



**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY*
(ELF) TERHADAP DAYA HANTAR LISTRIK DAN DERAJAT KEASAMAN
(pH) PADA PROSES DEKOMPOSISI BUAH STRAWBERRY (*Fragaria sp*)**

SKRIPSI

Oleh

Ludfiatul Hasanah

NIM 160210102005

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

JURUSAN PENDIDIKAN MIPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY*
(ELF) TERHADAP DAYA HANTAR LISTRIK DAN DERAJAT KEASAMAN
(pH) PADA PROSES DEKOMPOSISI BUAH STRAWBERRY (*Fragaria sp*)**

SKRIPSI

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

Oleh

Ludfiatul Hasanah

NIM 160210102005

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

JURUSAN PENDIDIKAN MIPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang, skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Samsuni, Ayahanda Toha, Mbak Lilik Kakak saya serta seluruh keluarga saya tercinta. Terimakasih atas segala untaian doa, lantunan sholawat, kasih sayang, dan dukungan yang telah mengiringi hari-hari saya untuk tetap semangat dalam menuntut ilmu;
2. Guru saya Kyai Ach Muzakki Syah pengasuh Pondok Pesantren Al-Qodiri, guru-guru sejak TK hingga SMA, serta dosen – dosen saya yang telah ikhlas membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;

MOTO

Barang siapa yang Tawaddlu' (rendah hati) maka Allah akan mengangkat (derajatnya)
dan barang siapa yang Takabbur (sombong) maka Allah akan merendahkan
(derajatnya)

(KH. Ach Muzakki Syah)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu
mengalami kesulitan janganlah menangis, teruslah mendekati diri kepada Allah
niscaya kamu akan diberi kemudahan.

(QS. Al Insyirah : 6)

Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Kuperkenankan (permintaan) bagimu

(QS Al Mukmin : 60)

¹ alqodirineews.blogspot.com

² Kementerian Agama Republik Indonesia. 2013. Al-Qur'an dan Terjemahannya.
Jakarta: Pustaka Al-Mubin.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ludfiatul Hasanah

NIM : 160210102005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya skripsi saya yang berjudul "Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* Terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (*Fragaria sp*)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan di institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan dan kebenaran isinya sesuai 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, 11 Februari 2020

Yang menyatakan,

Ludfiatul Hasanah
NIM 160210102005

SKRIPSI

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP DAYA HANTAR LISTRIK DAN DERAJAT KEASAMAN (pH) PADA
PROSES DEKOMPOSISI BUAH STRAWBERRY (*Fragaria sp*)**

Oleh

Ludfiatul Hasanah

NIM 160210102005

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sudarti, M.Kes

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* Terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (*Fragraria sp*)” telah diuji dan pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Sudarti, M.Kes
NIP 196201231988022001

Drs. Alex Harijanto, M.Si
NIP 1964111719910311001

Anggota I

Anggota II

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si
NIP 196204011987021001

Dr.Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si.
NIP 198102052006042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D
NIP 196808021993031004

RINGKASAN

“Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* Terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (*Fragraria sp*)”

Ludfiatul Hasanah; 160210102005; 104 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) ini merupakan jenis radiasi yang radiasinya bersifat non – ionizing, non termal dan tidak terhalangi dengan frekuensi sampai 300 Hz. Apabila dilihat dari frekuensi yang rendah, maka energi yang dihasilkan oleh medan magnet juga akan rendah. Pemanfaatan ELF sangat banyak digunakan pada bidang pertanian dan teknologi pangan. Paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 30 menit dapat mempertahankan kadar Vitamin C pada buah tomat dan paparan 300 μT dan 500 μT selama 10 menit, 30 menit, dan 50 menit dapat mempertahankan pH pada buah tomat. Buah-buahan asam dapat digunakan sebagai sumber arus listrik karena dalam buah-buahan asam banyak terdapat berbagai macam elektrolit seperti asam asetat, magnesium, seng, dan kalium yang mampu menghantarkan ion dan elektron dalam elektroda sehingga dapat menghasilkan arus listrik. Nilai keasaman suatu larutan dapat diukur melalui derajat keasaman (pH). Larutan elektrolit yang memiliki pH rendah maka jumlah ion hidrogen (H^+) dan arus listrik yang dihasilkan akan semakin besar sehingga nilai konduktivitasnya pun semakin besar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT selama 30 menit, 45 menit, dan 60 menit terhadap ketahanan kualitas fisik, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL) buah strawberry. Sampel pada penelitian ini adalah buah *Fragraria sp* (strawberry). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium ELF dan Laboratorium Fisika Lanjut FKIP UNEJ untuk pemaparan medan magnet ELF, pengukuran pH dan DHL. Metode yang digunakan dalam

penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium. Desain penelitian yang digunakan adalah *randomizes subjects post-test only control group design* yang terdiri dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok kontrol pada penelitian ini yaitu kelompok yang tidak diberi paparan medan magnet ELF, sedangkan kelompok eksperimen yaitu kelompok yang diberi paparan medan magnet ELF dengan intensitas 900 μT dan 1000 μT .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah strawberry yang diberi paparan medan magnet ELF dengan intensitas 900 μT dan 1000 μT selama 30 menit, 45 menit, dan 60 menit dapat mempertahankan kualitas fisik, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL). Pemberian paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah strawberry. Dosis yang efektif yaitu pada intensitas 1000 μT selama 60 menit, karena pada pemberian paparan medan magnet dengan intensitas tinggi dapat mempengaruhi nilai pH sehingga proses pembusukan pada buah akan terhambat. Pemberian paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap pH buah strawberry dengan dosis yang efektif yaitu pada intensitas 1000 μT selama 60 menit. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kelompok kontrol memiliki nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok eksperimen, hal ini dikarenakan semakin lama masa simpan buah, maka semakin banyak komponen air yang keluar. Dengan semakin banyaknya komponen air pada sari buah maka akan mengakibatkan nilai pH menjadi naik. Pemberian paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap daya hantar listrik buah strawberry dengan dosis yang efektif yaitu pada intensitas 1000 μT selama 60 menit. Perubahan nilai DHL berhubungan dengan nilai pH buah strawberry yang merupakan indikator penunjuk adanya peningkatan atau penurunan ion H^+ sehingga dapat dihubungkan dengan besarnya nilai DHL buah strawberry.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta karunia-Nya yang telah diberikan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (*Fragraria sp*)" dengan sehat tanpa adanya hambatan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam 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 ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku Kepala Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Kepala Program Studi Pendidikan Fisika;
4. Dr. Sudarti, M.Kes. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Alex Harijanto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Kepala Laboratorium Pendidikan Fisika yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd.,M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan masukan yang bermanfaat untuk perbaikan penulisan skripsi ini;
6. Erni Midiawati, S.Si. selaku Laboran yang telah memberikan izin dalam peminjaman alat untuk penelitian;
7. Ibunda Samsuni, Ayahanda Toha, Mbak Lilik Tohir, serta seluruh keluarga tercinta. Terimakasih atas dukungan dan doa, semangat, kasih sayang yang selalu menginspirasi dan mengiringi setiap hari dan langkah saya dalam menuntut ilmu;

8. Guru saya Kyai Ach Muzakki Syah, guru-guru sejak TK hingga SMA, serta dosen-dosen saya yang dengan ikhlas dan sabar membimbing dan memberikan ilmu yang barokah dan bermafaat;
9. Penyemangat dan teman dari SMP Karina Laksmiari serta teman-teman yang lain yaitu Shofiyatul Masruro, Lita Apsari, Nafilah Husnaul, Anugrah Nurin, Nuri Ade, Adibu dan yang lain yang telah membantu.
10. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika angkatan 2016 semoga kita senantiasa selalu dalam lindungan-Nya dan diberi kesuksesan bersama.
11. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menerima kritik dan saran dari semua pihak yang bisa memotivasi demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Jember, 11 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Gelombang Elektromagnetik.....	7
2.2 Gelombang Elektromagnetik ELF	10
2.2.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik ELF.....	10
2.2.2 Karakteristik Gelombang Elektromagnetik ELF.....	10
2.2.3 Sumber Paparan Gelombang Elektromagnetik ELF	11
2.2.4 Pemanfaatan Medan Magnet ELF dalam Teknologi Pangan	12
2.3 Mekanisme Interaksi Medan Magnet dengan Sel	13
2.4 Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Bakteri	15
2.5 Strawberry.....	16
2.6 Dekomposisi Buah Strawberry.....	19
2.7 Derajat Keasaman (pH) pada Strawberry	22
2.8 Reaksi Medan Magnet ELF Terhadap Perubahan pH.....	23
2.9 Hubungan pH Stoberi dengan Daya Hantar Listrik Strawberry	24
2.10 Kerangka Konseptual.....	28
2.11 Hipotesis Penelitian	30
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.2 Jenis dan Desain Penelitian.....	31
3.2.1 Jenis Penelitian	31
3.2.2 Desain Penelitian	32

3.3 Variabel Penelitian	33
3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian	33
3.3.2 Definisi Operasional Variabel	34
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	35
3.4.1 Alat – alat	35
3.4.2 Bahan – bahan	37
3.5 Prosedur Penelitian	37
3.5.1 Penentuan Sampel	38
3.5.2 Strelisasi	38
3.5.3 Perlakuan	38
3.5.4 Penyiapan pengukuran.....	41
3.5.5 Alur Penelitian	42
3.6 Metode dan Intrumen Pengumpulan Data	45
3.7 Analisa Data	47
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Penelitian	48
4.1.1 Deskripsi Data Pengukuran pH Buah Strawberry.....	48
4.1.2 Deskripsi Data Pengukuran DHL Buah Strawberry	50
4.1.3 Deskripsi Data Pengukuran Kualitas Fisik Strawberry.....	52
4.2 Analisa Data	55
4.2.1 Uji Statistik Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap pH Buah Strawberry	55
4.2.2 Uji Statistik Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Daya Hantar Listrik Buah Strawberry	56
4.2.3 Uji Statistik Hubungan pH dengan Daya Hantar Listrik Buah Strawberry	58
4.3 Pembahasan	59
4.3.1 Pembahasan Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap pH Buah Strawberry	59
4.3.2 Pembahasan Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Daya Hantar Listrik Buah Strawberry	61
4.3.3 Pembahasan Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Ketahanan Kondisi Fisik Buah Strawberry	63
BAB 5. PENUTUP	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

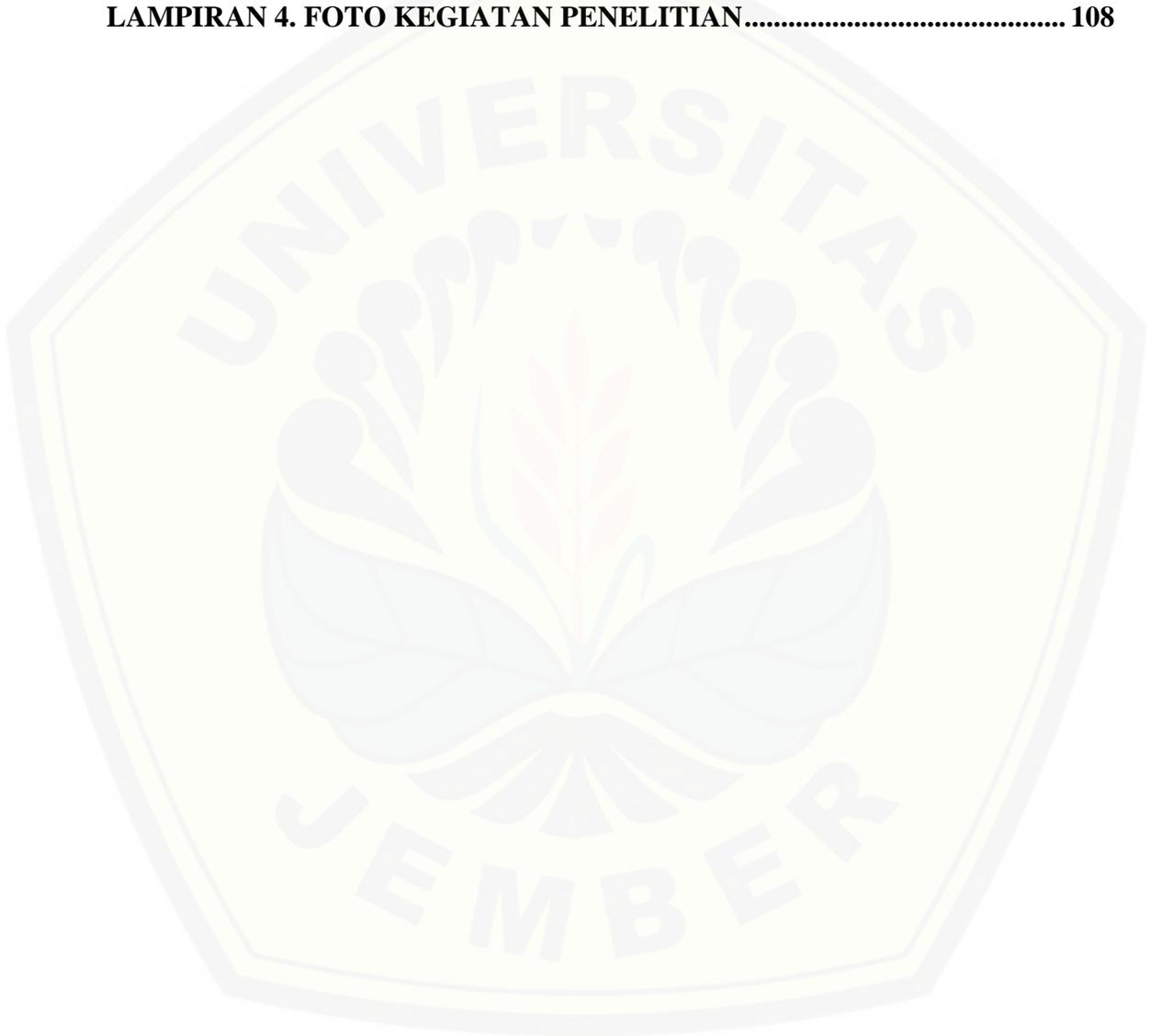
	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian paparan medan magnet ELF dalam bidang pangan	13
Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran pH Buah Strawberry	45
Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran Daya Hantar Listrik Buah Strawberry	45
Tabel 3.3 Data Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Buah Strawberry	47
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pH Buah Strawberry	48
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Daya Hantar Listrik Buah Strawberry	50
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Buah Strawberry	53
Tabel 4.4 Hasil Uji One Way Anova pH Buah Strawberry	56
Tabel 4.5 Hasil Uji One Way Anova Pengukuran DHL	57
Tabel 4.6 Hasil Uji Regresi Linear	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik.....	7
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang ELektromagnetik.....	9
Gambar 2.3 Gambar Alur Reaksi Medan Magnet pada Sel.....	13
Gambar 2.4 Bentuk strawberry menurut United Stade Departemen of Agriculture (USDA).....	19
Gambar 2.5 Kerangka Konseptual paparan medan magnet ELF pada buah strawberry.....	29
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Electromagnteics Filed Source.....	39
Gambar 3.3 EMF Tester.....	40
Gambar 3.4 pH meter.....	41
Gambar 3.5 Conductivity meter.....	42
Gambar 3.5 Bagan prosedur Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Diagram Pengukuran pH Buah Stawberry.....	49
Gambar 4.2 Diagram Pengukuran DHL Buah Stawberry.....	51
Gambar 4.3 Diagram Pengukuran Kualitas Fisik Buah Stawberry.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN	84
LAMPIRAN B. DATA HASIL PENELITIAN	86
LAMPIRAN 3. SURAT IZIN PENELITIAN.....	107
LAMPIRAN 4. FOTO KEGIATAN PENELITIAN.....	108



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Medan magnet berasal dari medan geomagnetik, potensial listrik atmosfer bumi, serta radiasi sinar kosmik. (Racuciu, 2011) menyatakan keberadaan medan magnet di bumi membuat makhluk hidup harus beradaptasi terhadapnya. (Kobayashi *et al.*, 2004) menyatakan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi proses-proses biologis pada makhluk hidup. Medan magnet juga bisa menembus bangunan, pohon-pohonan dan objek lainnya. Tidak sedikit para peneliti yang menyatakan bahwa dalam penelitiannya medan magnet dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan. Radiasi gelombang elektromagnetik mempunyai spektrum yang sangat luas, mulai dari frekuensi level rendah hingga frekuensi level tinggi.

Extremely Low Frequency (ELF) sebutan dari paparan medan magnet yang memiliki frekuensi sangat rendah. Radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) ini merupakan jenis radiasi yang radiasinya bersifat non – ionizing, non termal dan tidak terhalangi oleh apapun dengan frekuensi sampai 300 Hz (Sudarti, *et al.*, 2014). Apabila jika dilihat dari frekuensi yang dimiliki atau yang dihasilkan itu rendah, maka energi yang dihasilkan oleh medan magnet ini juga akan rendah. Pemanfaatan radiasi ELF sangat banyak digunakan pada bidang pertanian dan teknologi pangan. Banyak hasil penelitian yang telah dibuktikan oleh peneliti – peneliti terhadap peranan penting medan magnet ELF dalam mendukung kegiatan pertanian berkelanjutan sebagaimana yang telah ditunjukkan oleh beberapa hasil penelitian yang dilakukan yaitu Ma'rufiyanti (2014), bahwa pada paparan medan magnet ELF sebesar 500 μ T selama 30 menit dapat mempertahankan kadar Vitamin C pada buah tomat. Pemberian paparan 300 μ T dan 500 μ T selama 10 menit, 30 menit, dan 50 menit dapat mempertahankan pH pada buah tomat. Penelitian lainnya yaitu membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100 μ T selama 5 menit berpengaruh terhadap penurunan nilai pH dan penurunan kadar air dalam proses pembuatan keju jenis cream cheese

(Kristinawati, 2015). Tidak hanya itu, penelitian yang dilakukan oleh Sari (2012) pada proses pengawetan sari buah apel secara non termal berbasis teknologi. Metode non-termal yang sedang dikembangkan adalah penggunaan osilasi medan magnet (*Oscillating Magnetic Field/OMF*), yaitu proses pengolahan bahan pangan yang didasarkan pada aplikasi efek osilasi elektromagnetik terhadap pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme.

Ji *et al* (2009) menyatakan bahwa terdapat tiga teori mengenai efek medan magnetik terhadap organisme hidup, salah satunya adalah teori membran yaitu membran plasma sel yang terdiri dari molekul dengan adanya medan magnetik maka molekul akan berputar dan akan mempengaruhi gerakan ion. Boona *et al* (2013) menyatakan adanya perubahan pergerakan dan peningkatan laju pergerakan ion dapat menyebabkan perubahan transportasi pada membran sel sehingga aktivitas metabolisme sel terganggu. Wibowo (2013) menyatakan bahwa kuat medan magnet dan waktu pemaparan serta interaksi kuat medan magnet berpengaruh terhadap persentase penurunan jumlah koloni bakteri. Penelitian Ibraheim (2013) menyatakan bahwa pemaparan medan magnet 40 mT, 50 Hz pada *Bacillus sp* menyebabkan penghambatan pertumbuhan sel. Sari (2012) dalam percobaannya menyatakan bahwa pemanfaatan osilasi medan magnet alat sebagai pengawet buah apel pada proses pasteurisasi berbasis teknologi medan magnet dapat diaplikasikan untuk menginaktivasi mikroorganisme pathogen pada buah apel tanpa menyebabkan perubahan rasa, aroma dan warna bahan pangan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat dikatakan bahwa medan magnet ELF dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai alat pengawet buah yang dapat menginaktivasi mikroorganisme pathogen.

Karakteristik yang dimiliki medan magnet ELF yang dapat dimanfaatkan pada bidang pangan ini memotivasi dan mendorong peneliti peneliti lain untuk melakukan penelitian pengaruh medan magnet ELF terhadap produk hasil pertanian yang memiliki potensi pasar yang luas tetapi mudah mengalami pembusukan yaitu seperti halnya buah strawberry. Strawberry merupakan tanaman yang banyak tumbuh di dataran tinggi

seperti daerah pegunungan. Kandungan yang terdapat pada buah strawberry yaitu memiliki sumber senyawa bioaktif, yang kaya akan asam askorbat, antosianin dan senyawa fenol, serta mempunyai kapasitas antioksidan yang tinggi. Gizi buah strawberry segar tiap 100 gram antara lain terdiri dari energi 37 kalori, protein 0,8 g, lemak 0,5 g, karbohidrat 8,0 g, kalsium 28 mg, fosfat 27 mg, besi 0,8 mg, vitamin A 60 SI, vitamin B 0,03 mg, vitamin C 60 mg dan air 89,9 g dan bagian yang dapat dimakan 96 % (Budiman, 2008).

Kualitas strawberry yang baik masih sulit didapatkan di kondisi lingkungan yang tropis. Paull (1999) mengatakan bahwa penyimpanan buah pada suhu dingin sering digunakan untuk melindungi tekstur, nutrisi dan aroma. Suhu dingin dapat menghambat aktivitas fisiologi dan mikroorganisme, sehingga dapat mempertahankan kualitas dan meningkatkan umur simpan produk (Nunes, 2009). Penyimpanan suhu dingin pernah dilakukan untuk strawberry dari Garut yang dijual di Yogyakarta, dimana suhu di *showcase* pedagang yang dingin digunakan untuk mempertahankan kualitas dan meningkatkan umur simpan strawberry tersebut (Falah *et al*, 2016). Buah strawberry memiliki umur simpan yang pendek yaitu sekitar 3-5 hari pada penyimpanan suhu ruang (Wills *et al*, 1998). Wahyuningsih (2016) menyatakan bahwa konsumen tidak menyukai cita rasa buah strawberry lokal karena terlalu asam, selain itu umur simpannya yang pendek sehingga konsumen enggan untuk membeli buah strawberry lokal.

Penelitian ini juga mengukur nilai Daya Hantar Listriknya. Irwan,*et al* (2016) menyatakan bahwa konduktivitas listrik merupakan ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Pengukuran nilai konduktivitas listrik ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut *conductivity meter*. Bahri,*et al* (2015) menyatakan bahwa buah-buahan asam dapat digunakan sebagai sumber arus listrik karena dalam buah-buahan asam banyak terdapat berbagai macam elektrolit seperti asam asetat, magnesium, seng, dan kalium yang mampu menghantarkan ion dan elektron dalam elektroda. Atina (2015) mengatakan bahwa buah - buahan yang mengandung asam mineral berupa asam klorida dan asam sitrat, merupakan elektrolit

kuat yang terurai sempurna menjadi ion dalam larutan air. Buah-buahan selain memiliki asam, juga banyak mengandung air, sehingga apabila ada dua logam yang berbeda dicelupkan, pada larutan buah-buahan dan sayuran tersebut akan timbul beda potensial antara logam dan air sehingga terjadilah potensial elektroda yang dapat menghasilkan arus listrik juga (Atina, 2015).

Nilai keasaman suatu larutan dapat diukur melalui derajat keasaman (pH). Adapun Penelitian dari Sugito, *et al* (2009), menyatakan bahwa pada proses pemeraman pulp kakao semakin tinggi keasaman pulp kakao (pH rendah), maka semakin tinggi nilai konduktivitas listriknya. Sumardilan, *et al* (2015) menyatakan dalam penelitiannya bahwa penambahan pengawet alami pada sari buah belimbing wuluh dapat menurunkan nilai pH, semakin tinggi tingkat keasaman maka sifat kelestariannya akan semakin baik.

Buah strawberry yang kadaluarsa akan mengalami kerusakan fisiologis, kerusakan mekanis, kerusakan mikrobiologis, kerusakan fisik, kerusakan kimia, dan kerusakan biologis (Sjaifullah 1996). Penelitian (Susanty & Sampepana, 2017) menunjukkan bahwa masa simpan buah berpengaruh terhadap nilai pH dan kadar antosianin sari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Putra, *et al* (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perubahan nilai pH selama penyimpanan dapat menandakan adanya reaksi atau kerusakan komponen penyusun didalam sediaan tersebut sehingga dapat menurunkan atau menaikkan nilai pH sediaan. Menurut Ma'rufiyanti (2014) peningkatan nilai pH dikarenakan terjadi penghambatan aktivasi metabolisme bakteri pembentuk asam. Kenaikan tingkat keasaman akibat aktivitas bakteri pembusuk menyebabkan kandungan senyawa asam pada buah akan meningkat. Ion H^+ yang terionisasi dari senyawa asam akan berkontribusi dalam pengukuran konduktivitas listrik atau dikenal dengan Daya Hantar Listrik.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti bermaksud mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas $900 \mu T$ dan $1000 \mu T$ terhadap daya hantar listrik dan derajat keasaman (pH) buah Strawberry. Judul Penelitian yang akan

dilakukan yaitu “**Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Daya Hantar Listrik Dan Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (*Fragraria sp*)**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1.2.1 Apakah medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT berpengaruh terhadap pH buah pada proses dekomposisi strawberry?
- 1.2.2 Apakah medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT berpengaruh terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi buah strawberry?
- 1.2.3 Apakah medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah pada proses dekomposisi strawberry?

1.3 Batasan Masalah

- 1.3.1 Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu buah strawberry segar yang dipetik langsung dari kebun strawberry Bondowoso
- 1.3.2 Medan magnet ELF yang digunakan yaitu dengan intensitas 900 μT dan 1000 μT selama 30 menit, 45 menit, dan 60 menit.
- 1.3.3 Variabel yang diukur dalam penelitian ini yaitu derajat keasaman (pH), daya hantar listrik buah strawberry, dan ketahanan kualitas fisik,

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1 Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT terhadap derajat keasaman (pH) pada proses dekomposisi buah strawberry.
- 1.4.2 Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi buah strawberry.

- 1.4.3 Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 900 μT dan 1000 μT terhadap ketahanan kualitas fisik pada proses dekomposisi buah strawberry.

1.5 Manfaat Penelitian

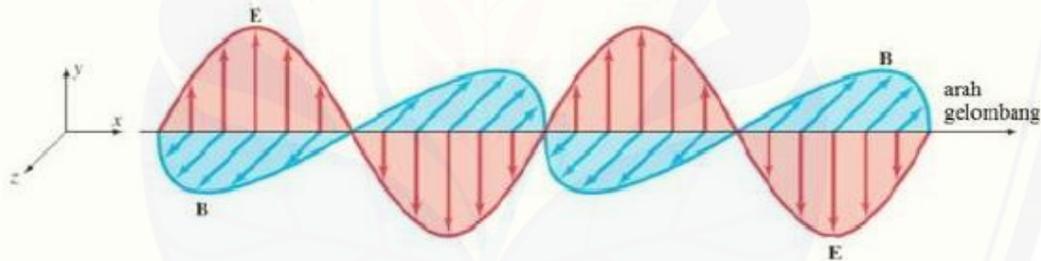
Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1.5.1 Dalam bidang akademik, dapat memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap nilai daya hantar listrik dan ketahanan fisik pada buah strawberry
- 1.5.2 Bagi masyarakat dan penulis, sebagai teknologi alternatif yang dapat digunakan dalam bidang pertanian dengan memanfaatkan medan magnet *Extremely Low Frequency* ELF.
- 1.5.3 Bagi peneliti lain, sebagai bahan acuan dan pertimbangan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terbentuk dari usikan medan magnetik dan medan listrik. Kedua medan ini bergetar dalam arah yang saling tegak lurus. Medan magnetik dan medan listrik pembentuk gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal, yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang elektromagnetik dapat merambat walaupun tanpa medium. Medan listrik dan medan magnet memiliki arah yang tegak lurus dengan sistem koordinat x , y , dan z seluruh daerah dibagi ke dalam dua daerah yang tegak lurus dengan sumbu x dan sejajar dengan y - z (Young, 2003). Berikut ini merupakan ilustrasi perambatan gelombang elektromagnetik



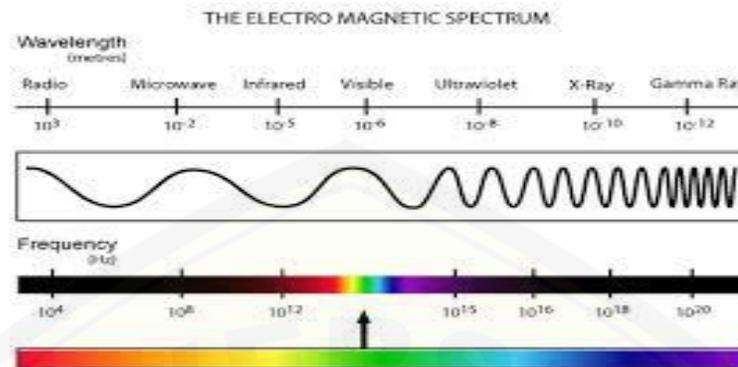
Gambar 2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik

(sumber : Giancoli,2014)

Medan listrik dan medan magnet dapat menghasilkan fenomena alam seperti badai dan halilintar. Medan listrik yang tidak berubah dengan waktu disebut sebagai medan listrik statis. Jika Faraday menyatakan perubahan medan magnet dapat menghasilkan listrik, menurut Maxwell perubahan medan listrik juga dapat menghasilkan medan magnet. Berdasarkan anggapan itulah, pada tahun 1864, James Clerk Maxwell, mengemukakan suatu hipotesis bahwa perubahan medan magnet dapat menimbulkan medan listrik, sebaliknya perubahan medan listrik pun dapat menimbulkan perubahan medan magnet. Perubahan medan listrik (E) dan perubahan

medan magnet (**B**) secara serentak saling tegak lurus dan ditimbulkan oleh perubahan lainnya. Perubahan medan listrik dan medan magnet merambat dengan cepat rambat yang sama dengan cepat rambat cahaya dan disebut gelombang elektromagnetik. Maxwell menyimpulkan bahwa muatan listrik yang bergetar dapat menimbulkan gelombang elektromagnetik. Dari getaran-getaran yang dihasilkan dapat dipahami bahwa gelombang elektromagnetik termasuk gelombang transversal. Arah rambatnya tegak lurus terhadap getaran-getaran yang ditimbulkan oleh medan listrik dan medan magnet. Maxwell mendapatkan bahwa kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik bergantung pada dua besaran, yaitu permitivitas listrik (ϵ_0) dan permeabilitas magnet (μ_0) suatu medium (Tipler,2001)

Radiasi dalam istilah fisika suatu perambatan energi ke lingkungannya. Perbedaan frekuensi, panjang gelombang, energi foton, jarak paparan terhadap sumber, dan lama paparan menyebabkan efek radiasi yang berbeda (Baafai,2004). Radiasi elektromagnetik adalah suatu kombinasi antara medan listrik dengan medan magnet yang berosilasi dan merambat melewati ruang dengan membawa energi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Muchtaruddin (1998) mengatakan bahwa radiasi elektromagnetik terbagi menjadi dua kelompok yaitu radiasi pengion (ionisasi) dan radiasi bukan pengion (non-ionisasi). Radiasi elektromagnetik memiliki frekuensi yang sangat luas, mulai dari frekuensi ekstrem rendah hingga yang sangat tinggi. Radiasi elektromagnetik dengan frekuensi ekstrim rendah disebut *Extremely Low Frequency* (ELF) mempunyai frekuensi hingga 300 Hz. Energi yang ditimbulkan oleh radiasi *Extremely Low Frequency* (ELF) sangat kecil sehingga memberi efek non termal yang artinya medan ELF tidak menghasilkan suhu yang tinggi ketika menginduksi materi.



Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Sumber: <http://informasitips.com/gelombang-elektromagnetik>

Taringan (2012) menyatakan radiasi elektromagnetik non pengion berdasarkan frekuensi panjang gelombang dan energinya, dapat dijelaskan dalam spektrum elektromagnetik sebagai berikut:

- Static EMF memiliki frekuensi 0 Hz. Sumbernya antara lain medan elektromagnetik alam, MRI, elektrolisis industrial.
- Extremely Low-Frequency (ELF) EMF memiliki rentang frekuensi 0 - 300 Hz. Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan tidak hanya ketika aliran listrik dihantarkan melalui kabel listrik, tetapi juga ketika digunakan dalam alat elektronik. Frekuensi gelombang ini ketika dihasilkan oleh alat elektronik adalah sekitar 50 - 60 Hz.
- Intermediate frequency EMF memiliki rentang frekuensi 300 Hz-100 kHz. Sumbernya antara lain detector metal, hands free.
- Radio frequency EMF memiliki rentang frekuensi 100 kHz-300 GHz. Sumbernya antara lain gelombang TV, Radio, ponsel, microwave oven

2.2 Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF)

2.2.1 Definisi Gelombang Elektromagnetik ELF

Penelitian ini menggunakan ELF *magnetic fields source* yang merupakan sumber paparan. Pada ELF *magnetic fields source* ini terdiri atas dua unit yaitu yang pertama adalah transformator step down dan yang kedua adalah sangkar medan magnet

ELF. Paparan medan magnet ELF selalu berhubungan dengan medan listrik ELF sehingga pada alat ini dikondisikan lebih dominan menghasilkan medan magnet dari pada medan listrik, sebagaimana telah diketahui medan listrik dibuat seminimal mungkin sehingga yang terdeteksi hanya medan magnetnya. Paparan medan magnet dan medan listrik dihasilkan di sekitar lempengan tembaga sangkar pada alat. Adapun cara kerja alat ini yaitu menggunakan sumber tegangan input dari PLN sebesar 220 V, dengan kuat arus 5 A dan frekuensi sebesar 50 Hz yang kemudian diubah dengan menggunakan transformator stepdown dengan tegangan output 7 V dengan kuat arus mencapai 85 - 3000 A dan akan mengalir pada suatu lempengan tembaga sangkar medan magnet ELF.

Pada saat kondisi tegangan kecil dan arusnya maksimal maka dapat menghasilkan radiasi medan magnet maksimal dan medan listrik yang minimal mendekati medan listrik alamiah. Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan dihasilkan di sekitar aliran listrik pada sepanjang kabel atau pada peralatan listrik (Sudarti, 2010). Grotel (dalam Sudarti, 2010:36) menjelaskan bahwa radiasi yang dihasilkan oleh suatu muatan bergerak atau osilasi seperti arus AC pada konduktor dari sumber PLN yang tergolong radiasi tidak mengion dengan spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada frekuensi sangat rendah yaitu kurang dari 300 Hz sehingga disebut gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah (*Extremely Low Frequency*).

2.2.2 Karakteristik Gelombang Elektromagnetik ELF

Penjelasan dari WHO dan Grotel (dalam Sudarti dan Helianti, 2005:36) bahwa medan magnet ELF merupakan spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada frekuensi kurang dari 300 Hz dan tergolong dalam non ionizing radiation. Organisasi kesehatan dunia (WHO, 2007) juga menyatakan bahwa pada frekuensi antara 0 sd 300 Hz merupakan panjang gelombang udara yang sangat panjang (6000 km pada frekuensi 50 Hz dan 5000 km pada frekuensi 60 Hz) dan dalam situasi praktis, medan listrik dan medan magnet bertindak independen satu sama lain sehingga dapat

diukur, sehingga dapat disimpulkan bahwa medan magnet ELF memiliki karakteristik sebagai berikut:

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

2.2.3 Sumber Paparan Gelombang Elektromagnetik ELF

a. Sumber Alami

Sumber paparan alamiah diantaranya adalah medan magnet bumi, sinar matahari maupun radiasi kosmik. Selain itu medan listrik yang dihasilkan dari proses atmosfer dan magnetosfer menghasilkan sinyal dengan frekuensi mencapai beberapa megahertz ($1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$) variasi ELF muncul akibat adanya aktivitas matahari di ionosfer dan efek atmosfer seperti pelepasan muatan petir yang menyebabkan resonansi osilasi dalam ionosfer bumi yang disebut dengan resonansi Schumann. Sedangkan medan magnet dihasilkan dari medan magnet bumi yang secara berkelanjutan berubah - ubah dengan rentang dari beberapa milisekon hingga 10^{12} tahun, Schumann resonansi menghasilkan medan magnet sekitar $10^5 \mu\text{T}$ pada frekuensi 6-60 Hz (Swerdlow *et al.*, 2006:12-13). Sedangkan besarnya medan magnet bumi berkisar antara 25 sampai $60 \mu\text{T}$. Selain dari proses yang terdapat pada atmosfer bumi, medan magnet juga dapat dihasilkan oleh Matahari. Secara alamiah cahaya matahari merupakan salah satu gelombang elektromagnetik.

b. Sumber Buatan

Meningkatnya penggunaan dan pemanfaatan teknologi berenergi listrik, tak sedikit pula paparan medan magnet elektromagnetik yang terpapar mengenai makhluk hidup. Medan listrik dan medan magnet muncul ketika listrik dihasilkan, ditransmisikan dan didistribusikan dalam kabel atau menggunakan alat-alat elektronika (WHO,2007). Di lingkungan masyarakat sumber paparan medan magnet sebagian besar berasal dari peralatan elektronika, masing - masing peralatan elektronika yang digunakan akan mempunyai medan magnet yang sebanding dengan arus yang mengalir dari sumber menuju peralatan yang terhubung. Medan magnet terbesar terletak dengan peralatan yang akan berkurang sesuai jarak (Nugroho,2009).

2.2.4 Pemanfaatan Medan Magnet ELF dalam Teknologi Pangan

Medan magnet ELF memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya seperti dalam bidang pangan. Berikut ini adalah beberapa hasil penelitian tentang pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan.

Tabel 2.1 Penelitian paparan medan magnet ELF dalam bidang pangan

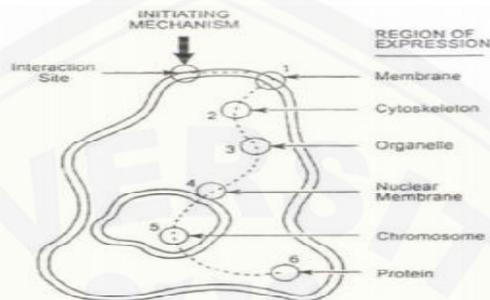
Penelitian sebelumnya	Intensitas	Lama paparan	Dampak
Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) terhadap Nilai Kapasitansi Buah Anggur Merah (Mina, <i>et al</i> ,2018)	700 μ T dan 900 μ T	2x15 menit 2x30 menit 2x45 menit	Dosis yang efektif untuk mempertahankan kapasitansi buah anggur adalah paparan medan magnet ELF intensitas 700 μ T selama 2x45 menit dan 900 μ T selama 2x45 menit.
Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100 μ T Terhadap Jumlah Bakteri <i>Lactobacillus casei</i> dan pH pada Proses Pembuatan Susu Fermentasi (Ridawati,2017).	100 μ T dan 300	15 menit	Dosis yang efektif pada penelitian ini adalah intensitas 100 μ T dan 300 μ T yaitu berpengaruh terhadap peningkatan bakteri dan menurunkan

			pH pada pembuatan susu fermentasi
Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) terhadap Prevalensi Salmonella dalam Bahan Pangan (Sudati <i>et al</i> ,2014)	646,7 μT	30 menit	Dosis yang efektif terhadap prevalensi Salmonella Typhimurium pada bumbu gado - gado yaitu pada intensitas 646.7 μT dengan lama paparan yaitu 30 menit dan dengan efektivitas penghambat rata-rata sebesar 32.54%
Aplikasi Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) 100 μT dan 300 μT pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti (Sari, <i>et al</i> ,2015)	300 μT	60 menit	Dosis yang efektif untuk mempercepat laju pertumbuhan tanaman tomat ranti yaitu dengan intensitas medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) pada intensitas 300 μT dengan lama paparan 60 menit
Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) terhadap pH dan Kadar Air pada Proses Pembuatan Keju Jenis Cream Cheese (Krisnawati,2015)	100 μT	5 menit	Dosis yang efektif yang dapat menurunkan nilai kadar air keju jenis cream cheese adalah paparan medan magnet ELF 100 μT selama 5 menit.

2.3 Mekanisme Interaksi Medan Magnet dengan Sel

Itegin (1993), menyatakan bahwa medan magnet statik dapat mempengaruhi sistem biologi, khususnya pada sel yang terinteraksi seperti otot dan syaraf. Jajte, *et al* (2001), menjelaskan bahwa paparan medan magnet sebesar 7 mT menyebabkan terjadinya kerusakan DNA. Paparan gelombang elektromagnetik mengakibatkan adanya perubahan struktur DNA yang terdapat dalam suatu organisme (sel hewan dan mikroorganisme) yang dapat mempengaruhi proses sintesis protein di dalamnya sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi sifat fisiologis maupun morfologis

organisme tersebut. Selain itu Chionna *et al*,(2003) mengatakan dengan kekuatan medan magnet sebesar 6 mT dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur permukaan membran plasma dan permukaan sel hewan.



Gambar 2.3 Alur Reaksi Medan Magnet pada Sel (Barbosa, 1998 dalam Sari dkk., 2012)

Gambar 2.3 menunjukkan efek medan magnet akan merusak protein dalam sel. Protein yang digunakan sebagai nutrisi sel atau sebagai zat gizi organik yang berperan dalam pertumbuhan dan proses metabolisme sel menjadi rusak dengan adanya pemberian medan magnet. Akibat dari rusaknya protein dalam sel ini mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga aktivitas pada bakteri menjadi terganggu. Penelitian Sari *et al*,(2012) menyatakan bahwa proses pemberian medan magnet juga dapat menyebabkan terjadinya ionisasi beberapa garam-garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} yang terikat pada dinding sel. Ion kalsium mempunyai peran yang sangat penting dalam proses reproduksi, pertumbuhan dan penyembuhan luka pada sel. Akibatnya kekurangan ion ini, akan menyebabkan terhambatnya fungsi-fungsi dalam sel dan pada akhirnya menyebabkan kerusakan sel. Adapun menurut Sari *et al* (2015) medan magnet yang dihasilkan akan mengendalikan dan mengubah laju pergerakan elektron dalam sel secara signifikan sehingga berbagai proses metabolisme dalam sel dapat dipengaruhi. Semakin besar intensitas medan magnet maka semakin besar pula medan magnetik yang dihasilkan untuk mengubah laju pergerakan elektron dalam sel.

Sel berinteraksi dengan lingkungannya melalui membran sel. Salah satu fungsi membran sel adalah deteksi dan transduksi signal biokimia eksternal atau signal

lainnya ke dalam ruang sitoplasma. Membran sel yang menyelubungi sel, merupakan struktur elastik tipis, tebalnya hanya 7,5 sampai 10 nano meter. Perkiraan komposisi membran sel adalah protein 55%, fosfolipid 25%, kolesterol 13%, lipid lain 4% dan karbohidrat 3%. Oleh karena itu membran sel hampir seluruhnya terdiri dari lapisan lipid ganda dengan banyak sekali protein yang melayang-layang dalam lipid, banyak yang menembus lapisan lipid sampai ke dalam. Lapisan lipid ganda ini sukar sekali dilalui oleh cairan ekstraseluler maupun cairan intraseluler. Mengingat medan magnet bersifat tak terhalangi, maka medan magnet ELF dapat mentransfer secara langsung energinya ke dalam membran sel, sehingga memungkinkan terjadinya modifikasi proses signal transduction membran. Oleh karena itu membran sel merupakan tempat awal perubahan seluler oleh induksi medan magnet ELF (Shimizu,2006).

Gobba dan Malagoli (2003) menyatakan medan magnet bertindak pada membran plasma melalui media interaksi yang mempengaruhi aktivitas enzim dan jalur sinyal transduksi. Aliran ion yang melalui saluran protein dipengaruhi oleh potensial listrik dan kimia pada membran sel yang mana akan terpengaruh apabila ditempatkan dalam lingkungan dengan daerah kelistrikan. Medan magnet ELF mengakibatkan perubahan biologis pada pertumbuhan sel (Yan *et al.*, 2010)

2.4 Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Bakteri

Penggunaan medan magnet didasarkan pada aplikasi efek osilasi elektromagnetik terhadap pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme seperti halnya pada mikroorganisme pembentuk asam. Penelitian dari Sadidah *et al* (2015) menjelaskan bahwa pemberian medan magnet ditujukan untuk menekan jumlah mikroba yang ada pada tape. Dimana energi ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung karbohidrat, protein, garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} Perpindahan energi ke ion menghasilkan peningkatan kecepatan serta aliran ion seperti Ca^{2+} melewati membran sel. Ion-ion membawa efek medan magnet dari daerah interaksi ke organ lainnya dan akan merusak protein dalam sel bakteri. Rusaknya

protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga menyebabkan kematian sel bakteri.

Medan magnet beresilasi mempengaruhi strain bakteri yang berbeda dalam fase lag pertumbuhannya (Fojt *et al.*, 2004). Fase lag merupakan fase dimana bakteri baru melakukan penyesuaian diri terhadap lingkungan baru yang ditempati. Fase ini bergantung dengan komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel pada inoculum awal dan sifat fisiologis mikroorganisme. Setiap strains bakteri memiliki respons yang beragam pada intensitas, frekuensi, dan lama pemaparan yang berbeda dari medan magnet ELF (Bayir *et al.*, 2013).

2.5 Strawberry

Tanaman strawberry dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo (bangsa) : Rosales

Famili (suku) : Rosaideae

Subfamili : Rosaceae

Genus (marga) : Fragaria

Spesies : Fragaria sp

(Tjitrosoepomo, (1985).

Strawberry merupakan salah satu komoditas buah-buahan hortikultura yang tumbuh di iklim subtropis. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi membuat strawberry dapat tumbuh di iklim tropis (Hanif & Ashari, 2013).

Kadar vitamin C dalam buah sangat dipengaruhi oleh varietas, lingkungan, tempat tumbuh, pemakaian berbagai jenis pupuk, tingkat kematangan buah dan sebagainya (Winarno, 1980). Pada beberapa jenis buah-buahan dan sayuran kondisi lingkungan (tempat tumbuh) juga berpengaruh terhadap kadar vitamin C, terbukti tanaman yang tumbuh di lingkungan dengan penyinaran matahari yang cukup serta

kondisi tanah yang sesuai memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi. Vitamin C adalah vitamin yang terlarut dalam air, vitamin C juga dikenal dengan nama asam askorbat, asam L-xiloaskorbat, 3-ono- gulofuranolanton serta vitamin antisorbutat. Vitamin C adalah vitamin yang paling mudah rusak dalam bentuk cair, vitamin C dapat dengan mudah mengalami oksidasi (Mardalena, 2017). Dari Penelitian Rahman, *et al* (2014) mengenai pengaruh tingkat kematangan buah strawberry terhadap umur simpan dan karakteristik mutunya menggunakan lima plasma nutfah buah strawberry segar dengan tiga fase kematangan dan menyimpan buah strawberry hasil petik pada suhu ruang ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan RH $70\pm 5\%$). Hasil yang diperoleh adalah plasma nutfah dengan umur simpan terpanjang yaitu Camarosa dan tingkat kematangan yang paling optimum di daerah subtropis tersebut adalah tingkat kematangan 2/3. Secara umum laju reaksi akan meningkat 2-3 kali setiap kenaikan 10°C . Analog laju respirasi akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu simpan, dengan demikian umur simpan menjadi lebih pendek dan sebaliknya. Akan tetapi setiap jenis buah dan sayuran memiliki suhu terendah tertentu (suhu kritis), bilamana suhu terendah itu dilewati, produk akan menunjukkan gejala percepatan laju respirasi dan pelayuan (Ooraikul dan Stiles, 1991).

Dalam penelitian ini akan mengkaji ketahanan buah strawberry. Kerusakan buah strawberry meliputi: kerusakan fisiologis, kerusakan mekanis, kerusakan mikrobiologis, kerusakan fisik, kerusakan kimia, dan kerusakan biologis. Bahan hasil pertanian yang awet meskipun mengalami perubahan-perubahan tetapi terjadinya sangat lambat. Karena mengalami perubahan yang berlangsung lambat, maka bahan yang mula-mula bermutu baik akan tetap baik sampai jangka waktu tertentu.

2.5.1 Kualitas Fisik

Setiap buah - buahan hasil dari pertanian pasti memiliki sifat - sifat fisik tersendiri seperti halnya bentuk, struktur, ukuran, warna tekstur dsb. Menurut Sjaifullah (1996) kriteria fisik dalam buah segar antara lain:

a. Warna Kulit

Pada dasarnya semua jenis buah memiliki ciri khas warna kulit tersendiri. Hal yang sering ditumukan yaitu umumnya buah - buahan mengalami proses pematangan dengan dilihat dari warna kulitnya yang berubah. Adapun Ciri-ciri buah strawberry yang siap panen apabila dilihat dari warna kulit buah yaitu didominasi warna merah, hijau kemerahan, hingga kuning kemerahan.

b. Kesegaran

Buah yang segar dapat dilihat dari warna kulitnya yang cerah, tidak keriput, dan tidak berlubang bekas gigitan serangga.

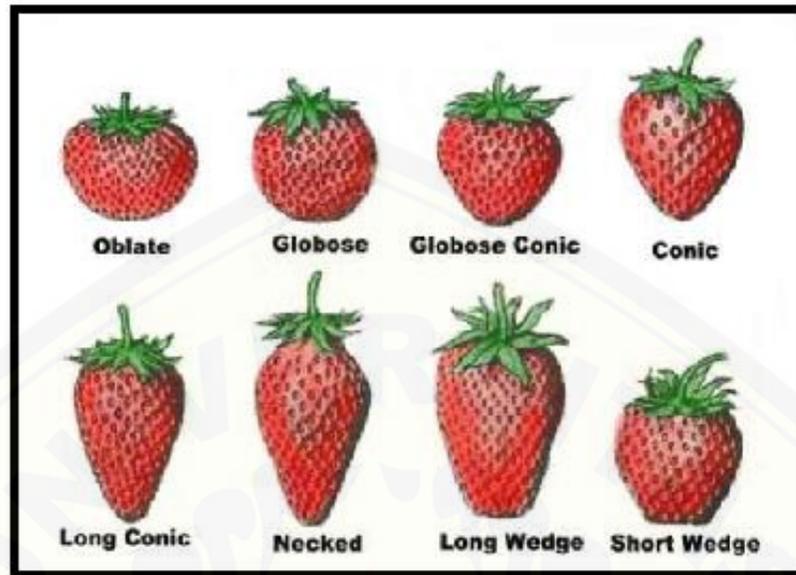
c. Ukuran dan Bentuk buah

Saat buah sudah siap panen atau dipetik, umumnya buah itu memiliki ukuran maksimum dengan bentuk yang khas pula. Untuk ukuran dari buah strawberry sendiri tidak mempengaruhi rasa, karena strawberry tidak akan masak setelah dipetik, maka pilihlah yang paling masak sehingga memiliki tekstur yang keras.

d. Kemulusan Kulit

Kualitas strawberry ditentukan oleh kemulusan kulit dan luka mekanis akibat adanya benturan, hama penyakit atau jamur Patogen yang sering menyebabkan kerusakan pada buah strawberry seperti *Botrytis cinerea* (bercak kelabu), *Colletotrichum acutatum* (busuk antraknosa), dan *Phytophthora cactorum* (busuk kulit) (Dahlan, 2014).

Bentuk buah strawberry sangat bervariasi. Bentuk-bentuk ini ditentukan oleh sifat genetik. Terdapat delapan bentuk buah yang umum pada strawberry, yaitu oblate, globose, globose conic, conic, long conic, necked, long wedge dan short wedge (USDA dalam Budiman dan Saraswati , 2008).

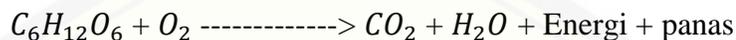


Gambar 2.4 Bentuk strawberry menurut *United State Departemen of Agriculture (USDA)*

2.6 Dekomposisi Buah Strawberry

Buah Strawberry dalam kelas respirasi termasuk pada kelas yang tinggi laju respirasinya. Secara umum laju reaksi akan meningkat 2-3 kali setiap kenaikan 10°C . Analog laju respirasi akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu simpan, dengan demikian umur simpan menjadi lebih pendek dan sebaliknya. Akan tetapi setiap jenis buah dan sayuran memiliki suhu terendah tertentu (suhu kritis), bilamana suhu terendah itu dilewati, produk akan menunjukkan gejala percepatan laju respirasi dan pelayuan (Ooraikul dan Stiles, 1991). Dalam proses respirasi ini, bahan tanaman terutama kompleks karbohidrat dirombak menjadi bentuk karbohidrat yang paling sederhana (gula) selanjutnya dioksidasi untuk menghasilkan energi. Hasil sampingan dari respirasi ini adalah CO_2 , uap air dan panas (Gunawan, 1996). Semakin tinggi laju respirasi maka semakin cepat pula perombakan-perombakan yang terjadi dan akhirnya mengarah pada kemunduran dari produk tersebut. Air yang dihasilkan ditranspirasikan dan jika tidak dikendalikan produk akan cepat menjadi layu. Sehingga laju respirasi sering digunakan sebagai indeks yang baik untuk menentukan masa simpan

pascapanen produk segar (Rukmana, 1998). Masa simpan produk segar dapat diperpanjang dengan menempatkannya dalam lingkungan yang dapat memperlambat laju respirasi dan transpirasi melalui penurunan suhu produk, mengurangi ketersediaan O_2 , atau meningkatkan konsentrasi CO_2 , dan menjaga kelembaban nisbi yang mencukupi dari udara sekitar produk tersebut.



Buah strawberry setelah dipanen mengalami perubahan kimia. Perubahan kimia yang terjadi antara lain :

a. Kandungan vitamin C

Selama penyimpanan kandungan vitamin C buah strawberry mengalami peningkatan setiap harinya. Peningkatan kandungan vitamin C disebabkan terjadinya proses biosintesis vitamin C dari glukosa yang terdapat pada buah (Googman, 1996 dalam Kartika, 2012).

b. Kandungan Padatan Terlarut (KPT)

Menurut Winarno (2002) saat kandungan pati menurun maka kandungan sukrosa akan naik, dan sukrosa yang terbentuk akan dipecah lagi menjadi fruktosa dan glukosa. Glukosa yang terbentuk akan digunakan sebagian untuk proses pernapasan (respirasi). Peningkatan nilai KPT beriringan dengan proses pematangan buah hal ini sesuai dengan pernyataan Pujimulyani (2012), yang menyatakan buah yang mengalami pematangan maka zat padat terlarutnya akan meningkat. Peningkatan ini akan semakin tajam jika terjadi transpirasi yang sangat cepat.

c. pH

Penurunan nilai pH diduga berkaitan dengan aktivitas mikroba yang menghasilkan asam. Selain itu, perubahan nilai pH juga dipengaruhi oleh lama penyimpanan, reaksi enzimatik, dan perubahan mikrobia.

Selain laju respirasi yang dapat mempengaruhi masa simpan buah strawberry adalah mikroorganisme pembusuk. Mikroorganisme pembusuk dapat tumbuh bila kondisinya memungkinkan seperti adanya pelukaan-pelukaan, kondisi suhu, dan

kelembaban yang sesuai dan sebagainya. Mikroorganisme pembusuk pada buah dan sayuran merupakan faktor pembatas utama dalam memperpanjang masa simpan buah (Utama, 2001). Jamur patogen yang sering menyebabkan kerusakan pada buah strawberry yaitu *Botrytis cinerea* (bercak kelabu), *Colletorichum acutatum* (busuk antraknosa) dan *Phytophthora cactorum* (busuk kulit buah). Bakteri yang menyebabkan penyakit busuk lunak pada buah strawberry termasuk pada famili Enterobacteriaceae yaitu *Erwina carotovora* dan *Pseudomonas marginalis* di Florida (Yuliasari *et al.*, 2015). Selain itu, bakteri penyebab busuk lunak pada buah strawberry adalah bakteri dari genus *Weeksella*. Bakteri ini merupakan bakteri Gram negative yang akan masuk ke jaringan buah kemudian menghasilkan enzim yang akan menghancurkan ikatan antar sel dan menyebabkan luka. Luka tersebut akan menimbulkan adanya cairan dari jaringan yang rusak sehingga terjadi busuk lunak (Yuliasari *et al.*, 2015)

Mekanisme pembusukan pada buah yaitu sebagai berikut:

1. Aktivitas metabolisme pada buah dan sayuran segar dicirikan dengan adanya proses respirasi. Respirasi menghasilkan panas yang menyebabkan terjadinya peningkatan panas. Sehingga proses kemunduran seperti kehilangan air, pelayuan, dan pertumbuhan mikroorganisme akan semakin meningkat. Mikroorganisme pembusuk akan mendapatkan kondisi pertumbuhannya yang ideal dengan adanya peningkatan suhu, kelembaban dan siap menginfeksi buah (utama,2001)
2. Gejala busuk yang ditimbulkan oleh bakteri yaitu pada permukaan buah yang dilukai memunculkan air sehingga menjadi basah. Luka pada buah berbentuk cekung dan berwarna lebih gelap dibandingkan jaringan sehat di sekitarnya. Warna daerah perlukaan menjadi putih keruh yang disebabkan oleh jaringan buah yang rusak. Luka yang ditimbulkan melebar dan menghasilkan bau busuk (Yuliasari *et al.*,2015).
3. Kuchareck dan Bartz (1994) menyatakan bahwa bakteri patogen penyebab busuk lunak akan masuk ke jaringan buah dan menghasilkan enzim yang menghancurkan ikatan antar sel dan menimbulkan luka. Luka tersebut akan memunculkan cairan dari jaringan yang rusak sehingga terjadi busuk lunak.

2.7 Derajat Keasaman (pH) pada Strawberry

pH (potential of Hydrogen) atau derajat keasaman merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan keasaman atau kebasaaan suatu zat. Besarnya nilai pH bervariasi, yaitu dari 1 hingga 14. Larutan yang netral memiliki pH bernilai 7, sedangkan larutan asam memiliki nilai $pH < 7$, dan larutan basa memiliki nilai $pH > 7$ (Junianto,2003). Kondisi pH sangat mempengaruhi kesetimbangan dari larutan ekstrak antosianin. Antosianin merupakan pigmen larut air yang secara alami terdapat pada berbagai jenis tumbuhan dan buah-buahan. Buah strawberry merupakan buah yang memiliki antosianin, dimana antosianin ini dapat memberikan warna merah pada buah strawberry (Priska, 2018). Ketika dalam kondisi pH yang sangat asam, antosianin memiliki bentuk kation flavilium, dimana antosianin berada pada kondisi paling stabil dan paling berwarna. Sedangkan pada pH yang lebih basa, antosianin akan berwarna kuning (bentuk kalkon), berwarna biru (bentuk quinoid), atau tidak berwarna (basa karbinol) (Misbachudin,2014).

Tingkat keasaman (pH) suatu larutan didefinisikan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hydrogen (dalam mol per liter):

$$pH = - \log [H^+] \quad (1)$$

Nilai pH dari suatu larutan adalah perbandingan antara konsentrasi ion hidrogen H^+ dengan konsentrasi ion hidroksil OH^+ . Jika konsentrasi H^+ lebih besar dari OH^+ , maka larutan bersifat asam, nilai pH adalah kurang dari 7. Jika konsentrasi OH^+ lebih besar dari H^+ , maka larutan bersifat basa, dengan suatu nilai pH lebih besar dari 7. Jika konsentrasi H^+ sama dengan OH^+ maka larutan bersifat netral dengan nilai pH sama dengan 7 (Sinko, 2012:208).

2.8 Reaksi Medan Magnet ELF Terhadap Perubahan pH

Naik turunnya pH pada buah strawberry dipengaruhi oleh bakteri yang dapat mengubah antosianin. Ketika dalam kondisi pH yang sangat asam, antosianin memiliki bentuk kationflavilium, dimana antosianin berada pada kondisi paling stabil dan paling

berwarna. Sedangkan pada pH yang lebih basa antosianin akan berwarna kuning (bentuk kalkon), berwarna biru (bentuk quinoid), atau tidak berwarna (basa karbinol) (Misbachudin, 2014). Menurut hasil penelitian Ma'rufiyanti (2014) pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap nilai derajat keasaman (pH) buah tomat mengalami peningkatan sebesar 0.2 dari kelompok kontrol, sehingga pH pada kelompok eksperimen yaitu 4.5. Peningkatan nilai pH ini dikarenakan terjadi penghambatan aktivasi metabolisme bakteri pembentuk asam oleh medan magnet ELF yaitu dengan cara memindahkan energi dari medan magnet ke ion-ion dalam sel bakteri pembentuk asam. Energi ini nantinya ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion pada bakteri. Perpindahan energi ke ion-ion inilah dapat menghasilkan peningkatan kecepatan serta aliran ion-ion seperti Ca^{2+} melewati membran sel. Kemudian ion-ion membawa efek medan magnet dari daerah interaksi ke jaringan dan organ lainnya, sehingga efek medan magnet ELF ini pada akhirnya akan merusak struktur sel dalam protein dalam sel. Rusaknya protein dalam sel ini dapat mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel yang nantinya aktivitas bakteri pembentuk asam dalam menghasilkan senyawa asam menjadi terganggu. Dalam hal ini sangat sesuai dengan pendapat dari Sari (2012) yang menyatakan bahwa peningkatan nilai derajat keasaman disebabkan oleh adanya penghambatan aktivitas dari bakteri pembentuk asam. Selain itu pendapat lain juga menguatkan dari Barbosa dan Canovas (1998) yang menyatakan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi arah migrasi dan mengubah pertumbuhan serta reproduksi mikroorganisme.

Penelitian Sadidah (2015), menjelaskan bahwa pemberian medan magnet dapat menekan jumlah mikroba yang ada pada tape. Energi ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung karbohidrat, protein, garam-garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} . Ion-ion ini kemudian membawa efek medan magnet dari organ satu ke organ lainnya sehingga dapat mengakibatkan rusaknya protein dalam sel. Dari sinilah dapat diketahui rusaknya protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel yang pada akhirnya bisa menyebabkan kematian sel. Hal ini

mengakibatkan menurunnya jumlah mikroba pada penelitian ini. Penurunan jumlah mikroba menunjukkan adanya hubungan terhadap nilai pH, karena adanya jumlah mikroba merupakan indikator adanya bakteri pembentuk asam. Apabila jumlah mikroba yang tumbuh banyak, maka jumlah bakteri pembentuk asam akan banyak dan dapat menurunkan pH tape.

2.9 Hubungan pH Stoberi dengan Daya Hantar Listrik Strawberry

Utama (2001) menyatakan buah yang baru dipanen sebenarnya telah dilabui oleh berbagai macam mikroorganisme (mikroflora) dari yang tidak menyebabkan pembusukan sampai yang menyebabkan pembusukan. Penelitian (Ma'rufiyanti, Sudarti, & Gani, 2014) menyatakan bahwa peningkatan nilai pH pada buah tomat diduga karena terjadi penghambatan aktivitas metabolisme bakteri pembentuk asam. Bakteri asam merupakan kumpulan bakteri yang mampu mengubah komposisi laktosa dalam strawberry menjadi asam laktat. Semakin banyak jumlah bakteri asam laktat, maka asam laktat akan semakin banyak (Purwoko,2007). Larutan elektrolit yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi (pH rendah) maka jumlah ion hidrogen (H^+) yang dihasilkan akan semakin besar sehingga hal ini dapat mengakibatkan arus listrik yang dihasilkan semakin besar dan nilai konduktivitasnya pun semakin besar. Namun sebaliknya apabila buah strawberry memiliki tingkat keasamaan yang rendah (pH tinggi) maka jumlah konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang dihasilkan akan semakin sedikit sehingga arus listrik yang dihasilkan semakin kecil dan nilai konduktivitasnya semakin kecil (Purnomo,2010).

Daya hantar listrik (DHL) adalah ukuran seberapa kuat suatu larutan dapat menghantarkan listrik. Daya hantar listrik berhubungan dengan pergerakan suatu ion di dalam larutan ion yang mudah bergerak mempunyai mempunyai daya hantar listrik yang besar (Effendi,2003). Semakin besar nilai daya hantar listrik maka kemampuan untuk dapat menghantarkan listrik semakin kuat. Berdasarkan daya hantar listriknya larutan dapat dibedakan menjadi larutan elektrolit dan larutan non elektrolit.

Larutan elektrolit yaitu suatu senyawa yang apabila dilarutkan dalam pelarut (misalnya air) maka akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Sedangkan larutan non elektrolit yaitu larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Senyawa yang termasuk larutan elektrolit yaitu senyawa garam, asam, basa. Senyawa yang termasuk larutan non elektrolit yaitu gula dan etanol. Larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik yaitu digolongkan ke dalam elektrolit kuat, sedangkan larutan elektrolit yang sifat penghantaran listriknya buruk digolongkan ke dalam elektrolit lemah (Bird,1993:197).

Hantaran muatan-muatan listrik disebut dengan hantaran listrik. Pemberian medan listrik pada bahan konduktor akan menyebabkan muatan positif yang bergerak searah dengan arah medan muatan negatif dan berlawanan dengan arah medan, sehingga akan terjadi arus listrik (Soedjo, 1998:136). Persamaan arus listrik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2)$$

Keterangan:

ΔQ : Muatan

Δt : Selang waktu

i : Arus listrik

Jika laju aliran listrik berubah terhadap waktu, maka arus juga akan berubah terhadap waktu sehingga persamaan diatas harus dituliskan dalam bentuk diferensial sebagai berikut:

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (3)$$

Arus listrik dalam satuan SI dinyatakan sebagai Ampere (A), dengan $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$. Jadi, arus 1 Ampere ekuivalen dengan muatan 1 C dalam selang waktu 1 detik. Hal yang harus diingat bahwa arah arus adalah arah muatan positif. Dalam konduktor logam, misalnya tembaga arus dihasilkan oleh aliran elektron (negatif) sehingga didalam konduktor tersebut berlawanan arah dengan arah gerak elektron.

Jika jumlah pembawa muatan setiap satuan volume disimbolkan dengan n dan tiap pembawa muatan disimbolkan q , maka muatan yang melewati suatu penampang dengan luas A dalam waktu Δt adalah muatan total pembawa muatan yang terletak dalam suatu silinder dengan volume $A \cdot v \cdot \Delta t$ atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta Q = \frac{nA\vec{v}}{\Delta t}q \quad (4)$$

Maka arus didalam konduktor dirumuskan sebagai berikut:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nq\vec{v}A \quad (5)$$

Laju pembawa muatan v yang sesungguhnya yaitu laju rata-rata yang dapat disebut kecepatan hanyut. Rapat arus (\vec{j}) dalam konduktor didefinisikan sebagai arus persatuan luas.

$$\vec{j} = \frac{i}{A} \quad (6)$$

Karena,

$$i = nqvA$$

Sehingga, rapat arus dirumuskan sebagai berikut:

$$\vec{j} = nq\vec{v} \quad (7)$$

Dari persamaan diatas dinyatakan bahwa arah arus searah dengan arah gerak pembawa muatan positif dan berlawanan dengan arah gerak pembawa muatan negatif. Apabila di dalam konduktor diberi label beda potensial, misalnya dengan menggabungkan konduktor tersebut dengan kutub-kutub sebuah baterai, maka dalam konduktor akan timbul kuat medan listrik \vec{E} dan \vec{j} rapat arus. Sehingga secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\vec{j} = \sigma\vec{E} \quad (8)$$

Persamaan tersebut menyatakan bahwa pada berbagai bahan hasil bagi rapat arus dan kuat medan listrik berharga konstan. Konstan tersebut sebagai konduktivitas bahan.

Bahan-bahan yang memenuhi hukum Ohm dikatakan bersifat ohmik, sedangkan bahan yang tidak memenuhi hukum Ohm disebut tidak bersifat ohmik.

Aliran listrik dalam suatu aliran elektrolit akan memenuhi hukum Ohm, yang menyatakan “besarnya arus listrik (I) yang mengalir melalui larutan berbanding lurus atau sama dengan beda potensial (V) dan berbanding terbalik dengan tahanan (R). maka secara matematis hukum Ohm dapat dituliskan sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} \quad (9)$$

Tahanan suatu bahan bergantung pada dimensi bahan lainnya berdasarkan rumus

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (10)$$

Keterangan:

ρ = Tahanan spesifik atau resistivitas, (Ωcm dalam satuan SI: Ωm)

l = panjang, (cm dalam satuan SI: m)

A = luasa penampang lintang, (cm^2 dalam satuan SI: m^2)

Kebalikan dari resistivitas disebut sebagai konduktansi spesifik atau konduktansi (K) sehingga secara matematis Persamaan konduktansi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (11)$$

Nilai konduktivitas dalam larutan tinggi jika jumlah ion dari suatu larutan meningkat. K (Kappa) merupakan konduktivitas dengan satuan (Ω^{-1}), tetapi secara resmi satuan yang digunakan adalah siemen (S) dimana $S = \Omega^{-1}$, sehingga satuan untuk konduktivitas adalah Scm^{-1} atau Sm^{-1} , ρ merupakan resistivitas (Ωm). Pada larutan elektrolit, konduktivitas merupakan besaran yang diukur bukan tahanan (Bird,1993:198).

Daya Hantar Listrik dapat diukur dengan menggunakan metode conductivitymetri dan alat yang digunakan adalah conductivity meter. Prinsip kerja dari conductivity meter adalah sel hataran (electrode) di celupkan ke dalam larutan, sehingga ion positif dan ion negative didalam larutan menuju sel hantaran dan

menghasilkan sinyal listrik berupa hantaran listrik larutan. Hambatan listrik dikonversikan oleh alat menjadi hantaran listrik larutan (Bird,1993:197).

2.10 Kerangka Konseptual

Paparan medan magnet ELF pada buah strawberry dapat menyebabkan ion-ion yang terkandung didalamnya mengalami perubahan gerakan yang melintasi membran sel sehingga dihipotesa bahwa paparan medan magnet meningkatkan percepatan pergerakan ion melalui daerah fluks magnetik. Grubner (dalam Krisnawati, 2011) mengatakan Ca^{2+} merupakan suatu ion yang dapat terpengaruh oleh medan magnet pada pertumbuhan selnya. ion Ca^{2+} tergolong bahan yang bersifat paramagnetik. Bahan paramagnetik memiliki sifat yang dapat terpengaruh oleh medan magnet atau bisa disebut termagnetisasi. Bentuk pengaruh suatu bahan yang termagnetisasi yaitu spin elektron yang terdapat pada bahan tersebut yang pada mulanya acak akan tertata rapi atau menjadi terarah oleh medan magnet (Sutrisno dan Gie,1979:108-109). Menurut kajian yang dilakukan oleh Gaafar *et al*, (2006), arus induksi yang timbul karena perubahan medan magnet ELF dapat menyebabkan perubahan kecepatan gerakan ion Ca^{2+} ekstraseluler ion Ca^{2+} cepat terpenuhi dan sesuai dengan kebutuhan sel maka proses pertumbuhan sel akan semakin cepat dan jumlah bakteri semakin banyak.

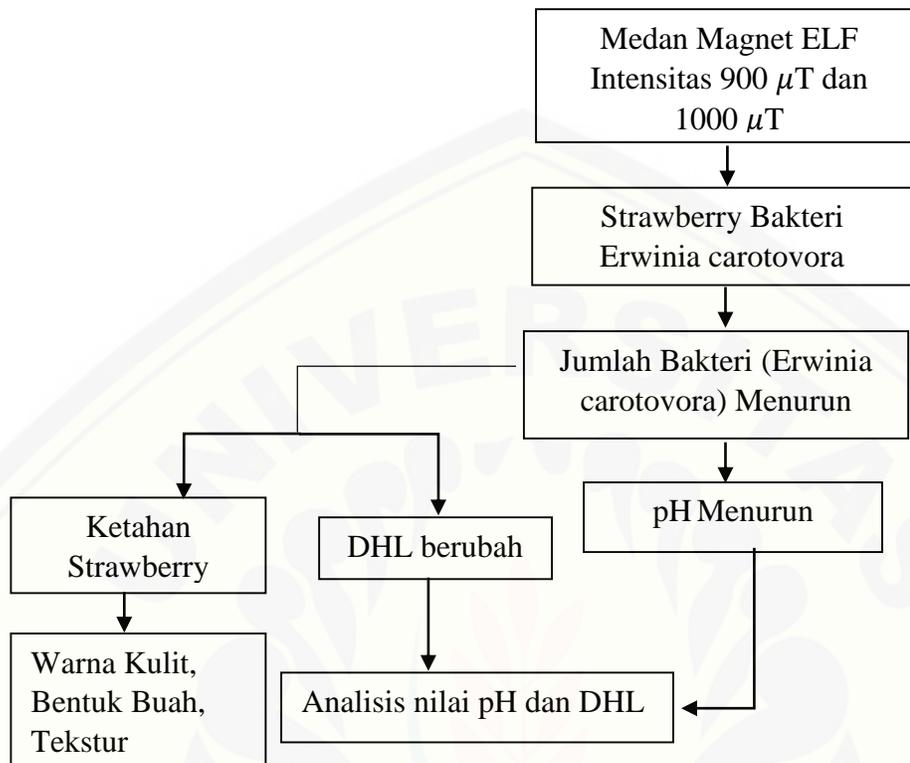
Yuliasari *et al*, (2015) mengatakan bahwa bakteri yang menyebabkan penyakit busuk lunak pada buah strawberry termasuk pada famili Enterobacteriaceae yaitu *Erwina carotovora* dan *Pseudomonas marginalis* di Florida. Bakteri ini merupakan bakteri Gram negative yang akan masuk ke jaringan buah kemudian menghasilkan enzim yang akan menghancurkan ikatan antar sel dan menyebabkan luka. Sehingga luka tersebut akan menimbulkan adanya cairan dari jaringan yang rusak sehingga terjadi busuk lunak.

Asam terdiri dari asam kuat dan asam lemah, dimana asam kuat yaitu yang banyak menghasilkan banyak ion, sedangkan asam lemah yaitu yang menghasilkan

sedikit ion. Semakin asam suatu larutan maka semakin kecil nilai pH-nya, begitu juga sebaliknya semakin lemah tingkat keasaman suatu larutan maka pH-nya makin besar. Menurut Kristinawati, *et al* (2015) paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100 μ T selama 5 menit berpengaruh terhadap penurunan nilai pH pada keju jenis cream cheese.

Dengan demikian apabila suatu larutan konduktor elektrolit memiliki tingkat keasaman yang tinggi (pH kecil) mengakibatkan arus listrik yang dihasilkan juga semakin besar dan konduktivitas larutan elektrolit juga semakin besar. Sebaliknya apabila suatu larutan konduktor elektrolit memiliki tingkat keasaman yang rendah (pH besar) maka arus listrik yang dihasilkan juga semakin kecil dan akibatnya konduktivitas juga semakin kecil (Purnomo,2010). Adapun hasil Penelitian dari Sugito, *et al.*(2009), pada proses pemeraman pulp kakao semakin tinggi keasaman pulp kakao (pH rendah), maka semakin tinggi konduktivitas listriknya. Sumardilan, *et al.*(2015) mengatakan pada penelitiannya bahwa penambahan pengawet alami pada sari buah belimbing wuluh dapat menurunkan nilai pH, semakin tinggi tingkat keasaman maka sifat kelistikannya akan semakin baik.

Berikut ini adalah gambaran mekanisme paparan medan magnet ELF pada proses pengawetan.



Gambar 2.5 Kerangka Konseptual paparan medan magnet ELF pada buah strowberi

2.11 Hipotesis Penelitian

- 2.11.1 Ada pengaruh paparan medan magnet ELF pada intensitas $900\mu T$ dan $1000\mu T$ terhadap derajat keasaman (pH) buah strawberry.
- 2.11.2 Ada pengaruh paparan medan magnet ELF pada intensitas $900\mu T$ dan $1000\mu T$ terhadap daya hantar listrik buah strawberry
- 2.11.3 Ada pengaruh paparan medan magnet ELF pada intensitas $900\mu T$ dan $1000\mu T$ terhadap ketahanan fisik buah strawberry.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di dua tempat, yaitu :

- a. Penelitian untuk pemaparan medan magnet terhadap buah strawberry dilakukan di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.
- b. Pengukuran nilai daya hantar listrik dan pH pada buah strawberry dilakukan di Laboratorium Biologi Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu pendidikan

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil 2019, November 2019.

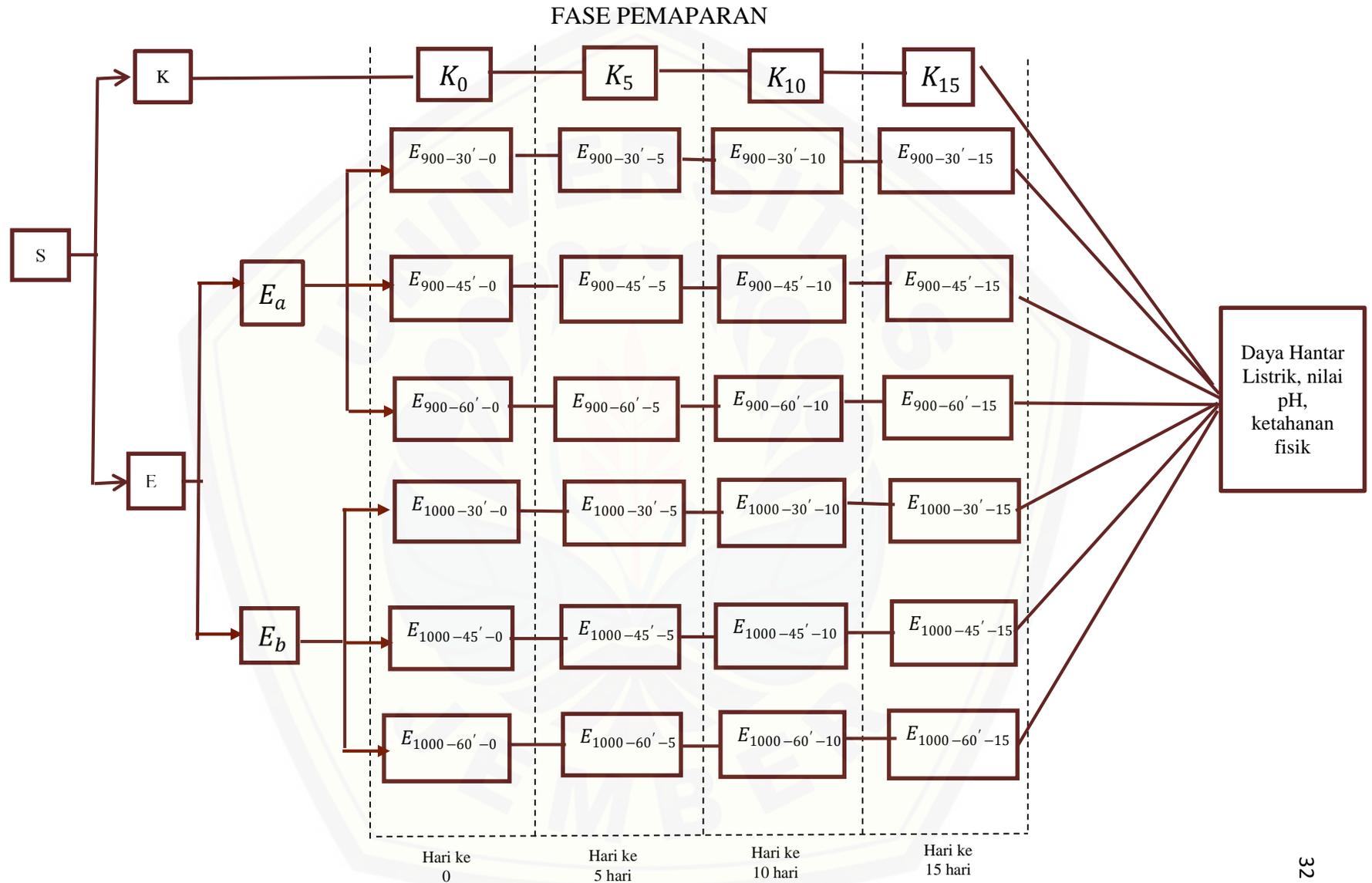
3.2 Jenis dan Desain Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam Penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium, yaitu penelitian yang membandingkan kelompok eksperimen (kelompok yang diberi perlakuan berupa paparan medan magnet ELF) dengan kelompok kontrol (kelompok yang tidak diberi perlakuan paparan medan magnet ELF)

3.2.2 Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan desain Penelitian *randomized post-test only control group design* dimana pembagian dua kelompok subjek penelitian dipilih secara acak. Pengamatan dilakukan pada hari ke- 0, 5, 10, 15. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 140 butir buah strawberry segar yang diambil dari Perkebunan Kalisat Strawberry, Desa Sempol Kabupaten Bondowoso.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan :

S : merupakan sampel buah strawberry

K : merupakan kelompok kontrol

E_a : merupakan kelompok eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 900 μT

E_b : merupakan kelompok eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 1000 μT

$E_a 30$: merupakan kelompok eksperimen yang dipaparkan medan magnet ELF 900 μT selama 30 menit

$E_a 45$: merupakan kelompok eksperimen yang dipaparkan medan magnet ELF 900 μT selama 45 menit

$E_a 60$: merupakan kelompok eksperimen yang dipaparkan medan magnet ELF 900 μT selama 60 menit

E_b : merupakan kelompok eksperimen yang dipapar medan magnet ELF 1000 μT

$E_b 30$: merupakan kelompok eksperimen yang dipaparkan medan magnet ELF 1000 μT selama 30 menit

$E_b 45$: merupakan kelompok eksperimen yang dipaparkan medan magnet ELF 1000 μT selama 45 menit

$E_b 60$: merupakan kelompok eksperimen yang dipaparkan medan magnet ELF 1000 μT selama 60 menit

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian

a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

- 1) Paparan medan magnet ELF untuk kelompok eksperimen menggunakan intensitas medan magnet 900 μT dan 1000 μT
- 2) Lama paparan medan magnet ELF yang diberikan yaitu sebanyak dua kali dengan durasi 30 menit, 45menit , dan 60 menit.

b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai daya hantar listrik, nilai pH dan ketahanan kualitas fisik pada buah strawberry.

3.3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel penelitian adalah uraian yang membatasi setiap istilah yang digunakan dalam penelitian terhadap indikator-indikator yang membentuknya. Berikut akan dijelaskan beberapa istilah dalam penelitian ini.

a. Medan Magnet ELF

Medan elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan suatu spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi kurang dari 300 Hz. Pada penelitian ini digunakan alat penghasil medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang memiliki frekuensi 50 Hz. Mekanisme pengaturan kerja pada alat ini yaitu menggunakan input dengan sumber tegangan PLN 220 Volt dan kuat arus 5 Ampere. Penelitian ini menggunakan intensitas paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) $900 \mu T$ dan $1000 \mu T$ karena berdasarkan penelitian sebelumnya (Mina,2018) pada intensitas $700 \mu T$ dan $900 \mu T$ berpengaruh terhadap kapasitansi buah anggur. Dosis yang efektif untuk mempertahankan kapasitansi buah anggur adalah $900 \mu T$ selama 2×45 menit.

b. Intensitas medan magnet ELF disebut sebagai densitas atau kerapatan fluks magnetik. Dalam penelitian ini intensitas medan magnet ELF yang dipaparkan sebesar $900 \mu T$ dan $1000 \mu T$. Penentuan intensitas didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya Mina *et al*,(2018) yaitu dengan menggunakan intensitas $700 \mu T$ dan $900 \mu T$.

c. Lama paparan medan magnet ELF

Lama paparan medan magnet ELF yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30 menit, 45 menit, dan 60 menit dengan dua kali pemaparan

d. pH

pH merupakan suatu derajat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Skala pada pH yaitu 0 - 14. Pengukuran pH ini digunakan untuk mengetahui nilai pH pada buah strawberry. Uji pH pada penelitian ini menggunakan pH meter yang dilakukan di Laboratorium Elektronika dan

Instrumentasi Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

e. Nilai daya hantar listrik (DHL)

Nilai daya hantar listrik (DHL) pada buah strawberry yaitu nilai yang menyatakan kemampuan buah strawberry dalam menghantarkan arus listrik dan nilai tersebut tergantung pada besarnya paparan intensitas medan magnet (ELF) yang dipaparkan pada buah strawberry.

f. Ketahanan Kualitas Fisik

Ketahanan Kualitas Fisik buah strawberry dijelaskan dengan menghitung jumlah buah yang timbul bercak atau timbul jamur pada permukaannya.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat - alat

a. *Current Transformer* (CT)

Current Transformer (CT) adalah alat yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet ELF dengan menggunakan sumber arus AC yaitu pada frekuensi 50 Hz. Pada penelitian ini alat *Current Transformer* digunakan untuk memaparkan sampel buah strawberry. Komponen-komponen alat *Current Transformer* yaitu sebagai berikut:

1. Transformator tegangan
2. 3 buah transformator dengan arus masing - masing 100/5 A, 300/5 A, dan 600/5 A.
3. pengatur tegangan (*Voltage Regulator*)

Tegangan satu fasa yang masuk ke pengatur tegangan dari PLN yaitu 220 Volt dengan frekuensi 50 Hz. Kemudian keluaran dari pengatur tegangan atau (*Voltage Regulator*) ini masuk ke transformator tegangan sebagai sisi primer dari transformator.

4. Amperemeter

5. Batang konduktor dari tembaga yang memiliki diameter masing - masing 3 cm. konduktor tembaga pada alat ini dihubungkan dengan output transformator, kemudian akan menghasilkan paparan medan magnet lebih dominan dari pada medan magnet listrik di medium sekitarnya.

b. *Electromagnetic Field Tester (EMF Tester)*

EMF Tester merupakan suatu alat yang dimanfaatkan untuk mengukur besar medan magnet yang di hasilkan dari alat CT dan digunakan sebagai kalibrasi besarnya medan magnet yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun prosedur pengoprasian EMF-827, sebagai berikut :

1. Memposisikan "off range switch" ke range yang sesuai. Memulai dari range tertinggi dan tunggu hingga nilai terukur stabil lalu gantilah ke range yang diinginkan.
2. Memegang probe sensor, kemudian mendekatkan kepala sensor ke objek yang akan diukur sehingga tersentuh secara fisis. Memperhatikan bagaimana intensitas medan bertambah atau menurun ketika probe didekatkan ke arah objek.
3. Memposisikan kepala sensor di sudut yang berbeda terhadap objek yang akan diukur dan lihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil pengukuran.
4. Mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar. Jika objek yang diukur mati selama pengukuran, seharusnya hasil pengukuran mendekati nol, jika tidak maka artinya ada sumber EM lain yang terdeteksi.
5. Alat ukur didesain untuk membaca satuan μT tetap dapat pula mengukur dalam satuan mG dengan cara mengalikan hasil pengukuran dengan angka 0.

c. Conductivity meter

Conductivity meter ini digunakan untuk menentukan nilai daya hantar listrik buah strawberry

d. pH meter

Alat digital ini digunakan untuk mengukur nilai derajat keasaman (pH) suatu bahan. Cara menggunakannya yaitu dengan memasukkan probe sensor ke dalam strawberry yang telah dihaluskan yang akan diuji, kemudian nilai pH dapat dibaca langsung pada alat.

e. Neraca ohaus digital

Digunakan untuk menimbang massa sampel buah strawberry untuk Penelitian.

f. Label Sticker

Digunakan untuk memberi tanda label pada masing – masing sampel.

3.4.2 Bahan – bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam Penelitian ini terdiri atas :

1. Strawberry sebanyak 280 buah
2. Akuades steril sebanyak 5 L
3. Strong kangen water
4. Styrofoam untuk wadah sampel
5. Plastik wrap
6. Tissue

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Penentuan Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah buah strawberry. Penentuan Sampel untuk kelompok kontrol dan eksperimen dilakukan secara acak (random). Penentuan jumlah sampel yang akan digunakan pada kelompok eksperimen atau kontrol yaitu dengan cara pengambilan secara acak. Pada kelompok eksperimen dibagi menjadi dua tahap yaitu pada intensitas $900\mu T$ dan $1000\mu T$. Kelompok eksperimen ini diberi perlakuan paparan medan magnet ELF dengan intensitas yang sudah ditentukan. Untuk kelompok kontrol tidak diberi paparan medan magnet ELF. Dalam hal ini sampel yang akan digunakan yaitu buah strawberry segar untuk kelas kontrol sebanyak 40 buah dan 240

buah lainnya sebagai sampel kelas eksperimen. Pada kelas eksperimen sampel akan diberikan perlakuan berbeda yaitu 40 buah diberi paparan medan magnet selama 30 menit dengan intensitas paparan 900 μT , 40 buah diberi paparan medan magnet selama 45 menit dengan intensitas paparan 900 μT , 40 buah diberi paparan medan magnet selama 60 menit dengan intensitas paparan 900 μT . Kemudian 40 buah diberi paparan medan magnet selama 30 menit dengan intensitas paparan 1000 μT , 40 buah diberi paparan medan magnet selama 45 menit dengan intensitas paparan 1000 μT , 40 buah diberi paparan medan magnet selama 60 menit dengan intensitas paparan 1000 μT .

3.5.2 Sterilisasi

Buah strawberry selanjutnya dicuci menggunakan strong kangen water supaya bersih dari pertisida atau bahan-bahan kimia dan bakteri yang ada pada permukaan luar buah strawberry. Kemudian apabila telah disterilkan, buah strawberry di kemas menggunakan plastik wrap kemudian 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 dipapari medan magnet dengan intensitas 900 μT dan 1000 μT selama 30 menit, 45 menit dan, 60 menit. adapun tahap - tahap yang dilakukan pada kelompok eksperimen sebagai berikut :

- a. Penggunaan Tegangan input PLN sebesar 220 volt dan frekuensi 50 Hz
- b. Kemudian untuk intensitas medan magnet ELF yang digunakan untuk dipaparkan dalam penelitian ini adalah 900 μT dan 1000 μT
- c. Waktu atau lama paparan medan magnet ELF yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30 menit, 45 menit, dan 60 menit.

Berikut merupakan gambar alat penghasil medan magnet (*Electromagnetics Filed Source*)



Gambar 3.2 *Electromagnetics Filed Source* (Sumber : Sudarti dan Helianti,2005)

Adapun cara penggunaan alat penghasil medan magnet (*Electromagnetics Field Source*) adalah sebagai berikut:

- a. Menyalakan MCB 20 50A yang terdapat dalam panel, apabila tegangan telah terhubung maka pilot lampu akan terlihat menyala.
- b. Memastikan tegangan pada output slite voltage regulator dalam keadaan nol, kemudian dengan memutar knob berlawanan arah jarum jam atau ke arah kiri hingga knob tidak dapat diputar lagi.
- c. Menekan push button atau tombol berwarna merah untuk menyalakan regulator arus, perlu diketahui apabila knob tidak diputar sampai posisi nol maka kontraktor tidak akan menyala sehingga alat ini belum bisa digunakan.
- d. Memutar knob dengan cara searah jarum jam (ke kanan) hingga didapatkan intensitas medan magnet yang diinginkan atau yang telah ditetapkan pada penelitian yang akan dilakukan dengan dibantu alat EMF tester untuk mendeteksi besarnya intensitas yang sudah dihasilkan.
- e. Menekan push button berwarna hijau untuk mematikan regulator arus.

Selain menggunakan alat *Electromagnetics Field Source*, penelitian ini juga menggunakan alat EMF tester (*Electromagnetics Field Tester*) yang berfungsi untuk mengukur intensitas medan magnet. Berikut merupakan gambar alat EMF tester

(Electromagnetics Field Tester) Tipe Lutron EMF-827 dengan range 20/200/2.000 Mikro Tesla dan 200/2000/20.000 Mili- Gauss



Gambar 3.3 EMF Tester

Langkah-langkah pengoperasian ELF-827 antara lain:

- Memposisikan “*Offrange Switch*” ke range yang sesuai. Memulai dari range tertinggi dan tunggu hingga nilai terukur stabil lalu gantilah ke range yang diinginkan. Karena EM adalah interferensi dari lingkungan, maka layar akan menunjukkan nilai terkecil sebelum pengukuran misalnya hingga mencapai 0,05 μ T. Hal ini bukanlah malfungsi alat.
- Memegang *Probe* sensor, lalu mendekatkan kepala sensor ke objek yang akan diukur sehingga tersentuh secara fisis. Memperhatikan bagaimana intensitas medan bertambah ketika probe didekatkan ke arah objek.
- Memposisikan kepala sensor di sudut yang berbeda terhadap objek yang akan diukur dan dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil pengukuran.
- Mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar. Jika objek yang diukur mati selama pengukuran, seharusnya hasil pengukuran mendekati nol, jika tidak artinya ada sumber EM lain yang terdeteksi.

- e. Alat ukur di desain untuk membaca pada satuan μT tetapi dapat pula mengukur dalam satuan mG dengan cara mengalihkan 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 Kualiatas Fisik

Ketahanan kualitas fisik buah strawberry dilihat dari timbulnya bercak jamur, warna dan tekstur.

- b. Pengukuran pH

Pada pengukuran pH buah strawberry dilakukan secara langsung menggunakan pH meter. Berikut adalah prosedur pengukuran pH pada buah strawberry.

1. Menyiapkan sampel buah strawberry yang sudah ditentukan jumlahnya dan peralatan yang diperlukan.
2. Menumbuk buah strawberry hingga halus menggunakan mortar dan alu.
3. Menyaring sari strawberry menggunakan corong buchner dan kertas saring.
4. Memasukkan sari buah strawberry ke dalam labu ukur.
5. Mengkalibrasi alat pH meter menggunakan larutan buffer pH 7
6. Mencilupkan pH meter pada sari buah strawberry.
7. Mencatat hasil pegukuran pH pada tabel 3.3

Adapun pH meter dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3.4 pH meter

c. Pengukuran Daya Hantar Listrik

Berikut adalah prosedur pengukuran DHL pada buah strawberry.

1. Menyiapkan sampel buah strawberry yang sudah ditentukan jumlahnya dan peralatan yang diperlukan.
2. Menumbuk buah strawberry hingga halus menggunakan mortar dan alu.
3. Menambahkan aquades pada buah strawberry yang telah dihaluskan.
4. Mencelupkan *Conductivity meter* digital pada buah strawberry yang telah dihaluskan
5. Mencatat hasil pengukuran pH pada tabel 3.2



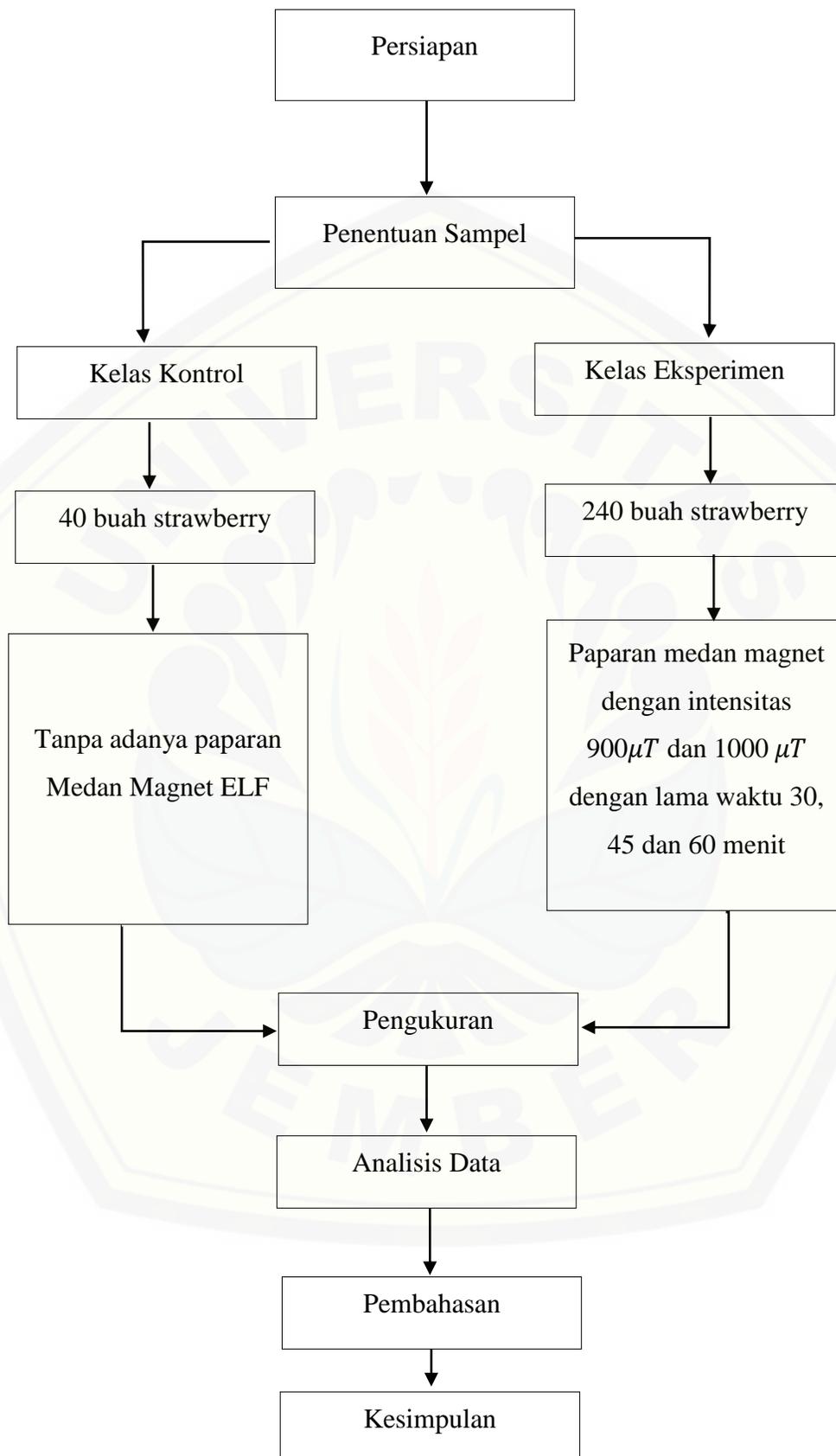
Gambar 3.5 *Conductivity meter* digital

3.5.5 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat langkah - langkah yang akan dilakukan sebagai berikut:

- a. Menyiapkan buah strawberry segar
- b. Membagi sampel buah strawberry menjadi dua kelompok, yaitu 1 sampel kelompok kontrol dan 6 sampel kelompok eksperimen.
- c. Memberi perlakuan pada kelompok eksperimen berupa paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 900 dan 1000 selama 30, 45 dan 60 menit sesuai dengan pembagian sampel yang telah ditentukan.

- d. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL) buah strawberry di hari ke-0
- e. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL) buah strawberry di hari ke-5
- f. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL) buah strawberry di hari ke-10
- g. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL) buah strawberry di hari ke-15
- h. Membahas analisa data
- i. Membahas hasil analisa data
- j. Menarik kesimpulan hasil Penelitian



3.6 Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

Metode dan instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu menggunakan eksperimen laboratorium. Hasil pengumpulan data dapat dituliskan seperti tabel berikut :

a. Tabel Hasil Pengukuran pH Buah Strawberry

Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran pH Buah Strawberry

Kelompok		Hasil pengukuran pH buah strawberry pada hari ke-			
		0	5	10	15
Kontrol	K				
Eksperimen	$E_{900-30'}$				
	$E_{900-45'}$				
	$E_{900-60'}$				
	$E_{1000-30'}$				
	$E_{1000-45'}$				
	$E_{1000-60'}$				

b. Tabel Hasil Pengukuran DHL Buah Strawberry

Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran DHL Buah Strawberry

Kelompok		Hasil pengukuran DHL buah strawberry pada hari ke-			
		0	5	10	15
Kontrol	K				
Eksperimen	$E_{900-30'}$				
	$E_{900-45'}$				
	$E_{900-60'}$				
	$E_{1000-30'}$				
	$E_{1000-45'}$				
	$E_{1000-60'}$				

c. Tabel Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Buah Strawberry

Tabel 3.3 Data Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Buah Strawberry

Kelompok	Hasil pengukuran Kualitas Fisik Buah Strawberry pada hari ke-			
	0	5	10	15
Kontrol K				
Eksperimen	$E_{900-30'}$			
	$E_{900-45'}$			
	$E_{900-60'}$			
	$E_{1000-30'}$			
	$E_{1000-45'}$			
	$E_{1000-60'}$			

Keterangan :

Kontrol : Kelompok tanpa adanya paparan medan magnet ELF

$E_{900-30'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $900\mu T$ dan waktu paparan 30 menit

$E_{900-45'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $900\mu T$ dan waktu paparan 45 menit

$E_{900-60'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $900\mu T$ dan waktu paparan 60 menit

$E_{1000-30'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $1000\mu T$ dan waktu paparan 30 menit

$E_{1000-45'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $1000\mu T$ dan waktu paparan 45 menit

$E_{1000-60'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $1000\mu T$ dan waktu paparan 60 menit

3.7 Analisa Data

Metode analisa data pada penelitian ini yaitu menggunakan analisis deskriptif, uji *One Way Anova* yang dilanjutkan dengan uji LSD. Uji *One Way Anova* dengan uji LSD digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antar perlakuan paparan medan magnet ELF antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Apabila seluruh data telah terkumpul, selanjutnya data ditulis dalam bentuk tabel dan grafik. Data dianalisis dengan menggambarkan data - data deskriptif yang telah terkumpul. Lalu dianalisis dengan uji Komparasi One Way ANOVA, kemudian dilanjutkan uji Regresi menggunakan SPSS Statistics 23

Adapun dalam penelitian ini antara lain:

- a. Data Perhitungan jumlah buah strawberry yang timbul bercak
- b. Data pengukuran pH
- c. Data pengukuran nilai daya hantar listrik

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

- a. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas $900\mu T$ dan $1000\mu T$ berpengaruh terhadap pH buah strawberry. Dosis yang efektif untuk mempertahankan nilai pH buah strawberry yaitu pemberian paparan dengan intensitas $1000\mu T$ selama 60 menit.
- b. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas $900\mu T$ dan $1000\mu T$ berpengaruh terhadap DHL buah strawberry. Dosis yang efektif untuk meningkatkan nilai DHL buah strawberry yaitu pemberian paparan dengan intensitas $1000\mu T$ selama 60 menit.
- c. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas $1000\mu T$ berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah strawberry. Dosis yang efektif untuk mempertahankan kualitas fisik buah strawberry yaitu pemberian paparan dengan intensitas $1000\mu T$ selama 60 menit.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap Daya Hantar Listrik suatu bahan
- b. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk bisa lebih memahami tentang pemanfaatan medan magnet ELF sebagai teknologi pengawetan bahan pangan dan teknologi pertanian.
- c. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang variasi bahan yang akan digunakan untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, N.A.G. 1987. *Ion Plating Technology : Development and Applications*. John Wiley&Sons : New York
- Albert et al., 2002. *Biologi Molekuler Sel*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- Andi, A, 2013. *Budidaya Strawberry di Purbalingga, Jateng*. Dalam <http://tabloidgallery.wordpress.com/2008/02/13/budidaya-strawberry-dipurbalingga-jateng/>. Diakses Oktober 2019.
- Arifin, B (2013). On the Competitiveness and Sustainability of the Indonesian Agricultural Export Commodities. *ASEAN Journal of Economics, Management and Accounting* 1 (1): 81-100 (June 2013) ISSN 2338-9710.
- Atina. (2015). Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Dari Sifat Asam Buah. *Sainmatika*, 12(2), 28–42.
- Baafai,U.S. 2004. Polusi Dan Pengaruh Medan Elektromagnet Terhadap Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Teknik Simetrika*. Vol.2, No, Agustus 2003
- Bahri,S., Eko S., Afrizal M., Rosane M. 2015. Menentuka Karakteristik Listrik Jeruk Nipis, Belimbing Wuluh Dan Pisang Tanduk Serta Implementasinya Dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendipa*. ISSN 2086-9363
- Barbosa dan Canovas. 1998. *Oscillating Magnetic Field for Food Processing*. Dalam Non Termal Preservation of Food. Marcel Dekker Inc. New York.
- Bayır, E., Bilgi, E., Sendemir-Urkmez, A., & Hames-Kocabas, E. E. (2015). The effects of different intensities, frequencies and exposure times of extremely low-frequency electromagnetic fields on the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7. *Electromagnetic biology and medicine*, 34(1), 14-18.
- Bird, T. 1993. *Kimia Fisik untuk Universitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Boona, S. R., dan Morelli, D. T. (2013). Structural, Magnetic, and Thermoelectric Properties of Some CePd 3-Based Compounds. *Journal of electronic materials*, 42(7), 1592-1596.
- Budiman, S. (2008). *Berkebun stroberi secara komersil*. Niaga Swadaya.

- Chionna, A., Dwikat, M., Panzarini, E., Tenuzzo, B., Carla, E. C., Verri, T. (2003). Cell shape and plasma membrane alterations after static magnetic fields exposure. *European Journal of Histochemistry*, 299-308.
- Dahlan, S. A. (2014). Uji Karakteristik Fisik dan Kimia pada Buah Stroberi (*Fragaria L*) dengan Pembekuan Cepat Menggunakan Metode Pencelupan pada Nitrogen Cair. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(2), 131-139.
- Diyaning, G. N., Trihandaru, S., dan Shanti, M. R. S. 2015. Identifikasi sifat Dielektrik Pisang pada Tingkat Kematangan dengan Rangkaian RLC. *Jurnal Radiasi*. Vol. 6, No(2):1-7.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Falah, M.A.F, Hurriin ,H., A.R.P.A. Dewi., Jumeri. 2016. Quality evaluation of fresh strawberry (*Fragaria sp. cv. Earlybrite*) during storage in a tropical environment. AIP Conference Proceedings 1755, 130003. <http://doi.org/10.1063/1.4958547>.
- Faissler, W. 1991. *Modern Electronics*. Canada : John Wiley & Sons Inc.
- Fojt, L., Strasaka L., Veterll V., dan Smarda J. 2004. Comparison of The LowFrequency Magnetic Field Effects on Bacteria *Escherichia Coli*, *Leclercia Adecarboxylata*, And *Staphylococcus Aureus*. *Bioelectrochemistry*. 63(1-2):337– 341
- Gaafar, E. S. A., Hanafy, M. S., Tohamy, E. Y., dan Ibrahim, M. H. (2006). Stimulation and control of E. coli by using an extremely low frequency magnetic field. *Romanian Journal of Biophysics*, 16(4), 283-296.
- Giancoli, D. C. 2014. *Physics: Principles with Applications*. 7th Edition. San Fransisco: Pearson Education Inc.
- Giancoli, D. C. 1998. *Fisika Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Gobba, F. dan Malagoli, D. 2003. Effects of 50 Hz Magnetic Fields on fMLPInduced Shape Changes in Invertebrate Immunocytes: The Role of Calcium Ion Channels. *Bioelectromagnetics*. 24(1): 347-354.
- Goodman, S. 2000. *Ester – C: Vitamin C Generasi III*. PT Gramedia. Jakarta.
- Gunawan, L.W. 1996. *Strawberry*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Grubner, S. J. 2011. Peningkatan Proliferasi Kultur Sel Punca Mesenkim Asal Darah Tepi Melalui Pemaparan Medan Magnet Disk Permanen 200 mt Selama Dua dan Empat Jam per Hari. Tidak diterbitkan. *Tesis*. Jakarta:Universitas Indonesia.
- Hanif, Z., dan Ashari, H. 2013. *Sebaran Stroberi (Fragaria x ananassa) di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Batu
- Hermen. 2001. Rancangan Bangun Alat dan Pengukuran Nilai Dielektrik pada Kisaran Frekuensi Radio. *Tesis*. Bogor : Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hermawan, B. 2005. Monitoring Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Lahan Jagung. *Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian Indonesi*. 7:15-22.
- Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., & Gavara, R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 110(2), 428-435.
- Hewitt, P. G. 2008. *Conceptual Physics Fundamental*. San Fransisco:Pearson Education Inc.
- Ibraheim, M. H., dan El-Din Darwish, D. (2013). Hz frequency magnetic field effects on *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* bacteria. *IOSR J Appl Phys*, 5(3), 2278-4861.
- Irwan, F., dan Afdal, A. (2016). Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), 85-93.
- Ishaq, M. 2007. *Fisika Dasar Elektisitas dan Magnetisme*. Yogyakarta.
- Itegin, M. dan Gunay, I. 1993. Influence of strong static magnetic field on bioelectrical characteristics of rat hemidiaphragm muscle. *J Islamic Acad Sci* 5(4): 12-14.
- Jajte J., J. Grzegorzcyk, M. Zmyślony, dan E. Rajkowska. 2001. Influence of a 7 mT static magnetic field and iron ions on apoptosis and necrosis in rat blood lymphocytes. *J Occup Health* 43:379-381.
- Ji, W., Huang, H., Deng, A., dan Pan, C. (2009). Effects of static magnetic fields on *Escherichia coli*. *Micron*, 40(8), 894-898.

- Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta
- Kartika, R. 2010. Pengaruh Penambahana CaCo_3 dan Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C pada Proses PenghambatanPematangan Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*). Fakultas MIPA Universitas Mulawarman. *Jurnal Kimia Mulawarman* 8 (1):28-34.
- Kristinawati, A dan Sudarti. 2015. The Influence of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field Exposure on The Proses of Making Cream Cheese. *Proceeding The 1st IBSC Towards The Extented Use Of Basic Science FOR Enhancing Health. Environment, Energy And Biotechnology*. Universitas Jember:181-183.
- Kristinawati, A. 2015. Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH dan Kadar Air Pada Proses Pembuatan Keju Jenis *Cream Cheese*. *Skripsi*. Jember: Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember.
- Kobayashi, M., Soda, N., Miyo, T., & Ueda, Y. (2004). Effects of combined DC and AC magnetic fields on germination of hornwort seeds. *Bioelectromagnetics*, 25(7), 552–559. <https://doi.org/10.1002/bem.20032>
- Kucharek, T., J. Bartz. 1994. *Bacterial Soft Rots of Vegetables and Agronomic Crops*. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Loeksmanto, W. 1993. *Medan Elektromagnetik*. Bandung: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mardalena, I. 2017. *Dasar Ilmu Gizi Dalam Keperawatan*. Yogyakarta: Pustaka Baru.
- Margono. 2004. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Ma'rufiyanti, P., Sudarti, S., dan Gani, A. A. (2014). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) $300\mu\text{T}$ dan $500\mu\text{T}$ Terhadap Perubahan Kadar Vitamin C dan Derajat Keasaman (pH) pada Buah Tomat. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 3(3):278-284.
- Mina, N. M., Sudarti, S., dan Yushardi, Y. (2018). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Kapasitansi Buah Aanggur Merah. *FKIP e-Proceeding*, 3(2), 216-220.

- Misbachudin, M. C., Rondonuwu, F. S., dan Sutresno, A. (2014). Pengaruh pH Larutan Antosianin Strawberry dalam Prototipe Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 10(2), 57-62..
- Muchtaruddin, M. 1998. *Dampak Medan Elektromagnet terhadap Kesehatan*. Majalah Kedokteran Indonesia. 48:7-264
- Nugroho, D. 2009. Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan SUTET 500 kV terhadap Medan Magnet. *Ijurnal*. Vol. 2, No. 1:9-17
- Nunes, M. C. N., Emond, J. P., Rauth, M., Dea, S., & Chau, K. V. (2009). Environmental conditions encountered during typical consumer retail display affect fruit and vegetable quality and waste. *Postharvest Biology and Technology*, 51(2), 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.07.016>
- Ooraikul, B. dan M. E. Stiles. 1991. *Modified Atmosphere Packaging of Food*. Ellis Horwood. Ltd. West Sussex. England.
- Paull, R. E. (1999). Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 263–277. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00090-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00090-8)
- Priska, M., Peni, N., dan Carvalho, L. Antosianin Dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79-97.
- Pujimulyani, D. 2012. *Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Purnomo, H. 2010. Pengaruh Keasaman Buah Jeruk Terhadap konduktivitas Listrik. *ORBITH* 6(2):276-281.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Putra, M. M., Dewantar, I. G., & Swastini, D. A. 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Nilai pH Sediaan Cold Cream Kombinasi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.), Herba Pegagan (*Centella asiatica*) dan Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii* (gilg) Domke). *Jurnal Farmasi Udayana*.
- Racuciu, M. (2011). 50 Hz frequency magnetic field effects on mitotic activity in the maize root. *Rom. J. Biophys*, 21(1), 53-62.
- Rahman, M. M., Moniruzzaman, M., Ahmad, M. R., Sarker, B. C., & Alam, M. K. (2016). Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of

- strawberry genotypes growing in subtropical regions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(1), 28-37.
- Ridawati, S. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH Susu Fermentasi. *FKIP e-PROCEEDING*, 2(1), 5-5.
- Riyanto, Y. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. 1996. Surabaya: SIC.
- Rukmana, H. R. (1998). *Stroberi, Budi Daya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sadidah, K. R., Sudarti, dan Gani, A. A. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) $300\mu T$ dan $500\mu T$ terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4(1):1-8
- Sapers, G.M. 2001. Efficacy of Washing and Sanitizing Methods, *Food Technol. Biotechnol.* 39 (4) 305–311
- Sari, E. 2012. Proses Pengawetan Sari Buah Apel (*Mallus Sylvestris Mill*) Secara Non-Termal Berbasis Teknologi Oscillating Magnetizing Field (OMF). *Jurnal Ternologi Pertanian* 13(2):78-87
- Sari, R. E. Y. W., & Prihandono, T. (2015). Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) $100\mu t$ Dan $300\mu t$ Pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(2).
- Shimizu, Y., Chang, E. C., Shafton, A. D., Ferens, D. M., Sanger, G. J., Witherington, J., dan Furness, J. B. (2006). Evidence that stimulation of ghrelin receptors in the spinal cord initiates propulsive activity in the colon of the rat. *The Journal of physiology*, 576(1), 329-338.
- Sinko, P. J. 2012. *Martin Farmasi Fisika dan Ilmu Farmasetika*. Terjemahan oleh Joshinta Djajadisastra dan Amalia H. Hadinata. Jakarta: EGC.
- Sjaifullah, 1996. *Petunjuk Memilih Buah Segar*. Cetakan Pertama. Jakarta. PT. Penerbit Surabaya
- Soedjojo, P. 1998. *Azas – Azas Ilmu Fisika*. Jilid 2. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Soedjojo, P. 2000. *Fisika Dasar*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

- Sudarti dan Heliatin. 2005. The Effect Of Alteration 11-10 To The Immune Modulation Response On Bul/C Mice Exposed Extremely Low Frequency Magnetic Field 20 MT. *Jurnal Sainstifika*, 6(1):46-44. Jember: Universitas Jember
- Sudarti. 2010. Mekanisme Peningkatan Kalsium Sel Germinal pada Mencit Balb/C yang Dipapar Medan Magnet ELF 100-150 μ T. Jember : Universitas Jember.
- Sudarti dan Prihandono. 2014. “Potensi Genototik Medan Magnet ELF (extremely low frequency) terhadap Prevalensi Salmonella dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat”. Jember: Universitas Jember.
- Sugiyono. 2013. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: ALFABETA.
- Sugito, H., dan Mujasam. 2009. Konduktivitas Listrik Pulp Kakao dengan Fermentasi dan Pengenceran. *Berkala Fisika*. 12(3): 93-98
- Sumardilan, S. F. Retnowaty, Y. Fitri, dan A. Suroso. 2015. Uji Karakteristik Fisis, pH, Organoleptik Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L*) Dengan Penambahan Pengawet Sintesis dan Pengawet Alami. *Jurnal Photon*. 5(2):71-79
- Soesanto, I. L. 2006. *Penyakit Pascapanen: Sebuah Pengantar*. Kanisius.
- Susanty, A., & Sampepana, E. (2017). Pengaruh Masa Simpan Buah terhadap Kualitas Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 11(2), 76–82.
- Sutrisno dan Gie. 1979. *Fisika Dasar :Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung : ITB.
- Swerdlow, A.J. 2006. *Power Frequency Elektromagnetic Fields, Melatonin, And The Risk of Breast Cancer (Report Of an Independent Advisory Group on Non Ionising Radiation)*. Series B: Radiation, Chemical and Enviromental Hazards United Kingdom: Health Protection Agency
- Tarigan, T. R. P. (2013). Studi tingkat radiasi medan elektromagnetik yang ditimbulkan oleh telepon selular. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Tipler, P. A. (1991). *Fisika Untuk Sains dan Tehnik Jilid 2* (alih bahasa Dr. Bambang Soegijono). Penerbit Erlangga: Jakarta.

- Tipler, P. A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terjemahan oleh Bambang Soegiono. Jakarta: Erlangga.
- Tipler. 2001. *Fisika Jilid 2*. Erlangga. Jakarta: Indonesia.
- Tjitrosoepomo, G. (1985). *Morfologi tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.
- Tobing, D.L. 1996. *Fisika Dasar 1*. Jakarta : Gramedia.
- Unep. 2005. Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri Di Asia - [Www.Energyefficiencyasia.Org](http://www.energyefficiencyasia.org)
- Utama, M.S. 2001. *Penanganan pascapanen buah dan sayuran segar*. Makalah "Forum Konsultasi Teknologi" Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali.
- Wahyuningsih, I. 2016. *Perbaikan Kualitas Produk Buah Strawberry (Fragaria sp. Holibert) Segar (pada Petani Buah Strawberry di Kawasan Wisata Ketep Pass Desa Banyuroto, Sawangan, Magelang, Jawa Tengah)*. UGM. Yogyakarta.
- Wardhana, W.A. 2009. Dampak Radiasi Elektromagnetik Ponsel. <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ut32.html> . diakses tgl 27 Februari 2019
- Wibowo, R. A., Hamzah, A., dan Astuti, S. D. (2013). Potensi Medan Magnetik Dari Kumbaran Helmholtz Untuk Inaktivasi Bakteri Pencemar Air (*Escheria coli*).
- Wijayanto. 2008. *Elektronikamagnetika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Winarno, F.G. 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Holtikultura*. Bogor. M-BRIO PRESS Cetakan 1
- Wills, R.H.H., Lee, T.H., Graham, D., Mc. Glasson, W.B. and E.G. Hall. 1998. Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of fruits and Vegetables. *New South Wales University Press Ltd.*, Kensington :105-107.
- World Health Organization (WHO). 2007. *Environmental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Field*. Geneva: WHO Press.
- WHO. 2012. *World Health Organization: Electromagnetic Field (EMF)*. <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html> diakses 27 Februari 2018.
- 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.

Young dan Freedman. 2003. *Fisika Universitas Jilid I*. Jakarta: Erlangga.

Yuliasari, M. M., Kawuri, R., dan Proborini, M. W. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penyebab Penyakit Busuk Lunak pada Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 2(1), 23-28.



LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	JENIS PENELITIAN	SUMBER DATATEKNIK PENGAMBILAN DATA	TEKNIK PENGAMBILAN DATA	ANALISA DATA	ALUR PENELITIAN
Pengaruh Paparan Radiasi Medan Magnet <i>Extremely Low Frekuensi</i> (ELF) Terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry	<ol style="list-style-type: none"> Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF pada intensitas $900 \mu T$ dan $1000 \mu T$ terhadap ketahanan fisik buah strawberry Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF pada intensitas $900 \mu T$ dan $1000 \mu T$ terhadap Daya 	<ol style="list-style-type: none"> Jenis Penelitian : Eksperimen laboratorium Penentuan Responden Penelitian : <i>Random sampling</i> 	Sumber data terdiri data primer dan data sekunder. <ol style="list-style-type: none"> Data primer diperoleh dari eksperimen laboratorium Data sekunder diperoleh dari data hasil penelitian dan informasi dari buku, serta sumber lain mengenai pengawetan dengan 	Metode pengumpulan data yaitu dengan menggunakan eksperimen laboratorium	Metode analisa data: <ol style="list-style-type: none"> Analisis statistic deskriptif Uji komparasi one way anova Uji korelasi pearson 	<ol style="list-style-type: none"> Tahap persiapan Tahap penentuan sampel Tahap sterilisasi Tahap perlakuan Tahap pengambilan data Tahap pembahasan Kesimpulan

	Hantar Listrik buah strawberry		menggunakan medan magnet			
3.	Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF pada intensitas $900 \mu T$ dan $1000 \mu T$ terhadap derajat keasaman (pH) buah strawberry					

LAMPIRAN B. DATA HASIL PENELITIAN

1. Data hasil pengukuran kualitas fisik

Kelompok		Jumlah buah strawberry yang timbul bercak pada hari ke-			
		0	5	10	15
Kontrol	K	100%	(23%)	(48%)	(88%)
	$E_{900-30'}$	100%	(3%)	(15%)	(33%)
Eksperimen	$E_{900-45'}$	100%	(5%)	(18%)	(30%)
	$E_{900-60'}$	100%	(15%)	(33%)	(43%)
	$E_{1000-30'}$	100%	(8%)	(25%)	(33%)
	$E_{1000-45'}$	100%	(10%)	(30%)	(43%)
	$E_{1000-60'}$	100%	(100%)	(18%)	(25%)

Data Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Strawberry Harian

Kelompok		Pengamatan	Baik	Cacat
Kontrol		Hari ke 1	39	1
		Hari ke 2	37	2
		Hari ke 3	34	3
		Hari ke 4	32	2
		Hari ke 5	31	1
		Hari ke 6	29	2
		Hari ke 7	27	2
		Hari ke 8	25	2
		Hari ke 9	23	2
		Hari ke 10	21	2
		Hari ke 11	17	4
		Hari ke 12	13	4
		Hari ke 13	8	5
		Hari ke 14	5	3
		Hari ke 15	0	0
Eksperimen 900 μ T	30'	Hari ke 1	40	0
		Hari ke 2	40	0
		Hari ke 3	40	0
		Hari ke 4	39	1
		Hari ke 5	39	0
		Hari ke 6	39	0
		Hari ke 7	38	1
		Hari ke 8	37	1
		Hari ke 9	36	1
		Hari ke 10	34	2
		Hari ke 11	33	1
		Hari ke 12	32	1

Eksperimen 1000 μ T		Hari ke 13	31	1
		Hari ke 14	29	2
		Hari ke 15	25	2
	45'	Hari ke 1	40	0
		Hari ke 2	40	0
		Hari ke 3	40	0
		Hari ke 4	39	1
		Hari ke 5	38	1
		Hari ke 6	35	3
		Hari ke 7	34	1
		Hari ke 8	34	0
		Hari ke 9	33	1
		Hari ke 10	33	0
		Hari ke 11	32	1
		Hari ke 12	31	1
		Hari ke 13	29	2
		Hari ke 14	29	0
		Hari ke 15	28	1
	60'	Hari ke 1	40	0
		Hari ke 2	37	3
		Hari ke 3	37	0
		Hari ke 4	37	0
		Hari ke 5	35	2
		Hari ke 6	34	1
		Hari ke 7	32	2
		Hari ke 8	31	1
		Hari ke 9	30	1
		Hari ke 10	28	2
		Hari ke 11	27	1
		Hari ke 12	26	1
		Hari ke 13	26	0
		Hari ke 14	25	1
		Hari ke 15	25	1
	30'	Hari ke 1	40	0
		Hari ke 2	38	2
		Hari ke 3	38	0
		Hari ke 4	38	0
		Hari ke 5	37	1
		Hari ke 6	36	1
		Hari ke 7	35	1
		Hari ke 8	32	3
		Hari ke 9	31	1
		Hari ke 10	30	1
		Hari ke 11	29	1
		Hari ke 12	27	2

		Hari ke 13	27	0
		Hari ke 14	26	1
		Hari ke 15	25	1
	45'	Hari ke 1	40	0
		Hari ke 2	39	1
		Hari ke 3	38	1
		Hari ke 4	37	1
		Hari ke 5	36	1
		Hari ke 6	36	0
		Hari ke 7	34	2
		Hari ke 8	32	2
		Hari ke 9	30	2
		Hari ke 10	28	2
		Hari ke 11	28	0
		Hari ke 12	26	2
		Hari ke 13	25	1
		Hari ke 14	25	0
		Hari ke 15	23	2
	60'	Hari ke 1	40	0
		Hari ke 2	40	0
		Hari ke 3	40	0
		Hari ke 4	40	0
		Hari ke 5	40	0
		Hari ke 6	38	2
		Hari ke 7	37	1
		Hari ke 8	36	1
		Hari ke 9	35	1
		Hari ke 10	33	2
		Hari ke 11	31	2
		Hari ke 12	30	1
Hari ke 13		30	0	
Hari ke 14		30	0	
Hari ke 15		30	0	

2. Data hasil pengukuran pH buah strawberry

Hari ke-	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
	Kel	Ph	Rata-rata	Paparasi 900 μ T			Paparasi 1000 μ T		
				Kel	pH	Rata-rata	Kel	pH	Rata-rata
0	K _a	3,6	3,56	E _{1,1} (30')	3.6	3,56	E _{2,1} (30')	3.4	3,5
			3.5		3.5				
			3.6		3.6				

		3,5		E _{1,2} (45°)	3,8 3,7 3,7	3,74	E _{2,2} (45°)	3,6 3,6 3,6	3,6				
		3,6		E _{1,3} (60°)	3,6 3,6 3,6	3,6	E _{2,3} (60°)	4 4 4	4				
5	K _b	3,5	3,5	E _{1,3} (30°)	3,6 3,6 3,6	3,6	E _{2,1} (30°)	3,6 3,68 3,8	3,69				
		3,5		E _{1,3} (60°)	3,9 4 3,8	3,9	E _{2,2} (45°)	3,8 3,7 3,7	3,86				
		3,5		E _{1,3} (60°)	3,6 3,87 3,6	3,89	E _{2,3} (60°)	4,0 4,1 4,0	4,03				
	10	K _c		3,3	3,36	E _{1,1} (30°)	3,4 3,3 3,5	3,4	E _{2,1} (30°)	3,4 3,5 3,5	3,46		
				3,3		E _{1,2} (45°)	3,6 3,5 3,6	3,56	E _{2,2} (45°)	3,8 3,8 3,8	3,56		
				3,5		E _{1,3} (60°)	3,4 3,5 3,6	3,50	E _{2,3} (60°)	3,8 3,7 3,7	3,86		
		15		K _d		3,2	3,26	E _{1,1} (30°)	3,4 3,3 3,4	3,36	E _{1,1} (30°)	3,4 3,3 3,5	3,4
						3,3		E _{1,2} (45°)	3,5 3,4 3,6	3,5	E _{2,2} (45°)	3,4 3,5 3,5	3,46
						3,3		E _{1,3} (60°)	3,4 3,3 3,4	3,36	E _{1,3} (60°)	3,8 3,8 3,8	3,8

Hasil Uji *One Way Anova* pH buah strawberry

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH_ke_0	Between Groups	.338	6	.056	23.667	.000
	Within Groups	.033	14	.002		
	Total	.371	20			
pH_ke_5	Between Groups	.532	6	.089	15.120	.000
	Within Groups	.082	14	.006		
	Total	.614	20			
pH_ke_10	Between Groups	.875	6	.146	19.088	.000
	Within Groups	.107	14	.008		
	Total	.982	20			
pH_ke_15	Between Groups	1.060	6	.177	61.833	.000
	Within Groups	.040	14	.003		
	Total	1.100	20			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
pH_ke_0	kontrol	900 mt 30'	-.13333*	.03984	.005	-.2188	-.0479
		900 mt 45'	-.13333*	.03984	.005	-.2188	-.0479
		900 mt 60'	-.23333*	.03984	.000	-.3188	-.1479
		1000 mt 30'	-.13333*	.03984	.005	-.2188	-.0479
		1000 mt 45'	-.26667*	.03984	.000	-.3521	-.1812
		1000 mt 60'	-.43333*	.03984	.000	-.5188	-.3479
	900 mt 30'	Kontrol	.13333*	.03984	.005	.0479	.2188
		900 mt 45'	0.00000	.03984	1.000	-.0855	.0855
		900 mt 60'	-.10000*	.03984	.025	-.1855	-.0145

	1000 mt 30'	0.00000	.03984	1.000	-.0855	.0855
	1000 mt 45'	-.13333*	.03984	.005	-.2188	-.0479
	1000 mt 60'	-.30000*	.03984	.000	-.3855	-.2145
900 mt 45'	Kontrol	.13333*	.03984	.005	.0479	.2188
	900 mt 30'	0.00000	.03984	1.000	-.0855	.0855
	900 mt 60'	-.10000*	.03984	.025	-.1855	-.0145
	1000 mt 30'	0.00000	.03984	1.000	-.0855	.0855
	1000 mt 45'	-.13333*	.03984	.005	-.2188	-.0479
	1000 mt 60'	-.30000*	.03984	.000	-.3855	-.2145
900 mt 60'	Kontrol	.23333*	.03984	.000	.1479	.3188
	900 mt 30'	.10000*	.03984	.025	.0145	.1855
	900 mt 45'	.10000*	.03984	.025	.0145	.1855
	1000 mt 30'	.10000*	.03984	.025	.0145	.1855
	1000 mt 45'	-.03333	.03984	.417	-.1188	.0521
	1000 mt 60'	-.20000*	.03984	.000	-.2855	-.1145
1000 mt 30'	Kontrol	.13333*	.03984	.005	.0479	.2188
	900 mt 30'	0.00000	.03984	1.000	-.0855	.0855
	900 mt 45'	0.00000	.03984	1.000	-.0855	.0855
	900 mt 60'	-.10000*	.03984	.025	-.1855	-.0145
	1000 mt 45'	-.13333*	.03984	.005	-.2188	-.0479
	1000 mt 60'	-.30000*	.03984	.000	-.3855	-.2145
1000 mt 45'	Kontrol	.26667*	.03984	.000	.1812	.3521
	900 mt 30'	.13333*	.03984	.005	.0479	.2188
	900 mt 45'	.13333*	.03984	.005	.0479	.2188
	900 mt 60'	.03333	.03984	.417	-.0521	.1188
	1000 mt 30'	.13333*	.03984	.005	.0479	.2188
	1000 mt 60'	-.16667*	.03984	.001	-.2521	-.0812
1000 mt 60'	Kontrol	.43333*	.03984	.000	.3479	.5188
	900 mt 30'	.30000*	.03984	.000	.2145	.3855
	900 mt 45'	.30000*	.03984	.000	.2145	.3855
	900 mt 60'	.20000*	.03984	.000	.1145	.2855

		1000 mt 30'	.30000*	.03984	.000	.2145	.3855
		1000 mt 45'	.16667*	.03984	.001	.0812	.2521
pH_ke_5	kontrol	900 mt 30'	-.39000*	.06251	.000	-.5241	-.2559
		900 mt 45'	-.35667*	.06251	.000	-.4907	-.2226
		900 mt 60'	-.39000*	.06251	.000	-.5241	-.2559
		1000 mt 30'	-.19333*	.06251	.008	-.3274	-.0593
		1000 mt 45'	-.36667*	.06251	.000	-.5007	-.2326
		1000 mt 60'	-.53333*	.06251	.000	-.6674	-.3993
	900 mt 30'	Kontrol	.39000*	.06251	.000	.2559	.5241
		900 mt 45'	.03333	.06251	.602	-.1007	.1674
		900 mt 60'	0.00000	.06251	1.000	-.1341	.1341
		1000 mt 30'	.19667*	.06251	.007	.0626	.3307
		1000 mt 45'	.02333	.06251	.715	-.1107	.1574
		1000 mt 60'	-.14333*	.06251	.038	-.2774	-.0093
	900 mt 45'	Kontrol	.35667*	.06251	.000	.2226	.4907
		900 mt 30'	-.03333	.06251	.602	-.1674	.1007
		900 mt 60'	-.03333	.06251	.602	-.1674	.1007
		1000 mt 30'	.16333*	.06251	.020	.0293	.2974
		1000 mt 45'	-.01000	.06251	.875	-.1441	.1241
		1000 mt 60'	-.17667*	.06251	.013	-.3107	-.0426
	900 mt 60'	Kontrol	.39000*	.06251	.000	.2559	.5241
		900 mt 30'	0.00000	.06251	1.000	-.1341	.1341
		900 mt 45'	.03333	.06251	.602	-.1007	.1674
		1000 mt 30'	.19667*	.06251	.007	.0626	.3307
		1000 mt 45'	.02333	.06251	.715	-.1107	.1574
		1000 mt 60'	-.14333*	.06251	.038	-.2774	-.0093
	1000 mt 30'	Kontrol	.19333*	.06251	.008	.0593	.3274
		900 mt 30'	-.19667*	.06251	.007	-.3307	-.0626
		900 mt 45'	-.16333*	.06251	.020	-.2974	-.0293
		900 mt 60'	-.19667*	.06251	.007	-.3307	-.0626

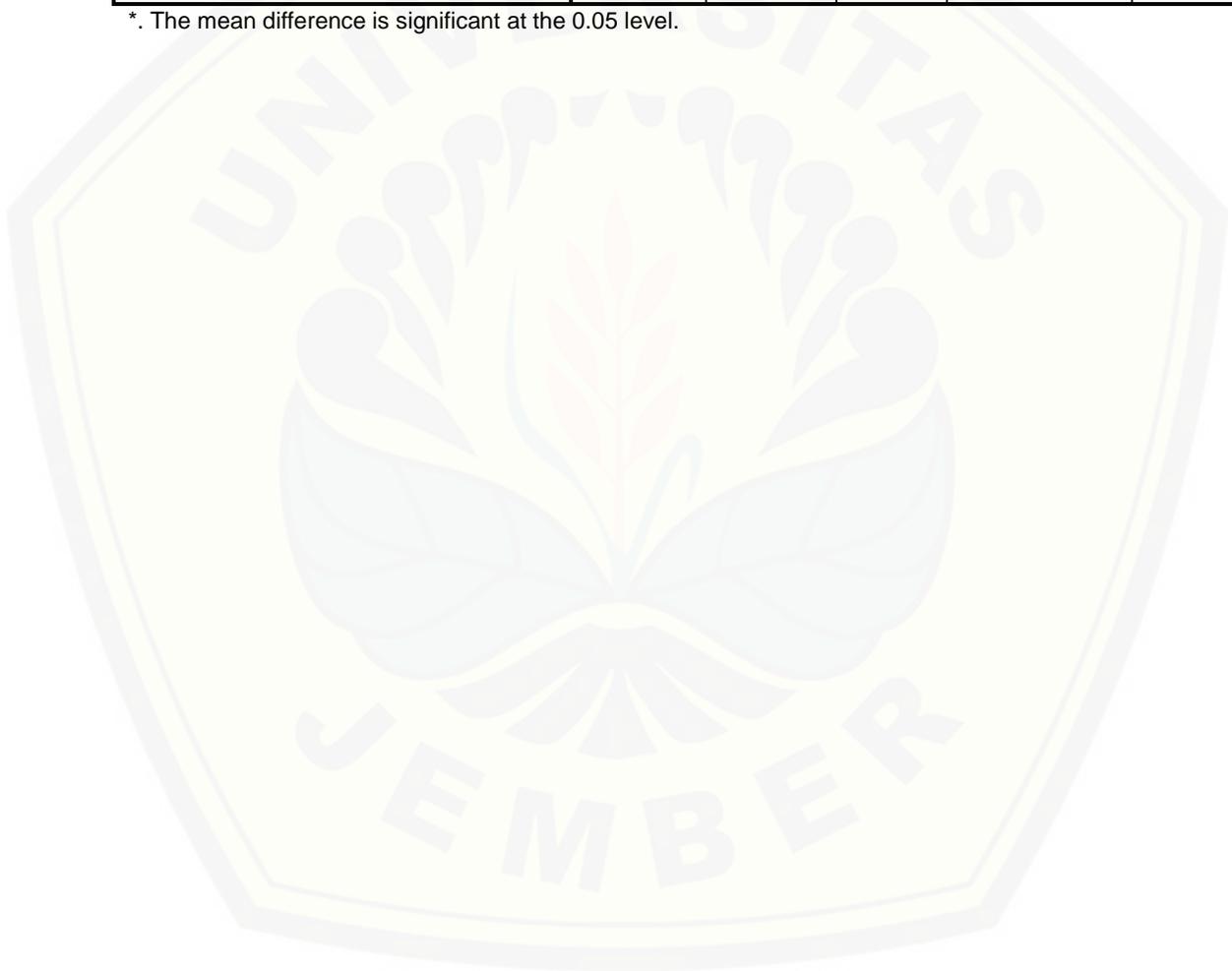
		1000 mt 45'	-.17333*	.06251	.015	-.3074	-.0393
		1000 mt 60'	-.34000*	.06251	.000	-.4741	-.2059
	1000 mt 45'	Kontrol	.36667*	.06251	.000	.2326	.5007
		900 mt 30'	-.02333	.06251	.715	-.1574	.1107
		900 mt 45'	.01000	.06251	.875	-.1241	.1441
		900 mt 60'	-.02333	.06251	.715	-.1574	.1107
		1000 mt 30'	.17333*	.06251	.015	.0393	.3074
		1000 mt 60'	-.16667*	.06251	.018	-.3007	-.0326
	1000 mt 60'	Kontrol	.53333*	.06251	.000	.3993	.6674
		900 mt 30'	.14333*	.06251	.038	.0093	.2774
		900 mt 45'	.17667*	.06251	.013	.0426	.3107
		900 mt 60'	.14333*	.06251	.038	.0093	.2774
		1000 mt 30'	.34000*	.06251	.000	.2059	.4741
		1000 mt 45'	.16667*	.06251	.018	.0326	.3007
pH_ke_10	kontrol	900 mt 30'	-.20000*	.07136	.014	-.3530	-.0470
		900 mt 45'	-.49333*	.07136	.000	-.6464	-.3403
		900 mt 60'	-.40000*	.07136	.000	-.5530	-.2470
		1000 mt 30'	-.30000*	.07136	.001	-.4530	-.1470
		1000 mt 45'	-.50000*	.07136	.000	-.6530	-.3470
		1000 mt 60'	-.66667*	.07136	.000	-.8197	-.5136
	900 mt 30'	Kontrol	.20000*	.07136	.014	.0470	.3530
		900 mt 45'	-.29333*	.07136	.001	-.4464	-.1403
		900 mt 60'	-.20000*	.07136	.014	-.3530	-.0470
		1000 mt 30'	-.10000	.07136	.183	-.2530	.0530
		1000 mt 45'	-.30000*	.07136	.001	-.4530	-.1470
		1000 mt 60'	-.46667*	.07136	.000	-.6197	-.3136
	900 mt 45'	Kontrol	.49333*	.07136	.000	.3403	.6464
		900 mt 30'	.29333*	.07136	.001	.1403	.4464
		900 mt 60'	.09333	.07136	.212	-.0597	.2464
		1000 mt 30'	.19333*	.07136	.017	.0403	.3464
		1000 mt 45'	-.00667	.07136	.927	-.1597	.1464

		1000 mt 60'	-.17333*	.07136	.029	-.3264	-.0203
	900 mt 60'	Kontrol	.40000*	.07136	.000	.2470	.5530
		900 mt 30'	.20000*	.07136	.014	.0470	.3530
		900 mt 45'	-.09333	.07136	.212	-.2464	.0597
		1000 mt 30'	.10000	.07136	.183	-.0530	.2530
		1000 mt 45'	-.10000	.07136	.183	-.2530	.0530
		1000 mt 60'	-.26667*	.07136	.002	-.4197	-.1136
	1000 mt 30'	Kontrol	.30000*	.07136	.001	.1470	.4530
		900 mt 30'	.10000	.07136	.183	-.0530	.2530
		900 mt 45'	-.19333*	.07136	.017	-.3464	-.0403
		900 mt 60'	-.10000	.07136	.183	-.2530	.0530
		1000 mt 45'	-.20000*	.07136	.014	-.3530	-.0470
		1000 mt 60'	-.36667*	.07136	.000	-.5197	-.2136
	1000 mt 45'	Kontrol	.50000*	.07136	.000	.3470	.6530
		900 mt 30'	.30000*	.07136	.001	.1470	.4530
		900 mt 45'	.00667	.07136	.927	-.1464	.1597
		900 mt 60'	.10000	.07136	.183	-.0530	.2530
		1000 mt 30'	.20000*	.07136	.014	.0470	.3530
		1000 mt 60'	-.16667*	.07136	.035	-.3197	-.0136
	1000 mt 60'	Kontrol	.66667*	.07136	.000	.5136	.8197
		900 mt 30'	.46667*	.07136	.000	.3136	.6197
		900 mt 45'	.17333*	.07136	.029	.0203	.3264
		900 mt 60'	.26667*	.07136	.002	.1136	.4197
		1000 mt 30'	.36667*	.07136	.000	.2136	.5197
		1000 mt 45'	.16667*	.07136	.035	.0136	.3197
pH_ke_15	kontrol	900 mt 30'	-.10000*	.04364	.038	-.1936	-.0064
		900 mt 45'	-.23333*	.04364	.000	-.3269	-.1397
		900 mt 60'	-.13333*	.04364	.009	-.2269	-.0397
		1000 mt 30'	.26667*	.04364	.000	.1731	.3603
		1000 mt 45'	-.20000*	.04364	.000	-.2936	-.1064
		1000 mt 60'	-.53333*	.04364	.000	-.6269	-.4397

900 mt 30'	Kontrol	.10000*	.04364	.038	.0064	.1936
	900 mt 45'	-.13333*	.04364	.009	-.2269	-.0397
	900 mt 60'	-.03333	.04364	.458	-.1269	.0603
	1000 mt 30'	.36667*	.04364	.000	.2731	.4603
	1000 mt 45'	-.10000*	.04364	.038	-.1936	-.0064
	1000 mt 60'	-.43333*	.04364	.000	-.5269	-.3397
	900 mt 45'	Kontrol	.23333*	.04364	.000	.1397
900 mt 30'		.13333*	.04364	.009	.0397	.2269
900 mt 60'		.10000*	.04364	.038	.0064	.1936
1000 mt 30'		.50000*	.04364	.000	.4064	.5936
1000 mt 45'		.03333	.04364	.458	-.0603	.1269
1000 mt 60'		-.30000*	.04364	.000	-.3936	-.2064
900 mt 60'	Kontrol	.13333*	.04364	.009	.0397	.2269
	900 mt 30'	.03333	.04364	.458	-.0603	.1269
	900 mt 45'	-.10000*	.04364	.038	-.1936	-.0064
	1000 mt 30'	.40000*	.04364	.000	.3064	.4936
	1000 mt 45'	-.06667	.04364	.149	-.1603	.0269
	1000 mt 60'	-.40000*	.04364	.000	-.4936	-.3064
1000 mt 30'	Kontrol	-.26667*	.04364	.000	-.3603	-.1731
	900 mt 30'	-.36667*	.04364	.000	-.4603	-.2731
	900 mt 45'	-.50000*	.04364	.000	-.5936	-.4064
	900 mt 60'	-.40000*	.04364	.000	-.4936	-.3064
	1000 mt 45'	-.46667*	.04364	.000	-.5603	-.3731
	1000 mt 60'	-.80000*	.04364	.000	-.8936	-.7064
1000 mt 45'	Kontrol	.20000*	.04364	.000	.1064	.2936
	900 mt 30'	.10000*	.04364	.038	.0064	.1936
	900 mt 45'	-.03333	.04364	.458	-.1269	.0603
	900 mt 60'	.06667	.04364	.149	-.0269	.1603
	1000 mt 30'	.46667*	.04364	.000	.3731	.5603

	1000 mt 60'	-.33333*	.04364	.000	-.4269	-.2397
1000 mt 60'	Kontrol	.53333*	.04364	.000	.4397	.6269
	900 mt 30'	.43333*	.04364	.000	.3397	.5269
	900 mt 45'	.30000*	.04364	.000	.2064	.3936
	900 mt 60'	.40000*	.04364	.000	.3064	.4936
	1000 mt 30'	.80000*	.04364	.000	.7064	.8936
	1000 mt 45'	.33333*	.04364	.000	.2397	.4269

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



3. Data Hasil Pengukuran Daya Hantar Listrik

Hari ke-	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
	Kel	DHL	Rata-rata	Paparan 900 μ T			Paparan 1000 μ T		
				Kel	DHL	Rata-rata	Kel	DHL	Rata-rata
0	K _a	300	295,3	E _{1,1} (30°)	392	415,6	E _{2,1} (30°)	487	525,3
					424			503	
					431			586	
		300		E _{1,2} (45°)	392	389	E _{2,2} (45°)	585	551,3
					403			589	
					372			480	
		286		E _{1,3} (60°)	416	448	E _{2,3} (45°)	405	440
					425			445	
					503			471	
5	K _b	492	473	E _{1,1} (30°)	381	347,6	E _{2,1} (30°)	425	503,6
					374			436	
					288			650	
		510		E _{1,2} (45°)	358	361,3	E _{2,2} (45°)	349	365,6
					363			374	
					363			374	
		417		E _{1,3} (60°)	418	424	E _{2,3} (45°)	363	431
					430			465	
					436			465	
10	K _c	459	447	E _{1,1} (30°)	462	576	E _{2,1} (30°)	537	520,3
					652			539	
					614			485	
		470		E _{1,2} (45°)	418	424	E _{2,2} (45°)	625	628
					430			620	
					436			639	
		412		E _{1,3} (60°)	491	470	E _{2,3} (60°)	562	566,3
					468			580	
					451			557	
15	K _d	714	627,3	E _{1,1} (30°)	560	598	E _{1,1} (30°)	562	571
					617			562	

				617			589	
		746	E _{1,2} (45')	468	485	E _{2,2} (45')	650	643
				473			657	
				514			622	
		422	E _{1,3} (60')	530	527,6	E _{12,3} (60')	407	655,3
				537			789	
				516			770	

Hasil Uji One Way Anova DHL buah strawberry

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DHL_Ke_0	Between Groups	131491.238	6	21915.206	14.226	.000
	Within Groups	21567.333	14	1540.524		
	Total	153058.571	20			
DHL_Ke_5	Between Groups	33505.810	6	5584.302	4.530	.009
	Within Groups	17260.000	14	1232.857		
	Total	50765.810	20			
DHL_Ke_10	Between Groups	123452.000	6	20575.333	56.034	.000
	Within Groups	5140.667	14	367.190		
	Total	128592.667	20			
DHL_Ke_15	Between Groups	91810.476	6	15301.746	2.973	.044
	Within Groups	72067.333	14	5147.667		
	Total	163877.810	20			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
DHL_Ke_0	Kontrol	900 mT 30'	-120.33333*	32.04709	.002	-189.0675	-51.5992
		900 mT 45'	-93.66667*	32.04709	.011	-162.4008	-24.9325

	900 mT 60	-152.66667*	32.04709	.000	-221.4008	-83.9325
	1000 mT 30'	-230.00000*	32.04709	.000	-298.7342	-161.2658
	1000 mT 45'	-256.00000*	32.04709	.000	-324.7342	-187.2658
	1000 mT 60'	-145.00000*	32.04709	.000	-213.7342	-76.2658
900 mT 30'	Kontrol	120.33333*	32.04709	.002	51.5992	189.0675
	900 mT 45'	26.66667	32.04709	.419	-42.0675	95.4008
	900 mT 60	-32.333333	32.04709	.330	-101.0675	36.4008
	1000 mT 30'	-109.66667*	32.04709	.004	-178.4008	-40.9325
	1000 mT 45'	-135.66667*	32.04709	.001	-204.4008	-66.9325
	1000 mT 60'	-24.66667	32.04709	.454	-93.4008	44.0675
900 mT 45'	Kontrol	93.66667*	32.04709	.011	24.9325	162.4008
	900 mT 30'	-26.66667	32.04709	.419	-95.4008	42.0675
	900 mT 60	-59.00000	32.04709	.087	-127.7342	9.7342
	1000 mT 30'	-136.33333*	32.04709	.001	-205.0675	-67.5992
	1000 mT 45'	-162.33333*	32.04709	.000	-231.0675	-93.5992
	1000 mT 60'	-51.333333	32.04709	.132	-120.0675	17.4008
900 mT 60	Kontrol	152.66667*	32.04709	.000	83.9325	221.4008
	900 mT 30'	32.333333	32.04709	.330	-36.4008	101.0675
	900 mT 45'	59.00000	32.04709	.087	-9.7342	127.7342
	1000 mT 30'	-77.33333*	32.04709	.030	-146.0675	-8.5992
	1000 mT 45'	-103.33333*	32.04709	.006	-172.0675	-34.5992
	1000 mT 60'	7.66667	32.04709	.814	-61.0675	76.4008
1000 mT 30'	Kontrol	230.00000*	32.04709	.000	161.2658	298.7342
	900 mT 30'	109.66667*	32.04709	.004	40.9325	178.4008
	900 mT 45'	136.33333*	32.04709	.001	67.5992	205.0675

		900 mT 60	77.33333 [*]	32.04709	.030	8.5992	146.0675
		1000 mT 45'	-26.00000	32.04709	.431	-94.7342	42.7342
		1000 mT 60'	85.00000 [*]	32.04709	.019	16.2658	153.7342
	1000 mT 45'	Kontrol	256.00000 [*]	32.04709	.000	187.2658	324.7342
		900 mT 30'	135.66667 [*]	32.04709	.001	66.9325	204.4008
		900 mT 45'	162.33333 [*]	32.04709	.000	93.5992	231.0675
		900 mT 60	103.33333 [*]	32.04709	.006	34.5992	172.0675
		1000 mT 30'	26.00000	32.04709	.431	-42.7342	94.7342
		1000 mT 60'	111.00000 [*]	32.04709	.004	42.2658	179.7342
	1000 mT 60'	Kontrol	145.00000 [*]	32.04709	.000	76.2658	213.7342
		900 mT 30'	24.66667	32.04709	.454	-44.0675	93.4008
		900 mT 45'	51.33333	32.04709	.132	-17.4008	120.0675
		900 mT 60	-7.66667	32.04709	.814	-76.4008	61.0675
		1000 mT 30'	-85.00000 [*]	32.04709	.019	-153.7342	-16.2658
		1000 mT 45'	-111.00000 [*]	32.04709	.004	-179.7342	-42.2658
DHL_Ke_5	Kontrol	900 mT 30'	125.33333 [*]	28.66888	.001	63.8447	186.8220
		900 mT 45'	112.00000 [*]	28.66888	.002	50.5114	173.4886
		900 mT 60	106.66667 [*]	28.66888	.002	45.1780	168.1553
		1000 mT 30'	73.00000 [*]	28.66888	.023	11.5114	134.4886
		1000 mT 45'	107.33333 [*]	28.66888	.002	45.8447	168.8220
		1000 mT 60'	63.00000 [*]	28.66888	.045	1.5114	124.4886
	900 mT 30'	Kontrol	-125.33333 [*]	28.66888	.001	-186.8220	-63.8447
		900 mT 45'	-13.33333	28.66888	.649	-74.8220	48.1553
		900 mT 60	-18.66667	28.66888	.526	-80.1553	42.8220
		1000 mT 30'	-52.33333	28.66888	.089	-113.8220	9.1553

	1000 mT 45'	-18.00000	28.66888	.540	-79.4886	43.4886
	1000 mT 60'	-62.33333*	28.66888	.047	-123.8220	-.8447
900 mT 45'	Kontrol	-112.00000*	28.66888	.002	-173.4886	-50.5114
	900 mT 30'	13.33333	28.66888	.649	-48.1553	74.8220
	900 mT 60	-5.33333	28.66888	.855	-66.8220	56.1553
	1000 mT 30'	-39.00000	28.66888	.195	-100.4886	22.4886
	1000 mT 45'	-4.66667	28.66888	.873	-66.1553	56.8220
	1000 mT 60'	-49.00000	28.66888	.109	-110.4886	12.4886
900 mT 60	Kontrol	-106.66667*	28.66888	.002	-168.1553	-45.1780
	900 mT 30'	18.66667	28.66888	.526	-42.8220	80.1553
	900 mT 45'	5.33333	28.66888	.855	-56.1553	66.8220
	1000 mT 30'	-33.66667	28.66888	.260	-95.1553	27.8220
	1000 mT 45'	.66667	28.66888	.982	-60.8220	62.1553
	1000 mT 60'	-43.66667	28.66888	.150	-105.1553	17.8220
1000 mT 30'	Kontrol	-73.00000*	28.66888	.023	-134.4886	-11.5114
	900 mT 30'	52.33333	28.66888	.089	-9.1553	113.8220
	900 mT 45'	39.00000	28.66888	.195	-22.4886	100.4886
	900 mT 60	33.66667	28.66888	.260	-27.8220	95.1553
	1000 mT 45'	34.33333	28.66888	.251	-27.1553	95.8220
	1000 mT 60'	-10.00000	28.66888	.732	-71.4886	51.4886
1000 mT 45'	Kontrol	-107.33333*	28.66888	.002	-168.8220	-45.8447
	900 mT 30'	18.00000	28.66888	.540	-43.4886	79.4886
	900 mT 45'	4.66667	28.66888	.873	-56.8220	66.1553
	900 mT 60	-.66667	28.66888	.982	-62.1553	60.8220
	1000 mT 30'	-34.33333	28.66888	.251	-95.8220	27.1553
	1000 mT 60'	-44.33333	28.66888	.144	-105.8220	17.1553

DHL_Ke_10	1000 mT 60'	Kontrol	-63.00000*	28.66888	.045	-124.4886	-1.5114	
		900 mT 30'	62.33333*	28.66888	.047	.8447	123.8220	
		900 mT 45'	49.00000	28.66888	.109	-12.4886	110.4886	
		900 mT 60	43.66667	28.66888	.150	-17.8220	105.1553	
		1000 mT 30'	10.00000	28.66888	.732	-51.4886	71.4886	
		1000 mT 45'	44.33333	28.66888	.144	-17.1553	105.8220	
		Kontrol	900 mT 30'	-152.33333*	15.64588	.000	-185.8904	-118.7763
			900 mT 45'	47.00000*	15.64588	.009	13.4429	80.5571
			900 mT 60	-36.66667*	15.64588	.034	-70.2237	-3.1096
			1000 mT 30'	-73.33333*	15.64588	.000	-106.8904	-39.7763
			1000 mT 45'	-181.00000*	15.64588	.000	-214.5571	-147.4429
			1000 mT 60'	-119.33333*	15.64588	.000	-152.8904	-85.7763
		900 mT 30'	Kontrol	152.33333*	15.64588	.000	118.7763	185.8904
			900 mT 45'	199.33333*	15.64588	.000	165.7763	232.8904
			900 mT 60	115.66667*	15.64588	.000	82.1096	149.2237
			1000 mT 30'	79.00000*	15.64588	.000	45.4429	112.5571
			1000 mT 45'	-28.66667	15.64588	.088	-62.2237	4.8904
			1000 mT 60'	33.00000	15.64588	.053	-.5571	66.5571
		900 mT 45'	Kontrol	-47.00000*	15.64588	.009	-80.5571	-13.4429
			900 mT 30'	-199.33333*	15.64588	.000	-232.8904	-165.7763
		900 mT 60	-83.66667*	15.64588	.000	-117.2237	-50.1096	
		1000 mT 30'	-120.33333*	15.64588	.000	-153.8904	-86.7763	
		1000 mT 45'	-228.00000*	15.64588	.000	-261.5571	-194.4429	
		1000 mT 60'	-166.33333*	15.64588	.000	-199.8904	-132.7763	
	900 mT 60	Kontrol	36.66667*	15.64588	.034	3.1096	70.2237	
		900 mT 30'	-115.66667*	15.64588	.000	-149.2237	-82.1096	

		900 mT 45'	83.66667*	15.64588	.000	50.1096	117.2237
		1000 mT 30'	-36.66667*	15.64588	.034	-70.2237	-3.1096
		1000 mT 45'	-144.33333*	15.64588	.000	-177.8904	-110.7763
		1000 mT 60'	-82.66667*	15.64588	.000	-116.2237	-49.1096
	1000 mT 30'	Kontrol	73.33333*	15.64588	.000	39.7763	106.8904
		900 mT 30'	-79.00000*	15.64588	.000	-112.5571	-45.4429
		900 mT 45'	120.33333*	15.64588	.000	86.7763	153.8904
		900 mT 60	36.66667*	15.64588	.034	3.1096	70.2237
		1000 mT 45'	-107.66667*	15.64588	.000	-141.2237	-74.1096
		1000 mT 60'	-46.00000*	15.64588	.011	-79.5571	-12.4429
	1000 mT 45'	Kontrol	181.00000*	15.64588	.000	147.4429	214.5571
		900 mT 30'	28.66667	15.64588	.088	-4.8904	62.2237
		900 mT 45'	228.00000*	15.64588	.000	194.4429	261.5571
		900 mT 60	144.33333*	15.64588	.000	110.7763	177.8904
		1000 mT 30'	107.66667*	15.64588	.000	74.1096	141.2237
		1000 mT 60'	61.66667*	15.64588	.001	28.1096	95.2237
	1000 mT 60'	Kontrol	119.33333*	15.64588	.000	85.7763	152.8904
		900 mT 30'	-33.00000	15.64588	.053	-66.5571	.5571
		900 mT 45'	166.33333*	15.64588	.000	132.7763	199.8904
		900 mT 60	82.66667*	15.64588	.000	49.1096	116.2237
		1000 mT 30'	46.00000*	15.64588	.011	12.4429	79.5571
		1000 mT 45'	-61.66667*	15.64588	.001	-95.2237	-28.1096
DHL_Ke_15	Kontrol	900 mT 30'	190.66667*	58.58138	.006	65.0221	316.3112
		900 mT 45'	194.00000*	58.58138	.005	68.3554	319.6446
		900 mT 60	202.33333*	58.58138	.004	76.6888	327.9779

	1000 mT 30'	187.66667 [*]	58.58138	.006	62.0221	313.3112
	1000 mT 45'	155.00000 [*]	58.58138	.019	29.3554	280.6446
	1000 mT 60'	131.33333 [*]	58.58138	.042	5.6888	256.9779
900 mT 30'	Kontrol	-190.66667 [*]	58.58138	.006	-316.3112	-65.0221
	900 mT 45'	3.33333	58.58138	.955	-122.3112	128.9779
	900 mT 60'	11.66667	58.58138	.845	-113.9779	137.3112
	1000 mT 30'	-3.00000	58.58138	.960	-128.6446	122.6446
	1000 mT 45'	-35.66667	58.58138	.552	-161.3112	89.9779
	1000 mT 60'	-59.33333	58.58138	.328	-184.9779	66.3112
900 mT 45'	Kontrol	-194.00000 [*]	58.58138	.005	-319.6446	-68.3554
	900 mT 30'	-3.33333	58.58138	.955	-128.9779	122.3112
	900 mT 60'	8.33333	58.58138	.889	-117.3112	133.9779
	1000 mT 30'	-6.33333	58.58138	.915	-131.9779	119.3112
	1000 mT 45'	-39.00000	58.58138	.516	-164.6446	86.6446
	1000 mT 60'	-62.66667	58.58138	.303	-188.3112	62.9779
900 mT 60'	Kontrol	-202.33333 [*]	58.58138	.004	-327.9779	-76.6888
	900 mT 30'	-11.66667	58.58138	.845	-137.3112	113.9779
	900 mT 45'	-8.33333	58.58138	.889	-133.9779	117.3112
	1000 mT 30'	-14.66667	58.58138	.806	-140.3112	110.9779
	1000 mT 45'	-47.33333	58.58138	.433	-172.9779	78.3112
	1000 mT 60'	-71.00000	58.58138	.246	-196.6446	54.6446
1000 mT 30'	Kontrol	-187.66667 [*]	58.58138	.006	-313.3112	-62.0221
	900 mT 30'	3.00000	58.58138	.960	-122.6446	128.6446
	900 mT 45'	6.33333	58.58138	.915	-119.3112	131.9779

	900 mT 60	14.66667	58.58138	.806	-110.9779	140.3112
	1000 mT 45'	-32.66667	58.58138	.586	-158.3112	92.9779
	1000 mT 60'	-56.33333	58.58138	.353	-181.9779	69.3112
1000 mT 45'	Kontrol	-155.00000*	58.58138	.019	-280.6446	-29.3554
	900 mT 30'	35.66667	58.58138	.552	-89.9779	161.3112
	900 mT 45'	39.00000	58.58138	.516	-86.6446	164.6446
	900 mT 60	47.33333	58.58138	.433	-78.3112	172.9779
	1000 mT 30'	32.66667	58.58138	.586	-92.9779	158.3112
	1000 mT 60'	-23.66667	58.58138	.692	-149.3112	101.9779
1000 mT 60'	Kontrol	-131.33333*	58.58138	.042	-256.9779	-5.6888
	900 mT 30'	59.33333	58.58138	.328	-66.3112	184.9779
	900 mT 45'	62.66667	58.58138	.303	-62.9779	188.3112
	900 mT 60	71.00000	58.58138	.246	-54.6446	196.6446
	1000 mT 30'	56.33333	58.58138	.353	-69.3112	181.9779
	1000 mT 45'	23.66667	58.58138	.692	-101.9779	149.3112

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

4. Data Hasil Uji Regresi Linear

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.256 ^a	.065	.054	88.17626

a. Predictors: (Constant), Ph

b. Dependent Variable: DHL

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	780.899	140.087		5.574	.000
	pH	-90.539	38.505	-.256	-2.351	.021

a. Dependent Variable: DHL



LAMPIRAN 3. SURAT IZIN PENELITIAN


KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
 Jalan Kalimantan No 37 Kampus Tegalboto Kotak Pos 162 Telp/Fax: (0331) 334988, JEMBER
 Jember,

Nomor
Lampiran
Hal : Permohonan Ijin Meminjam Alat

Kepada Yth :
Yth. Kepala Laboratorium P. Fisika FKIP UNEJ
Di Jember

Dengan Hormat,
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	Ludriatul Hasanah
NIM	160210102005
Program / Jurusan	Pend. Fisika
Tingkat / Semester	7

Bermaksud meminjam alat laboratorium (keterangan terlampir pada bon pinjam) untuk keperluan Tugas Akhir / Micro Teaching / PPL / penelitian / lain-lain dengan judul :

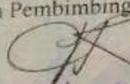
Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik pada Proses Dekontaminasi Buah Strawberry.

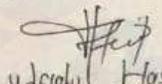
Rencananya akan dilaksanakan pada :

Hari	Selasa
Tanggal	26 - November 2019 s/d 10 Desember 2019

Demikian surat permohonan peminjaman ini saya buat. Atas perhatian dan bantuannya saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing


Dr. Sudarti M. Kes
NIP. 19620123 19 0802 2 001

Pemohon,

Ludriatul Hasanah
NIM. 160210102005

*coret yang tidak perlu

LAMPIRAN 4. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

- Lokasi Kebun Strawberry di Kebun Strawberry Kalisat, Desa Sempol, Kabupaten Bondowoso





➤ Foto sampel strawberry yang telah disortir



- Foto Proses Pemaparan Sampel Buah Strawberry dengan Alat Pemancar Medan Magnet ELF





➤ Pengukuran pH Buah Strawberry



➤ Pengukuran DHL Buah Strawberry



➤ Uji Kondisi Fisik

