- a. Ada dampak paparan medan magnet ELF pada intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap derajat keasaman (pH) pada proses waktu dekomposisi daging sapi.
- b. Ada dampak paparan medan magnet ELF pada intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap Daya Hantar Listrik pada proses waktu dekomposisi daging sapi
- c. Ada dampak paparan medan magnet ELF pada intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap ketahanan fisik pada proses waktu dekomposisi daging sapi.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2020 di beberapa tempat, antara lain sebagai berikut:

- a. Penelitian untuk pemaparan medan magnet terhadap daging sapi dilakukan di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.
- b. Pengamatan kualitas fisik daging sapi, serta pengukuran nilai pH dan Daya Hantar Listrik pada daging sapi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

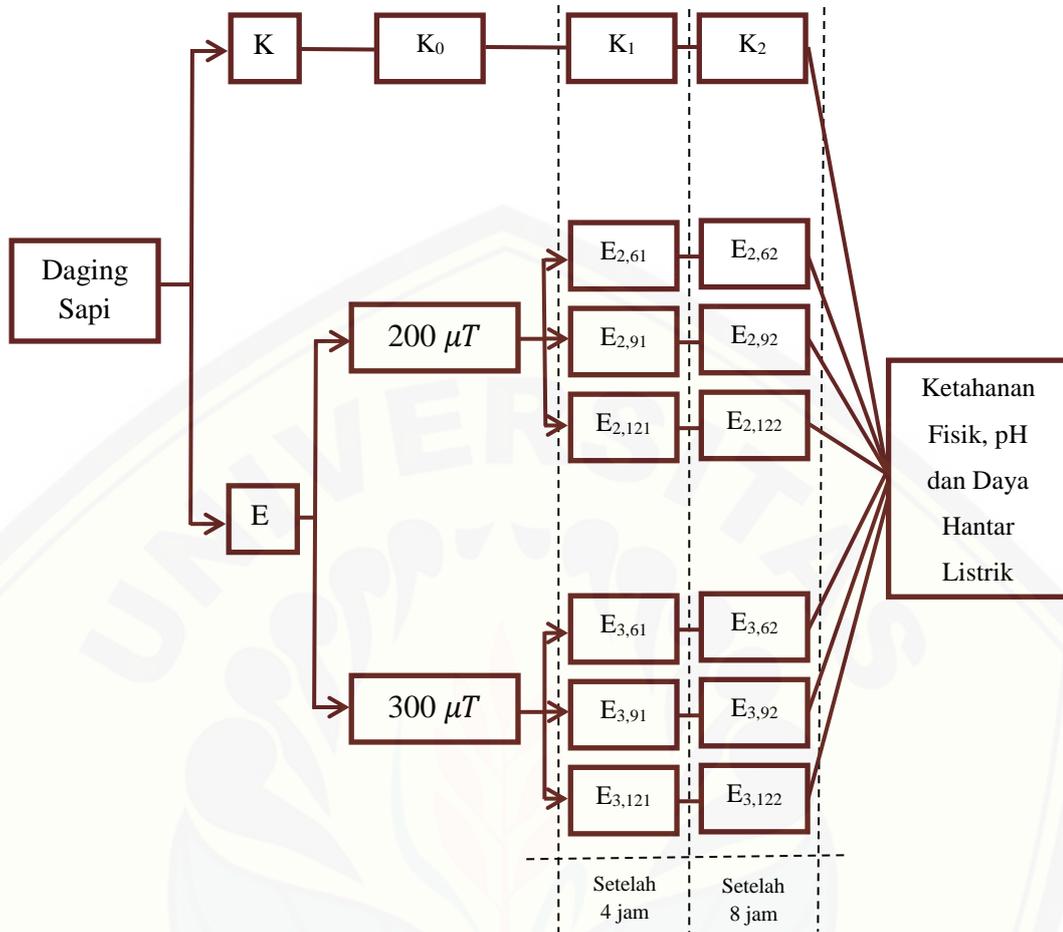
3.2 Jenis dan Desain Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang saya gunakan adalah penelitian true eksperimen yaitu membandingkan kelompok eksperimen atau kelompok yang diberi perlakuan berupa paparan medan magnet ELF (variabel bebas) dengan kelompok kontrol atau kelompok yang tidak diberi perlakuan (variabel kontrol).

3.2.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *randomized subjects post test only control group design* atau Rancang Acak Lengkap (RAL). Rancang acak lengkap ini digunakan jika ingin mengkaji tentang pengaruh beberapa perlakuan dengan beberapa ulangan untuk beberapa percobaan. Dalam penelitian ini ada kelompok eksperimen sebagai kelompok yang dipapar medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ selama 60 menit, 90 menit, dan 120 menit dan intensitas $300 \mu T$ selama 60 menit, 90 menit, dan 120 menit, kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak dipapar medan magnet ELF (lihat gambar 3.1).



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan:

- K₀ : sampel kelompok kontrol sebelum paparan
- K₁₋₃ : sampel kelompok kontrol tanpa paparan medan magnet ELF
- E_{2,61-2,62} : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 200 μT dengan lama paparan 60 menit pada saat jam ke-4 dan 8 setelah paparan medan magnet ELF
- E_{2,91-2,92} : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 200 μT dengan lama paparan 90 menit pada saat jam ke-4 dan 8 setelah paparan medan magnet ELF
- E_{2,121-2,122} : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 200 μT dengan lama paparan 120 menit pada saat jam ke-4 dan 8 setelah paparan medan magnet ELF

- E_{3.61-3.62} : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 300 μ T dengan lama paparan 60 menit pada saat jam ke-4 dan 8 setelah pemaparan medan magnet ELF
- E_{3.91-3.92} : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 300 μ T dengan lama paparan 90 menit pada saat jam ke-4 dan 8 setelah pemaparan medan magnet ELF
- E_{3.121-3.122} : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 300 μ T dengan lama paparan 120 menit pada saat jam ke-4 dan 8 setelah pemaparan medan magnet ELF

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

Variabel bebas merupakan variabel yang berpengaruh terhadap variabel terikat.

- 1) Paparan medan magnet ELF untuk kelompok eksperimen menggunakan intensitas medan magnet 200 μ T dan 300 μ T
- 2) Lama paparan medan magnet ELF yang diberikan yaitu sebanyak 2 kali dengan durasi 60 menit, 90 menit dan 120 menit

- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas.

- 1) Ketahanan fisik daging sapi
- 2) Derajat keasaman (pH) Daging Sapi
- 3) Daya Hantar Listrik (DHL) Daging Sapi

3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Definis operasional variabel merupakan uraian yang membatasi setiap istilah yang digunakan dalam penelitian terhadap indikator-indikator yang membentuknya. Hal ini diperlukan untuk menghindari suatu kesalahan dalam penafsiran beberapa variabel dalam penelitian. Berikut adalah beberapa definisi operasional variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan suatu spektrum gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi kurang dari 300 Hz. Penelitian ini lebih condong pada efek atau pengaruh yang disebabkan oleh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Pada penelitian ini digunakan perlakuan medan magnet ELF sebagai berikut:

- 1) Mekanisme pengaturan kerja alat ini yaitu menggunakan input sumber tegangan PLN 220 V, kuat arus 5 Ampere, dan memiliki frekuensi 50 Hz.
- 2) Intensitas medan magnet ELF (densitas atau kerapatan fluks magnetik). Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang digunakan yaitu 200 μT dan 300 μT . Penggunaan intensitas 200 μT dan 300 μT dijadikan sebagai perbandingan hasil dari proses dekomposisi daging sapi dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (dapat dilihat di bab 2 tentang daging ayam),.
- 3) Lama paparan medan magnet ELF pada intensitas 200 μT dan 300 μT yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.

b. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan satuan ukur yang menjelaskan tentang tingkat keasaman atau kebasahan pada daging sapi, yang mana dalam pengukurannya ini maka daging sapi harus diubah menjadi larutan terlebih dahulu. Unit pH yang diukur yaitu pada skala 0-14. Dalam penelitian ini, pH pada daging sapi merupakan variabel terikat. Pengukuran pH pada daging sapi menggunakan pH meter yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Jember.

c. Daya Hantar Listrik (DHL)

Nilai daya hantar listrik (DHL) merupakan nilai yang menyatakan tentang kemampuan daging sapi dalam menghantarkan arus listrik dan nilai itu tergantung pada umur simpan daging sapi. Pengukuran daya hantar listrik pada daging sapi menggunakan TDS and Electro Conductivity (EC) meter yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Jember.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat-Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu:

- a. Sumber ELF magnetic fields berupa CT (*Current Transformer*)

Current Transformer (CT) merupakan suatu alat penghasil medan magnet ELF dengan sumber arus AC pada frekuensi 50 Hz dari PLN. Alat ini terdiri atas beberapa komponen yaitu, transformator tegangan; 3 buah transformator arus yang masing-masing 100/5 A, 300/5 A, dan 600/5 A; pengatur tegangan (*Voltage Regulator*); Amperemeter; dan batang konduktor dari tembaga dengan diameter masing-masing 3 cm.

Alat ini dirancang oleh Tim Teknisi dari ITS. Berikut ini adalah cara kerja alat *Current Transformer* (CT), diantaranya yaitu:

- 1) Tegangan satu fasa dari PLN 220 Volt dengan frekuensi 50 Hz masuk ke pengatur tegangan (*voltage regulator*).
- 2) Kemudian keluaran dari *voltage regulator* ini masuk ke transformator tegangan sebagai sisi primer transformator tersebut.
- 3) Output/keluaran dari transformator (sisi sekunder) menghasilkan tegangan lebih rendah, namun arus listriknya menjadi lebih tinggi.
- 4) Konduktor tembaga dihubungkan dengan output transformator, sehingga dapat menghasilkan paparan medan magnet lebih dominan daripada medan listrik di daerah sekitarnya.

Berikut ini merupakan gambar alat penghasil medan magnet ELF, yaitu:



Gambar 3.2 *ELF electromagnetics Field source*
(Sumber: dokumen pribadi)

b. Electromagnetic Field *Tester* (EMF *Tester*)

EMF *Tester* berfungsi sebagai alat pengukur besar medan magnet yang dihasilkan dari alat *Current Transformer* (CT) dan sebagai kalibrasi besarnya medan magnet yang akan digunakan dalam penelitian. Berikut merupakan gambar alat EMF tester (*Electromagnetics Field Tester*) Tipe Lutron EMF-827 dengan range 20/200/2.000 Mikro Tesla dan 200/2.000/20.000 Mili-Gauss



Gambar 3.3 EMF-827
(Sumber: dokumen pribadi)

c. Neraca Digital

Neraca digital digunakan untuk menimbang massa daging sapi untuk masing-masing sampel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

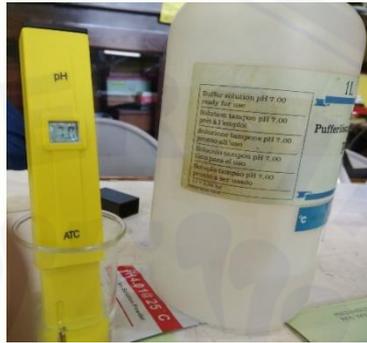


Gambar 3.4 Neraca Digital
(Sumber: dokumen pribadi)

d. Alat-alat untuk mempersiapkan dan membungkus daging sapi, yaitu: sterofom, plastik, pisau, cling wrap, tisu, stiker kertas label, dan aluminum foil.

e. pH meter

pH meter merupakan suatu alat digital yang digunakan sebagai pengukur nilai pH suatu bahan (daging sapi). Cara menggunakannya yaitu dengan memasukkan *probe* sensor kedalam daging sapi (berupa larutan) yang akan diuji, dan nilai derajat keasaman (pH) dapat dibaca langsung pada alat. Sebelum penggunaan, alat ini dikalibrasi dengan buffer 7,0 seperti berikut.



Gambar 3.5 Kalibrasi pH Meter
(Sumber: dokumen pribadi)

f. TDS & Electro Conductivity (EC) meter

Alat ini berfungsi sebagai alat ukur nilai daya hantar listrik pada daging sapi.



Gambar 3.6 TDS & EC Meter
(Sumber: dokumen pribadi)

3.4.2 Bahan-Bahan

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

- Daging sapi sebanyak 0,9 kg (masing-masing sampel terdiri atas $\frac{1}{5}$ ons atau 20 gram daging sapi)
- Akuades steril sebanyak 2 L

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Penentuan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging sapi yang berkualitas bagus, yang mana daging sapi tersebut diperoleh dari pedagang sapi segar yang baru disembelih beberapa jam sebelumnya. Ada 0,9 kg daging sapi yang telah dipotong-potong menjadi 45 sampel, yang mana masing-masing sampel tersebut bermassa $\frac{1}{5}$ ons (20 gram atau 0,02 kg).

Dalam penentuan sampel untuk kelompok kontrol dan eksperimen dilakukan secara acak (random). Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 45 sampel daging sapi yang masih segar, masing-masing sampel berisi $\frac{1}{5}$ ons (20 gram atau 0,02 kg). Sampel-sampel tersebut akan dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen ada dua perlakuan yaitu diberi paparan medan magnet ELF dengan intensitas 200 μT dan 300 μT selama 60, 90, dan 120 menit, sedangkan kelompok kontrol dipaparkan secara alamiah yaitu di tempat terbuka tanpa sinar matahari.

3.5.2 Sterilisasi

Mensterilkan sampel daging sapi dari kontaminasi air, udara dan sinar matahari dengan cara di kemas (tiap 20 gram) ke dalam plastik, agar tertutup rapat dan bakteri di luar permukaan tidak terus berkembang pada daging sapi. Setelah itu, daging sapi diberi perlakuan sesuai dengan pembagian sampel yang telah ditentukan.

3.5.3 Perlakuan

Teknik perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pada kelompok eksperimen dengan menggunakan alat penghasil medan magnet (*Electromagnetics Field Source*). Pada tahap perlakuan ini, kelompok eksperimen akan di papar medan magnet dengan intensitas 200 μT dan 300 μT selama 2x60 menit, 2x90 menit, dan 2x120 menit.

Tahap-tahap yang dilakukan pada kelompok eksperimen, yaitu sebagai berikut:

- a. Penggunaan tegangan input PLN sebesar 220 volt dan frekuensi 50 Hz
- b. Intensitas medan magnet ELF yang digunakan adalah $200 \mu T$ dan $300 \mu T$
- c. Waktu atau lama paparan medan magnet ELF yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.
- d. Untuk pemberian paparan dilakukan sebanyak 2 kali

Adapun cara penggunaan alat *Electromagnetics Field Source* adalah sebagai berikut:

- a. Menyalakan MCB 2P 50 A yang ada di dalam panel. Jika tegangan telah terhubung, maka pilot lampu akan menyala hijau.
- b. Memastikan tegangan pada output *slite voltage regulator* dalam keadaan nol, dengan cara memutar knob putar berlawanan arah jarum jam (ke kiri) sampai knob putar tersebut tidak bisa diputar lagi.
- c. Menekan push botton (tombol warna merah) untuk menyalakan regulator arus. Jika knob putar belum diputar sampai keadaan nol, maka kontraktor tersebut tidak akan menyala dan peralatan belum bisa digunakan.
- d. Memutar knob putar searah jarum jam (ke kanan) hingga diperoleh intensitas medan magnet yang diinginkan / telah ditetapkan pada penelitian yang akan dilakukan dengan dibantu alat EMF tester untuk mendeteksi besar intensitas yang dihasilkan.
- e. Menekan push botton (tombol warna hijau) untuk mematikan regulator arus.

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan alat EMF tester untuk mengukur intensitas medan magnet. Berikut ini adalah cara pengoperasian EMF-827, yaitu:

- a. Memposisikan “*off range switch*” pada range yang sesuai. Dimulai dari range yang paling tinggi dan menunggu hingga nilai terukur stabil, lalu mengganti ke range yang diinginkan. Karena EM merupakan interferensi dari lingkungan, maka layar akan menunjukkan nilai terkecil sebelum pengukuran misalnya hingga mencapai $0,05 \mu T$. Hal ini bukanlah malfungsi alat.
- b. Memegang *probe* sensor, dan mendekatkan kepala sensor ke objek yang diukur hingga tersentuh secara fisis, dan memperhatikan besar perubahan intensitas medan yang muncul di layar ketika *probe* didekatkan ke objek.

- c. Memposisikan kepala sensor di setiap sudut yang berbeda terhadap objek yang akan diukur, dan melihat pada layar berapa hasil pengukurannya.
- d. Mencatat hasil pengukuran yang muncul pada layar. Jika selama pengukuran objek itu mati, maka seharusnya hasil pengukuran itu mendekati nol, jika tidak maka berarti ada sumber EM lain yang terdeteksi.
- e. Alat ukur ini didesain untuk membaca hasil pengukuran dalam satuan μT , tapi alat ukur ini juga bisa membaca hasil pengukuran dalam satuan mG dengan cara mengalikan hasil pengukuran dengan angka 10.

3.5.4 Penyiapan Pengukuran

Pada tahap ini dilakukan pengujian kualitas fisik, pH, dan daya hantar listrik pada seluruh sampel dengan uraian sebagai berikut:

a. Pengujian Ketahanan Kualitas Fisik

Ketahanan kualitas fisik daging sapi dapat dilihat dari bau, warna, tekstru, dan lendir.



Gambar 3.7 Pengukuran ketahanan kualitas fisik daging sapi
(Sumber: dokumen pribadi)

b. Pengukuran pH dan Daya Hantar Listrik

Pada pengukuran pH daging sapi dilakukan secara langsung menggunakan pH meter. Berikut adalah prosedur pengukuran pH pada daging sapi:

- 1) Menyiapkan sampel daging sapi (2 gram tiap sampel) yang sudah ditentukan jumlahnya dan menyiapkan peralatan yang diperlukan.
- 2) Mengkalibrasi alat pH meter dengan menggunakan larutan buffer pH 7.
- 3) Menuangkan 20 ml Aquades ke dalam *beaker glass*.
- 4) Mencampur daging sapi 2 gram/sampel ke 20 ml Aquades pada *beaker glass*.
- 5) Mengaduk-aduk daging sapi dan aquades hingga tercampur merata.

- 6) Mencilupkan pH meter pada larutan aquades + daging sapi tersebut.
- 7) Mencatat hasil pengukuran pH pada tabel pengamatan.
- 8) Memindah pH meter ke larutan aquades tanpa campuran untuk mencuci alat.
- 9) Mencilupkan TDS & EC meter pada larutan aquades + daging sapi tersebut.
- 10) Mencatat hasil pengukuran daya hantar listrik pada tabel pengamatan.
- 11) Memindahkan TDS & EC meter ke larutan aquades tanpa campuran.



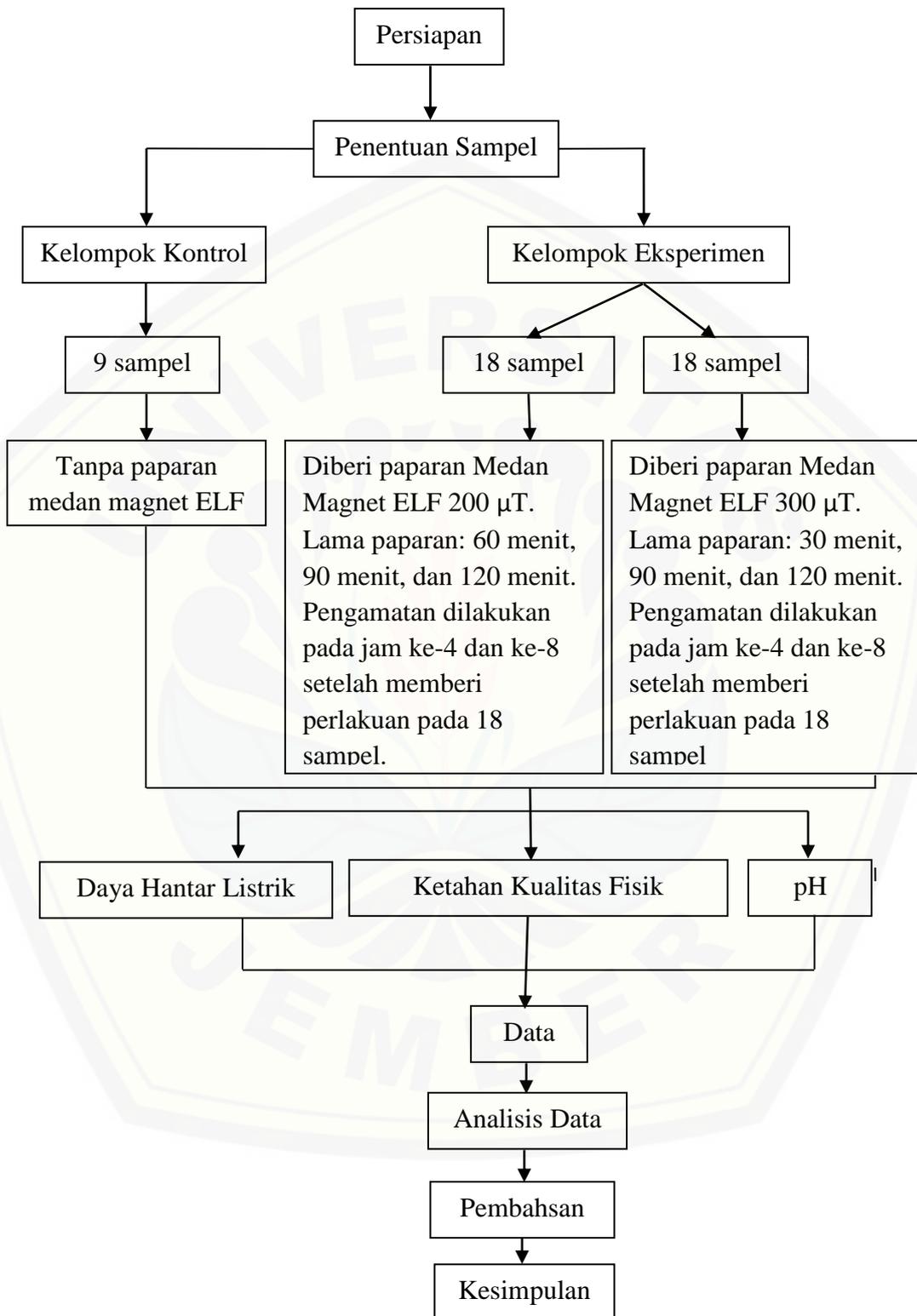
Gambar 3.8 Pengukuran dengan pH meter dan TDS & EC meter
(Sumber: dokumen pribadi)

3.5.5 Alur Penelitian

Berikut ini langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan, yaitu:

- a. Menyiapkan daging sapi segar, dikemas tiap sampel 20 gram dalam plastik untuk mensterilkan daging sapi dari kontaminasi air, udara & sinar matahari.
- b. Membagi sampel daging sapi menjadi dua kelompok, yaitu: 9 sampel kelompok kontrol dan 36 sampel kelompok eksperimen.
- c. Memberi perlakuan pada kelompok eksperimen berupa paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ selama 2×60 menit, 2×90 menit, dan 2×120 menit sesuai dengan pembagian sampel yang telah ditentukan.
- d. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan daya hantar listrik daging sapi pada jam ke-0 atau sebelum pemaparan
- e. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan daya hantar listrik daging sapi pada jam ke-4 setelah proses pemaparan medan magnet ELF.
- f. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan daya hantar listrik daging sapi pada jam ke-8 setelah proses pemaparan medan magnet ELF.
- g. Membahas analisa data dan hasil analisa data
- h. Menarik kesimpulan hasil penelitian

Berikut adalah bagan prosedur penelitian yang disajikan pada gambar 3.9 berikut:



Gambar 3.9 Bagan prosedur penelitian

3.6 Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

Metode dan instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu eksperimen laboratorium. Hasil pengumpulan data dapat ditulis di tabel berikut:

a. Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran pH Daging Sapi

Pengamatan	pH		Rata-Rata					
Sebelum Pemaparan (Jam ke-0)	_____	_____	_____	_____				
	_____	_____	_____	_____				
	_____	_____	_____	_____				
	_____	_____	_____	_____				
	_____	_____	_____	_____				
	_____	_____	_____	_____				
Pengamatan	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen				
	pH	Rata-Rata	Paparan 200 μ T	pH	Rata-Rata	Paparan 300 μ T	pH	Rata-Rata
Jam ke-4	_____	_____	60'	_____	_____	60'	_____	_____
	_____	_____		_____	_____		_____	_____
	_____	_____		_____	_____		_____	_____
	_____	_____	90'	_____	_____	90'	_____	_____
	_____	_____		_____	_____		_____	_____
	_____	_____		_____	_____		_____	_____
_____	_____	120'	_____	_____	120'	_____	_____	
_____	_____		_____	_____		_____	_____	
_____	_____		_____	_____		_____	_____	

b. Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran Daya Hantar Listrik Daging Sapi

Pengamatan	DHL $\mu\text{S/cm}$		Rata-Rata						
Sebelum Pemaparan (Jam ke-0)									
Pengamatan	Kelompok Kontrol		Kelompok Eksperimen						
	DHL $\mu\text{S/cm}$	Rata-Rata	Paparan $200 \mu\text{T}$	DHL $\mu\text{S/cm}$	Rata-Rata	Paparan $300 \mu\text{T}$	DHL $\mu\text{S/cm}$	Rata-Rata	
Jam ke-4			60'			60'			
			90'			90'			
		120'			120'				

c. Tabel 3.3 Data Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Daging Sapi

Kelompok	Pengamatan	Aroma	Tekstur	Warna	Lendir
Sebelum Pemaparan (Jam ke-0)	Jam ke-0	_____	_____	_____	_____
	Jam ke-4 (13.00)	_____	_____	_____	_____
	Jam ke-8 (17.00)	_____	_____	_____	_____
Kontrol	60'	Jam ke-4 (15.00)	_____	_____	_____
		Jam ke-8 (19.00)	_____	_____	_____
	90'	Jam ke-4 (15.00)	_____	_____	_____
		Jam ke-8 (19.00)	_____	_____	_____
	120'	Jam ke-4 (15.00)	_____	_____	_____
		Jam ke-8 (19.00)	_____	_____	_____
Eks perimen	60'	Jam ke-4 (13.00)	_____	_____	_____
		Jam ke-8 (17.00)	_____	_____	_____
	90'	Jam ke-4 (13.00)	_____	_____	_____
		Jam ke-8 (17.00)	_____	_____	_____
	120'	Jam ke-4 (13.00)	_____	_____	_____
		Jam ke-8 (17.00)	_____	_____	_____

1) Keterangan Skor Kualitas Fisik Aroma / Bau:

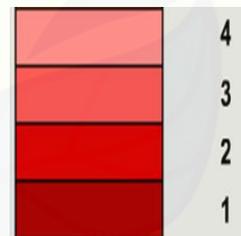
- 1 : Sangat tidak bau busuk
- 2 : Tidak bau busuk
- 3 : Agak bau busuk
- 4 : Bau busuk
- 5 : Sangat bau busuk

2) Keterangan Skor Kualitas Fisik Tekstur:

- 1 : Sangat Lembek
- 2 : Lembek
- 3 : agak lembek
- 4 : kenyal
- 5 : Sangat kenyal

3) Keterangan Skor Kualitas Fisik Warna:

- 1 : Merah agak tua
- 2 : Merah
- 3 : Merah lebih muda
- 4 : Merah sangat muda

**4) Keterangan Skor Kualitas Fisik Lendir:**

- 1 : Sangat tidak berlendir dan berair
- 2 : Tidak berlendir dan berair
- 3 : Sedikit berlendir dan berair
- 4 : Berlendir dan berair
- 5 : Sangat berlendir dan berair

3.7 Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pH dan Daya Hantar Listrik pada Proses Dekomposisi Daging Sapi adalah menggunakan analisis statistik deskriptif. Analisis deskriptif ini hanya menguraikan atau memberikan keterangan-keterangan mengenai suatu keadaan.

Setelah mendapatkan data hasil pengamatan, selanjutnya dilakukan proses pembuatan grafik. Grafik tersebut merupakan grafik variabel bebas (medan magnet ELF) terhadap variabel terikat (pH, daya hantar listrik, dan kualitas fisik). Sumbu x pada grafik menyatakan variabel bebas dan sumbu y menyatakan variabel terikat. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan SPSS 23. Sebelum melakukan analisis parametrik dilakukan uji normalitas menggunakan *Kolmogorov Smirnov*. Jika memenuhi syarat normalitas dan homogenitas, signifikan atau tidaknya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dapat diuji menggunakan analisis statistik *one way* Anova dengan metode *Least Significance Different* (LSD) taraf signifikansi 5%. Jika data hasil penelitian tidak memenuhi syarat normal, maka sebaiknya menggunakan uji *Independen sampel t test* – uji *Mann whitney*, kemudian dilanjutkan dengan uji *Kruskal-Wallis* sebagai pengganti uji *one way* Anova (Hasan, 2004:179-180).

Jika data hasil penelitian ini berdistribusi normal, maka hipotesis yang digunakan pada uji statistik yaitu hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a). Dalam penelitian, H_0 menunjukkan adanya hipotesis bahwa variasi variabel bebas tidak mempengaruhi variabel terikat secara signifikan. Sedangkan H_a menunjukkan adanya hipotesis bahwa variasi variabel bebas mempengaruhi variabel terikat secara signifikan. H_0 ditolak jika nilai dari uji *one way* ANOVA dengan metode *Least Significance Different* (LSD) menunjukkan nilai sig < 0,05. Hal ini menunjukkan diterimanya hipotesis alternatif (H_a). Sedangkan, jika nilai dari uji *one way* ANOVA dengan metode LSD menunjukkan nilai sig > 0,05, maka H_0 diterima dan H_a ditolak (Sarwono, 2017: 235-255). Grafik dan hasil uji statistik itu kemudian dianalisis untuk menghasilkan suatu kesimpulan.

Jika data hasil penelitian tidak memenuhi syarat normal, maka sebaiknya menggunakan uji *Independen sampel t test* – uji *Mann whitney*, kemudian dilanjutkan dengan uji *Kurskal-Wallis* sebagai pengganti uji *one way Anova*.

Uji *Independen sampel t test* – uji *Mann whitney* digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata (*means*) data dua sampel yang tidak berpasangan. Hipotesis yang digunakan pada uji statistik ini yaitu hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a), yaitu sebagai berikut:

H_0 : tidak ada perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen Y secara signifikan

H_a : ada perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen Y secara signifikan

H_0 ditolak jika nilai dari uji *Independen sampel t test* – *Mann whitney* menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* < 0,05. Hal ini menunjukkan diterimanya hipotesis alternatif (H_a). Sedangkan, jika nilai dari uji *Independen sampel t test* – *Mann whitney* menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* > 0,05, maka H_0 diterima dan H_a ditolak (Santoso, 2014).

Setelah itu, dilanjutkan dengan uji *Kurskal-Wallis* untuk mengetahui adanya tidaknya perbedaan antara beberapa sampel yang tidak berpasangan. Hipotesis yang digunakan pada uji statistik ini yaitu hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a), yaitu sebagai berikut:

H_0 : tidak ada perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 60'), (E200 μ T, 90'), (E200 μ T, 120'), (E300 μ T, 60'), (E300 μ T, 90'), dan (E300 μ T, 120') secara signifikan

H_a : ada perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E200 μ T, 60'), (E200 μ T, 90'), (E200 μ T, 120'), (E300 μ T, 60'), (E300 μ T, 90'), dan (E300 μ T, 120') secara signifikan

H_0 ditolak jika nilai dari uji *Kurskal-Wallis* menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* < 0,05. Hal ini menunjukkan diterimanya hipotesis alternatif (H_a). Sedangkan, jika nilai dari uji *Kurskal-Wallis* menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* > 0,05, maka H_0 diterima dan H_a ditolak (Santoso, 2014).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan :

- a. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berdampak terhadap nilai pH daging sapi, dengan intensitas paling efektif yaitu $300 \mu T$ selama 120 menit dapat cukup menghambat penurunan pH daging sapi.
- b. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berdampak terhadap daya hantar listrik (DHL) daging sapi. Paparan medan magnet ELF menyebabkan nilai DHL pada daging sapi mengalami peningkatan.
- c. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berdampak terhadap kualitas fisik (aroma, tekstur, warna, dan lendir) dari daging sapi, dengan intensitas paling efektif yaitu pada $300 \mu T$ selama 120 menit dapat menghambat proses dekomposisi daging sapi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF).
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF).
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang beberapa indikator atau variabel lain yang akan diukur.
- d. Perlu alat pH meter yang mampu memunculkan 2 angka di belakang koma
- e. Perlu alat TDS & EC meter yang bisa dikalibrasi agar lebih valid.
- f. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu membandingkan proses dekomposisi daging sapi yang di kulkas dengan daging sapi yang diberi paparan medan magnet ELF.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam dan Moss. 2008. *Food Microbiology*. Royal Society Of Chemistry
- Ahmad, Hiskia. 2001. *Kimia Larutan*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti
- Ahmad, Hiskia. 2007. *Pengaruh Konsentrasi Terhadap Daya Hantar Listrik*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti
- Alatas, Z. 2005. Efek radiasi pengion dan non pengion pada manusia. *Buletin Alara*. Vol. 5 (203): 99-112
- Astawan, Made. 2008. *Sehat dengan Hidangan Hewani*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Barbosa and Canovas. 1998. *Oscillating Magnetic Field for Food Processing*. Dalam Non Thermal Preservation of Food. New York: Marcel Dekker Inc
- Chalcheedas PNM. 1998. *Conductivity of Nutrient Simplified, Practical Hydroponic and Greenhouse*. International Trade Directory 1998-1999. hlm 122
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima*. Yogyakarta : Kanisius
- Fellows, P.J. 2017. *Food Processing Technology*. United Kingdom: Elsevier
- Fitrianti, Anis T. 2017. *Mengenal Beberapa Bakteri Patogen Pada Daging*. Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner. <http://kesmavet.ditjenpkh.pertanian.go.id/index.php/berita/tulisan-ilmiah-populer/188-mengenal-beberapa-bakteri-patogen-pada-daging>
- Halliday dan Resnick. 1997. *Fisika Dasar*. Jakarta: Erlangga
- Hasan, I. 2004. *Analisis Data Penelitian Dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jay, J.M. 1978. *Modern Food Microbiology Second Edition*. New York: D.Van Nonstrand Company
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Supartono, W. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta: UGM
- Kimestri, Asma Bio. 2015. *Pengawetan Bahan Pangan dengan Teknik Non Thermal*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada

- Lawrie, R.A. 2003. *Lawrie's Meat Science Edisi ke-6*. England: Woodhead
- Lonergan, E. H., Zhang, W., & Lonergan, S. M. 2010. Biochemistry of postmortem muscle - Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*. Vol 86(1): 184–195. doi:10.1016/j.meatsci.2010.05.004
- Lukman, Denny Widaya. 2008. *Higiene Pangan: Daging yang Baik dan Sehat*. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan, IPB
- Muchtaruddin, M. 1998. *Dampak medan elektromagnetik terhadap kesehatan majalah kedokteran indonesia*. 48:7-264
- Muharromah, Nelly Nur A. 2018. Pengaruh paparan medan magnet *extremely low frequency* (elf) terhadap sifat organoleptik dan pH susu sapi segar. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol.3 No.2:13-17
- Ngasifudin. 1995. Penelitian Tentang Karakterisasi Komponen Zat Kimia Air Hujan. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah*. <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/33/023/33023329.pdf>
- Nurhasanah, Sudarti, dan Bambang Supriadi. 2018. Analisis medan magnet elf terhadap nilai pH ikan dalam proses pengawetan ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol.7 (2): 116-122
- Purnomo, H. 2010. Pengaruh keasaman buah jeruk terhadap konduktivitas listrik. *ORBITH*. Vol. 6 (2): 276-281
- Resang A.A. 1982. *Ilmu Kesehatan Daging Edisi Kedua*. Bogor: FKH IPB
- Ridawati, Safda. 2017. *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Minuman Susu Fermentasi Sebagai Indikator Kadaluarsa*. <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/84627/Safda%20Ridawati%20130210102001%20%23.pdf?sequence=1>
- Salim, emil. 2013. *Sukses Bisnis dan Beternak Sapi Potong*. Yogyakarta: ANDI
- Santoso, Singgih. 2014. *Panduan Lengkap SPSS*. Jakarta: Gramedia
- Sari, E. K. N. 2012. Proses pengawetan sari buah apel (*Mallus Sylvestris Mill*) secara non-termal berbasis teknologi oscillating magneting field (omf). *Jurnal Ternologi Pertanian*.

- Sari, R. E., Trapsilo Prihandono, Sudarti. 2015. Aplikasi medan magnet extremely low frequency (elf) 100 μ T dan 300 μ T pada pertumbuhan tanaman tomat ranti. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4(2);164-170.
- Sari, Lutfiana Ditta. 2018. *Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Massa Jenis dan Derajat Keasaman Pada Daging Ayam*.
<http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/88095/Lutfiana%20Ditta%20Sari%20-140210102078%20Sdh.pdf?sequence=1>
- Sarwono, J. 2017. *Mengenal Prosedur-Prosedur Populer dalam SPSS 23*. Jakarta: Gramedia.
- Shimizu H., Dae-Hee Ee, Uchiyama K., Nozaki H., and Shioya S. 1995. Maximum Glucoamylase Production by temperature-sensitive Mutant of *Saccharomyces cerevisiae* in Bath Culture. Annual report of ICBiotech 18, Osaka University, Osaka, Japan.
- Siburian, E.T.P., Pramesti D., Nana K. 2012. Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap pertumbuhan bakteri dan fungi ikan bandeng. *Unnes Journal of Life Science*. Vol 1. No 2.
- Sinko, P.J. 2012. *Martin Farmasi Fisika dan Ilmu Farmasetika*. Jakarta: EGC
- Soedoyo, Peter. 1999. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: ANDI
- Soeparno. 2009. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Soputan, Jeanette E. M. 2004. *Dendeng Sapi sebagai Alternatif Pengawetan Daging Sapi*. Makalah Pribadi Pengantar ke Falsafah Sains Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sudarti. 2002. Pengaruh paparan medan elektromagnetik extremely low frequency (elf) terhadap morfologi spermatozoa tikus putih. *Saintifika*. Vol 3. No. 2.
- Sudarti dan Helianti, D. 2005. The effect of alteration il-10 to the immuno modulation response on Bul/C mice exposed extremely low frequency magnetic field 20 μ T. *Jurnal Saintifika*. Vol. 6 (1): 36-44.
- Sudarti. 2010. Mekanisme Peningkatan Kalsium Sel Germinal pada Mencit Balb/C yang Dipapar Medan Magnet ELF 100-150 μ T. Jember: Universitas Jember.
- 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(1): 317-322.

- Supardi, Imam. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Yayasan Adikarya IKAPI
- Supriyana. 2004. *Kimia untuk Universitas Jilid II*. Jakarta: Erlangga
- Sutrisno, C.T., Suciastuti, dan Eny. 1996. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Swerdlow, A.J. 2006. *Power Frequency Electromagnetic Fields, Melatonin, And The Risk of Breast Cancer (Report Of an Independent Advisory Group on NonIonising Radiation)*. Series B: Radiaton, Chemical and Enviromental Hazards. United Kingdom: Health Protection Agency.
- World Health Organizaion (WHO). 2007. *Enviromental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Field*. Geneva: WHO Press.
- Yan, J., Dong, L., Zhang, B., dan Qi, N. 2010. Effects of extremely low frequency magnetic field on growth, metabolism and differentiation of human mesenchymal stem cells. *Electromagnetics Biology and Medicine*. 29 (4): 165-176.
- Yanti, H., Hidayanti, dan Elfawati. 2008. Kualitas daging sapi dengan kemasan plastik PE (Polyethylen) dan plastik PP (Polypropylen) di Pasar Arengka Kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*. Vol. 5 (1): 22-27
- Zhou, G., H. Liu, J. He, Y. Yuan, Z. Yuan. 2008. The occurence of *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus mycoides* in Chinese pasteurized full fat milk. *International Journal of Food Microbiology*. 121: 195-200.
- Zulaekah, Siti. 2002. *Diktat Ilmu Bahan Makanan I*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	DATA DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA	METODE PENELITIAN
Dampak Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik pada Proses Dekomposisi Daging Sapi	<ol style="list-style-type: none"> Mengkaji dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap pH pada proses dekomposisi daging sapi Mengkaji dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap daya hantar listrik (DHL) pada proses dekomposisi daging sapi 	<ul style="list-style-type: none"> Variabel terikat: Ketahanan fisik, pH dan DHL Variabel bebas: Lama paparan medan magnet ELF (60', 90', dan 120'), dan besar intensitas medan magnet ELF ($200 \mu T$ dan $300 \mu T$) Variabel kontrol: Daging sapi 	<p>Data hasil pengamatan (eksperimen) dan uji laboratorium</p> <p>Teknik pengambilan data dilakukan dengan cara observasi, dan membagi sampel menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol</p> <ol style="list-style-type: none"> Kelompok eksperimen <ol style="list-style-type: none"> Daging sapi kelompok 1 diberi paparan medan magnet dengan intensitas $200 \mu T$ dengan lama paparan 60', 90', dan 120' Daging sapi kelompok 2 diberi paparan medan magnet dengan 	<ol style="list-style-type: none"> Jenis penelitian: True Eksperimen Desain penelitian: Rancang Acak Lengkap (RAL) Tempat penelitian: Laboratorium ELF FKIP UNEJ, dan di Laboratorium Mikrobiologi prodi

	<p>3. Mengkaji dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas $200 \mu T$ dan $300 \mu T$ terhadap ketahanan fisik pada proses dekomposisi daging sapi.</p>		<p>intensitas $300 \mu T$ dengan lama paparan 60', 90', dan 120'</p> <p>c. Melakukan uji laboratorium untuk mengetahui perkembangan bakteri selama 4 jam sekali</p> <p>d. Mengukur derajat keasaman (pH), dan daya hantar listrik (DHL) sebelum dan setelah dipapari medan magnet</p> <p>e. Menganalisis data yang diperoleh</p> <p>2. Kelompok kontrol</p> <p>a. Mengukur derajat keasaman (pH) dan daya hantar listrik (DHL) dari daging sapi</p> <p>b. Daging sapi diletakkan di tempat terbuka tanpa perlakuan</p> <p>c. Mengukur derajat keasaman</p>	<p>pendidikan biologi FKIP UNEJ</p> <p>4. Data yang diambil: ketahanan fisik, pH dan DHL daging sapi</p> <p>5. Penentuan responden: Random sampling</p> <p>6. Teknik pengumpulan data: observasi</p> <p>7. Analisis data: menggunakan bantuan software</p>
--	--	--	---	--

			<p>(pH), dan daya hantar listrik (DHL) dari daging sapi selang waktu 4 jam setelah pemaparan</p> <p>d. Analisis data</p> <p>e. Membandingkan nilai derajat keasaman (pH), daya hantar listrik (DHL), dan kualitas fisik daging sapi antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol</p>	<p>Microsoft Office Exel, dan Statistik deskriptif (uji <i>Independen sampel t test</i> – uji <i>Mann whitney</i>, kemudian dilanjutkan dengan uji <i>Kurskal-Wallis</i>)</p>
--	--	--	---	---

LAMPIRAN B. DATA DAN HASIL PENELITIAN

a. Tabel 3.1 Data Hasil Pengamatan pH Daging Sapi

Pengamatan	pH		Rata-Rata	
Sebelum Pemaparan (Jam ke-0)	6,6		6,633	
	6,7			
	6,6			
	6,6			
	6,7			
	6,6			
	6,6			
	6,7			
6,6				

Pengamatan	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
	pH	Rata-Rata	Paparan 200 μ T	pH	Rata-Rata	Paparan 300 μ T	pH	Rata-Rata	
Jam ke-4	6,4	6,467	60'	6,3	6,367	60'	6,5	6,5	
				6,4			6,5		
				6,4			6,5		
				6,3			6,5		
				6,4			6,5		
				6,4			6,5		
			6,7	90'	6,4	6,433	90'	6,5	6,433
			6,4		6,4				
			6,4		6,4				
			6,4		6,4				
			6,3		6,5				
			6,4		6,5				
	6,3	120'	6,3	6,333	120'	6,5	6,467		
	6,4		6,4						
	6,4		6,5						
	6,3		6,4						
	6,3		6,5						
	6,4		6,4						

				6,3				6,2
	6,1			6,3				6,2
				6,4				6,2
				6,3				6,2
	6,2		60'	6,3	6,333		60'	6,2
				6,4				6,2
				6,3				6,2
	6,3			6,3				6,2
				6,4				6,2
				6,3				6,3
	6,1			6,3				6,3
				6,2				6,3
				6,3				6,3
Jam ke-8	6,2	6,2	90'	6,3	6,267		90'	6,3
				6,2				6,3
				6,3				6,3
	6,3			6,3				6,3
				6,2				6,3
				6,3				6,4
	6,1			6,3				6,3
				6,3				6,4
				6,3				6,4
	6,2		120'	6,3	6,3		120'	6,3
				6,3				6,4
				6,3				6,4
	6,3			6,3				6,3
				6,3				6,4

b. Tabel 3.2 Data Hasil Pengamatan Daya Hantar Listrik Daging Sapi

Pengamatan	DHL $\mu\text{S/cm}$		Rata-Rata	
Sebelum Pemaparan (Jam ke-0)	2053		2092,333	
	2062			
	2162			
	2053			
	2062			
	2162			
	2053			
	2062			
	2162			

Pengamatan	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen				
	DHL $\mu\text{S/cm}$	Rata- Rata	Paparan 200 μT	DHL $\mu\text{S/cm}$	Rata- Rata	Paparan 300 μT	DHL $\mu\text{S/cm}$	Rata- Rata
Jam ke-4	2058			1017			1566	
				1365			1463	
				1326			1233	
	2098		60'	1017	1236	60'	1566	1420,667
				1365			1463	
				1326			1233	
	2078			1017			1566	
				1365			1463	
				1326			1233	
Jam ke-4	2058			1229			1331	
				1315			1328	
				1224			1466	
	2098	2078	90'	1229	1256	90'	1331	1375
				1315			1328	
				1224			1466	
	2078			1229			1331	
				1315			1328	
				1224			1466	
Jam ke-4	2058			1463			1323	
				1552			1259	
				1359			1379	
	2098		120'	1463	1458	120'	1323	1320,333
				1552			1259	
				1359			1379	
	2078			1463			1323	
				1552			1259	
				1359			1379	

				<u>1646</u>			<u>1722</u>
	1700			<u>1617</u>			<u>1674</u>
				<u>1219</u>			<u>1594</u>
				<u>1646</u>			<u>1722</u>
	1938		60'	<u>1617</u>	1494	60'	<u>1674</u>
				<u>1219</u>			<u>1594</u>
				<u>1646</u>			<u>1722</u>
	1399			<u>1617</u>			<u>1674</u>
				<u>1219</u>			<u>1594</u>
				<u>1780</u>			<u>1488</u>
	1700			<u>1405</u>			<u>1668</u>
				<u>1580</u>			<u>1463</u>
				<u>1780</u>			<u>1488</u>
Jam ke-8	1938	1679	90'	<u>1405</u>	1588,333	90'	<u>1668</u>
				<u>1580</u>			<u>1463</u>
				<u>1780</u>			<u>1488</u>
	1399			<u>1405</u>			<u>1668</u>
				<u>1580</u>			<u>1463</u>
				<u>1660</u>			<u>1546</u>
	1700			<u>1632</u>			<u>1813</u>
				<u>1520</u>			<u>1475</u>
				<u>1660</u>			<u>1546</u>
	1938		120'	<u>1632</u>	1604	120'	<u>1813</u>
				<u>1520</u>			<u>1475</u>
				<u>1660</u>			<u>1546</u>
	1399			<u>1632</u>			<u>1813</u>
				<u>1520</u>			<u>1475</u>

c. Tabel 3.3 Data Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Daging Sapi

Kelompok	Pengamatan	Aroma	Tekstur	Warna	Lendir	
Sebelum Paparan (Jam ke-0)	Jam ke-0	1	5	2	1	
		1	5	2	1	
		1	5	2	1	
Kontrol	Jam ke-4 (13.00)	2	4	2	3	
		2	4	2	3	
		2	4	2	3	
	Jam ke-8 (17.00)	3	3	2	5	
		3	3	2	5	
		3	3	2	5	
	60'	Jam ke-4 (15.00)	2	4	2	3
			2	4	2	3
			2	4	2	3
Jam ke-8 (19.00)		3	2	2	5	
		3	2	2	5	
		3	2	2	5	
90'	Jam ke-4 (15.00)	2	4	2	3	
		2	4	2	3	
		2	4	2	3	
	Jam ke-8 (19.00)	3	3	2	5	
		3	3	2	5	
		3	3	2	5	
120'	Jam ke-4 (15.00)	2	4	2	3	
		2	4	2	3	
		2	4	2	3	
	Jam ke-8 (19.00)	2	3	1	5	
		2	3	1	5	
		2	3	1	5	
Eks perimen	60'	Jam ke-4 (13.00)	2	3	3	1
			2	3	3	1
			2	3	3	1
		Jam ke-8 (17.00)	5	3	1	5
			5	3	1	5
			5	3	1	5
	90'	Jam ke-4 (13.00)	2	3	3	1
			2	3	3	1
			2	3	3	1
		Jam ke-8 (17.00)	3	3	1	3
			3	3	1	3
			3	3	1	3
120'	Jam ke-4 (13.00)	1	5	3	1	
		1	5	3	1	
		1	5	3	1	
	Jam ke-8 (17.00)	2	4	1	3	
		2	4	1	3	
		2	4	1	3	

1) Keterangan Skor Kualitas Fisik Aroma:

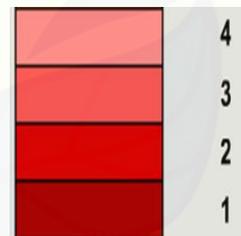
- 1 : Sangat tidak bau busuk
- 2 : Tidak bau busuk
- 3 : Agak bau busuk
- 4 : Bau busuk
- 5 : Sangat bau busuk

2) Keterangan Skor Kualitas Fisik Tekstur:

- 1 : Sangat Lembek
- 2 : Lembek
- 3 : agak lembek
- 4 : kenyal
- 5 : Sangat kenyal

3) Keterangan Skor Kualitas Fisik Warna:

- 1 : Merah agak tua
- 2 : Merah
- 3 : Merah lebih muda
- 4 : Merah sangat muda

**4) Keterangan Skor Kualitas Fisik Lendir:**

- 1 : Sangat tidak berlendir dan berair
- 2 : Tidak berlendir dan berair
- 3 : Sedikit berlendir dan berair
- 4 : Berlendir dan berair
- 5 : Sangat berlendir dan berair

LAMPIRAN C. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

- Foto sampel penelitian yang telah dibungkus dan dilabeli



- Proses pemaparan sampel penelitian menggunakan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*)



- Pengukuran nilai derajat keasaman (pH) daging sapi



- Pengukuran nilai daya hantar listrik daging sapi



- Pengukuran kualitas fisik daging sapi



LAMPIRAN D. 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)- 330224, 334267, 337422, 333147 * Faximile: 0331-339029
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor : 5840/UN25.1.5/LT/2019

18 JUL 2019

Lampiran : 1 lembar

Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala Laboratorium Pendidikan Biologi
FKIP Universitas Jember
di Jember

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember sebagaimana terlampir.

Bermaksud mengadakan penelitian di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember pada bulan Juli – Desember 2019.

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terimakasih.

a.n. Dekan

Wakil Dekan


Prof. Dr. Suratno, M.Si.
NIP. 196706251992031003

Daftar Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember

No	Nama	NIM	Judul Penelitian
1.	Shofiyatul Masruroh	160210102004	Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) pada Cabai Merah
2.	Ludfiatul Hasanah	160210102005	Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) pada Buah Stroberi
3.	Nafilah Husnaul Azizah	160210102007	Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik sebagai Indikator Kadaluarsa pada Fermentasi Tape Ketan Hitam
4.	Dini Febrianti	160210102010	Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Fermentasi Biji Kopi
5.	Lita Apsari Taurina	160210102033	Pengaruh Paparan Radiasi Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) pada Tahu
6.	Karina Laksmiari	160210102038	Pengaruh Radiasi Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Derajat Keasaman pH dan Daya Hantar Listrik pada Ikan Tongkol
7.	Winaning Nur Prihatin	160210102045	Analisis Dampak Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Pertumbuhan Benih Kedelai Edamame
8.	Muhammad Adibu Khoiril Anam	160210102068	Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Peningkatan pH dan Daya Hantar Listrik dalam Proses Fermentasi <i>Green Coffe</i> Robusta
9.	Nanda Rizky Fitriani Kanza	160210102096	Pengaruh Radiasi Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik pada Kopi Luwak
10.	Nuri Ade Iksani Devi	160210102111	Pengaruh Radiasi Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Sebagai Indikator Kadaluarsa pada Daging Sapi

a.n. Dekan

Wakil Dekan I
 Universitas Jember
 Prof. Dr. Saefah, M.Si.
 NIP. 196706251992031003