



**PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP KONSTANTA DIELEKTRIK DAN pH SEBAGAI
INDIKATOR KETAHANAN BUAH ANGGUR (*Vitis vinifera*)**

SKRIPSI

Oleh

**Naura Maya Mina
NIM 140210102007**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN FISIKA
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP KONSTANTA DIELEKTRIK DAN pH SEBAGAI
INDIKATOR KETAHANAN BUAH ANGGUR (*Vitis vinifera*)**

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

**Naura Maya Mina
NIM 140210102007**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN FISIKA
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

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

1. Ibunda Murtini, Ayahanda Mubarak, Kakakku Siti Zulaikha dan Ahmad Yusuf, serta seluruh keluargaku tercinta. Terima kasih atas untaian do'a yang telah mengiringi setiap langkahku dalam menuntut ilmu, dukungan, kesabaran, perjuangan, pengorbanan, dan kasih sayang yang diberikan selama ini;
2. Teman-temanku yang telah menyisihkan ruang dan waktu untuk belajar bersama;
3. Guru-guruku sejak TK sampai SMA serta dosen-dosenku yang telah memberikan ilmu, membimbing dengan sepenuh hati;
4. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

Demi masa, Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal shalih dan nasihat menasihati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menepati kesabaran (terjemahan al-Qur'an Surat Al-'Ashr ayat1-3)¹

Waktu ibarat pedang, jika engkau tidak menebasnya maka ialah yang akan menebasmu. Dan jiwamu jika tidak kau sibukkan di dalam kebenaran maka ia akan menyibukkanmu dalam kebatilan (H. R. Al-Imam Asy-Syafi'i)²

¹ Kementerian Agama Republik Indonesia. 2013. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: Pustaka Al-Mubin.

² Hadits riwayat Al-Imam Asy-Syafi'i dinukil oleh Al-Imam Ibnul Qoyyim rahimahullah dalam kitabnya *Al-Jawaab Al-Kaafi* hal 109 dan *Madaarijus Saalikiin* 3/129.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naura Maya Mina

NIM : 140210102007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Konstanta Dielektrik dan pH sebagai Indikator Ketahanan Buah Anggur (*Vitis Vinifera*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan di institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 31 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Naura Maya Mina
NIM 140210102007

SKRIPSI

**PENGARUH MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)
TERHADAP KONSTANTA DIELEKTRIK DAN pH SEBAGAI
INDIKATOR KETAHANAN BUAH ANGGUR (*Vitis vinifera*)**

Oleh

Naura Maya Mina
NIM 140210102007

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sudarti, M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Yushardi, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Konstanta Dielektrik dan pH sebagai Indikator Ketahanan Buah Anggur (*Vitis Vinifera*)” telah diuji dan pada:

Hari, tanggal : Rabu, 31 Oktober 2018

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Sudarti, M.Kes

NIP 196201231988022001

Dr. Yushardi, S.Si, M.Si

NIP 196504201995121001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Supeno, S.Pd, M.Si

NIP 197412071999031002

Drs. Alex Harijanto, M.Si

NIP 196411171991031001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

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

NIP 196808021993031004

RINGKASAN

“Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Konstanta Dielektrik dan pH sebagai Indikator Ketahanan Buah Anggur”; Naura Maya Mina; 140210102007; 2018; 66 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan salah satu radiasi non ionizing yang saat ini sedang dikembangkan untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang teknologi, termasuk teknologi pangan. Produk pangan dapat diawetkan secara termal maupun nontermal. Sebagian besar proses pengawetan produk pangan melibatkan panas, proses pemanasan tersebut selain menginaktivasi mikroba juga dapat mempengaruhi mutu. Proses pengawetan bahan pangan secara non-termal, yaitu dengan teknologi osilasi medan magnet dikategorikan dalam proses pasteurisasi. Prinsip utama dari pasteurisasi yaitu tidak mematikan semua mikroorganisme, tetapi hanya yang bersifat patogen. Tujuannya yaitu untuk menghilangkan atau meminimumkan penurunan mutu akibat pengolahan termal. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas 645,7 μT selama 30 menit dapat menghambat prevalensi *Salmonella typhimurium* pada bumbu gado-gado. Banyak penelitian lainnya terkait pengaruh medan magnet ELF terhadap kualitas bahan pangan.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian pengaruh medan magnet *extremely low frequency* (ELF) terhadap konstanta dielektrik dan pH sebagai indikator ketahanan buah anggur. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT selama 2x15, 2x30, dan 2x45 menit terhadap ketahanan kualitas, pH, dan kapasitansi buah anggur, serta menentukan intensitas paparan medan magnet ELF yang efektif terhadap ketahanan buah anggur. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium. Desain penelitian yang digunakan adalah *randomizes subjects post-test only control group design*. Sampel pada penelitian ini adalah buah anggur merah (*vitis vinifera*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika

Lanjut FKIP UNEJ untuk pemberian paparan medan magnet ELF, dan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNEJ untuk pH, di Laboratorium Fisika Dasar FKIP UNEJ untuk kapasitansi buah anggur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah anggur yang diberi paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT selama 2x15, 2x30, dan 2x45 menit dapat mempertahankan kualitas fisik, pH, dan kapasitansi. Paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur. Dosis medan magnet yang efektif untuk mempertahankan kualitas fisik buah anggur adalah 900 μT selama 2x30 dan 2x45 menit. Paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap pH buah anggur. Dosis medan magnet yang efektif untuk ketahanan pH buah anggur adalah 900 μT selama 2x30 dan 2x45 menit. Paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap kapasitansi buah anggur. Dosis medan magnet yang efektif untuk ketahanan kapasitansi buah anggur adalah 700 μT dan 900 μT selama 2x45 menit. Sampel eksperimen memiliki ketahanan yang lebih tinggi karena medan magnet memberikan panas dengan suhu rendah (non termal) sehingga mampu membunuh bakteri yang bersifat merusak bahan pangan. pH dengan kapasitansi memiliki hubungan yang sangat kuat, sehingga nilainya berbanding lurus.

Kesimpulan penelitian ini adalah 1) Paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur. Dosis efektif medan magnet ELF untuk ketahanan kualitas fisik buah anggur adalah 900 μT selama 2x30 dan 2x45 menit; 2) Paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap pH buah anggur. Dosis efektif medan magnet ELF untuk ketahanan pH buah anggur adalah 900 μT selama 2x30 dan 2x45 menit; 3) Paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap kapasitansi buah anggur. Dosis efektif medan magnet ELF untuk ketahanan kapasitansi buah anggur adalah ELF intensitas 700 μT dan 900 μT selama 2x45 menit; 4) Terdapat hubungan positif antara nilai pH dengan kapasitansi buah anggur.

PRAKATA

Segala puji dan syukur Alhamdulillah atas berkat, rahmat, serta hidayah yang diberikan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Konstanta Dielektrik dan pH sebagai Indikator Ketahanan Buah Anggur” tanpa hambatan yang berarti. 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.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak berikut ini.

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 Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi ini,
5. Dr. Supeno, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Drs. Alex Harijanto, M.Si. selaku Dosen Penguji anggota sekaligus Kepala Laboratorium Pendidikan Fisika yang telah memberikan masukan untuk perbaikan penulisan skripsi ini;
6. Suwardiyanto, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua CIA Jurusan Kimia yang telah memberi izin dan membimbing selama proses penelitian;
7. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya selama belajar di Universitas Jember;
8. Teman-teman angkatan 2014 yang telah membantu dan memberi dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Jember, 31 Oktober 2018

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	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gelombang Elektromagnetik.....	6
2.2 Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) sebagai Komponen Gelombang Elektromagnetik	8
2.3 Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus.....	10
2.4 Persamaan Maxwell.....	11
2.5 Energi dalam Gelombang Elektromagnetik dan Vektor Poynting	15
2.6 Sumber Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF).....	17
2.7 Pemanfaatan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF)	

dalam Teknologi Pangan	17
2.8 Kualitas Fisik Buah	19
2.9 Derajat Keasaman (pH)	20
2.10 Kapasitansi	22
2.11 Buah Anggur	23
2.12 Hipotesis Penelitian	25
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Jenis dan Desain Penelitian	26
3.2.1 Jenis Penelitian.....	26
3.2.2 Desain penelitian.....	26
3.3 Variabel Penelitian	30
3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian	30
3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian	30
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	31
3.4.1 Populasi Penelitian	31
3.4.2 Sampel Penelitian	31
3.5 Alat dan Bahan	31
3.5.1 Alat	31
3.5.2 Bahan.....	32
3.6 Prosedur Penelitian	32
3.6.1 Tahap Persiapan.....	32
3.6.2 Tahap Penentuan Sampel	32
3.6.3 Tahap Sterilisasi	33
3.6.4 Tahap Perlakuan	33
3.6.5 Tahap Pengukuran	35
3.6.6 Alur Penelitian.....	37
3.7 Metode dan Instrumen Pengumpulan Data	39
3.8 Analisis Data	40
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41

4.1.1	Prosedur Penelitian.....	41
4.1.2	Hasil Pengukuran Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Ketahanan Kualitas Fisik Buah Anggur.....	41
4.1.3	Hasil Pengukuran Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap pH Buah Anggur	42
4.1.4	Hasil Pengukuran Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Kapasitansi Buah Anggur.....	43
4.2	Analisis Data	44
4.2.1	Analisis Data Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Ketahanan Kualitas Fisik Buah Anggur.....	44
4.2.2	Analisis Data Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap pH Buah Anggur	46
4.2.3	Analisis Data Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Kapasitansi Buah Anggur.....	49
4.2.4	Analisis Hubungan pH dengan Kapasitansi Buah Anggur.....	52
4.3	Pembahasan	54
4.3.1	Pembahasan Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Ketahanan Kualitas Fisik Buah Anggur.....	54
4.3.2	Pembahasan Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap pH Buah Anggur	56
4.3.3	Pembahasan Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap Kapasitansi Buah Anggur.....	58
4.3.4	Pembahasan Hubungan pH dengan Kapasitansi Buah Anggur	60
BAB 5.	PENUTUP	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	61
	DAFTAR PUSTAKA	62
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

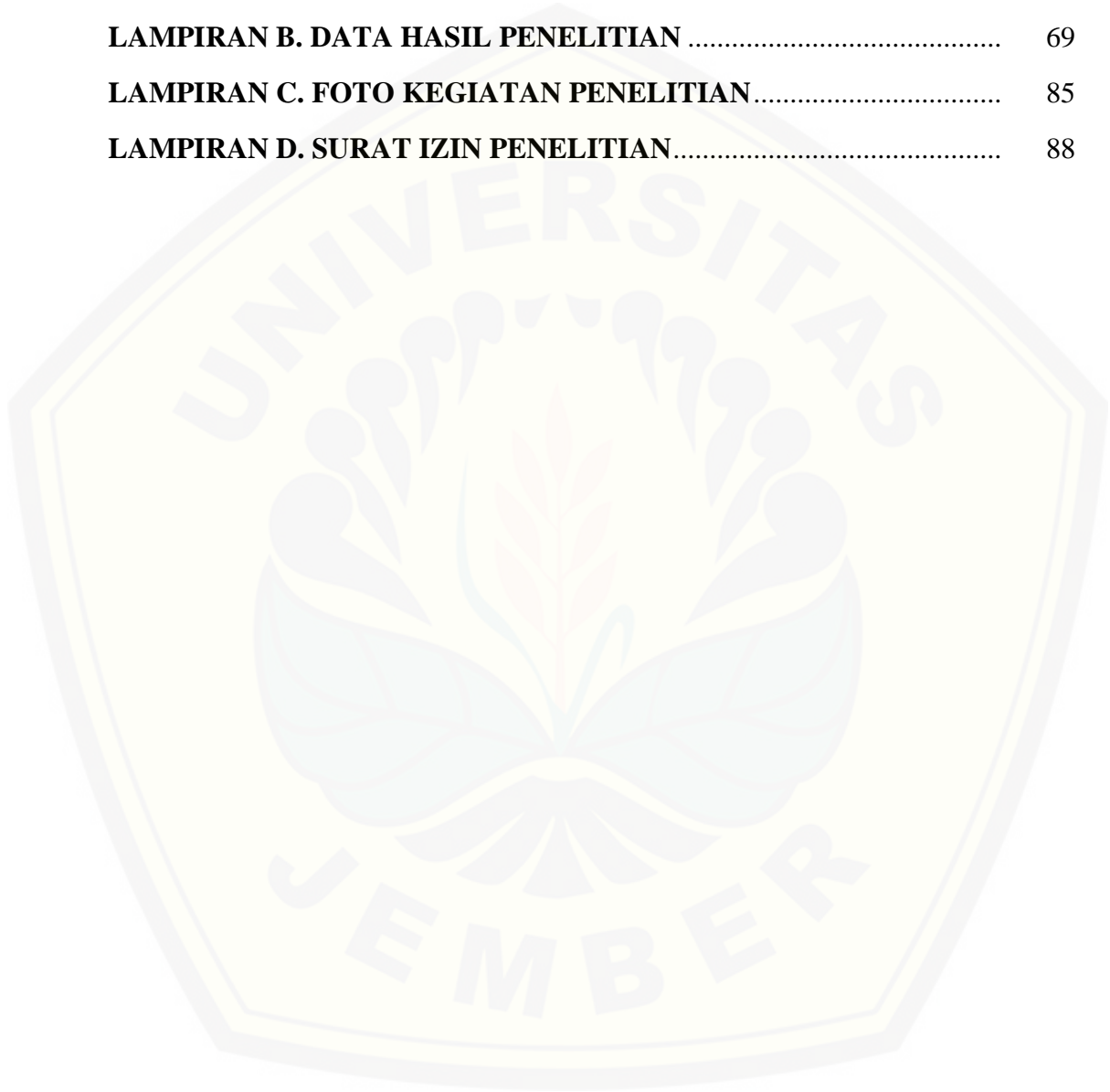
	Halaman
Tabel 2.1 Hasil penelitian pemanfaatan medan magnet di bidang pangan	17
Tabel 3.1 Data hasil pengukuran kualitas fisik buah anggur	39
Tabel 3.2 Data hasil pengukuran pH buah anggur	39
Tabel 3.3 Data hasil pengukuran kapasitansi buah anggur	39
Tabel 4.1 Hasil pengukuran kualitas fisik buah anggur	41
Tabel 4.2 Hasil pengukuran pH buah anggur	42
Tabel 4.3 Hasil pengukuran kapasitansi buah anggur	43
Tabel 4.4 Analisis uji anova pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap pH buah anggur	48
Tabel 4.5 Analisis uji anova pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap kapasitansi buah anggur	51
Tabel 4.6 Analisis uji korelasi antara hasil pengukuran nilai pH dengan kapasitansi buah anggur	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gelombang Elektromagnetik	6
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	8
Gambar 2.3 Alur Reaksi Medan Magnet pada Sel.....	10
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	28
Gambar 3.2 EMF <i>Source</i>	33
Gambar 3.3 EMF <i>tester</i>	34
Gambar 3.4 pH meter	36
Gambar 3.5 Rangkaian alat pengukur kapasitansi	36
Gambar 3.6 Alur Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Grafik hasil perhitungan jumlah buah anggur yang berbercak	44
Gambar 4.2 Grafik hasil pengukuran pH buah anggur	46
Gambar 4.3 Grafik hasil pengukuran kapasitansi buah anggur	49
Gambar 4.4 Grafik korelasi hasil pengukuran pH dengan kapasitansi buah anggur.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN	67
LAMPIRAN B. DATA HASIL PENELITIAN	69
LAMPIRAN C. FOTO KEGIATAN PENELITIAN.....	85
LAMPIRAN D. SURAT IZIN PENELITIAN.....	88



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk dapat bertahan hidup manusia membutuhkan makanan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, selain harus mengembangkan produk pangan juga perlu memperhatikan keamanannya. Dalam hal ini keamanan pangan yang dimaksud ialah mutu dan gizi yang baik. Makanan merupakan bahan yang mudah rusak, hal ini disebabkan oleh kerja mikroorganisme seperti bakteri, jamur, maupun ragi sehingga terjadi proses metabolisme dalam jaringan bahan pangan. Semakin tinggi kandungan air dalam makanan, maka pembusukan semakin cepat karena air merupakan tempat pertumbuhan yang baik bagi mikroba. Kondisi aerobik akan menyebabkan mikroorganisme mampu tumbuh dan merusak buah apabila A_w buah di atas 0,7 (kelembaban 24,6%) (Zettler, 2001:169). Makanan dengan kadar air tinggi misalnya sayuran dan buah-buahan tidak dapat bertahan lama apabila tidak di awetkan. Oleh karena itu penyimpanan makanan pun perlu diperhatikan, gunanya untuk mempertahankan kualitas tanpa menghilangkan kandungan gizinya. Anggur termasuk jenis buah yang mudah sekali mengalami pembusukan, karena buah anggur memiliki kandungan air yang sangat tinggi mencapai 80,54 g dalam 100 g buah (USDA, 2009).

Anggur merupakan salah satu jenis buah yang banyak mengandung vitamin dan nutrisi yang dibutuhkan oleh manusia. Anggur juga mengandung senyawa antioksidan polifenol yang daya kerjanya lebih kuat daripada vitamin C dan vitamin E. Polifenol dari buah anggur dapat menghambat berbagai macam penyakit seperti penyakit jantung, kanker, dan dapat mengurangi oksidasi plasma serta memperlambat penuaan (Xia *et al*, 2010). Komponen polifenol diantaranya antosianin, flavonoid, tanin, resveratrol, dan asam fenolat. Dari uraian tersebut, dapat kita ketahui bahwa sangat banyak manfaat yang diperoleh apabila mengkonsumsi buah anggur. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengawetan untuk mempertahankan kualitasnya. Terdapat beberapa teknik pengawetan makanan yang sering digunakan, seperti pendinginan, pemanasan, pengeringan, pengasapan, dan penggunaan bahan pengawet makanan. Umumnya proses pengawetan makanan

dilakukan dengan cara pemanasan maupun menggunakan bahan kimia. Namun pada buah-buahan menggunakan pendinginan dengan cara menyimpan di dalam lemari pendingin. Cara demikian akan menyebabkan penggunaan energi secara terus menerus, dan tidak dapat berlangsung apabila tidak terdapat aliran listrik.

Seiring berkembangnya zaman, perkembangan teknologi pun semakin pesat. Berbicara tentang teknologi, kini pengawetan makanan pun juga semakin berkembang. Makanan dapat diawetkan secara termal maupun non termal. Pengawetan menggunakan metode termal melibatkan pemberian suhu tinggi yang dapat menginaktivasi mikroorganisme sehingga menghambat proses pembusukan makanan. Saat ini yang sedang dikembangkan yaitu pengawetan makanan secara non termal sebagai alternatif untuk meminimumkan penurunan kualitas akibat pengolahan termal, dikarenakan olahan makanan dengan teknik termal dapat merubah tekstur, rasa, dan kandungan gizi (Estiasih, 2009). Salah satu metode pengawetan makanan secara non termal yaitu dengan paparan medan magnet. Dalam hal ini yang dimaksud dengan metode non termal adalah tidak melibatkan pemberian panas yang tinggi.

Pengawetan secara non termal tidak mematikan seluruh mikroorganisme, melainkan hanya yang bersifat patogen dan tidak mengurangi aktivitas pembentukan spora mikroorganisme secara keseluruhan (Fellows, 2000). Efek teknik pengawetan ini pada produk pangan yaitu memiliki umur simpan yang lama dan nilai nutrisi pada produk pangan tidak berkurang. Proses pemberian medan magnet dilakukan dengan variasi waktu 2x15, 2x30, dan 2x45 menit. Hal ini didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sari *et al.* (2012), bahwa efek medan magnet terhadap kematian mikroorganisme patogen mulai terlihat pada perlakuan selama 5 menit. Sudarti *et al.* (2014), juga menyatakan bahwa dengan pemberian paparan medan magnet intensitas 646,7 μT selama 30 menit, 60 menit, dan 90 menit dapat menghambat prevalensi bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium. Selfiana (2016) melaporkan bahwa paparan medan magnet 0,2 mT selama 10 menit pada ion logam Fe dan Zn berpengaruh terhadap aktivitas *Bacillus* sp. dalam menghasilkan enzim protease.

Medan magnet menyebabkan peningkatan suhu produk makanan, tetapi peningkatan tersebut masih dibawah suhu pengolahan termal sehingga tidak terjadi penurunan mutu akibat proses termal. Medan magnet yang digunakan adalah medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Energi yang diberikan oleh medan magnet ELF sangat kecil sehingga efisiensi energi jauh lebih baik jika dibandingkan dengan proses termal. Namun jika pemberian paparan medan magnet diperbesar, maka semakin besar pula penurunan jumlah mikroorganisme. Efek pemberian medan magnet ini berpengaruh secara langsung terhadap aktivitas metabolisme sel pada mikroorganisme (Sari, 2012). Medan magnet ELF memberi efek biologis yang mengakibatkan tingkat pertumbuhan sel berubah (Dong *et al*, 2005).

Menurut Fardiaz (1992), sifat-sifat fisik, kimia, dan struktur makanan yang mempengaruhi populasi dan pertumbuhan mikroorganisme adalah faktor pH, air, potensi oksidasi – reduksi, kandungan nutrisi senyawa mikroba dan struktur biologi. Nilai pH medium sangat mempengaruhi jenis jasad renik yang dapat tumbuh. Jasad renik pada umumnya dapat tumbuh pada kisaran pH 3-6. Kebanyakan bakteri mempunyai pH optimum, yaitu pH dimana pertumbuhannya maksimum sekitar 5 – 7,5. Pada pH dibawah 5,0 dan diatas 8,5 bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik. Salah satu parameter ketahanan buah anggur yaitu nilai pH. pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan, dengan definisi lain yakni derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Dalam pembuatan keju jenis *cream cheese* paparan medan magnet dengan intensitas 100 μ T selama 5 menit paling berpengaruh terhadap penurunan pH (Kristinawati, 2015).

Ketahanan buah anggur juga diukur dari perubahan sifat dielektriknya. Dielektrik adalah sejenis bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan dengan cara menempatkan bahan dielektrik dalam medan listrik. Semua bahan dielektrik memiliki karakteristik menyimpan energi listrik. Istilah dielektrik biasanya digunakan untuk bahan-bahan isolator yang memiliki tingkat kemampuan pengutuban tinggi yang besarnya diwakili oleh konstanta dielektrik. Konstanta dielektrik adalah properti bahan isolator listrik (dielektrik) sama dengan rasio kapasitansi dari kapasitor diisi dengan materi yang diberikan kepada kapasitansi

kapasitor identik dalam ruang hampa tanpa bahan dielektrik (Raju, 2014). Kapasitansi adalah besaran yang menyatakan kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan listrik (Tipler, 1998). Dua keping konduktor diletakkan diantara dielektrik yang serba sama, maka medan eksternal yang diberikan kepada kedua konduktor tersebut akan menyebabkan satu konduktor bermuatan positif dan satunya lagi bermuatan negatif. Jadi, ketahanan buah anggur dapat diukur dari perubahan sifat dielektriknya. Pertumbuhan mikroba pada substrat diketahui menyebabkan perubahan komposisi kimia media pertumbuhan dan akibatnya dapat menyebabkan perubahan sifat listrik (Adams dan Moss, 2008). Meski demikian, belum banyak penelitian yang mengkaji pengaruh medan magnet terhadap konstanta dielektrik bahan pangan.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti perlu melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji manfaat paparan medan magnet ELF dengan intensitas 700 μT dan 900 μT selama 2x15, 2x30, dan 2x45 menit. Adapun judul penelitian yang akan dilakukan adalah **“Pengaruh Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Konstanta Dielektrik dan pH sebagai Indikator Ketahanan Buah Anggur”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Apakah paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur?
- b. Apakah paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH) buah anggur?
- c. Apakah paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap kapasitansi buah anggur?
- d. Bagaimana hubungan antara nilai derajat keasaman (pH) dengan kapasitansi buah anggur?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Penelitian ini diarahkan pada pengaplikasian medan magnet ELF untuk pengawetan buah anggur
- b. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah anggur segar
- c. Intensitas medan magnet ELF yang digunakan adalah 700 μT dan 900 μT
- d. Pemberian paparan medan magnet dilakukan dua kali dengan variasi waktu selama 15, 30, dan 45 menit
- e. Variabel yang diukur adalah ketahanan kualitas fisik, derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur.
- b. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap derajat keasaman (pH) buah anggur.
- c. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap kapasitansi buah anggur.
- d. Mengetahui hubungan antara nilai derajat keasaman (pH) dengan kapasitansi buah anggur.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- a. Dapat menambah pengetahuan tentang manfaat medan magnet ELF
- b. Sebagai informasi ilmiah tentang aplikasi medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT dalam pengawetan buah anggur
- c. Dapat dijadikan sebagai acuan dan pertimbangan untuk melakukan penelitian dalam bidang teknologi pangan bagi peneliti selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang medan listrik dan medan magnet, artinya oleh adanya gelombang elektromagnetik, kuat medan listrik dan kuat medan magnet di setiap tempat yang dilalui gelombang elektromagnetik itu berubah-ubah terhadap waktu secara periodik dan perubahan itu dijalarkan sepanjang arah menjalarnya (Soedjo, 1998:215). 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, 2012).

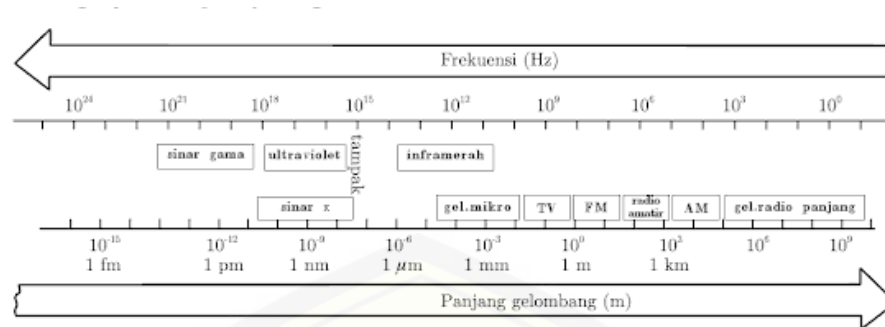


Gambar 2.1 Gelombang Elektromagnetik (Sumber: Giancoli, 2000)

Gelombang elektromagnetik mempunyai daerah frekuensi dari 10 sampai 10^{22} Hz (Soetrisno, 1979). 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 yang satu ditimbulkan oleh perubahan lainnya. Perubahan kedua medan itu 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.

Radiasi dalam istilah fisika pada dasarnya adalah suatu perambatan energi ke lingkungannya. Perbedaan frekuensi, panjang gelombang, energi foton, jarak paparan terhadap sumber, dan lama paparan menyebabkan efek radiasi yang berbeda. Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi antara medan listrik dengan medan magnet yang berosilasi dan merambat melewati ruang dengan membawa energi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Radiasi elektromagnetik terbagi menjadi 2 kelompok yaitu radiasi pengion (ionisasi) dan radiasi bukan pengion (non-ionisasi) (Muchtaruddin, 1998). 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 sampai dengan 300 Hz. Energi yang ditimbulkan oleh radiasi ekstrim rendah sangat kecil sehingga memberi efek non termal. Artinya medan ELF tidak menghasilkan suhu yang tinggi ketika menginduksi materi. Terdapat teknologi lain, yaitu penghasil *Intermediate Frequency* (IF) dengan frekuensi 300 Hz sampai 100 MHz dan Frekuensi Radio (RF) sebesar 10 MHz sampai 300 GHz. Arus bolak-balik menghasilkan medan elektromagnetik yang dihasilkan peralatan listrik dengan frekuensi daya listrik adalah 50 – 60 Hz (Bafaai, 2004).



Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Sumber: Surya, 2009)

Frekuensi kurang dari 30 MHz digunakan untuk komunikasi radio, frekuensi antara 30 MHz sampai 300 GHz (panjang gelombang = 1 mm) digunakan untuk radar dan pembakaran dalam oven microwave. Gelombang dengan panjang gelombang antara 0,1 hingga 0,001 mm tergolong sinar inframerah, apabila terkena kulit akan memberikan rasa panas. Gelombang dengan panjang gelombang antara 720 nanometer (nm) dan 400 nm termasuk cahaya tampak, yang membantu mata kita untuk melihat warna. Radiasi ultraviolet memiliki panjang gelombang 400 nm hingga 30 nm merupakan, Sinar X memiliki panjang gelombang dari 1 nm hingga 0,01 nm, sementara sinar gamma mulai dari 0,1 nm hingga 0,001 nm, serta panjang gelombang di bawah 10^{-5} nm (10 fm) merupakan cahaya kosmis yang sampai pada permukaan bumi (Sarwate, 1993).

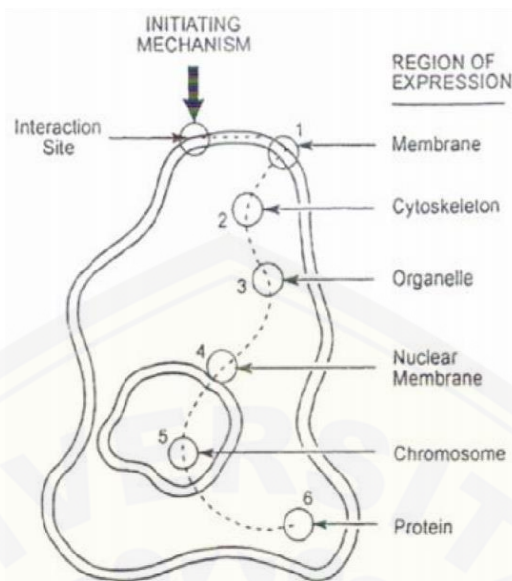
2.2 Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sebagai Komponen Gelombang Elektromagnetik

Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang mempengaruhi benda bermuatan yang bergerak di sekitarnya mengalami suatu gaya. Medan magnet tidak dapat dilihat, namun keberadaannya dapat dijelaskan dengan mengamati gejala-gejala pengaruhnya pada benda lain. Misal, pada serbuk besi yang ditaburkan di sekitar magnet. Medan magnet dapat dinyatakan dengan menggunakan garis-garis induksi. Arah garis induksi magnet di suatu titik akan menyatakan arah medan magnet di titik tersebut (Aryono, 1980). Frekuensi sangat rendah (ELF) adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan radiasi elektromagnetik (gelombang radio) dengan frekuensi 3–300 Hz, dan panjang gelombang yang sesuai dari 100 sampai 1000 kilometer.

Extremely Low Frequency (ELF) merupakan frekuensi subradio. Gelombang radio ELF dihasilkan oleh petir dan gangguan alam medan magnet bumi, sehingga menjadi subjek penelitian para ilmuwan atmosfer. NASA menggambarkan ELF sebagai radiasi non-pengion dengan frekuensi antara 0 sampai 300 Hz. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menggunakan ELF untuk merujuk pada konsep "frekuensi sangat rendah (ELF) medan listrik dan magnetik (EMF)" dalam rentang frekuensi > 0 sampai 100.000 Hz. WHO juga menyatakan bahwa pada frekuensi antara 0 sampai 300 Hz memiliki panjang gelombang di udara yang paling lama yaitu 6000 km pada frekuensi 50 Hz dan 5000 km pada frekuensi 60 Hz.

Dalam proses pemberian kejutan medan magnet, semakin besar tegangan listrik yang digunakan maka semakin besar pula penurunan jumlah mikroorganisme. Kematian mikroba akibat pemberian magnet diduga dipengaruhi oleh kerusakan struktur sel, seperti rusaknya membran sitoplasma sel. Meskipun secara alamiah membran sitoplasma mampu disintesis kembali tetapi dengan tegangan tinggi, kerusakan berbentuk lubang pada membran luar dari sel tidak mampu diperbaiki lagi, sehingga memungkinkan terjadinya mobilisasi senyawa makromolekul keluar sel yang menyebabkan kematian (Alberts *et al.*, 2002).

Beberapa penemuan menunjukkan bahwa medan magnet statik dapat mempengaruhi sistem biologi, khususnya pada sel yang tereksitasi seperti otot dan syaraf (Itegin, 1993). Pemaparan medan magnet sebesar 7 mT menyebabkan terjadinya kerusakan DNA (Jajte *et al.*, 2001). Paparan gelombang elektromagnetik pada suatu organisme (sel hewan dan mikroorganisme) dapat menyebabkan perubahan pada struktur DNA-nya dan akan mempengaruhi proses sintesis protein di dalamnya sehingga mempengaruhi sifat fisiologis maupun morfologis organisme tersebut. Selain itu dengan kekuatan medan magnet sebesar 6 mT dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur permukaan membran plasma dan permukaan sel hewan (Chionna *et al.*, 2003).



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

Gambar 2.3 menunjukkan bahwa efek medan magnet pada akhirnya akan merusak protein dalam sel. Protein yang biasa digunakan sebagai nutrisi sel atau sebagai zat gizi organik yang berperan untuk pertumbuhan dan proses metabolisme sel, menjadi rusak dengan adanya pemberian medan magnet. Rusaknya protein dalam sel ini mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga aktivitas bakteri pembentuk asam dalam menghasilkan senyawa asam menjadi terganggu. 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 (Sari dkk., 2012).

2.3 Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Medan magnetik adalah ruang di sekitar muatan bergerak atau arus listrik. Jadi, medan magnet ini sebagai tambahan medan listriknya. Besarnya medan magnet di sekitar arus listrik dapat ditentukan dengan hukum Biot-Savart. Ketika seutas kawat dialiri arus listrik, induksi magnet pada posisi \vec{r} relatif terhadap kawat $d\vec{L}$ dalam vakum, menurut hukum Biot-Savart adalah:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{L} \times \vec{r}}{r^3} \quad (2.1)$$

Medan magnetik ini juga mengerahkan gaya magnetik pada muatan yang bergerak dan pada konduktor pembawa arus. Serupa dengan medan listrik, medan magnet juga merupakan besaran vektor pada suatu titik dalam ruang.

Untuk kawat tak berhingga panjang:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \quad (2.2)$$

l adalah kurva Ampere yang dibuat melewati titik yang akan dicari intensitas medan magnetnya, melingkupi kawat berarus.

Jadi, intensitas medan magnet di sekitar kawat lurus berarus:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (2.3)$$

Keterangan: \vec{B} = medan magnetik (wb/m^2 atau T)

μ_0 = permeabilitas udara/vakum ($4\mu \times 10^{-7} T m/A$)

I = kuat arus yang melalui penghantar (A)

r = jarak titik ke penghantar (m)

2.4 Persamaan Maxwell

Persamaan dasar dari elektromagnetisme dikenal sebagai persamaan Maxwell. Maxwell menemukan dasar teori gelombang elektromagnetik dan membuat persamaan Maxwell yang didasarkan pada hukum Faraday, Gauss, dan Ampere (Sudaryanto, 2009). Persamaan Maxwell merupakan perumusan hukum-hukum alam yang melandasi seluruh fenomena elektromagnetik. Persamaan Maxwell menghubungkan vektor medan listrik (\mathbf{E}) dan medan magnet (\mathbf{B}) dengan sumber muatan listrik, arus, dan medan yang berubah. Terdapat empat persamaan matematis Maxwell yang dijelaskan dalam Tipler (2001) sebagai berikut:

a. Persamaan Maxwell I

Persamaan Maxwell I merupakan hukum Gauss. Hukum ini menyatakan bahwa fluks medan listrik yang melalui sembarang permukaan tertutup sama dengan $1/\epsilon_0$ dikalikan dengan muatan total di dalam permukaan tertutup.

Persamaan Maxwell I adalah

$$\begin{aligned}
\oint_S \mathbf{E}_n dA &= \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{dalam}} \\
\oint_S \mathbf{E}_n dA &= \frac{1}{\epsilon_0} \int dQ \\
\oint_S \mathbf{E}_n dA &= \frac{1}{\epsilon_0} \int \rho \cdot dV \\
\int \nabla \cdot \mathbf{E} dV &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \int dV \\
\nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\
\nabla \cdot \mathbf{E} &= 0
\end{aligned} \tag{2.4}$$

b. Persamaan Maxwell II

Persamaan Maxwell II biasa disebut sebagai hukum Gauss magnetik, fluks vektor medan magnetik dalam ruang tertutup adalah nol. Hukum ini mengisyaratkan bahwa kutub magnetik yang terisolasi tidak ada. Persamaan Maxwell II adalah

$$\begin{aligned}
\int_S \mathbf{B}_n dA &= 0 \\
\int \nabla \cdot \mathbf{B} dV &= 0 \\
\nabla \cdot \mathbf{B} &= 0
\end{aligned} \tag{2.5}$$

(Guenther, 1990:27)

c. Persamaan Maxwell III

Persamaan Maxwell III merupakan hukum Faraday. Hukum ini menyatakan bahwa integral medan listrik yang mengelilingi sembarang kurva tertutup C, yang merupakan GGL sama dengan laju (negatif) perubahan fluks magnetik melalui sembarang permukaan S yang dibatasi oleh kurva tersebut. Persamaan Maxwell III adalah

$$\begin{aligned}
\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} &= -\frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{B}_n dA \\
\oint_C \nabla \times \mathbf{E}_n dA &= -\frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{B}_n dA \\
\nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{d\mathbf{B}}{dt}
\end{aligned} \tag{2.6}$$

(Guenther, 1990:27)

d. Persamaan Maxwell IV

Persamaan Maxwell IV merupakan hukum Ampere yang menyatakan bahwa integral garis medan magnetik B yang mengelilingi sembarang kurva tertutup C sama dengan μ_0 dikalikan dengan arus yang melalui sembarang permukaan yang dibatasi oleh kurva $\mu_0 \epsilon_0$ dikalikan dengan laju fluks listrik yang melalui permukaan tersebut. Persamaan Maxwell IV adalah

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

$$J = \frac{I}{A}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \cdot \mathbf{J}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \cdot \epsilon_0 \frac{d\mathbf{E}}{dt} \quad (2.7)$$

2.5 Energi dalam Gelombang Elektromagnetik dan Vektor Poynting

Gelombang elektromagnetik membawa energi dari satu daerah ruang yang lain. Energi ini berkaitan dengan gerak listrik dan gerak magnet (Giancoli, 2014).

Hubungan antara kuat medan listrik dg medan magnetik:

$$\frac{E_m}{B_m} = -\frac{E}{B} = c \quad (2.8)$$

Dengan :

E_m, B_m = nilai maks amplitudo medan listrik dan magnetik

c = cepat rambat cahaya

Rapat energi listrik dinyatakan dengan:

$$U_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 \mathbf{E}^2 \quad (2.9)$$

Rapat energi magnetik dinyatakan dengan:

$$U_B = \frac{B^2}{2\mu_0} \quad (2.10)$$

Dengan :

U_E = rapat energi listrik (J/m^3)

ϵ_0 = permitivitas listrik ($8,85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$)

E = kuat medan listrik (N/C)

U_B = rapat energi magnetik (J/m^3)

B = besar induksi magnetik (Wb/m^2)

μ_0 = permeabilitas listrik ($4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A}$)

Dengan menggunakan hubungan $B = \frac{E}{c}$ dan $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$

Rapat energi magnetik adalah

$$U_B = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{E^2/c^2}{2\mu_0} = \frac{E^2 \mu_0 \epsilon_0}{2\pi_0} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = U_E \quad (2.11)$$

Rapat energi total adalah

$$U = E_B + U_E = 2 U_B = \frac{B^2}{\mu_0} \quad (2.12)$$

Medan magnet intensitas ekstrim rendah menghasilkan energi yang ekstrim rendah pula sesuai dengan persamaan oleh *vector poynting* yang menyatakan bahwa intensitas rata-rata medan dipengaruhi oleh medan magnet medan listrik dan permeabilitas bahan. Persamaan Maxwell meramalkan adanya gelombang elektromagnetik yang merambat dalam ruang hampa dengan laju yang sama dengan laju cahaya. Dalam suatu gelombang, bidang \vec{E} dan \vec{B} homogen pada setiap bidang yang tegak lurus terhadap arah permbatan. Hukum Faraday menyatakan bahwa

$$\mathbf{E} = c \mathbf{B} \quad (2.13)$$

Hukum Ampere menyatakan

$$\mathbf{B} = \epsilon_0 \mu_0 c \mathbf{E} \quad (2.14)$$

di mana c adalah laju perambatan. Supaya kedua persyaratan ini dipenuhi, maka

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (2.15)$$

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal, medan \vec{E} dan medan \vec{B} tegak lurus terhadap arah perambatan satu sama lain. Arah perambatan adalah arah dari $\vec{E} \times \vec{B}$

Untuk sebuah gelombang elektromagnetik bidang sinusoidal yang berjalan dalam ruang hampa dalam arah x positif.

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_{(x,t)} &= \mathbf{E}_{maks} \sin(\omega t - kx), \mathbf{B}_{(x,t)} = \mathbf{B}_{maks} \sin(\omega t - kx) \\ \mathbf{E}_{maks} &= c \mathbf{B}_{maks} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Laju aliran energi (daya per satuan luas) dalam sebuah gelombang elektromagnetik dalam ruang hampa diberikan oleh vektor Poynting \mathbf{S} :

$$\mathbf{S} = \frac{1}{\mu_0} \mathbf{E} \times \mathbf{B} \quad (2.17)$$

(Young and Freedman, 2003:489)

$$\mathbf{S} = \frac{\mathbf{E} \times \mathbf{B}}{\mu_0} = \frac{E_{maks} B_{maks} \cos^2(kx - \omega t)}{\mu_0}$$

Dengan intensitas rata-rata:

$$\mathbf{S} = \frac{E_m B_m}{2 \mu_0} \quad (2.18)$$

Rapat energi total rata-rata adalah

$$U = \frac{E_m B_m}{2 \mu_0 c} \quad (2.19)$$

Intensitas gelombang (laju energi rata-rata per m^2) yg dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik sama dengan rapat energi rata-rata dikalikan dengan cepat rambat cahaya.

$$\mathbf{S} = cU$$

$$\mathbf{S} = I = \frac{P}{A} = \frac{E_m B_m}{2 \mu_0} = \frac{E_m^2}{2 \mu_0 c} = \frac{B_m^2}{2 \mu_0} \quad (2.20)$$

Dengan :

I = intensitas radiasi (W/m^2)

S = intensitas gelombang = laju energi rata-rata per m^2 (W/m^2)

P = daya radiasi (W)

A = luas permukaan (m^2)

2.6 Sumber Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

Gelombang elektromagnetik dapat diidentifikasi berdasarkan frekuensi dan panjang gelombangnya. Gelombang elektromagnetik dihasilkan dari medan magnet dan medan listrik yang menjalar ke segala arah tanpa bantuan medium. Medan magnet yang berubah menghasilkan medan listrik yang berubah pula (Faraday), begitu pula medan listrik menghasilkan medan magnet yang berubah (Maxwell). Terdapat dua sumber medan magnet yaitu medan magnet alami dan medan magnet buatan dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Sumber Medan Magnet Alami

Menurut WHO (1984), secara alamiah medan listrik dan medan magnet terdapat pada permukaan bumi yang besarnya menurut data sebagai berikut:

- Pada cuaca normal medan listrik memiliki intensitas sebesar 0,1 kV/m - 1,5 kV/m (sesuai dengan perubahan atmosfer)
- Besar medan magnet pada kutub bumi 67 μT , sedangkan pada bidang equator bumi sebesar 3,3 μT .

Bumi merupakan sumber medan magnet alami dengan kutub magnet di Kutub Utara dan Kutub Selatan. Medan magnet statik besarnya konstan terhadap waktu dan memiliki frekuensi 0 Hz. Medan magnet statis diciptakan oleh magnet dengan aliran listrik DC. Pada dasarnya kita telah terpapar medan elektromagnetik ELF secara alamiah. Intensitas paparan medan magnet ELF alamiah yang dihasilkan oleh bumi rata-rata 10^{-4} V/m untuk medan listrik dan 10^{-6} μT untuk medan magnet. Pada intensitas medan magnet alamiah tersebut, proses kehidupan berlangsung secara alamiah dan tidak meninggalkan gangguan (WHO, 1984).

b. Sumber Medan Magnet Buatan

Seiring dengan perkembangan teknologi pemanfaatan peralatan berenergi listrik dalam kehidupan tentunya semakin meningkat. Dalam kehidupan sehari-hari selain terpapar oleh medan magnet alamiah, kita juga terpapar oleh medan magnet buatan. Berikut ini beberapa penelitian mengenai sumber lain yang menghasilkan medan listrik dan medan magnet antara lain:

- Hasil survey Krause (1986) menyatakan bahwa medan magnet yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, gardu induk dan jaringan transmisi sebesar 0,05 mT.
- Schneider (1988) mengukur medan listrik dibawah jaringan transmisi tegangan 380 kV sebesar 2,5 kV/m dan 20 m ke lateral terjadi penurunan medan listrik menjadi 2 kV/m

- Departemen Kesehatan (1993) menunjukkan hasil pengukuran dibawah jaringan tegangan ekstra tinggi diluar rumah sebesar 0,2 -1,44 kV/m sedangkan didalam rumah sebesar 0,2 kV/m.

Selain hasil penelitian diatas, peralatan elektronik yang ada di dalam rumah tangga (perkabelan) juga dapat memberikan paparan medan elektromagnetik buatan. Pengukuran intensitas medan listrik ELF yang dilakukan pada jarak 30 cm dari beberapa peralatan rumah tangga, didapatkan nilai yang bervariasi antara 2 V/m sampai 5 V/m, sedangkan intensitas medan listrik di dalam rumah tangga (orang Amerika) berkisar antara 1-10 V/m (WHO, 1984). Gelombang elektromagnetik dengan frekuensi paling rendah sampai frekuensi yang sangat tinggi dapat dihasilkan dari rangkaian osilator. Medan magnet AC merupakan medan magnet yang berasal dari buatan manusia seperti sistem listrik (saluran listrik, transformer, komputer) dan memiliki frekuensi 50/60 Hz.

2.7 Pemanfaatan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* dalam Teknologi Pangan

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan mikroorganisme, salah satu diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Nascimento *et al.* (2003) bahwa terjadi peningkatan pertumbuhan *Escherichia coli* setelah terpapar medan magnet selama 8 jam. Hasil penelitian lain mengenai aplikasi paparan medan magnet dibidang pangan yang telah dilakukan sebelumnya dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Hasil penelitian pemanfaatan medan magnet di bidang pangan

Penelitian sebelumnya	Inten- sitas	Lama paparan	Dampak
Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) 300 μ T dan 500 μ T terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH pada Proses Fermentasi Tape Ketan (Sadidah, 2015)	300 μ T dan 500 μ T	24 jam 48 jam 72 jam	Menekan pertumbuhan mikroba pada tape ketan
	300 μ T dan 500 μ T	24 jam	Meningkatkan nilai pH tape ketan

Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) 300 μ T dan 500 μ T terhadap Perubahan Kadar Vitamin C dan Derajat Keasaman (pH) pada Buah Tomat (Ma'rufiyanti, 2014)	500 μ T	90 menit	Mempertahankan kadar vitamin C pada buah tomat
	300 μ T dan 500 μ T	10 menit 50 menit 90 menit	Mempertahankan pH buah tomat
Proses Pengawetan Sari Buah Apel (<i>Mallus Sylvestris</i> Mill) secara Non-Termal berbasis Teknologi <i>Oscillating Magneting Field</i> (OMF) (Sari, 2012)	6,7 T	20 menit	Penurunan total mikroba sebesar 99,45%
		25 menit	Penurunan total mikroba sebesar 99,96%
Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) terhadap Prevalensi <i>Salmonella</i> dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat (Sudarti, 2014)	646,7 μ T	30 menit	Menghambat prevalensi <i>Salmonella Typhimurium</i> sebesar 36,37%
Respon <i>Salmonella Typhimurium</i> pada Bumbu Gado-gado terhadap Paparan Medan Magnet ELF (Hersa, 2013)	646,7 μ T	30 menit	Mematikan <i>Salmonella Typhimurium</i> rata-rata sebesar 32,57%
			Memperkecil ukuran sel dengan panjang 4.341 μ m dan diameter sebesar 1.14 μ m
Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap pH dan Kadar Air pada Proses Pembuatan Keju Jenis Cream Cheese (Kristinawati, 2015)	100 μ T	5 menit 20 menit 35 menit 50 menit 65 menit	Menurunkan nilai pH keju jenis cream cheese
Paparan Medan Magnet terhadap Aktivitas Enzim α -amilase pada Kacang Merah dan Kacang Buncis Hitam (<i>Phaseolus Vulgaris L.</i>) (Rohmah, 2013)	0,1 mT	15 menit 36 menit	Meningkatkan aktivitas enzim α -amilase pada kacang merah dan kacang buncis hitam (<i>Phaseolus Vulgaris L.</i>)

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah disajikan pada tabel 2.1 dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF > 600 μ T dapat mengurangi

pertumbuhan bakteri. Hal ini menjadi dasar dalam menentukan intensitas yang akan digunakan pada penelitian ini.

2.8 Kualitas Fisik Buah

Dalam proses pasca panen pengetahuan mengenai sifat fisik buah dan sayur sangatlah dibutuhkan. Diantara sifat fisik tersebut adalah berat dan volume bahan. Pengamatan terhadap buah dan sayur penting dilakukan dengan cara sortasi atau grading agar mutu dan kualitasnya bisa menjadi lebih baik. Tiap-tiap buah dan sayur memiliki sifat fisik yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat kematangan juga menyebabkan beda sifat fisik dan kimianya. Seringkali sortasi dan pengkelasan mutu buah dan sayur ditetapkan secara objektif dan kualitatif. Sifat fisik buah dan sayuran yang sering diamati yaitu warna, aroma, rasa, bentuk, berat, ukuran, dan tingkat kekerasan. Dalam kehidupan sehari-hari sifat fisik ini diamati secara objektif, sedangkan berat ditentukan secara kualitatif menggunakan timbangan. Sedangkan uji coba kimia dapat dilakukan terhadap pH dan vitamin C. Menurut Sjaifullah (1996) kriteria fisik dalam memilih buah segar antara lain:

a. Warna kulit

Setiap jenis buah, bahkan setiap varietasnya, mempunyai warna kulit khas. Umumnya buah yang mengalami proses pematangan akan berubah warna kulitnya dari hijau gelap menjadi kuning, merah, atau ungu.

b. Kesegaran dan kebersihan kulit

Buah yang baik terlihat segar, kulitnya mengkilap, tidak keriput, dan tidak terdapat noda, baik noda bekas gigitan serangga maupun noda getah.

c. Ukuran dan bentuk buah

Umumnya pada saat layak petik, buah mempunyai ukuran maksimum dengan bentuk yang khas pula. Selain ukuran, bentuk dapat dijadikan patokan untuk menentukan mutu buah. Buah yang baik mempunyai bentuk sesuai dengan bentuk baku normalnya. Buah cacat atau tidak normal akan mempunyai rasa yang kurang enak pula.

d. Kerapatan rambut atau duri

Buah yang berambut atau berduri telah layak dipetik untuk dikonsumsi apabila rambut atau durinya telah merenggang.

e. Kekerasan

Kekerasan buah dapat dirasakan melalui pijatan jari. Buah yang matang dan siap dikonsumsi relatif lebih lunak daripada buah yang masih mentah. Buah yang baik mempunyai kekerasan merata. Contoh yang paling jelas pada jeruk. Bila kekerasannya tidak merata, maka sebagian dari daging buahnya akan berbeda rasanya.

f. Massa jenis

Sejalan dengan matangnya buah, massa jenis buah juga naik. Sifat ini telah dijadikan salah satu prinsip dasar untuk memisahkan antara buah yang cukup tua dan yang masih muda saat buah baru panen.

2.9 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan gambaran jumlah aktivitas ion hidrogen pada suatu larutan dalam air. Secara umum nilai pH menyatakan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 bersifat asam, sedangkan pH > 7 bersifat basa (Effendi, 2003). Asam atau basa merupakan salah satu sifat zat dalam bentuk larutan maupun pelarut. senyawa asam terasa masam, bersifat korosif, dan dapat menghantarkan arus listrik. Sedangkan senyawa basa memiliki rasa pahit. Nilai pH sebagai penentu agar suatu senyawa bisa diketahui bersifat asam atau basa (Windarti, 2008). Asam dan basa akan menetralkan satu sama lain untuk membentuk air dan garam. pH yang ideal umumnya berkisar 7 – 8.5, kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme (Barus, 2001). Nilai pH suatu larutan dalam air yang bersih memiliki jumlah konsentrasi ion H⁺ dan OH⁻ yang berada dalam keseimbangan sehingga air bersih bereaksi netral.

Indikator asam basa itu sendiri dibedakan menjadi 2, yaitu alami dan buatan. Indikator alami berasal dari bahan organik. Indikator alami hanya bisa menunjukkan apakah zat tersebut bersifat asam atau basa, tetapi tidak dapat

menunjukkan nilai pH-nya. Sedangkan indikator buatan (universal) adalah indikator yang sudah dibuat di laboratorium atau di pabrik bahan kimia. Indikator universal ada yang berupa kertas, cairan, dan stik. Selain itu, ada juga pH meter yang merupakan indikator asam basa yang dapat menentukan derajat keasaman suatu larutan dengan menampilkan nilai pH secara langsung dengan ketelitian tinggi. pH meter ini bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan (Oxtoby, 2001).

Kerusakan mikrobiologi merupakan bentuk kerusakan yang banyak merugikan hasil pertanian dan berbahaya terhadap kesehatan manusia, karena racun yang diproduksinya terkonsumsi oleh manusia. Kerusakan mikrobiologis dapat terjadi pada bahan pertanian lain, bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi. Penyebab kerusakan mikrobiologis adalah bermacam-macam mikroba seperti kapang, khamir dan bakteri. Terurainya makromolekul ini menyebabkan penurunan pH, penyimpangan bau dan rasa bahkan dapat menghasilkan toksin/racun yang berbahaya bagi manusia seperti racun yang dihasilkan mikroba patogen antara lain *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Listeria* dan lain-lain. Ketahanan secara umum dari buah dan sayur terhadap serangan bakteri penyebab busuk lunak, terutama ditentukan oleh tingkat keasaman jaringan. Beberapa jenis buah dan sayur, seperti misalnya cabai, mentimun, dan beberapa jenis buah sangat rentan terhadap serangan bakteri busuk lunak. Derajat keasaman atau pH jaringan buah umumnya di bawah 5, sehingga mampu menghambat kebanyakan bakteri yang mampu menguraikan jaringan tanaman, sedangkan jaringan sayur umumnya kurang asam. Penurunan tingkat keasaman buah (pH semakin tinggi) akan menurunkan tingkat ketahanannya terhadap serangan patogen (Soesanto, 2006:112).

Rendahnya nilai pH disebabkan karena adanya aktivitas bakteri yang menyebabkan keasaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Buckle, dkk (1987), bahwa bakteri asam laktat termasuk bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH lingkungan dan menimbulkan rasa asam.

2.10 Kapasitansi

Konstanta dielektrik adalah perbandingan antara energi listrik yang tersimpan pada bahan tertentu jika diberi sebuah potensial. Ketahanan buah anggur juga diukur dari perubahan sifat dielektriknya. Beberapa bakteri bisa memunculkan arus listrik secara natural, karena itu adalah bagian dari metabolisme mereka. Hal ini muncul dari protein khusus di dalam membran sel bakteri, yang digunakan untuk hidup beradaptasi di lingkungan yang ekstrem (Kirchhofer et al., 2017). Dielektrik adalah sejenis bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan dengan cara menempatkan bahan dielektrik dalam medan listrik. Semua bahan dielektrik memiliki karakteristik menyimpan energi listrik. Istilah dielektrik biasanya digunakan untuk bahan-bahan isolator yang memiliki tingkat kemampuan pengutuban tinggi yang besarnya diwakili oleh konstanta dielektrik. Konstanta dielektrik adalah properti bahan isolator listrik (dielektrik) sama dengan rasio kapasitansi dari kapasitor diisi dengan materi yang diberikan kepada kapasitansi kapasitor identik dalam ruang hampa tanpa bahan dielektrik (Raju, 2014). Kapasitansi adalah ukuran jumlah muatan listrik yang disimpan (atau dipisahkan) untuk sebuah potensial listrik yang telah ditentukan. Dua keping konduktor diletakkan diantara dielektrik yang serba sama, maka medan eksternal yang diberikan kepada kedua konduktor tersebut akan menyebabkan satu konduktor bermuatan positif dan satunya lagi bermuatan negatif. Nilai kapasitansi berkurang seiring dengan berkurangnya berat sampel dan seiring berjalannya waktu (Johanson, 2012).

Kapasitansi sebuah kapasitor adalah kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik. Kapasitansi diukur dengan satuan farad. Kapasitansi bergantung pada luas permukaan keping, jarak antara kedua keping, dan dielektrik yang digunakan. Kapasitansi akan besar jika luas permukaan keping besar. Akan tetapi kapasitansi akan mengecil bila jarak antara kedua keping besar. Dengan kata lain, kapasitansi berbanding lurus dengan luas permukaan keping dan berbanding terbalik dengan jarak antara dua keping sejajar (Budiharto, 2005:53).

$$C = \frac{K \epsilon_0 A}{d}$$

Keterangan:

C = kapasitansi (F)

K = konstanta dielektrik

ϵ_0 = permitivitas ruang hampa ($8,85 \times 10^{-12} F/m$)

A = luas plat (m^2)

d = jarak antara plat (m)

Kita dapat menghitung kapasitansi C dari sebuah kapasitor yang diberikan dengan mencari selisih potensi di antara konduktor-konduktor itu untuk sebuah muatan yang besarnya Q (Young dan Freedman, 2003:194).

$$C = \frac{Q}{V}$$

Kapasitansi kapasitor merupakan dua keping konduktor diletakkan diantara dielektrik yang serba sama, maka medan eksternal yang diberikan kepada kedua konduktor tersebut akan menyebabkan satu konduktor bermuatan positif dan satunya lagi bermuatan negatif. Dielektrik ini memiliki nilai permitivitas atau konstanta dielektrik. Permitivitas merepresentasikan rapatnya fluks elektrostatik saat sebuah benda saat dilewati arus listrik. Konstanta dielektrik untuk ruang hampa atau vakum adalah $\epsilon_0 \approx 8,854 \times 10^{-12} Fm^{-1}$. Dan ϵ_R merupakan permitivitas relatif atau konstanta untuk bahan dielektrik. Permitivitas relatif adalah besaran tanpa dimensi.

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_R$$

2.11 Buah Anggur

Anggur merupakan tanaman buah berupa perdu merambat yang termasuk ke dalam keluarga Vitaceae.

Klasifikasi Buah Anggur

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Dikotiledoneae

Ordo : Vitales

Famili : Vitaceae
Genus : Vitis
Spesies : Vitis vinifera

Beberapa penelitian menunjukkan 47% konsumen lebih memilih mengkonsumsi jus karena mengandung banyak vitamin. Buah anggur dalam bentuk jus mengandung air 70-80%, karbohidrat 15-25%, asam organik 0,3-1,5%, tannin 0,01-0,10%, protein 0,0001-0,01%, amino 0,017-0,11%, amoniak 0,001-0,012% dan mineral 0,3-0,6% (Setiadi, 2005). Kandungan polifenol dan vitamin C pada buah anggur dapat menonaktifkan virus dan tumor, serta mencegah kerusakan gen sehingga mampu melawan kanker. Dalam 100 g buah anggur terkandung 3 mg vitamin C (USDA, 2009).

Anggur termasuk buah yang mudah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh kerja mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi buah anggur adalah dari golongan khamir dari genus *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenula pichia*. Dari genus *Saccharomyces* yang dapat digunakan dalam pembuatan anggur buah antara lain *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces oviformes*, dan *Saccharomyces fermentati* (Frazier, 1978). Buah anggur merupakan buah yang paling banyak dimanfaatkan sebagai sumber antosianin, sebab terdapat kandungan pigmen yang cukup tinggi di bagian kulit anggur. Warna yang ditimbulkan oleh antosianin tergantung dari tingkat keasaman (pH) lingkungan sehingga pigmen ini dapat dijadikan sebagai indikator pH. Warna yang ditimbulkan pH 1 adalah merah, biru kemerahan (pH 4), ungu (pH 6), biru (pH 8), hijau (pH 12), dan kuning (pH 13). Untuk mendapatkan warna yang diinginkan, antosianin harus disimpan menggunakan larutan bufer dengan pH yang sesuai (Praja, 2015:22).

Dalam penelitian ini akan mengkaji ketahanan buah anggur. Dalam hal ini berarti buah anggur tidak cepat mengalami pembusukan. Suatu bahan rusak bila menunjukkan adanya penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lain yang biasa digunakan. Kerusakan buah anggur 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.

2.12 Hipotesis Penelitian

Dalam penelitian ini hipotesis berfungsi sebagai jawaban sementara terhadap masalah yang akan diteliti. Berdasarkan uraian di atas, maka hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Ada pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur.
- b. Ada pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap pH buah anggur.
- c. Ada pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap kapasitansi buah anggur.
- d. Terdapat hubungan antara nilai pH dengan kapasitansi buah anggur.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Lanjut Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, dan Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2018 dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Alat penghasil medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF Magnetic Field Source) dan alat ukur medan magnet (EMF tester) berada di Laboratorium Fisika Lanjut FKIP UNEJ.
- b. Laboratorium Fisika Dasar FKIP UNEJ terdapat kapasitansi meter yang digunakan untuk mengukur kapasitansi.
- c. Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNEJ sebagai tempat pengujian nilai pH.

3.2 Jenis dan Desain Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengkaji pengaruh yang dihasilkan oleh suatu perlakuan tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan kelompok eksperimen (kelompok yang diberi perlakuan berupa paparan medan magnet ELF) dengan kelompok kontrol (kelompok yang tidak di papari medan magnet ELF).

3.2.2 Desain Penelitian

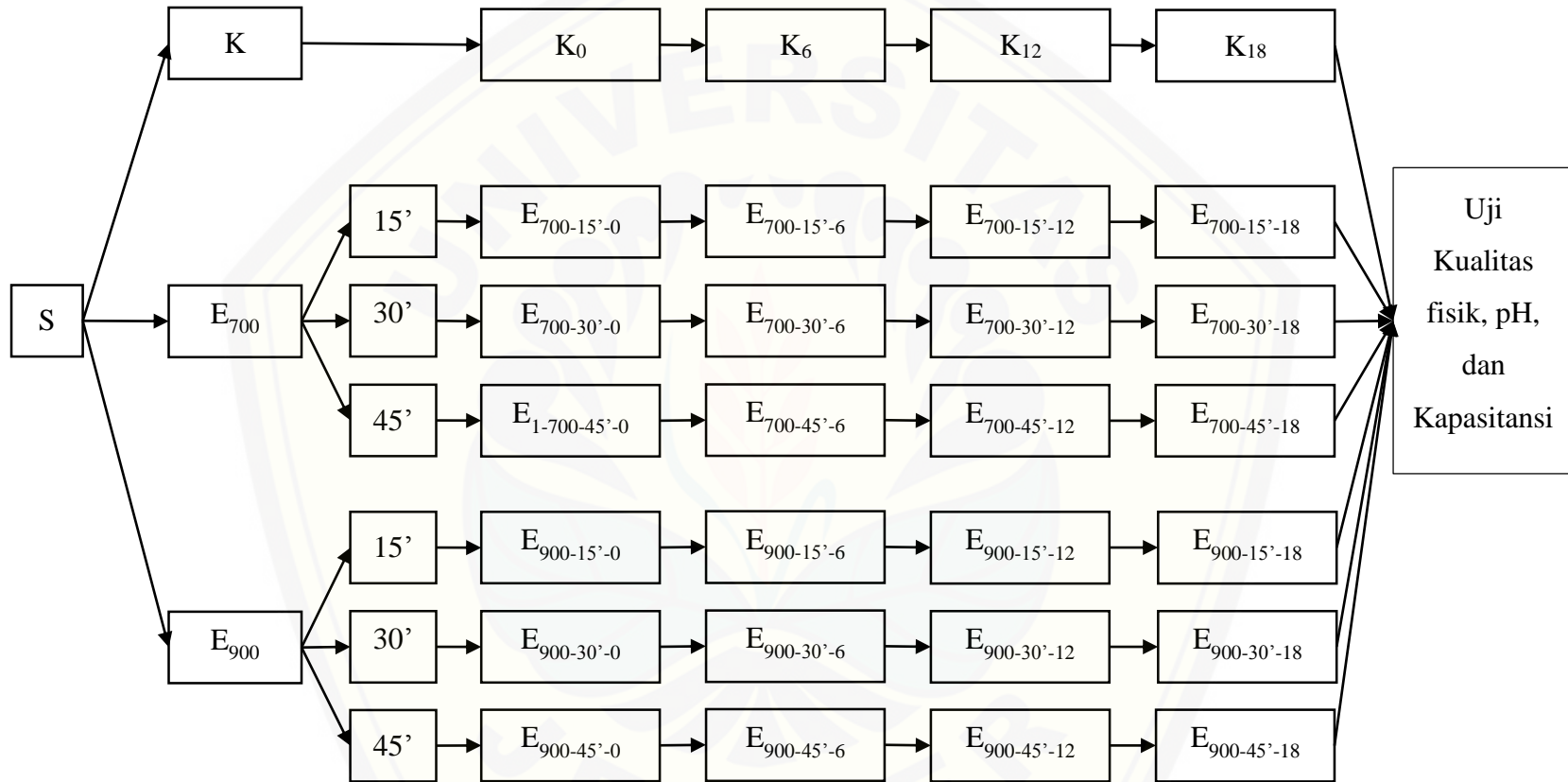
Penelitian eksperimen ini menggunakan desain *randomized subject post-test only control group design*, dimana pembagian dua kelompok subjek penelitian dipilih secara acak. Dalam penelitian ini terdapat kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Subjek dalam kelompok kontrol tidak dikenai perlakuan berupa paparan medan magnet, sedangkan pada kelompok eksperimen subjek penelitian dipapari medan magnet dengan intensitas 700 μT dan 900 μT dengan variasi waktu 2x15 menit, 2x30 menit, dan 2x45 menit. Penentuan intensitas tersebut berdasarkan

penelitian Sudarti *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa dengan intensitas 646,7 μT dalam waktu 30 menit dapat menghambat prevalensi bakteri *Salmonella Typhimurium* sebesar 36,37%.

Sebanyak 210 Buah anggur segar dipapari medan magnet ELF dengan pembagian sebagai berikut.

- a. 30 buah tidak diberi paparan medan magnet ELF
- b. 30 buah diberi paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 700 μT selama 2x15 menit
- c. 30 buah diberi paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 700 μT selama 2x30 menit
- d. 30 buah diberi paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 700 μT selama 2x45 menit
- e. 30 buah diberi paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 900 μT selama 2x15 menit
- f. 30 buah diberi paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 900 μT selama 2x30 menit
- g. 30 buah diberi paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 900 μT selama 2x45 menit.

Pemberian paparan medan magnet dilakukan dalam satu hari, selanjutnya dilakukan pengukuran setiap enam hari. Adapun pola desain penelitian seperti gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

- Keterangan :
- S : Keseluruhan sampel yaitu sebanyak 210 buah anggur segar
- K : Sampel kontrol terdiri dari 30 buah anggur tanpa dipapari medan magnet ELF
- E₇₀₀ : Sampel eksperimen terdiri dari 90 buah anggur dipapari medan magnet ELF dengan intensitas 700 μ T
- E₉₀₀ : Sampel eksperimen terdiri dari 90 buah anggur dipapari medan magnet ELF dengan intensitas 900 μ T
- K₀ : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur tanpa dipapari medan magnet di hari ke-0
- E_{700-15'-0,}
E_{700-30'-0,}
E_{700-45'-0} : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan magnet ELF 700 μ T di hari ke-0
- E_{900-15'-0,}
E_{900-30'-0,}
E_{900-45'-0} : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan magnet ELF 900 μ T di hari ke-0
- K₆ : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur tanpa dipapari medan magnet di hari ke-6
- E_{700-15'-6,}
E_{700-30'-6,}
E_{700-45'-6} : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan magnet ELF 700 μ T di hari ke-6
- E_{900-15'-6,}
E_{900-30'-6,}
E_{900-45'-6} : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan magnet ELF 900 μ T di hari ke-6
- K₁₂ : Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur tanpa dipapari medan magnet di hari ke-12

E _{700-15'-12} ,	:	Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman
E _{700-30'-12} ,		(pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan
E _{700-45'-12}		magnet ELF 700 μ T di hari ke-12
E _{900-15'-12} ,	:	Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman
E _{900-30'-12} ,		(pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan
E _{900-45'-12}		magnet ELF 900 μ T di hari ke-12
K ₁₈	:	Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman
		(pH), dan kapasitansi buah anggur tanpa dipapari medan
		magnet di hari ke-18
E _{700-15'-18} ,	:	Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman
E _{700-30'-18} ,		(pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan
E _{700-45'-18}		magnet ELF 700 μ T di hari ke-18
E _{900-15'-18} ,	:	Pengamatan kualitas fisik serta pengukuran derajat keasaman
E _{900-30'-18} ,		(pH), dan kapasitansi buah anggur yang dipapari medan
E _{900-45'-18}		magnet ELF 900 μ T di hari ke-18

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu
 - 1) Intensitas medan magnet ELF yang dipaparkan pada subjek kelompok eksperimen yaitu sebesar 700 μ T dan 900 μ T.
 - 2) Paparan medan magnet ELF diberikan sebanyak dua kali dengan durasi waktu selama 15, 30, dan 45 menit.
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah ketahanan kualitas fisik, derajat keasaman (pH), dan kapasitansi buah anggur.

3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian

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 termasuk radiasi non-pengion yang memiliki frekuensi sangat rendah yaitu 0 – 300 Hz. Penelitian ini menggunakan frekuensi medan elektromagnetik ELF sebesar 50 Hz.
- b. Intensitas medan magnet ELF disebut sebagai densitas atau kerapatan fluks magnetik. Dalam penelitian ini intensitas medan magnet ELF yang dipaparkan sebesar 700 μT dan 900 μT . Penentuan intensitas didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya.
- c. Durasi paparan medan magnet ELF selama 15, 30, dan 45 menit dengan dua kali paparan.
- d. Kualitas fisik buah anggur dijelaskan dengan menghitung jumlah buah yang timbul bercak pada permukaannya.
- e. Derajat keasaman (pH) diukur menggunakan pH meter. Nilai pH merupakan suatu indikator yang penting dalam prinsip pengawetan bahan pangan.
- f. Kapasitansi diukur menggunakan kapasitansi meter. Kapasitansi adalah ukuran jumlah muatan listrik yang disimpan (atau dipisahkan) untuk sebuah potensial listrik yang telah ditentukan.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi merupakan keseluruhan objek penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah buah anggur segar.

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah buah anggur sebanyak 210 buah yang dipilih menggunakan teknik *random sampling*, dimana buah anggur akan dipilih secara acak untuk diberi perlakuan. Sampel tersebut dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelas kontrol sebanyak 30 buah dan kelas eksperimen sebanyak 180 buah.

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

- a. EMF *source*

- b. EMF *tester*
- c. Mortar dan alu
- d. Corong buchner
- e. Labu ukur
- f. pH meter
- g. Larutan buffer pH 7
- h. Kapasitansi meter
- i. Kapasitor pelat sejajar

3.5.2 Bahan

- a. Buah anggur
- b. Strong acid
- c. Kertas saring

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Tahap Persiapan

Sebelum melaksanakan penelitian pengaruh medan magnet ELF terhadap kualitas fisik, pH, dan kapasitansi pada buah anggur, perlu melakukan persiapan terlebih dahulu. Tahap persiapan ini meliputi persiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk penelitian.

3.6.2 Tahap Penentuan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menentukan sampel untuk kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dalam hal ini sampel yang digunakan yaitu buah anggur segar sejumlah 210 buah. 30 buah sebagai kelas kontrol dan 180 lainnya sebagai sampel kelas eksperimen. Pada kelas eksperimen sampel diberi beberapa perlakuan yang berbeda dengan rincian 30 buah diberi dua kali paparan medan magnet selama 15 menit dengan intensitas sebesar 700 μT , 30 buah diberi dua kali paparan medan magnet selama 30 dengan intensitas 700 μT , 30 buah diberi dua kali paparan medan magnet selama 45 menit dengan intensitas sebesar 700 μT , 30 buah diberi dua kali paparan medan magnet selama 15 menit dengan intensitas sebesar

900 μ T, 30 buah diberi dua kali paparan medan magnet selama 30 menit dengan intensitas sebesar 900 μ T, dan 30 buah diberi dua kali paparan medan magnet selama 45 menit dengan intensitas sebesar 900 μ T.

3.6.3 Tahap Sterilisasi

Buah anggur segar dicuci menggunakan strong kangen water supaya bersih dari pestisida dan bakteri pada permukaan luar buah anggur. Setelah disterilkan, buah anggur di kemas menggunakan plastik wrap kemudian diberi perlakuan sesuai dengan pembagian sampel.

3.6.4 Tahap Perlakuan

Pada tahap ini kelompok eksperimen dipapari medan magnet dengan intensitas 700 μ T dan 900 μ T selama 2x15, 2x30, dan 2x45 menit, sebagai berikut:

- Tegangan input PLN sebesar 220 volt dengan frekuensi 50 Hz.
- Intensitas medan magnet ELF yang dipaparkan dalam penelitian ini adalah 700 μ T dan 900 μ T.
- Durasi paparan medan magnet ELF dalam penelitian ini adalah 15, 30, dan 45 menit.
- Pemberian paparan dilakukan sebanyak dua kali.

Adapun alat penghasil medan magnet (*Electromagnetics Field Source*) dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 EMF Source (Sumber: Sudarti dan Helianti, 2005)

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

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

Pada penelitian ini juga menggunakan EMF tester (*Electromagnetics Field Tester*) untuk mengukur intensitas medan magnet. Adapun EMF tester (*Electromagnetics Field tester*) merk Lutron EMF-827 dengan range 20/200/2.000 Mikro Tesla dan 200/2000/20.000 Mili-Gauss dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 EMF tester

Berikut prosedur penggunaan EMF tester:

- a. Memosisikan 'off/range switch' ke range yang sesuai. Mulailah dari range tertinggi dan tunggu hingga nilai terukur stabil lalu gantilah ke range yang diinginkan. Karena EM merupakan interferensi dari lingkungan, maka layar

akan menunjukkan nilai terkecil sebelum pengukuran misalnya $0.05 \mu\text{T}$. Hal ini bukanlah malfungsi alat.

- b. Memegang probe sensor, lalu mendekatkan kepala sensor ke objek yang akan diukur sehingga tersentuh secara fisis. Perhatikan bagaimana intensitas medan bertambah ketika didekatkan dengan objek dan sebaliknya.
- c. Memosisikan kepala sensor disudut yang berbeda terhadap objek yang akan diukur dan melihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil pengukuran.
- d. Mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar dengan mencoba pendekatan sudut yang berbeda. Jika objek yang diukur mati selama pengukuran, seharusnya hasil pengukuran mendekati/ bernilai nol, jika tidak artinya ada sumber GEM lain yang terdeteksi.
- e. Alat ukur didesain untuk membaca satuan μT . Tetapi juga dapat mengukur dalam satuan mG dengan cara mengalikan hasil pengukuran dengan angka 10.

3.6.5 Tahap Pengukuran

Pada tahap ini dilakukan pengujian kualitas fisik, nilai pH, dan kapasitansi pada seluruh sampel dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Pengujian Ketahanan Kualitas Fisik

Ketahanan kualitas fisik buah anggur dijelaskan dengan menghitung jumlah buah yang timbul bercak pada permukaannya. Hasil pendeskripsian kualitas fisik buah anggur ditampilkan pada tabel 3.1

b. Pengukuran pH

Pengukuran pH buah anggur dilakukan secara langsung menggunakan pH meter. Berikut adalah prosedur pengukuran pH buah anggur:

- 1) Menyiapkan sampel buah anggur dan peralatan yang diperlukan.
- 2) Menumbuk buah anggur hingga halus menggunakan mortar dan alu.
- 3) Menyaring sari anggur menggunakan corong buchner dan kertas saring.
- 4) Memasukkan sari buah anggur ke dalam labu ukur.
- 5) Mengkalibrasi alat pH meter menggunakan larutan buffer pH 7

- 6) Mencilupkan pH meter pada sari buah anggur
- 7) Mencatat hasil pengukuran pH pada tabel 3.3

Adapun pH meter dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 pH meter

c. Pengukuran Kapasitansi

Pengukuran kapasitansi buah anggur dengan metode dielektrik menggunakan kapasitansi meter dan kapasitor pelat sejajar. Adapun kapasitansi meter dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.5 Rangkaian alat pengukur kapasitansi

Keterangan dari masing-masing bagian rangkaian alat pengukur kapasitansi pada gambar 3.5 adalah sebagai berikut:

- 1) Kapasitansi meter KILTER 357* sebagai alat ukur kapasitansi
- 2) Pelat PCB (*Printed Circuit Board*) dengan diameter 5 cm dan jarak anatar keping 2 cm, sebagai pelat konduktor.

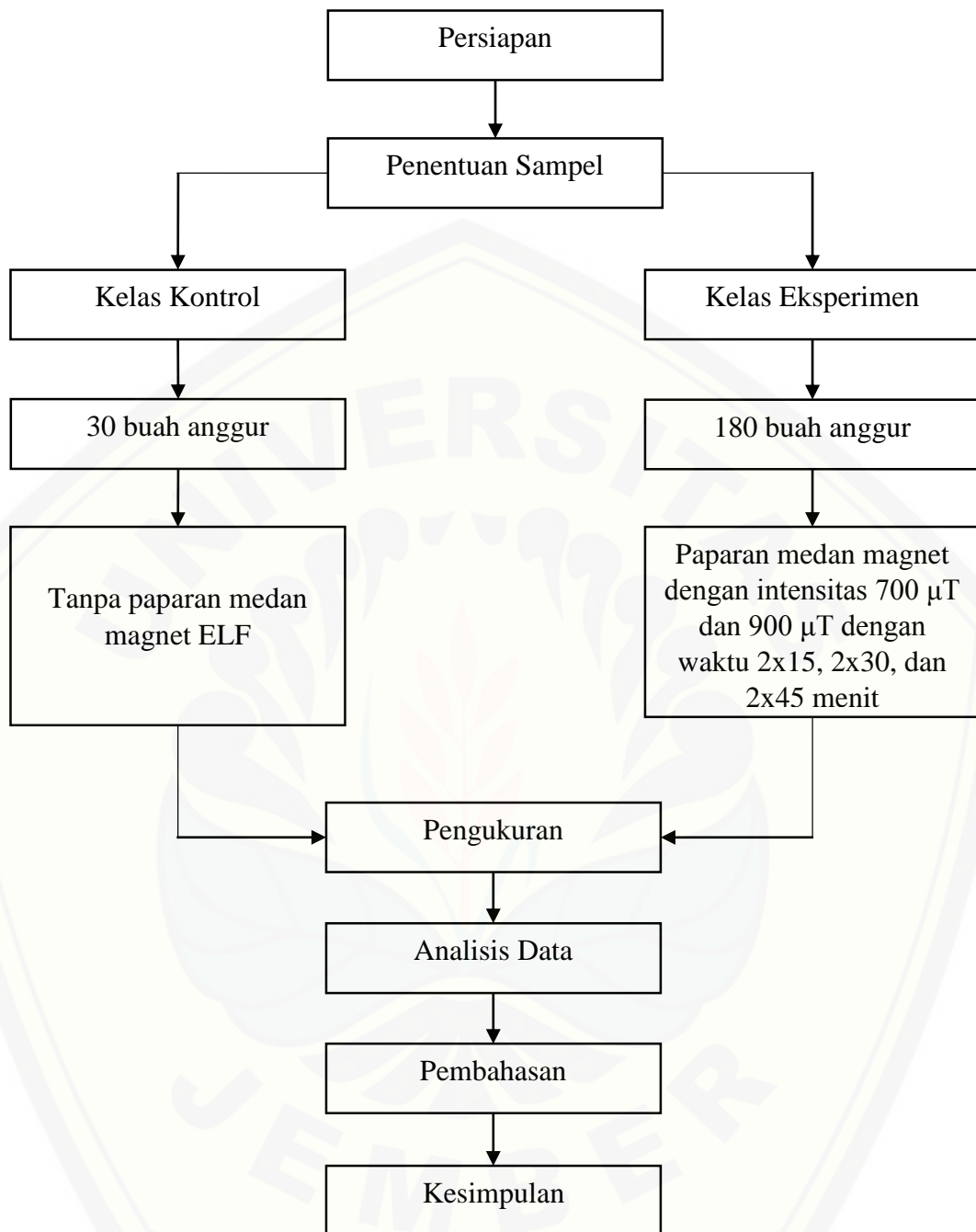
Berikut adalah prosedur pengukuran kapasitansi buah anggur:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan seperti pada gambar 3.5
- 2) Mengupas kulit buah anggur
- 3) Memasukkan buah anggur ke dalam kapasitor pelat sejajar
- 4) Mengukur kapasitansi dengan cara menghubungkan kapasitor ke kapasitansi meter
- 5) Mencatat hasil pengukuran kapasitansi pada tabel 3.4

3.6.6 Alur Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Menyiapkan buah anggur segar
- b. Sampel buah anggur terbagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol 1 sampel dan kelompok eksperimen sebanyak 6 sampel
- c. Memberikan perlakuan pada kelompok eksperimen berupa paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 700 μT dan 900 μT selama 2x15, 2x30, dan 2x45 menit sesuai pembagian sampel
- d. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan kapasitansi buah anggur di hari ke-0
- e. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan kapasitansi buah anggur di hari ke-6
- f. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan kapasitansi buah anggur di hari ke-12
- g. Melakukan pengukuran kualitas fisik, pH, dan kapasitansi buah anggur di hari ke-18
- h. Melakukan analisa data
- i. Membahas hasil analisa data
- j. Menarik kesimpulan hasil penelitian



Gambar 3.6 Alur Penelitian

3.8 Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

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

a. Tabel Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Buah Anggur

Tabel 3.1 Data hasil pengukuran kualitas fisik buah anggur

Kelompok		Jumlah buah anggur yang timbul bercak pada hari ke-			
		0	6	12	18
Kontrol	K				
	E _{700-15'}				
	E _{700-30'}				
Eksperimen	E _{700-45'}				
	E _{900-15'}				
	E _{900-30'}				
	E _{900-45'}				

b. Tabel Hasil Pengukuran pH Buah Anggur

Tabel 3.2 Data hasil pengukuran pH buah anggur

Kelompok		Pengukuran pH pada hari ke-			
		0	6	12	18
Kontrol	K				
	E _{700-15'}				
	E _{700-30'}				
Eksperimen	E _{700-45'}				
	E _{900-15'}				
	E _{900-30'}				
	E _{900-45'}				

c. Tabel Hasil Pengukuran Kapasitansi Buah Anggur

Tabel 3.3 Data hasil pengukuran kapasitansi buah anggur

Kelompok		Pengukuran kapasitansi (μF) pada hari ke-			
		0	6	12	18
Kontrol	K				
	E _{700-15'}				
	E _{700-30'}				
Eksperimen	E _{700-45'}				
	E _{900-15'}				
	E _{900-30'}				
	E _{900-45'}				

Keterangan :

Kontrol : kelompok tanpa paparan medan magnet ELF

E_{700-15'} : kelompok eksperimen dengan intensitas 700 μ T dan waktu 2x15 menit

E_{700-30'} : kelompok eksperimen dengan intensitas 700 μ T dan waktu 2x30 menit

E_{700-45'} : kelompok eksperimen dengan intensitas 700 μ T dan waktu 2x45 menit

E_{900-15'} : kelompok eksperimen dengan intensitas 900 μ T dan waktu 2x15 menit

E_{900-30'} : kelompok eksperimen dengan intensitas 900 μ T dan waktu 2x30 menit

E_{900-45'} : kelompok eksperimen dengan intensitas 900 μ T dan waktu 2x45 menit

3.9 Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, uji Komparasi One Way ANOVA, dan uji Korelasi Pearson. Adapun data dalam penelitian ini antara lain:

- a. Data penghitungan jumlah buah anggur yang timbul bercak
- b. Data pengukuran pH
- c. Data pengukuran kapasitansi

Setelah seluruhnya terkumpul kemudian data dituliskan 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 Korelasi Pearson menggunakan SPSS Statistics 23.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

- a. Paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur. Dosis yang efektif untuk mempertahankan kualitas fisik buah anggur adalah paparan medan magnet ELF intensitas 900 μT selama 2x30 dan 2x45.
- b. Paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap pH buah anggur. Dosis yang efektif untuk mempertahankan pH buah anggur adalah paparan medan magnet ELF intensitas 900 μT selama 2x30 dan 2x45.
- c. Paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT berpengaruh terhadap kapasitansi buah anggur. Dosis yang efektif untuk mempertahankan kapasitansi buah anggur adalah paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT selama 2x45 menit dan 900 μT selama 2x45 menit.
- d. Terdapat hubungan positif antara nilai pH dengan kapasitansi buah anggur.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang dapat diajukan sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemberian paparan medan magnet pada buah anggur dengan intensitas kurang dari 700 μT atau lebih besar 900 μT .
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi waktu pemberian paparan medan magnet untuk pengawetan buah anggur
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang beberapa indikator atau variabel lain untuk menentukan ketahanan buah anggur seperti jumlah bakteri maupun kandungan gizi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M. R. dan M. O. Moss. 2008. *Food Microbiology*. Cambridge, U. K.: The Royal Society of Chemistry.
- Albert, B., D. Bray., J. Lewis, M. Raff, K. Robert, dan James. 2002. *Biologi Molekuler Sel*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Aryono, D. 1980. *Listrik dan Magnet*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Bafaai, U. S. 2004. Polusi dan pengaruh medan elektomagnet terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Teknik Simetrika*. 2(2).
- Barbosa dan Canovas. 1998. 'Oscillating Magnetic Fieds for Food Processing'. dalam *Non Termal Preservation of Foods*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Barus, T.A. 2001. *Pengantar Limnologi Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Medan: Program Studi Biologi USU FMIPA.
- Betrisia, N. 2017. Korelasi Pengukuran Kadar Asam, Gula, dan pH pada Buah Belimbing, Jeruk, dan Tomat dengan Nilai Kapasitansi Elektrik. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wooton. 1987. *Food Science*. Terjemahan oleh H. Purnomo dan Adiono. 1988. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Budiharto, W dan S. Rahardi. 2005. *Teknik Reparasi PC dan Monitor*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Charles, W. 1984. *Kimia Dasar*. Edisi Keenam Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Chionna, A., M. Dwikat, dan E. Panzarini. 2003. Cell shape and plasma membrane alterations after static magnetic fields exposure. *European Journal of Histochemistry* 47(4): 299-308.
- Dong, L., Chen, Y., dan Huang, L. 2005. Effects of *extremely low frequency* magnetic field on growth, metabolism and differentiation of human mesenchymal stem cells. 8th Annual Tissue Engineering Society International (TESI) Conference & Exposition. Shanghai, P,R. China TESI: 588.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta: Kanisius.

- Estiasih, T. dan K. Ahmadi. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fellows, P. J. 2000. *Food Processing Technology, Principles and Practises*. 2nd edition. Cambridge: Woodhead. Pub.
- Frazier, W. C. dan W. C. Westhoff. 1978. *Food Microbiology*. New Delhi: McGraw Hill Publishing Co.ltd.
- Giancoli, D. C. 2014. *Physics: Principles with Aplictions*. 7th Edition. San Fransisco: Pearson Education Inc.
- Guenther, B. D. 1990. *Modern Optics*. USA: John Willey & Sons, Inc.
- Hersa, V. T., E. Ruriani, dan Sudarti. 2013. Respon Salmonella Typhimurium pada Bumbu Gado-gado terhadap Paparan Medan Magnet ELF. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Itegin, M. dan I. Gunay. 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. Zmysłony, 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.
- Johanson. 2012. *Capacitive Sensing: Method and Application*. Jakarta: Binus University
- Kirchhofer, N. D., Z. D. Rengert, F. W. Dahlquist, T. Nguyen, dan G. C. Bazan. 2017. A ferrocene-based conjugated oligoelectrolyte catalyzes bacterial electrode respiration. *Chem* 2: 240–257.
- Kristinawati, A. dan Sudarti. 2015. Pengaruh lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pH dan kadar air pada proses pembuatan keju jenis cream cheese. *Prosiding IBSC ke-1: Menuju Penggunaan Ilmu Dasar yang Diperluas untuk Meningkatkan Kesehatan, Lingkungan, Energi dan Bioteknologi*. ISBN: 978-602-60569-5-5.
- Ma'rufiyanti, P., Sudarti, dan A.A. Gani. 2014. Pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 300 μ T dan 500 μ T terhadap perubahan kadar vitamin C dan derajat keasaman (pH) pada buah tomat. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 3(3): 278 – 284.

- Masoumeh, Aslanimehr, A. Pahlevan, F. Fotoohi-Qazvini, H. Jahani-Hashemi. 2013. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on growth and viability of bacteria. *ISSN 2307-2083. International Journal of Research in Medical and Health Sciences*. 1(2): 8-15.
- Morelli, D. T., Stephen R. B. 2013. Structural, magnetic and thermoelectric properties of some cepd 3-based compounds. *Journal of Electronical Material. Michigan States University*. 42: 1592-1596.
- Muchtaruddin, M. 1998. Dampak medan elektromagnetik terhadap kesehatan. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 4:7-264.
- Nascimento, *et al.* 2003. The use of coffee hulls as a supplement for Nelore crossbred steers kept on a *Brachiaria decumbens*, Stapf pasture in the dry season of the year. *Ciencia e Agrotecnologia*. 27(Especial): 1662-1671
- Oxtoby. 2001. *Prinsip-prinsip Kimia Modern Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Praja, D. I. 2015. *Zat Aditif Makanan (Manfaat dan Bahayanya)*. Yogyakarta: Penerbit Garudhawaca.
- Raju, K. S. N. 2014. *Chemical Process Industry Safety*. New Delhi: McGraw Hill Education.
- Sadidah, K. R., Sudarti, dan A. A. Gani. 2015. Pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 300 μ T dan 500 μ T terhadap perubahan jumlah mikroba dan ph pada proses fermentasi tape ketan. Jember. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4(1): 1-8.
- Sapers, G. M. 2001. Efficacy of washing and sanitizing methods, food technology. *Biotechnology*. 39(4): 305–311
- Sari, E. K. N. 2012. Proses pengawetan sari buah apel (*malus sylvestris mill*) secara non-termal berbasis teknologi oscillating magneting field (OMF). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(2): 78-87.
- Sarwate, V. V. 1993. *Electromagnetic Fields and Waves*. New Delhi: Wiley Eastern Limited
- Selfiana, I. 2016. Pengaruh Paparan Medan Magnet 0,2 mT pada Ion Logam Fe dan Zn Terhadap Aktivitas *Bacillus sp.* dalam Menghasilkan Enzim Protease. *Tesis*. Lampung: Universitas Lampung.
- Setiadi. 2005. *Bertanam Anggur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sjaifullah. 1996. *Petunjuk Memilih Buah Segar*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Soedoyo, P. 1998. *Azas-azas Ilmu Fisika Jilid 2 (Listrik Magnet)*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Soesanto, L. 2006. *Penyakit Pascapanen*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Sudarti dan Helianti. 2005. The Effect of Alteration 11-10 to the Immuno Modulation Responce on Bul/C Mice Exposed Extremely Low Frequency Magnetic Field 20 μ T. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Sudarti dan T Prihandono. 2014. *Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) terhadap Prevalensi Salmonella dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat*. Jember: Laporan Kemajuan Penelitian Fundamental.
- Sudaryanto. 2009. *Medan Elektromagnetik*. Jember: Jember University Press.
- Surya, Y. 2009. *Listrik dan Magnet*. Tangerang: PT Kandel
- Susanto, T. 1994. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen*. Yogyakarta: Akademika
- Sutrisno. 1979. *Fisika Dasar Listrik, Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB.
- Tipler, P. A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Tipler. P. A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Tjahjadi, C. 2008. *Teknologi Pengolahan Sayur dan Buah*. Bandung: Widya Padjadjaran.
- USDA. 2009. Nutrition Fact of Grapes. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/report?nutrient1=255&nutrient2=269&nutrient3=211&fg=9&max=25&subset=0&offset=200&sort=c&totCount=345&measureby=g> [Diakses pada 6 Oktober 2018].
- Utama, M. S. 2001. *Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar*. Bali: Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali.
- Venkatesh, M. S. dan G. S. V. Raghavan. 2004. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. *Biosystems Eng.* 88(1): 1–11.
- Winarno dan Aman. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Bogor: Penerbit Sastra Hudaya.

Windarti, T. 2008. *Pembuatan dan Kajian Struktur Dinamika Molekul Material Biokompatibel Bioselulosa sebagai Bahan Dasar Tulang Artifisial*. Penelitian Ristek.

World Health Organization. 1984. *Environments Health Criteria 35*. Geneva: World Health Organization Press.

Xia, E.Q., G. F. Deng, Y. J. Guo, dan H. B. Li. 2010. Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*. No. 11: 622-646.

Young, H. D. and R. A. Freedman. 2003. *Fisika Universitas*. Edisi kesepuluh Jilid 2. Jakarta: Erlangga

Young, H. G. 2012. *College Physics*. 9th Edition. San Fransisco: Pearson Education, Inc.

Zettler, J. L. dan S. Navarro. 2001. *Effect of Modified Atmospheres on Microflora and Respiration of California Prunes*. U.S.A.: Executive Printing Services.

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

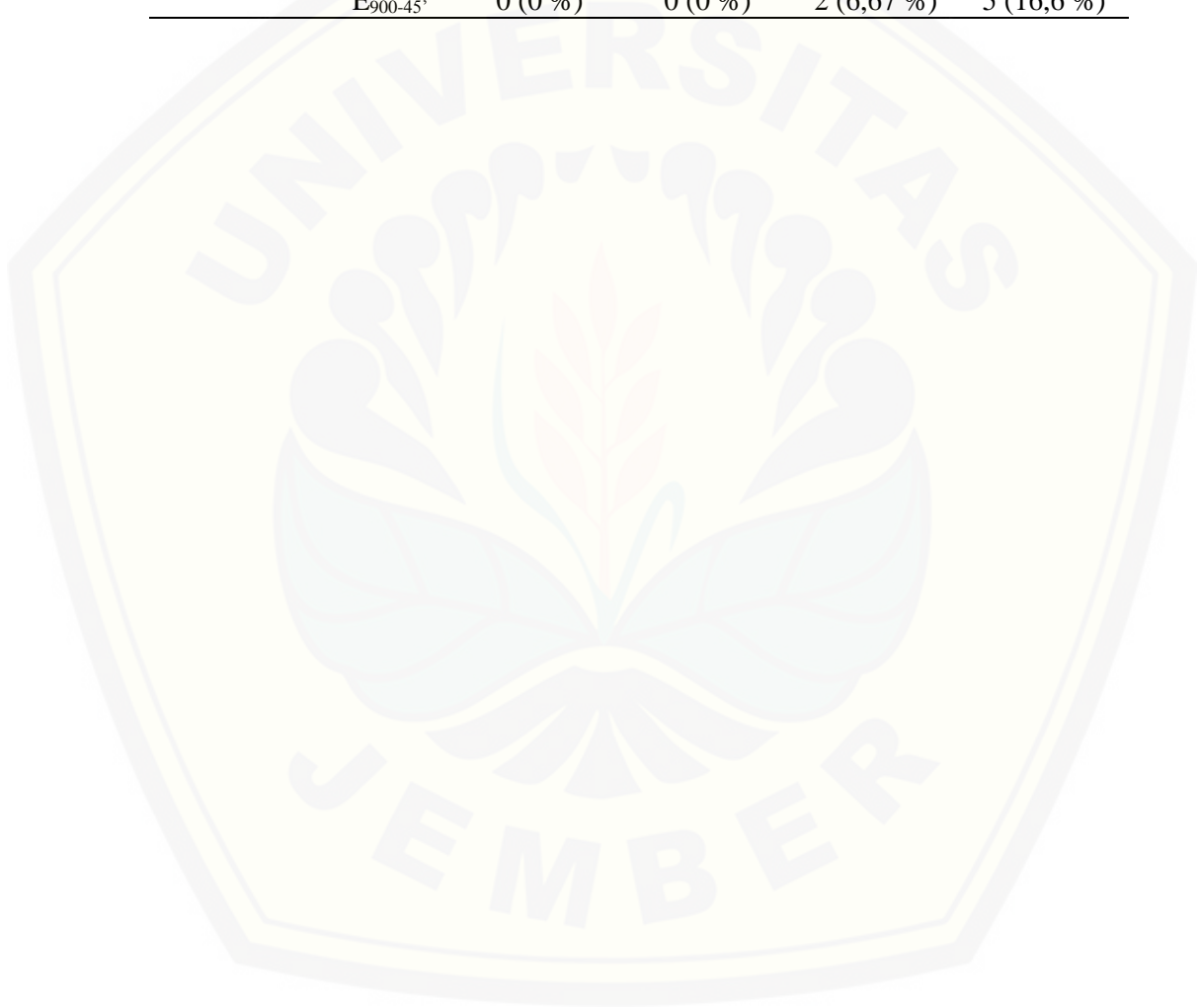
JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	JENIS PENELITIAN	SUMBER DATA	TEKNIK PENGAMBILAN DATA	ANALISIS DATA	ALUR PENELITIAN
Pengaruh Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) terhadap Konstanta Dielektrik dan pH sebagai Indikator Ketahanan Buah Anggur	<ol style="list-style-type: none"> Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap ketahanan kualitas fisik buah anggur Mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap derajat keasaman (pH) buah anggur Mengkaji pengaruh paparan medan 	<ul style="list-style-type: none"> Jenis penelitian: Eksperimen laboratorium Penentuan Responden Penelitian: <i>Random sampling</i> 	<p>Sumber data berasal dari data primer dan data sekunder</p> <ol style="list-style-type: none"> Data primer diperoleh dari eksperimen laboratorium Data sekunder diperoleh dengan menganalisis data hasil penelitian dan informasi dari buku, serta sumber lain mengenai pengawetan menggunakan medan magnet 	<p>Metode pengumpulan data: eksperimen laboratorium</p>	<p>Metode analisa data:</p> <ul style="list-style-type: none"> analisis statistik 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 analisis data Tahap pembahasan kesimpulan

	<p>magnet ELF intensitas 700 μT dan 900 μT terhadap kapasitansi buah anggur</p> <p>4. Mengetahui hubungan antara nilai pH dengan kapasitansi buah anggur</p>					
--	--	--	--	--	--	--

LAMPIRAN B. DATA HASIL PENELITIAN

1. Data hasil pengukuran kualitas fisik

Kelompok		Jumlah buah anggur yang timbul bercak pada hari ke-			
		0	6	12	18
Kontrol	K	0 (0 %)	2 (6,67 %)	6 (20 %)	13 (43,3 %)
	E _{700-15'}	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (10 %)	8 (26,6 %)
	E _{700-30'}	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (10 %)	9 (30 %)
Eksperimen	E _{700-45'}	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (10 %)	7 (23,3 %)
	E _{900-15'}	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (10 %)	7 (23,3 %)
	E _{900-30'}	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (3,33 %)	5 (16,6 %)
	E _{900-45'}	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (6,67 %)	5 (16,6 %)



2. Data hasil pengukuran pH

Sampel	Nilai pH buah anggur pada hari ke-							
	0		6		12		18	
	pH	Rata-rata	pH	Rata-rata	pH	Rata-rata	pH	Rata-rata
K	4,43	4,46	4,29	4,31	3,53	3,54	3,17	3,20
	4,51		4,43		3,41		3,31	
	4,44		4,21		3,68		3,12	
E _{700-15'}	4,29	4,30	3,97	4,05	3,62	3,65	3,32	3,31
	4,35		3,93		3,64		3,41	
	4,26		4,25		3,69		3,20	
E _{700-30'}	4,31	4,28	4,76	4,83	3,78	3,82	3,53	3,42
	4,25		4,81		3,80		3,35	
	4,28		4,92		3,88		3,38	
E _{700-45'}	4,34	4,39	4,64	4,64	4,31	4,25	3,72	3,68
	4,38		4,59		4,17		3,81	
	4,45		4,69		4,27		3,51	
E _{900-15'}	4,36	4,28	4,04	3,94	3,63	3,59	3,46	3,39
	4,27		4,07		3,57		3,21	
	4,21		3,71		3,57		3,50	
E _{900-30'}	4,41	4,35	4,98	4,93	4,17	4,22	3,87	3,80
	4,28		4,76		4,31		3,76	
	4,36		5,05		4,18		3,77	
E _{900-45'}	4,33	4,33	4,68	4,66	4,26	4,24	3,67	3,69
	4,40		4,72		4,19		3,59	
	4,26		4,58		4,27		3,81	

Hasil uji komparasi *One Way Anova* pH buah anggur

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 hr ke 0	Kontrol	700 mikro T, 15'	,16000*	,02335	,000	,1132	,2068
		700 mikro T, 30'	,18000*	,02335	,000	,1332	,2268
		700 mikro T, 45'	,07000*	,02335	,004	,0232	,1168
		900 mikro T, 15'	,18000*	,02335	,000	,1332	,2268
		900 mikro T, 30'	,11000*	,02335	,000	,0632	,1568
		900 mikro T, 45'	,13000*	,02335	,000	,0832	,1768

700 mikro T, 15'	Kontrol	-,16000*	,02335	,000	-,2068	-,1132
	700 mikro T, 30'	,02000	,02335	,395	-,0268	,0668
	700 mikro T, 45'	-,09000*	,02335	,000	-,1368	-,0432
	900 mikro T, 15'	,02000	,02335	,395	-,0268	,0668
	900 mikro T, 30'	-,05000*	,02335	,037	-,0968	-,0032
	900 mikro T, 45'	-,03000	,02335	,204	-,0768	,0168
	700 mikro T, 30'	Kontrol	-,18000*	,02335	,000	-,2268
700 mikro T, 15'		-,02000	,02335	,395	-,0668	,0268
700 mikro T, 45'		-,11000*	,02335	,000	-,1568	-,0632
900 mikro T, 15'		,00000	,02335	1,000	-,0468	,0468
900 mikro T, 30'		-,07000*	,02335	,004	-,1168	-,0232
900 mikro T, 45'		-,05000*	,02335	,037	-,0968	-,0032
700 mikro T, 45'		Kontrol	-,07000*	,02335	,004	-,1168
	700 mikro T, 15'	,09000*	,02335	,000	,0432	,1368
	700 mikro T, 30'	,11000*	,02335	,000	,0632	,1568
	900 mikro T, 15'	,11000*	,02335	,000	,0632	,1568
	900 mikro T, 30'	,04000	,02335	,092	-,0068	,0868
	900 mikro T, 45'	,06000*	,02335	,013	,0132	,1068
	900 mikro T, 15'	Kontrol	-,18000*	,02335	,000	-,2268
700 mikro T, 15'		-,02000	,02335	,395	-,0668	,0268
700 mikro T, 30'		,00000	,02335	1,000	-,0468	,0468
700 mikro T, 45'		-,11000*	,02335	,000	-,1568	-,0632
900 mikro T, 30'		-,07000*	,02335	,004	-,1168	-,0232
900 mikro T, 45'		-,05000*	,02335	,037	-,0968	-,0032
900 mikro T, 30'		Kontrol	-,11000*	,02335	,000	-,1568
	700 mikro T, 15'	,05000*	,02335	,037	,0032	,0968
	700 mikro T, 30'	,07000*	,02335	,004	,0232	,1168
	700 mikro T, 45'	-,04000	,02335	,092	-,0868	,0068
	900 mikro T, 15'	,07000*	,02335	,004	,0232	,1168
	900 mikro T, 45'	,02000	,02335	,395	-,0268	,0668

900 mikro T, 45'	Kontrol	-,13000*	,02335	,000	-,1768	-,0832
	700 mikro T, 15'	,03000	,02335	,204	-,0168	,0768
	700 mikro T, 30'	,05000*	,02335	,037	,0032	,0968
	700 mikro T, 45'	-,06000*	,02335	,013	-,1068	-,0132
	900 mikro T, 15'	,05000*	,02335	,037	,0032	,0968
	900 mikro T, 30'	-,02000	,02335	,395	-,0668	,0268
	pH hr ke 6	Kontrol	,26000*	,05345	,000	,1529
700 mikro T, 15'		-,52000*	,05345	,000	-,6271	-,4129
700 mikro T, 30'		-,33000*	,05345	,000	-,4371	-,2229
700 mikro T, 45'		,37000*	,05345	,000	,2629	,4771
900 mikro T, 15'		-,62000*	,05345	,000	-,7271	-,5129
900 mikro T, 30'		-,35000*	,05345	,000	-,4571	-,2429
900 mikro T, 45'						
700 mikro T, 15'	Kontrol	-,26000*	,05345	,000	-,3671	-,1529
	700 mikro T, 30'	-,78000*	,05345	,000	-,8871	-,6729
	700 mikro T, 45'	-,59000*	,05345	,000	-,6971	-,4829
	900 mikro T, 15'	,11000*	,05345	,044	,0029	,2171
	900 mikro T, 30'	-,88000*	,05345	,000	-,9871	-,7729
	900 mikro T, 45'	-,61000*	,05345	,000	-,7171	-,5029
	900 mikro T, 45'					
700 mikro T, 30'	Kontrol	,52000*	,05345	,000	,4129	,6271
	700 mikro T, 15'	,78000*	,05345	,000	,6729	,8871
	700 mikro T, 45'	,19000*	,05345	,001	,0829	,2971
	900 mikro T, 15'	,89000*	,05345	,000	,7829	,9971
	900 mikro T, 30'	-,10000	,05345	,067	-,2071	,0071
	900 mikro T, 45'	,17000*	,05345	,002	,0629	,2771
	900 mikro T, 45'					
700 mikro T, 45'	Kontrol	,33000*	,05345	,000	,2229	,4371
	700 mikro T, 15'	,59000*	,05345	,000	,4829	,6971
	700 mikro T, 30'	-,19000*	,05345	,001	-,2971	-,0829
	900 mikro T, 15'	,70000*	,05345	,000	,5929	,8071
	900 mikro T, 30'	-,29000*	,05345	,000	-,3971	-,1829
	900 mikro T, 45'	-,02000	,05345	,710	-,1271	,0871
	900 mikro T, 45'					

900 mikro T, 15'	Kontrol	-,37000*	,05345	,000	-,4771	-,2629
	700 mikro T, 15'	-,11000*	,05345	,044	-,2171	-,0029
	700 mikro T, 30'	-,89000*	,05345	,000	-,9971	-,7829
	700 mikro T, 45'	-,70000*	,05345	,000	-,8071	-,5929
	900 mikro T, 30'	-,99000*	,05345	,000	-1,0971	-,8829
	900 mikro T, 45'	-,72000*	,05345	,000	-,8271	-,6129
	900 mikro T, 30'	Kontrol	,62000*	,05345	,000	,5129
700 mikro T, 15'		,88000*	,05345	,000	,7729	,9871
700 mikro T, 30'		,10000	,05345	,067	-,0071	,2071
700 mikro T, 45'		,29000*	,05345	,000	,1829	,3971
900 mikro T, 15'		,99000*	,05345	,000	,8829	1,0971
900 mikro T, 45'		,27000*	,05345	,000	,1629	,3771
900 mikro T, 45'		Kontrol	,35000*	,05345	,000	,2429
	700 mikro T, 15'	,61000*	,05345	,000	,5029	,7171
	700 mikro T, 30'	-,17000*	,05345	,002	-,2771	-,0629
	700 mikro T, 45'	,02000	,05345	,710	-,0871	,1271
	900 mikro T, 15'	,72000*	,05345	,000	,6129	,8271
	900 mikro T, 30'	-,27000*	,05345	,000	-,3771	-,1629
	pH hr ke 12	Kontrol				
700 mikro T, 15'		-,11000*	,02420	,000	-,1585	-,0615
700 mikro T, 30'		-,28000*	,02420	,000	-,3285	-,2315
700 mikro T, 45'		-,71000*	,02420	,000	-,7585	-,6615
900 mikro T, 15'		-,05000*	,02420	,043	-,0985	-,0015
900 mikro T, 30'		-,68000*	,02420	,000	-,7285	-,6315
900 mikro T, 45'		-,70000*	,02420	,000	-,7485	-,6515
700 mikro T, 15'	Kontrol	,11000*	,02420	,000	,0615	,1585
	700 mikro T, 30'	-,17000*	,02420	,000	-,2185	-,1215
	700 mikro T, 45'	-,60000*	,02420	,000	-,6485	-,5515
	900 mikro T, 15'	,06000*	,02420	,016	,0115	,1085
	900 mikro T, 30'	-,57000*	,02420	,000	-,6185	-,5215
	900 mikro T, 45'	-,59000*	,02420	,000	-,6385	-,5415

700 mikro T, 30'	Kontrol	,28000*	,02420	,000	,2315	,3285
	700 mikro T, 15'	,17000*	,02420	,000	,1215	,2185
	700 mikro T, 45'	-,43000*	,02420	,000	-,4785	-,3815
	900 mikro T, 15'	,23000*	,02420	,000	,1815	,2785
	900 mikro T, 30'	-,40000*	,02420	,000	-,4485	-,3515
	900 mikro T, 45'	-,42000*	,02420	,000	-,4685	-,3715
	700 mikro T, 45'	Kontrol	,71000*	,02420	,000	,6615
700 mikro T, 15'		,60000*	,02420	,000	,5515	,6485
700 mikro T, 30'		,43000*	,02420	,000	,3815	,4785
900 mikro T, 15'		,66000*	,02420	,000	,6115	,7085
900 mikro T, 30'		,03000	,02420	,220	-,0185	,0785
900 mikro T, 45'		,01000	,02420	,681	-,0385	,0585
900 mikro T, 15'		Kontrol	,05000*	,02420	,043	,0015
	700 mikro T, 15'	-,06000*	,02420	,016	-,1085	-,0115
	700 mikro T, 30'	-,23000*	,02420	,000	-,2785	-,1815
	700 mikro T, 45'	-,66000*	,02420	,000	-,7085	-,6115
	900 mikro T, 30'	-,63000*	,02420	,000	-,6785	-,5815
	900 mikro T, 45'	-,65000*	,02420	,000	-,6985	-,6015
	900 mikro T, 30'	Kontrol	,68000*	,02420	,000	,6315
700 mikro T, 15'		,57000*	,02420	,000	,5215	,6185
700 mikro T, 30'		,40000*	,02420	,000	,3515	,4485
700 mikro T, 45'		-,03000	,02420	,220	-,0785	,0185
900 mikro T, 15'		,63000*	,02420	,000	,5815	,6785
900 mikro T, 45'		-,02000	,02420	,412	-,0685	,0285
900 mikro T, 45'		Kontrol	,70000*	,02420	,000	,6515
	700 mikro T, 15'	,59000*	,02420	,000	,5415	,6385
	700 mikro T, 30'	,42000*	,02420	,000	,3715	,4685
	700 mikro T, 45'	-,01000	,02420	,681	-,0585	,0385
	900 mikro T, 15'	,65000*	,02420	,000	,6015	,6985
	900 mikro T, 30'	,02000	,02420	,412	-,0285	,0685

pH hr ke 18	Kontrol	700 mikro T, 15'	-,11000*	,04746	,024	-,2051	-,0149
		700 mikro T, 30'	-,22000*	,04746	,000	-,3151	-,1249
		700 mikro T, 45'	-,48000*	,04746	,000	-,5751	-,3849
		900 mikro T, 15'	-,19000*	,04746	,000	-,2851	-,0949
		900 mikro T, 30'	-,60000*	,04746	,000	-,6951	-,5049
		900 mikro T, 45'	-,49000*	,04746	,000	-,5851	-,3949
		700 mikro T, 15'	Kontrol	,11000*	,04746	,024	,0149
		700 mikro T, 30'	-,11000*	,04746	,024	-,2051	-,0149
		700 mikro T, 45'	-,37000*	,04746	,000	-,4651	-,2749
		900 mikro T, 15'	-,08000	,04746	,097	-,1751	,0151
		900 mikro T, 30'	-,49000*	,04746	,000	-,5851	-,3949
		900 mikro T, 45'	-,38000*	,04746	,000	-,4751	-,2849
	700 mikro T, 30'	Kontrol	,22000*	,04746	,000	,1249	,3151
		700 mikro T, 15'	,11000*	,04746	,024	,0149	,2051
		700 mikro T, 45'	-,26000*	,04746	,000	-,3551	-,1649
		900 mikro T, 15'	,03000	,04746	,530	-,0651	,1251
		900 mikro T, 30'	-,38000*	,04746	,000	-,4751	-,2849
		900 mikro T, 45'	-,27000*	,04746	,000	-,3651	-,1749
	700 mikro T, 45'	Kontrol	,48000*	,04746	,000	,3849	,5751
		700 mikro T, 15'	,37000*	,04746	,000	,2749	,4651
		700 mikro T, 30'	,26000*	,04746	,000	,1649	,3551
		900 mikro T, 15'	,29000*	,04746	,000	,1949	,3851
		900 mikro T, 30'	-,12000*	,04746	,014	-,2151	-,0249
		900 mikro T, 45'	-,01000	,04746	,834	-,1051	,0851
	900 mikro T, 15'	Kontrol	,19000*	,04746	,000	,0949	,2851
		700 mikro T, 15'	,08000	,04746	,097	-,0151	,1751
		700 mikro T, 30'	-,03000	,04746	,530	-,1251	,0651
		700 mikro T, 45'	-,29000*	,04746	,000	-,3851	-,1949
		900 mikro T, 30'	-,41000*	,04746	,000	-,5051	-,3149
		900 mikro T, 45'	-,30000*	,04746	,000	-,3951	-,2049

900 mikro T, 30'	Kontrol	,60000*	,04746	,000	,5049	,6951
	700 mikro T, 15'	,49000*	,04746	,000	,3949	,5851
	700 mikro T, 30'	,38000*	,04746	,000	,2849	,4751
	700 mikro T, 45'	,12000*	,04746	,014	,0249	,2151
	900 mikro T, 15'	,41000*	,04746	,000	,3149	,5051
	900 mikro T, 45'	,11000*	,04746	,024	,0149	,2051
900 mikro T, 45'	Kontrol	,49000*	,04746	,000	,3949	,5851
	700 mikro T, 15'	,38000*	,04746	,000	,2849	,4751
	700 mikro T, 30'	,27000*	,04746	,000	,1749	,3651
	700 mikro T, 45'	,01000	,04746	,834	-,0851	,1051
	900 mikro T, 15'	,30000*	,04746	,000	,2049	,3951
	900 mikro T, 30'	-,11000*	,04746	,024	-,2051	-,0149

3. Data hasil pengukuran kapasitansi

Sampel	Nilai kapasitansi (μF) buah anggur pada hari ke-							
	0		6		12		18	
	C	Rata-rata	C	Rata-rata	C	Rata-rata	C	Rata-rata
K	93,3	92,5	87,8	89,1	74,5	74,2	62,6	60,5
	92,3		89,9		73,9		59,8	
	91,9		89,6		74,1		59,2	
E _{700-15'}	82,3	81,3	71,2	70,5	74,8	74,8	53,4	53,5
	81,7		69,7		74,4		53,1	
	79,9		70,6		75,2		53,9	
E _{700-30'}	89,1	88,7	80,7	81,6	75,1	75,3	59,1	59,5
	88,7		81,4		75,2		59,6	
	88,3		82,7		75,7		59,9	
E _{700-45'}	81,2	80,6	75,8	76,2	76,2	76,3	62,1	61,1
	80,2		76,1		75,9		60,7	
	80,4		76,7		76,7		60,5	
E _{900-15'}	79,6	79,9	69,7	69,5	65,9	66,8	50,5	50,8
	78,7		69,2		67,4		50,8	
	81,4		69,5		67,1		51,0	
E _{900-30'}	77,5	77,6	67,6	68,3	76,1	76,3	52,8	52,9
	76,1		68,6		75,9		53,3	
	79,2		68,7		76,8		52,6	
E _{900-45'}	72,3	72,8	63,1	62,1	61,8	61,8	51,4	51,4
	73,1		61,5		61,5		51,7	
	73,0		61,7		62,1		51,3	

Hasil uji komparasi *One Way Anova* kapasitansi buah anggur

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
Kapasitansi hr ke 0	Kontrol	700 mikro T, 15'	11,20000*	,40854	,000	10,3816	12,0184
		700 mikro T, 30'	3,80000*	,40854	,000	2,9816	4,6184
		700 mikro T, 45'	11,90000*	,40854	,000	11,0816	12,7184
		900 mikro T, 15'	12,60000*	,40854	,000	11,7816	13,4184
		900 mikro T, 30'	14,90000*	,40854	,000	14,0816	15,7184
		900 mikro T, 45'	19,70000*	,40854	,000	18,8816	20,5184

700 mikro T, 15'	Kontrol	-11,20000*	,40854	,000	-12,0184	-10,3816
	700 mikro T, 30'	-7,40000*	,40854	,000	-8,2184	-6,5816
	700 mikro T, 45'	,70000	,40854	,092	-,1184	1,5184
	900 mikro T, 15'	1,40000*	,40854	,001	,5816	2,2184
	900 mikro T, 30'	3,70000*	,40854	,000	2,8816	4,5184
	900 mikro T, 45'	8,50000*	,40854	,000	7,6816	9,3184
	700 mikro T, 30'	Kontrol	-3,80000*	,40854	,000	-4,6184
700 mikro T, 15'		7,40000*	,40854	,000	6,5816	8,2184
700 mikro T, 45'		8,10000*	,40854	,000	7,2816	8,9184
900 mikro T, 15'		8,80000*	,40854	,000	7,9816	9,6184
900 mikro T, 30'		11,10000*	,40854	,000	10,2816	11,9184
900 mikro T, 45'		15,90000*	,40854	,000	15,0816	16,7184
700 mikro T, 45'		Kontrol	-11,90000*	,40854	,000	-12,7184
	700 mikro T, 15'	-,70000	,40854	,092	-1,5184	,1184
	700 mikro T, 30'	-8,10000*	,40854	,000	-8,9184	-7,2816
	900 mikro T, 15'	,70000	,40854	,092	-,1184	1,5184
	900 mikro T, 30'	3,00000*	,40854	,000	2,1816	3,8184
	900 mikro T, 45'	7,80000*	,40854	,000	6,9816	8,6184
	900 mikro T, 15'	Kontrol	-12,60000*	,40854	,000	-13,4184
700 mikro T, 15'		-1,40000*	,40854	,001	-2,2184	-,5816
700 mikro T, 30'		-8,80000*	,40854	,000	-9,6184	-7,9816
700 mikro T, 45'		-,70000	,40854	,092	-1,5184	,1184
900 mikro T, 30'		2,30000*	,40854	,000	1,4816	3,1184
900 mikro T, 45'		7,10000*	,40854	,000	6,2816	7,9184
900 mikro T, 30'		Kontrol	-14,90000*	,40854	,000	-15,7184
	700 mikro T, 15'	-3,70000*	,40854	,000	-4,5184	-2,8816
	700 mikro T, 30'	-11,10000*	,40854	,000	-11,9184	-10,2816
	700 mikro T, 45'	-3,00000*	,40854	,000	-3,8184	-2,1816
	900 mikro T, 15'	-2,30000*	,40854	,000	-3,1184	-1,4816
	900 mikro T, 45'	4,80000*	,40854	,000	3,9816	5,6184

900 mikro T, 45'	Kontrol	-19,70000*	,40854	,000	-20,5184	-18,8816
	700 mikro T, 15'	-8,50000*	,40854	,000	-9,3184	-7,6816
	700 mikro T, 30'	-15,90000*	,40854	,000	-16,7184	-15,0816
	700 mikro T, 45'	-7,80000*	,40854	,000	-8,6184	-6,9816
	900 mikro T, 15'	-7,10000*	,40854	,000	-7,9184	-6,2816
	900 mikro T, 30'	-4,80000*	,40854	,000	-5,6184	-3,9816
	Kapasitansi hr ke 6	Kontrol	18,60000*	,31972	,000	17,9595
700 mikro T, 15'		7,50000*	,31972	,000	6,8595	8,1405
700 mikro T, 30'		12,90000*	,31972	,000	12,2595	13,5405
700 mikro T, 45'		19,63333*	,31972	,000	18,9929	20,2738
900 mikro T, 15'		20,80000*	,31972	,000	20,1595	21,4405
900 mikro T, 30'		27,00000*	,31972	,000	26,3595	27,6405
900 mikro T, 45'						
700 mikro T, 15'	Kontrol	-18,60000*	,31972	,000	-19,2405	-17,9595
	700 mikro T, 30'	-11,10000*	,31972	,000	-11,7405	-10,4595
	700 mikro T, 45'	-5,70000*	,31972	,000	-6,3405	-5,0595
	900 mikro T, 15'	1,03333*	,31972	,002	,3929	1,6738
	900 mikro T, 30'	2,20000*	,31972	,000	1,5595	2,8405
	900 mikro T, 45'	8,40000*	,31972	,000	7,7595	9,0405
	700 mikro T, 30'	Kontrol	-7,50000*	,31972	,000	-8,1405
700 mikro T, 15'		11,10000*	,31972	,000	10,4595	11,7405
700 mikro T, 45'		5,40000*	,31972	,000	4,7595	6,0405
900 mikro T, 15'		12,13333*	,31972	,000	11,4929	12,7738
900 mikro T, 30'		13,30000*	,31972	,000	12,6595	13,9405
900 mikro T, 45'		19,50000*	,31972	,000	18,8595	20,1405
700 mikro T, 45'		Kontrol	-12,90000*	,31972	,000	-13,5405
	700 mikro T, 15'	5,70000*	,31972	,000	5,0595	6,3405
	700 mikro T, 30'	-5,40000*	,31972	,000	-6,0405	-4,7595
	900 mikro T, 15'	6,73333*	,31972	,000	6,0929	7,3738
	900 mikro T, 30'	7,90000*	,31972	,000	7,2595	8,5405
	900 mikro T, 45'	14,10000*	,31972	,000	13,4595	14,7405

900 mikro T, 15'	Kontrol	-19,63333*	,31972	,000	-20,2738	-18,9929	
	700 mikro T, 15'	-1,03333*	,31972	,002	-1,6738	-,3929	
	700 mikro T, 30'	-12,13333*	,31972	,000	-12,7738	-11,4929	
	700 mikro T, 45'	-6,73333*	,31972	,000	-7,3738	-6,0929	
	900 mikro T, 30'	1,16667*	,31972	,001	,5262	1,8071	
	900 mikro T, 45'	7,36667*	,31972	,000	6,7262	8,0071	
	900 mikro T, 30'	Kontrol	-20,80000*	,31972	,000	-21,4405	-20,1595
700 mikro T, 15'		-2,20000*	,31972	,000	-2,8405	-1,5595	
700 mikro T, 30'		-13,30000*	,31972	,000	-13,9405	-12,6595	
700 mikro T, 45'		-7,90000*	,31972	,000	-8,5405	-7,2595	
900 mikro T, 15'		-1,16667*	,31972	,001	-1,8071	-,5262	
900 mikro T, 45'		6,20000*	,31972	,000	5,5595	6,8405	
900 mikro T, 45'		Kontrol	-27,00000*	,31972	,000	-27,6405	-26,3595
	700 mikro T, 15'	-8,40000*	,31972	,000	-9,0405	-7,7595	
	700 mikro T, 30'	-19,50000*	,31972	,000	-20,1405	-18,8595	
	700 mikro T, 45'	-14,10000*	,31972	,000	-14,7405	-13,4595	
	900 mikro T, 15'	-7,36667*	,31972	,000	-8,0071	-6,7262	
	900 mikro T, 30'	-6,20000*	,31972	,000	-6,8405	-5,5595	
	Kapasitansi hr ke 12	Kontrol	700 mikro T, 15'	-,61111*	,18267	,001	-,9770
700 mikro T, 30'		-1,14444*	,18267	,000	-1,5104	-,7785	
700 mikro T, 45'		-2,07778*	,18267	,000	-2,4437	-1,7118	
900 mikro T, 15'		7,38889*	,18267	,000	7,0230	7,7548	
900 mikro T, 30'		-2,07778*	,18267	,000	-2,4437	-1,7118	
900 mikro T, 45'		12,38889*	,18267	,000	12,0230	12,7548	
700 mikro T, 15'		Kontrol	,61111*	,18267	,001	,2452	,9770
	700 mikro T, 30'	-,53333*	,18267	,005	-,8993	-,1674	
	700 mikro T, 45'	-1,46667*	,18267	,000	-1,8326	-1,1007	
	900 mikro T, 15'	8,00000*	,18267	,000	7,6341	8,3659	
	900 mikro T, 30'	-1,46667*	,18267	,000	-1,8326	-1,1007	
	900 mikro T, 45'	13,00000*	,18267	,000	12,6341	13,3659	

700 mikro T, 30'	Kontrol	1,14444*	,18267	,000	,7785	1,5104
	700 mikro T, 15'	,53333*	,18267	,005	,1674	,8993
	700 mikro T, 45'	-,93333*	,18267	,000	-1,2993	-,5674
	900 mikro T, 15'	8,53333*	,18267	,000	8,1674	8,8993
	900 mikro T, 30'	-,93333*	,18267	,000	-1,2993	-,5674
	900 mikro T, 45'	13,53333*	,18267	,000	13,1674	13,8993
	700 mikro T, 45'	Kontrol	2,07778*	,18267	,000	1,7118
700 mikro T, 15'		1,46667*	,18267	,000	1,1007	1,8326
700 mikro T, 30'		,93333*	,18267	,000	,5674	1,2993
900 mikro T, 15'		9,46667*	,18267	,000	9,1007	9,8326
900 mikro T, 30'		,00000	,18267	1,000	-,3659	,3659
900 mikro T, 45'		14,46667*	,18267	,000	14,1007	14,8326
900 mikro T, 15'		Kontrol	-7,38889*	,18267	,000	-7,7548
	700 mikro T, 15'	-8,00000*	,18267	,000	-8,3659	-7,6341
	700 mikro T, 30'	-8,53333*	,18267	,000	-8,8993	-8,1674
	700 mikro T, 45'	-9,46667*	,18267	,000	-9,8326	-9,1007
	900 mikro T, 30'	-9,46667*	,18267	,000	-9,8326	-9,1007
	900 mikro T, 45'	5,00000*	,18267	,000	4,6341	5,3659
	900 mikro T, 30'	Kontrol	2,07778*	,18267	,000	1,7118
700 mikro T, 15'		1,46667*	,18267	,000	1,1007	1,8326
700 mikro T, 30'		,93333*	,18267	,000	,5674	1,2993
700 mikro T, 45'		,00000	,18267	1,000	-,3659	,3659
900 mikro T, 15'		9,46667*	,18267	,000	9,1007	9,8326
900 mikro T, 45'		14,46667*	,18267	,000	14,1007	14,8326
900 mikro T, 45'		Kontrol	-12,38889*	,18267	,000	-12,7548
	700 mikro T, 15'	-13,00000*	,18267	,000	-13,3659	-12,6341
	700 mikro T, 30'	-13,53333*	,18267	,000	-13,8993	-13,1674
	700 mikro T, 45'	-14,46667*	,18267	,000	-14,8326	-14,1007
	900 mikro T, 15'	-5,00000*	,18267	,000	-5,3659	-4,6341
	900 mikro T, 30'	-14,46667*	,18267	,000	-14,8326	-14,1007

Kapasitansi hr ke 18	Kontrol	700 mikro T, 15'	7,04444*	,24011	,000	6,5634	7,5254
		700 mikro T, 30'	,97778*	,24011	,000	,4968	1,4588
		700 mikro T, 45'	-,58889*	,24011	,017	-1,0699	-,1079
		900 mikro T, 15'	9,74444*	,24011	,000	9,2634	10,2254
		900 mikro T, 30'	7,61111*	,24011	,000	7,1301	8,0921
		900 mikro T, 45'	9,04444*	,24011	,000	8,5634	9,5254
		700 mikro T, 15'	Kontrol	-7,04444*	,24011	,000	-7,5254
		700 mikro T, 30'	-6,06667*	,24011	,000	-6,5477	-5,5857
		700 mikro T, 45'	-7,63333*	,24011	,000	-8,1143	-7,1523
		900 mikro T, 15'	2,70000*	,24011	,000	2,2190	3,1810
		900 mikro T, 30'	,56667*	,24011	,022	,0857	1,0477
		900 mikro T, 45'	2,00000*	,24011	,000	1,5190	2,4810
	700 mikro T, 30'	Kontrol	-,97778*	,24011	,000	-1,4588	-,4968
		700 mikro T, 15'	6,06667*	,24011	,000	5,5857	6,5477
		700 mikro T, 45'	-1,56667*	,24011	,000	-2,0477	-1,0857
		900 mikro T, 15'	8,76667*	,24011	,000	8,2857	9,2477
		900 mikro T, 30'	6,63333*	,24011	,000	6,1523	7,1143
		900 mikro T, 45'	8,06667*	,24011	,000	7,5857	8,5477
	700 mikro T, 45'	Kontrol	,58889*	,24011	,017	,1079	1,0699
		700 mikro T, 15'	7,63333*	,24011	,000	7,1523	8,1143
		700 mikro T, 30'	1,56667*	,24011	,000	1,0857	2,0477
		900 mikro T, 15'	10,33333*	,24011	,000	9,8523	10,8143
		900 mikro T, 30'	8,20000*	,24011	,000	7,7190	8,6810
		900 mikro T, 45'	9,63333*	,24011	,000	9,1523	10,1143
	900 mikro T, 15'	Kontrol	-9,74444*	,24011	,000	-10,2254	-9,2634
		700 mikro T, 15'	-2,70000*	,24011	,000	-3,1810	-2,2190
		700 mikro T, 30'	-8,76667*	,24011	,000	-9,2477	-8,2857
		700 mikro T, 45'	-10,33333*	,24011	,000	-10,8143	-9,8523
		900 mikro T, 30'	-2,13333*	,24011	,000	-2,6143	-1,6523
		900 mikro T, 45'	-,70000*	,24011	,005	-1,1810	-,2190

900 mikro T, 30'	Kontrol	-7,61111*	,24011	,000	-8,0921	-7,1301
	700 mikro T, 15'	-,56667*	,24011	,022	-1,0477	-,0857
	700 mikro T, 30'	-6,63333*	,24011	,000	-7,1143	-6,1523
	700 mikro T, 45'	-8,20000*	,24011	,000	-8,6810	-7,7190
	900 mikro T, 15'	2,13333*	,24011	,000	1,6523	2,6143
	900 mikro T, 45'	1,43333*	,24011	,000	,9523	1,9143
900 mikro T, 45'	Kontrol	-9,04444*	,24011	,000	-9,5254	-8,5634
	700 mikro T, 15'	-2,00000*	,24011	,000	-2,4810	-1,5190
	700 mikro T, 30'	-8,06667*	,24011	,000	-8,5477	-7,5857
	700 mikro T, 45'	-9,63333*	,24011	,000	-10,1143	-9,1523
	900 mikro T, 15'	,70000*	,24011	,005	,2190	1,1810
	900 mikro T, 30'	-1,43333*	,24011	,000	-1,9143	-,9523

4. Data hasil perhitungan konstanta dielektrik buah anggur

Sampel	Nilai kapasitansi (μF) buah anggur pada hari ke-							
	0		6		12		18	
	K	Rata-rata	K	Rata-rata	K	Rata-rata	K	Rata-rata
K	107,34		101,01		85,71		72,02	
	106,19	106,42	103,43	102,51	85,02	85,33	68,80	69,64
	105,73		103,08		85,25		68,11	
E _{700-15'}	94,69		81,92		86,06		61,44	
	93,99	93,54	80,19	81,11	85,60	86,06	61,09	61,51
	91,92		81,22		86,52		62,01	
E _{700-30'}	102,51		92,84		86,40		67,99	
	102,05	102,05	93,65	93,88	86,52	86,67	68,57	68,49
	101,59		95,15		87,09		68,91	
E _{700-45'}	93,42		87,21		87,67		71,45	
	92,27	92,73	87,55	87,67	87,32	87,74	69,84	70,30
	92,50		88,24		88,24		69,61	
E _{900-15'}	91,58		80,19		75,82		58,10	
	90,54	91,92	79,61	79,92	77,54	76,85	58,45	58,41
	93,65		79,96		77,20		58,68	
E _{900-30'}	89,16		77,77		87,55		60,75	
	87,55	89,28	78,92	78,58	87,32	87,74	61,32	60,86
	91,19		79,04		88,36		60,52	
E _{900-45'}	83,18		72,60		71,10		59,14	
	84,10	83,76	70,76	71,45	70,76	71,10	59,48	59,21
	83,99		70,99		71,45		59,02	

LAMPIRAN C. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

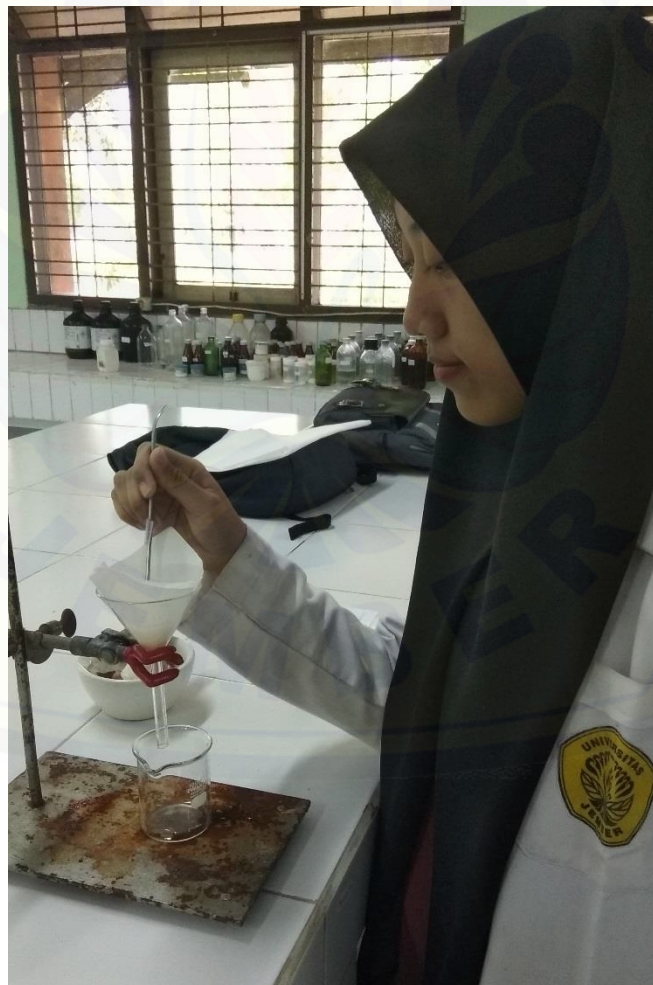
Gambar C.1 Sampel buah anggur *vitis vinifera*

Gambar C.2 Pemberian paparan medan magnet ELF pada buah anggur

Gambar C.3 Pemberian paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 700 μT



Gambar C.4 Pengamatan kualitas fisik buah anggur



Gambar C.5 Penyaringan sari buah anggur



Gambar C.6 Pengukuran pH buah anggur



Gambar C.7 Pengukuran kapasitansi buah anggur

LAMPIRAN D. SURAT IZIN PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475

Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor 4 0 7 0 /UN25.1.5/LT/2018

Lampiran :-

Perihal : Permohonan Izin Penelitian

22 MAY 2018

Yth. Ketua Laboratorium Fisika Lanjut
FKIP Universitas Jember
di
Jember

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

Nama : Naura Maya Mina
NIM : 140210102007
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Pengaruh Medan Elektromagnetik ELF (*Extremely Low Frequency*) Terhadap pH, Vitamin C, dan Kondisi Fisik pada Buah Anggur" di laboratorium yang saudara pimpin.

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

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

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,



Sturono, M. Si.

NIP.19670625 199203 1 003



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

Nomor : 4070/UN2515/LT/2018
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Ketua CIA
FMIPA Universitas Jember
di
Jember

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

Nama : Naura Maya Mina
NIM : 140210102007
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Pengaruh Medan Elektromagnetik ELF (*Extremely Low Frequency*) Terhadap pH, Vitamin C, dan Kondisi Fisik pada Buah Anggur" selama 10 hari di laboratorium yang saudara pimpin.


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

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

Jember, 2 Juli 2018

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Utama,

Mahasiswa,


Dr. Sudarti, M.Kes
NIP. 196201231988022001


Naura Maya Mina
NIM. 140210102007