



PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP NILAI DERAJAT KEASAMAN (pH) DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES DEKOMPOSISI TAHU

SKRIPSI

Oleh

Lita Apsari Taurina

NIM 160210102033

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



PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP NILAI DERAJAT KEASAMAN (pH) DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES DEKOMPOSISI TAHU

SKRIPSI

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

Oleh

Lita Apsari Taurina

NIM 160210102033

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Ir. Elly Roestiasih dan Ayahanda Drs. Harjanto, serta seluruh keluargaku tercinta. Terimakasih atas segala doa, motivasi, dukungan, dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi setiap perjuanganku dalam menuntut ilmu;
2. Guru-guru sejak taman kanak-kanak (TK) hingga perguruan tinggi, yang telah banyak berjasa dan dengan ikhlas memberikan ilmu yang bermanfaat;
3. Almamater Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;

MOTTO

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan”
(terjemahan QS. Al-Insyirah ayat 5-6)*



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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Lita Apsari Taurina

NIM : 160210102033

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

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

Jember, 17 Februari 2020

Yang menyatakan,

Lita Apsari Taurina
NIM 160210102033

SKRIPSI

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP NILAI DERAJAT KEASAMAN (pH) DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES DEKOMPOSISI TAHU

Oleh

Lita Apsari Taurina

NIM 160210102033

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sudarti, M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Maryani, M.Pd

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Tahu” karya Lita Apsari Taurina telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 17 Februari 2020

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Sudarti, M.Kes

NIP. 19620123 198802 2 001

Drs. Maryani, M.Pd

NIP. 19640707 198902 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Singih Bektiarso, M.Pd

NIP. 19610824 198601 1 001

Dr. Supeno, S.Pd., M.Si

NIP. 19741207 199903 1 002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

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

NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Tahu; Lita Apsari Taurina; 160210102033; 72 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian true eksperimen dengan desain penelitian *randomized subjects post test only control group design* yang terdiri dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok eksperimen dibagi menjadi dua yaitu kelompok eksperimen 900 μT dan kelompok eksperimen 1000 μT yang masing-masing kelompok dipapar selama 15 menit, 30 menit dan 60 menit. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember. Teknik pengukuran nilai pH, daya hantar listrik, dan kualitas fisik dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk masing – masing kelompok.

Penurunan kualitas fisik pada tahu dapat dihubungkan dengan nilai derajat keasaman (pH). Indikator pengukuran kualitas fisik yaitu aroma, tekstur, dan warna. Semakin lama penyimpanan tahu maka akan semakin banyak produksi dari bakteri asam laktat, namun pada tahu tingkat mengalami penurunan pH karena pada tahu terdapat bakteri yang bersifat proteolitik (Bakteri *E.coli* dan *Salmonella*) yang berperan untuk menguraikan protein menjadi senyawa – senyawa bersifat basa seperti NH_3 (amonia) yang menyebabkan nilai derajat

keasaman (pH) tahu mengalami peningkatan yang artinya ion H^+ mengalami penurunan. Penurunan ion H^+ menyebabkan ion-ion yang sebelumnya telah terkandung dalam bahan akan mengalami penurunan sehingga nilai daya hantar listrik (DHL) bahan akan menurun.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap nilai pH yaitu mengalami peningkatan pH pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, nilai DHL dan kualitas fisik mengalami penurunan disetiap pengukuran. Semakin besar intensitas paparan medan magnet dan lama paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap perubahan kualitas fisik dari tahu. Namun mengalami peningkatan pH dan penurunan nilai daya hantar listrik.

PRAKATA

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

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

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

9. Ibunda Ir. Elly Roestiasih, Ayahanda Drs. Harjanto, dan anggota keluarga lainnya yang selalu memberikan dukungan, motivasi serta do'a demi terselesaikannya skripsi ini;
10. Tim Madurisku Shofiyatul Masruro, Mega Yuliyah Wati, Della Marchelia yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat dan motivasi;
11. Teman-teman mahasiswa angkatan 2016 Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember yang telah memberikan dorongan dan semangat;
12. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu yang telah memberi kontribusi dan bantuan demi kelancaran pengerjaan skripsi ini.

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

Jember, 17 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF)	6
2.2 Efek Biologis Medan Magnet ELF Terhadap Perkembangbiakan Bakteri.....	8
2.3 Tahu	9
2.4 Mekanisme Proses Dekomposisi Pada Tahu	10
2.4.1 Perubahan Nilai Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi Tahu	11
2.4.2 Perubahan Kondisi Fisik pada Proses Dekomposisi Tahu	11
2.5 Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Ketahanan Pangan.....	12
2.6 Daya Hantar Listrik	14
2.7 Kerangka Konseptual.....	16
2.8 Hipotesis Penelitian	17
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Jenis dan Desain Penelitian.....	19
3.2.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2.2 Desain Penelitian.....	19
3.3 Variabel Penelitian.....	21
3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian.....	21
3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	21
3.4 Alat dan Bahan.....	22
3.4.1 Alat.....	22

3.4.2	Bahan	23
3.5	Sampel dan Besar Sampel.....	25
3.5.1	Sampel.....	25
3.5.2	Besar Sampel.....	25
3.6	Prosedur Penelitian	25
3.6.1	Prosedur Sebelum Pemaparan Medan Magnet ELF ..	25
3.6.2	Prosedur Pemaparan Medan Magnet ELF	25
3.6.3	Prosedur Pengukuran pH Pada Tahu	26
3.6.4	Prosedur Pengukuran DHL Pada Tahu	27
3.6.5	Prosedur Pengukuran Kualitas Fisik Pada Tahu	27
3.6.6	Bagan Prosedur Penelitian	28
3.7	Metode Analisa Data	30
3.7.1	Tabel Hasil Pengukuran	30
3.7.2	Teknik Analisa Data.....	36
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Deskripsi Data pH Tahu	38
4.1.2	Deskripsi Data Daya Hantar Listrik Tahu	42
4.1.3	Deskripsi Data Kualitas Fisik Tahu	46
4.2	Analisa Data	49
4.2.1	Analisis Nilai Derajat Keasaman (pH) Tahu	49
4.2.2	Analisis Nilai Daya Hantar Listrik Tahu	54
4.2.3	Analisis Kualitas Fisik Tahu	58
4.3	Pembahasan	61
4.3.1	Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Kualitas Fisik Tahu	61
4.3.2	Pengaruh Medan Magnet ELF terhadap pH Tahu	63
4.3.3	Pengaruh Paparan Magnet ELF terhadap Daya Hantar Listrik Tahu.....	65
BAB 5.	PENUTUP.....	68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA	69
	LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Nilai Gizi Tahu	10
2.2 Pemanfaatan Medan Magnet ELF Dalam Bidang Pangan.....	12
3.1 Data Hasil Pengukuran Nilai pH Tahu	31
3.2 Data Hasil Pengukuran Nilai Daya Hantar Listrik Tahu	32
3.3 Data Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Tahu	33
4.1 Rata - rata pH tahu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen	38
4.2 Rata - rata DHL tahu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen ..	43
4.3 Rata - rata kualitas fisik tahu (Aroma).....	47
4.4 Rata - rata kualitas fisik tahu (Tekstur).....	47
4.5 Rata - rata kualitas fisik tahu (Warna)	48
4.6 Hasil uji normalitas pH Tahu	50
4.7 Hasil uji <i>Oneway Anova</i> pada pH Tahu	51
4.8 Hasil uji <i>Anova Multiple Comparisons Post Hoc</i> pH Tahu	52
4.9 Hasil uji normalitas daya hantar listrik Tahu	54
4.10 Hasil uji <i>Oneway Anova</i> pada daya hantar listrik Tahu	55
4.11 Hasil uji <i>Anova Multiple Comparisons Post Hoc</i> DHL Tahu.....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik	6
2.2 Kerangka Konseptual.....	17
3.1 Desain Penelitian	20
3.2 EMF <i>Tester</i>	23
3.3 pH meter.....	23
3.4 <i>Conductivity</i> meter	24
3.5 <i>Electromagnetic Field Source</i>	26
3.6 Bagan Prosedur Penelitian	30
4.1 Diagram rata-rata nilai pH tahu setelah 5 jam	39
4.2 Diagram rata-rata nilai pH tahu setelah 10 jam	40
4.3 Diagram rata-rata nilai pH tahu setelah 15 jam	41
4.4 Diagram nilai rata-rata pH setiap pengukuran	42
4.5 Diagram rata-rata nilai DHL tahu setelah 5 jam	43
4.6 Diagram rata-rata nilai DHL tahu setelah 10 jam	44
4.7 Diagram rata-rata nilai DHL tahu setelah 15 jam	45
4.8 Diagram nilai rata-rata DHL setiap pengukuran.....	46
4.9 Diagram rata-rata kualitas fisik aroma tahu	59
4.10 Diagram rata-rata kualitas fisik tekstur tahu	60
4.11 Diagram rata-rata kualitas fisik warna tahu	61

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	73
LAMPIRAN B	75
LAMPIRAN C	94



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang medan, yaitu gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan listrik dan medan magnet. (Young, 2012:762). Menurut Maxwell, ketika terdapat perubahan medan listrik (E), maka juga terjadi perubahan medan magnet (B). Dari perubahan medan listrik dan medan magnet akan menghasilkan gelombang medan listrik dan gelombang medan magnet yang dapat merambat di ruang hampa. Medan listrik dapat ditimbulkan dari adanya muatan listrik. Medan listrik tersebut keluar dari suatu muatan dan dapat menyebar ke seluruh ruang, Medan listrik berbanding lurus dengan besar muatan listrik dan berbanding terbalik dengan jarak dari sumber muatan listrik. Sedangkan medan magnet dapat dihasilkan dari arus listrik atau oleh perubahan medan listrik (Giancoli, 2001).

Gelombang elektromagnetik diketahui merupakan radiasi yang dipancarkan oleh matahari. Radiasi gelombang elektromagnetik tersebut dihasilkan dari adanya perubahan medan listrik dan medan magnet. Spektrum dari gelombang elektromagnetik memiliki panjang gelombang dan frekuensi yang berbeda – beda, yakni mulai dari frekuensi rendah sampai pada frekuensi yang sangat tinggi. Spektrum gelombang elektromagnetik terdiri atas radiasi pengion dan radiasi non - pengion. Radiasi non- pengion adalah radiasi elektromagnetik yang tidak mempunyai cukup energi untuk memindahkan elektron dari atom atau molekul. Salah satu dari radiasi non – pengion ialah gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF). Diketahui bahwa gelombang ELF memiliki nilai frekuensi lebih kecil dari 300 Hz atau tergolong pada frekuensi rendah oleh karena itu tergolong *non Ionizing Radiation* (Sudarti dan Helianti, 2005:36).

Seiring dengan berkembangnya zaman, pemanfaatan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Beberapa peneliti memanfaatkan paparan medan magnet dalam berbagai bidang, Mulai dari bidang pertanian, bidang pangan, hingga pada bidang kesehatan. Dalam bidang pangan medan magnet ELF dapat digunakan untuk membunuh

bakteri patogen yang terdapat dalam makanan (Moechtar, 1999). Medan magnet juga dapat mempengaruhi arah migrasi serta dapat mengubah pertumbuhan serta reproduksi mikroorganisme dalam pembentukan asam. Sehingga dalam hal ini dapat menyebabkan adanya penghambatan aktifitas bakteri pembentuk asam pada suatu larutan sehingga menyebabkan keasaman suatu larutan akan menurun, maka akan menghambat penurunan pH yang berdampak pada makanan tidak cepat membusuk (Barbosa dan Conavas, 1998).

Beberapa penelitian terkait hal tersebut antara lain menurut Sari et al. (2012), teknologi medan magnet mampu menginaktivasi mikroorganisme pathogen yaitu mengalami penurunan mikroba sebanyak 99,45% dalam proses pengawetan sari buah apel (*Mallus sylvestris Mill*). Selain itu penggunaan paparan medan magnet juga dapat dijadikan metode alternatif dalam pengawetan bahan pangan, yaitu dengan menggunakan medan magnet ELF seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Nurhasanah (2018), medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 730,56 μT selama 2 x 30 menit dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri yang ada pada ikan bandeng. Penelitian lainnya yaitu paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 646,7 μT dan lama paparan 30 menit dapat menurunkan populasi bakteri *Salmonella typhimurium* pada makanan gado – gado dengan presentase penurunan populasi sebesar 56% pada bumbu gado – gado dan 17% pada sayuran gado – gado (Sudarti, 2014). Penelitian oleh Kristianawati (2015) menyatakan bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100 μT dan lama paparan 5 menit dapat mempengaruhi nilai pH pada keju jenis *cream cheese* yaitu mengalami penurunan. Penelitian oleh Nelly (2018) paparan medan magnet ELF dengan intensitas 800 μT selama 45 menit dapat berpengaruh terhadap organoleptik dan pH susu sapi segar. Dalam penelitian Isnaini (2018) bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 300 μT dengan waktu paparan 90 menit berpengaruh terhadap nilai pH tape singkong, pH tape singkong yakni mengalami penurunan. Penelitian Ridawati (2017) menyimpulkan bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100 μT dan 300 μT dengan variasi waktu paparan selama 5 menit, 15 menit, dan 25 menit berpengaruh terhadap pH susu fermentasi yakni mengalami penurunan nilai pH pada susu

fermentasi, paparan medan magnet ELF 100 μT selama 15 menit berpengaruh terhadap peningkatan jumlah bakteri dan nilai derajat keasamaan (pH) pada pembuatan susu fermentasi, yakni mengalami penurunan pH. Selanjutnya dari hasil penelitian Kristian (2015) paparan medan magnet ELF dengan intensitas 500 μT dengan lama paparan 30 menit berpengaruh terhadap jumlah mikroba dan nilai pH pada proses fermentasi tape ketan. Jumlah mikroba mengalami penurunan sebesar $0,50 \times 10^{11}$ sel/ mL pada saat 72 jam setelah peragian dan pada saat 24 jam setelah peragian nilai pH mengalami peningkatan sebesar 1,00. Dari adanya penelitian – penelitian tersebut memotivasi peneliti untuk mengkaji lebih dalam terkait aplikasi pemanfaatan medan magnet ELF terhadap bahan pangan. Untuk objek yang akan digunakan oleh peneliti dalam penelitian ialah tahu.

Tahu merupakan makanan yang banyak diminati oleh masyarakat. Selain itu, tahu sangat memiliki banyak manfaat. Karena dalam tahu memiliki kandungan asam folat yang dapat bermanfaat mencegah penyakit jantung, stroke, alzheimer (pikun), dan pembentukan sel darah merah. Selain itu tahu juga kaya akan kandungan protein dan asam amino. Kedua zat gizi tersebut sangat baik untuk pembentukan, pemeliharaan dan perbaikan sel-sel tubuh, pembentukan antibodi, dan meningkatkan kecerdasan otak anak. Disamping itu tahu yang dibuat berbahan dasar kedelai sangat banyak mengandung isoflavonoid, genestein yang merupakan sebagai antioksidan dan fitosterol yang merupakan sangat baik untuk menurunkan kadar kolesterol total, dan meningkatkan kadar HDL (kolesterol baik), sedangkan saponin, asam fitat, dan protease inhibitor pada tahu dapat menyebabkan pengeroposan tulang. Tahu juga mengandung semua asam amino esensial dan kaya akan mineral, seperti magnesium, kalsium, dan zat besi. Zat-zat gizi ini sangat penting untuk kesehatan saraf, perkembangan otak dan pertumbuhan (Anggraini dan Surbakti, 2008).

Tahu memiliki kandungan air yang tinggi, sehingga membuat tahu bersifat mudah rusak atau busuk dan mudah ditumbuhi mikroba (Medikasari, 2002). Dari hasil penelitian Prastawa, dkk (1980), menunjukkan bahwa tahu yang dibiarkan pada udara terbuka tanpa adanya perendaman dalam air hanya dapat bertahan sekitar 10 jam saja, sedangkan untuk tahu yang direndam dengan air dapat

bertahan antara 1 - 3 hari. Salah satu alternatif atau cara untuk memperpanjang daya tahan tahu yaitu dengan menggunakan metode pengawetan. Pengawetan merupakan suatu upaya untuk mempertahankan suatu benda agar dapat tahan lama atau tidak cepat rusak. Disamping itu penggunaan zat kimia sebagai bahan pengawet dapat membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu digunakanlah medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dalam pengelolaan dan pengawetan pangan yaitu pada tahu. Diharapkan dengan memanfaatkan medan magnet ELF untuk mengawetkan tahu proses pembusukan pada tahu akan menjadi terhambat atau tertunda sehingga tahu akan memiliki daya tahan yang lebih lama.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti bermaksud melakukan penelitian lebih dalam mengenai pemanfaatan medan magnet ELF pada bidang pangan dengan menggunakan intensitas paparan sebesar 900 μ T dan 1000 μ T dan lama paparan 15 menit, 30 menit, dan 60 menit. Adapun judul penelitian yang akan dilakukan **“Pengaruh Paparan Radiasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Tahu”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Apakah paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap nilai derajat keasaman (pH) pada proses dekomposisi tahu?
- b. Apakah paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi tahu?
- c. Apakah paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap kualitas fisik pada proses dekomposisi tahu?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Tahu yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahu yang dipilih dan dibeli langsung dari pabrik tahu
- b. Intensitas medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah $900 \mu\text{T}$ dan $1000 \mu\text{T}$
- c. Lama paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) adalah 15 menit, 30 menit, dan 60 menit
- d. Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah nilai derajat keasaman (pH), daya hantar listrik, dan kualitas fisik pada tahu

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengkaji pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap nilai derajat keasaman (pH) pada proses dekomposisi tahu.
- b. Mengkaji pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi tahu.
- c. Mengkaji pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap kualitas fisik pada dekomposisi tahu.

1.5 Manfaat Penelitian

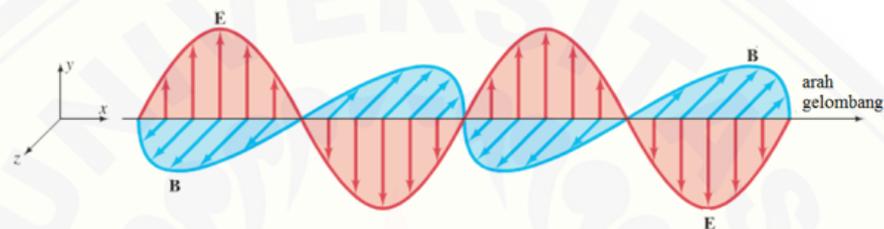
Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain:

- a. Sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap nilai derajat keasaman (pH) pada proses dekomposisi tahu.
- b. Sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi tahu.
- c. Sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* terhadap kualitas fisik pada proses dekomposisi tahu.
- d. Dapat dijadikan bahan acuan peneliti lain untuk melakukan penelitian selanjutnya
- e. Dapat dijadikan sebagai referensi dalam teknologi pengawetan bahan pangan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan listrik dan medan magnet dan dapat merambat tanpa adanya suatu media perantara. Arah getar medan magnet dan medan listrik saling tegak lurus (Young, 2012:762). Perambatan gelombang elektromagnetik dapat diilustrasikan oleh Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Perambatan gelombang elektromagnetik yang terdiri dari medan listrik dan medan magnet (Sumber: Douglas C. Giancoli, 2001)

Berdasarkan Gambar 2.1 dapat diketahui medan listrik E pada sumbu y dan medan magnet B pada sumbu z . Medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus dengan arah rambatan gelombang elektromagnetik (Tipler, 2001). Gelombang elektromagnetik memiliki spektrum gelombang mulai dari frekuensi rendah hingga frekuensi rendah. Spektrum gelombang elektromagnetik ini berasal dari matahari yang dipancarkan dalam bentuk sinar gamma, sinar - X, sinar ultraungu (*ultraviolet*), cahaya tampak, sinar inframerah, gelombang mikro, gelombang radio, dan gelombang ELF (*Extremely Low Frequency*) (Alonso dan Finn, 1992 : 319-321).

Medan magnet ELF termasuk memiliki spektrum gelombang yang dengan frekuensi kurang dari 300 Hz dan termasuk dalam radiasi yang bersifat non atau radiasi non-pengion (Tarigan, 2013). Radiasi non-pengion tergolong dalam radiasi elektromagnetik yang meliputi sinar ultraviolet, cahaya tampak, inframerah, gelombang mikro (*microwave*) (Glaser, 1992). (*World Health Organization*, 2007) menyatakan medan magnet ELF memiliki sifat yang tidak terhalangi atau medan magnet ELF dapat menembus benda atau suatu materi

biologis. Efek yang ditimbulkan dari medan magnet ELF berupa efek *non thermal*, artinya medan magnet ELF tidak dapat menimbulkan perubahan suhu ketika berinteraksi dengan suatu zat atau pada saat menginduksi materi (Sudarti, 2002:76). Secara umum medan magnet ELF memiliki karakteristik antara lain sebagai berikut:

1. Tergolong dalam spektrum gelombang elektromagnetik
2. Rentang frekuensi medan magnet ELF antara 0 hingga 300 Hz
3. Termasuk dalam radiasi non – pengion (*non ionizing radiation*)
4. Medan magnet ELF bersifat tak terhalangi atau dapat menembus benda dan suatu materi, contohnya seperti dinding bangunan.
5. Sumber paparan medan magnet mudah untuk didapat yaitu dari piranti elektronika yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari seperti pada saluran listrik, kabel listrik, dan lain sebagainya.

Sumber Medan Magnet ELF dapat dibagi menjadi 2, yaitu sumber alamiah dan sumber buatan. Sumber Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) Alamiah salah satunya adalah matahari. Besarnya intensitas paparan yang dihasilkan oleh bumi rata- rata 10^{-4} V/m untuk medan listrik dan 10^{-9} mili tesla (mT) untuk medan magnet (WHO, 1987). Selain sinar matahari sumber alamiah dari gelombang elektromagnetik ELF yaitu radiasi kosmik yang dihasilkan dari proses atmosfer dan magnetosfer menghasilkan sinyal dengan frekuensi mencapai beberapa megahertz (1 MHz = 10⁶ Hz). Atmosfir memiliki medan listrik yang langsung melingkar karena perubahan kenegatifan bumi. Kekuatan medan bergantung pada seberapa luas garis lintang geografis, paling rendah di kutub dan ekuator dan paling tinggi di dekat garis lintang (IARC, 2002:51).

Sumber medan magnet ELF buatan bisa berasal dari lingkungan sekitar masyarakat. Contohnya pada peralatan elektronika, setiap peralatan elektronika akan mempunyai medan magnet yang sebanding dengan arus yang mengalir dari sumber menuju peralatan yang terhubung. Untuk besar medan magnetnya bergantung pada jarak peralatan tersebut. Jika jaraknya dekat maka medan magnetnya akan besar begitupun sebaliknya jika jaraknya jauh maka medan magnet yang dihasilkan akan semakin kecil (Nugroho, 2009). Sumber buatan lain

yang berasal dari buatan manusia dalam kehidupan sehari-hari misalnya terdapat sinyal-sinyal TV, radio, laptop, HP, dan juga gelombang mikro yang berasal dari radar serta system relay telepon, dan beberapa peralatan rumah tangga yang bersifat elektronik. Selain itu gelombang elektromagnetik buatan juga bisa dihasilkan dari pancaran lampu atau cahaya. Gelombang elektromagnetik juga berasal dari bola lampu, mesin sinar X, kilatan cahaya, dan dari material-material radioaktif yang telah terkubur (Halliday, 2005:362).

2.2 Efek Biologis Medan Magnet ELF Terhadap Perkembangbiakan Bakteri

Setiap makhluk hidup terdiri dari sekumpulan sel, sel adalah bagian atau unit terkecil dari makhluk hidup. Sel dapat dipengaruhi oleh medan magnet. Medan magnet merupakan suatu daerah yang terpengaruh oleh gaya magnet, medan magnet tersebut mampu menembus benda – benda termasuk sel karena sifatnya yang bersifat tak terhalangi. Contohnya saja tahu, medan magnet dapat berinteraksi dengan mikroorganisme hidup yang terdapat pada tahu yaitu bakteri. Contohnya bakteri pada tahu yaitu bakteri *E.coli* dan *Salmonella*, interaksi yang terjadi antara medan magnet dengan sel bakteri pada tahu diakibatkan karena adanya gaya yang dihasilkan oleh muatan – muatan dan aliran arus listrik. Disamping itu juga medan magnet juga dapat mempengaruhi aktivitas dari ion-ion serta dapat menyebabkan polarisasi di dalam sel (Pazur and Rassadina, 2009). Dari penelitian Sudarti *et al* (2018) menyimpulkan bahwa medan magnet ELF dengan intensitas 100 μ T dan lama paparan 5 menit dapat mempengaruhi kecepatan poliferasi sel bakteri *S. Thermophiles*, *L. Lactis*, dan *L. Acidhopilus*.

Medan magnet mampu mengendalikan dan mengubah laju pergerakan dari elektron yang terdapat dalam sel bakteri sehingga mempengaruhi berbagai jenis metabolisme sel bakteri (Goodman and Blank, 2002). Paparan medan magnet dapat mempengaruhi sistem fisiologis makhluk hidup termasuk bakteri atau mikroba. Pengaruhnya dapat ditentukan berdasarkan dari kekuatan medan magnet dan lamanya waktu pemaparan medan magnet terhadap sel (Sharaf, 2003). Belyavskaya *et al*, (2004) menyatakan bahwa medan magnet sangat berpengaruh terhadap perkembangbiakan bakteri yaitu dapat mempercepat proses

pembelahan sel. Dengan pemberian medan magnet dapat mempercepat aktivasi dari pertumbuhan sel pada bakteri. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bakteri yang telah di papar oleh medan magnet dengan frekuensi 55 Hz terjadi perubahan fisiologi pada bakteri tersebut. Jika induksi medan magnet terhadap bakteri ditingkatkan maka akan terjadi perubahan sifat bakteri secara genetik dan permanen.

2.3 Tahu

Tahu adalah hasil olahan dari bahan dasar kacang kedelai melalui proses pengendapan atau penggumpalan oleh bahan penggumpal. Tahu ikut menunjang peranan dalam pola makanan sehari-hari di Indonesia baik sebagai lauk- pauk maupun sebagai makanan ringan (snack). Kacang kedelai sebagai bahan dasar pembuatan tahu mempunyai kandungan protein sekitar 30 - 45 %. Dibandingkan dengan kandungan protein bahan pangan lain seperti daging (19 %), ikan (20%) dan telur (13%), ternyata kedelai merupakan bahan pangan yang mengandung protein tertinggi.

Klasifikasi dari kacang kedelai adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermathopyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Sub Famili	: Faboideae
Genus	: Glycine L. Merrl
Spesies	: Glycine max

(Suprapti, 2005).

Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein, yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan asam. Penggumpalan protein oleh asam cuka akan berlangsung secara cepat dan serentak di seluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula tercampur dalam sari kedelai akan terperangkap di dalamnya. Pengeluaran air yang terperangkap tersebut dapat

dilakukan dengan memberikan tekanan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak air dapat dikeluarkan dari gumpalan protein. Gumpalan protein itulah yang kemudian disebut sebagai tahu (Winarno,1994).

Kandungan gizi dan protein tahu yang setara dengan daging hewan (Sarwono, 2003). Adapun kandungan gizi dari tahu dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komposisi nilai gizi pada 100 gram tahu segar

Komposisi	Jumlah
Energi (kal)	63
Air (g)	86,7
Protein (g)	7,9
Lemak (g)	4,1
Karbohidrat (g)	0,4
Serat (g)	0,1
Abu (g)	0,9
Kalium (mg)	150
Besi (mg)	0,2
Vitamin B1 (mg)	0,004
Vitamin B2 (mg)	0,02
Niacin (mg)	0,4

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1981)

Tahu memiliki daya cerna yang sangat tinggi yaitu sekitar 95% sehingga dapat dikonsumsi oleh semua golongan umur, termasuk orang yang mengalami gangguan pencernaan. Selain itu tahu juga sangat cocok bagi orang yang sedang menjalani diet karena memiliki kandungan karbohidrat dan kalori yang rendah. (Mahmud, *dkk*, 1990).

2.4 Mekanisme Proses Dekomposisi Pada Tahu

Tahu merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan. Tahu akan mengalami dekomposisi atau pembusukan setelah melewati batas daya tahannya, ciri – ciri tahu yang mengalami dekomposisi yaitu rasanya menjadi asam lalu berangsur – angsur membusuk dan menyebabkan penurunan kualitas maupun kuantitas dari tahu. Pada proses dekomposisi tahu, protein yang terkandung dalam tahu akan mengalami degradasi yang selanjutnya protein akan terpecah menjadi peptida, asam amino, trimetilaminoksida, dan senyawa nitrogen

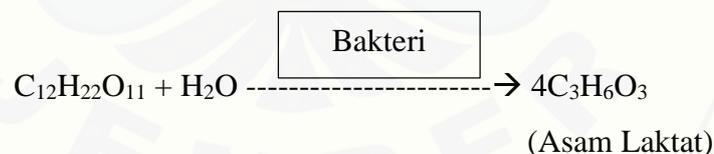
lainnya. Kemudian degradasi lebih lanjut akan menghasilkan senyawa – senyawa berbau tidak sedap, contohnya prutesin, isobutilamin, isoamilamin, kadaverin, dan lain – lain (Anjarsari, 2010).

2.4.1 Perubahan Nilai Derajat Keasaman (pH) Pada Proses Dekomposisi

Dalam bahan pangan nilai derajat keasaman atau pH merupakan indikator sifat fisik, misalnya pada tahu nilai pH dapat digunakan untuk mengetahui kualitas tahu. Tahu yang baik memiliki nilai derajat keasaman (pH) pada rentang 5,8 - 6,2 dan kandungan air (80% - 88%) (Medikasari, 2002). Penurunan kualitas tahu disebabkan oleh adanya aktivitas dari bakteri yang dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat, sehingga tahu tersebut menjadi cepat busuk serta tidak bisa untuk dikonsumsi lagi. Nilai pH tahu dapat mengalami perubahan pada saat tahu mengalami proses dekomposisi hal ini karena disebabkan terbentuknya senyawa – senyawa hasil penguraian protein yang bersifat basa seperti NH_3 (amonia) oleh mikroba (Pelczar dan Reid 1972).

2.4.2 Perubahan Kondisi Fisik Pada Proses Dekomposisi

Pembusukan (dekomposisi) dapat dikaitkan dengan bakteri asam laktat atau bakteri pembusuk. Dimana bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Semakin banyak jumlah bakteri asam laktat, maka produksi asam akan meningkat. Adapun rumusan dekomposisi laktosa oleh bakteri asam laktat adalah sebagai berikut :



Muchtadi *et al.*, 2010:91).

Penyebab kerusakan dan pembusukan tahu juga diakibatkan karena adanya kontaminan yang secara umum diakibatkan oleh bakteri. Salah satu contoh bakteri kontaminan yang dapat menyebabkan pembusukan tahu adalah bakteri yang bersifat *proteolitik* (bakteri pemecah protein), termasuk juga bakteri asam laktat (Fouad dan Hegeman, 1993). Dapat diketahui, bahwa tahu memiliki kandungan gula sebesar 3%. Ketika bakteri telah memetabolisme gula, selanjutnya bakteri

akan menggunakan protein sebagai substrat untuk pertumbuhannya (Suprapti, 2005).

Penurunan kondisi fisik pada tahu dapat diakibatkan oleh adanya aktivitas dari pertumbuhan bakteri. Dimana dalam tahu, terdapat bakteri yang bersifat pathogen dan bakteri pembusuk. Bakteri Pathogen adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit seperti bakteri *E.coli* dan bakteri *Salmonella*. Sedangkan bakteri pembusuk adalah bakteri yang dapat menyebabkan pembusukan pada tahu contohnya bakteri laktosa atau bakteri penghasil asam laktat. Pembusukan pada tahu dapat menyebabkan degradasi protein yang terkandung dalam tahu. Adapun perubahan kondisi fisik tahu yang disebabkan oleh bakteri pembusuk antara lain telah mengalami kerusakan dan mengalami perubahan warna, bau, rasa, tekstur serta kekentalannya. Hasil penelitian (Prastawa, dkk, 1980) tanda – tanda perubahan kondisi fisik tahu akibat proses pembusukan (dekomposisi) ialah permukaan tahu berlendir, tekstur menjadi lembek, warna dan penampakan tidak bagus dan kadang – kadang berjamur pada permukaan. Hal tersebut karena adanya bakteri yang tumbuh pada tahu sehingga menyebabkan berbagai perubahan baik pada penampakan maupun pada komposisi dan cita rasa dari tahu (Fardiaz, 1992).

2.5 Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Ketahanan Pangan

Dalam perkembangan teknologi medan magnet ELF dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang pangan. Pemanfaatan medan magnet dalam bidang pangan dengan tujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang dapat merugikan dalam bidang pangan seperti makanan dan minuman. Sehingga kualitas bahan pangan dapat terjaga. Berikut adalah beberapa penelitian tentang pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan.

Tabel 2.2 Beberapa penelitian tentang pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan

Penelitian sebelumnya	Intensitas	Lama Paparan	Dampak
Aplikasi Paparan Medan	300 μ T	90 menit	berpengaruh terhadap

Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Tape Singkong (Isnaini, 2018)			nilai pH tape singkong, yakni mengalami penurunan pH.
Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300 μT Dan 500 μT Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba Dan pH Pada Proses Fermentasi Tape Ketan (Kristian, 2015)	500 μT	30 menit pada saat 72 jam setelah peragian	Terjadi penurunan jumlah mikroba sebesar 0,50 x 10^{11} sel/mL
		30 menit pada saat 24 jam setelah peragian	Terjadi peningkatan nilai pH sebesar 1,00
Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Sifat Organoleptik Dan pH Susu Sapi Segar (Nelly,2018)	800 μT	45 menit	Berpengaruh terhadap Sifat Organoleptik Dan pH Susu Sapi Segar
Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH Susu Fermentasi (Safda, 2017).	100 μT	5 menit 15 menit 25 menit	Terjadi penurunan pH pada susu fermentasi
	300 μT	5 menit 15 menit 25 menit	Terjadi penurunan pH pada susu fermentasi
Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100 μT terhadap Jumlah bakteri Lactobacillus casei dan pH pada Proses pembuatan Susu Fermentasi (Ridawati, 2017).	100 μT	15 menit	Berpengaruh terhadap peningkatan jumlah bakteri dan menurunkan pH pada pembuatan susu fermentasi
Pengaruh Paparan Medan	700 μT	30 menit	Tidak terjadi penurunan

Magnet ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) 500 μ T dan 700 μ T Terhadap Derajat Keasaman Daging Ayam (Sari <i>et al</i> , 2018).	45 menit 60 menit	pH yang signifikan pada daging ayam.
---	----------------------	--------------------------------------

2.6 Daya Hantar Listrik

Tingkat kebusukan tahu ada hubungannya dengan bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat tersebut sebagai bakteri yang menghasilkan asam laktat yang menyebabkan pembusukan. Semakin banyak jumlah bakteri asam laktat, maka produksi asam laktat juga semakin meningkat. Sehingga mengakibatkan tahu memiliki tingkat keasaman yang tinggi (pH rendah) maka jumlah konsentrasi ion H^+ yang diproduksi semakin banyak dan menghasilkan nilai arus listrik yang semakin besar dan nilai konduktivitasnya juga semakin besar. Dan sebaliknya, jika tahu memiliki tingkat keasaman yang rendah (pH tinggi) maka jumlah konsentrasi ion (ion H^+) yang diproduksi semakin dan menghasilkan nilai arus yang kecil dan nilai konduktivitasnya juga semakin kecil (Purnomo,2010).

Daya hantar listrik (DHL) merupakan suatu ukuran seberapa kuat suatu larutan dapat menghantarkan listrik. Untuk mengukur nilai daya hantar listrik dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut dengan konduktimeter serta menggunakan metode konduktimetri. Prinsip pengukurannya yaitu daya hantar listrik diukur dengan menggunakan elektroda konduktimeter dengan kalium klorida KCL sebagai larutan baku (sni 06-6989.i-2004). Daya hantar listrik memiliki hubungan dengan pergerakan suatu ion. Jika suatu larutan ionnya mudah bergerak maka larutan tersebut dapat dikatakan mempunyai daya hantar listrik yang besar (Effendi, 2003). Indikator besarnya daya hantar listrik yaitu jika semakin besar nilai daya hantar listrik maka kemampuan untuk dapat menghantarkan listrik juga semakin kuat. Berdasarkan daya hantar listriknya, suatu larutan dapat terbagi menjadi larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Pada larutan elektrolit terdapat elektron yang akan mengalir dibawa oleh ion – ion serta dapat menghasilkan ion seperti asam, basa dan garam. Asam terdiri dari asam kuat dan asam lemah. Jika suatu larutan semakin asam maka akan memiliki

nilai pH yang kecil dan jika suatu larutan nilai asamnya semakin lemah maka pH nya semakin besar. Dari hal tersebut jika suatu larutan elektrolit memiliki tingkat keasaman yang tinggi (pH kecil) maka semakin banyak ion yang dihasilkan sehingga dapat menghasilkan arus listrik yang besar begitupun sebaliknya (Purnomo, 2010).

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

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.1)$$

Untuk tahanan suatu larutan bergantung pada dimensi larutan lainnya berdasarkan rumus :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

Dengan :

ρ = Tahanan spesifik atau resistivitas, ohm cm (satuan SI: Ohm m)

L = panjang, cm (satuan SI: m)

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

satuan Ohm biasanya ditulis dengan simbol omega (Ω)

Kebalikan dari tahanan disebut sebagai konduktansi (Ω^{-2}) jadi secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{1}{R} \quad (2.3)$$

Kebalikan dari resistivitas adalah konduktasi atau konduktivitas yang biasanya diberi symbol K

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (2.4)$$

K = Konduktivitas dengan satuan $\Omega^{-1} cm^{-1}$ (cgs) atau (dalam satuan SI: $\Omega^{-1} m$)

Untuk larutan elektrolit, biasanya yang diukur adalah konduktansinya dan bukan tahnannya. Maka dapat diperoleh :

$$C = \frac{1}{R}$$

$$C = \frac{1}{\rho \frac{l}{A}}$$

$$C = \frac{1}{\rho} \frac{A}{l}$$

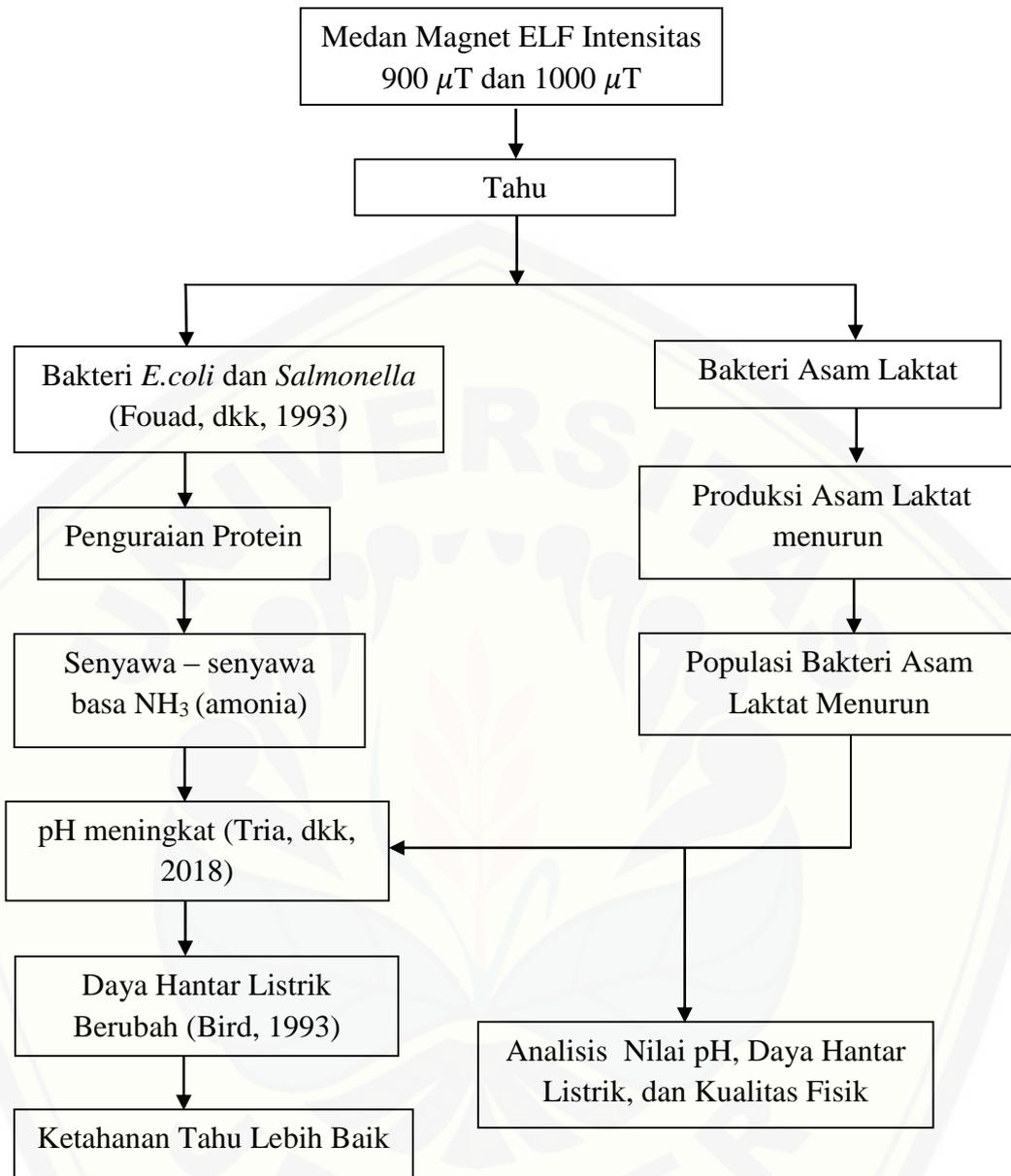
$$C = K \frac{A}{l}$$

$$K = C \frac{l}{A} \quad (2.5)$$

Besarnya $\frac{A}{L}$ dikenal sebagai konstanta sel dan besaran ini mempunyai nilai yang besarnya tidak bergantung pada jenis larutan apabila jarak antar kedua elektroda (Bird,1993: 197-198).

2.7 Kerangka Konseptual

Berikut ini adalah gambaran mekanisme paparan medan magnet ELF pada tahu:



Gambar 2.2 Kerangka Konseptual paparan medan magnet ELF pada tahu

2.8 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 2.8.1 Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap nilai derajat keasaman (pH) pada proses dekomposisi Tahu
- 2.8.2 Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi Tahu

2.8.3 Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap kualitas fisik pada proses dekomposisi Tahu



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat sebagai berikut :

- a. Penelitian untuk pemaparan medan magnet ELF terhadap tahu dilakukan di ruang penyimpanan alat ELF Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.
- b. Pengukuran nilai pH dan Daya Hantar Listrik pada tahu dilakukan di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

3.2 Jenis dan Desain Penelitian

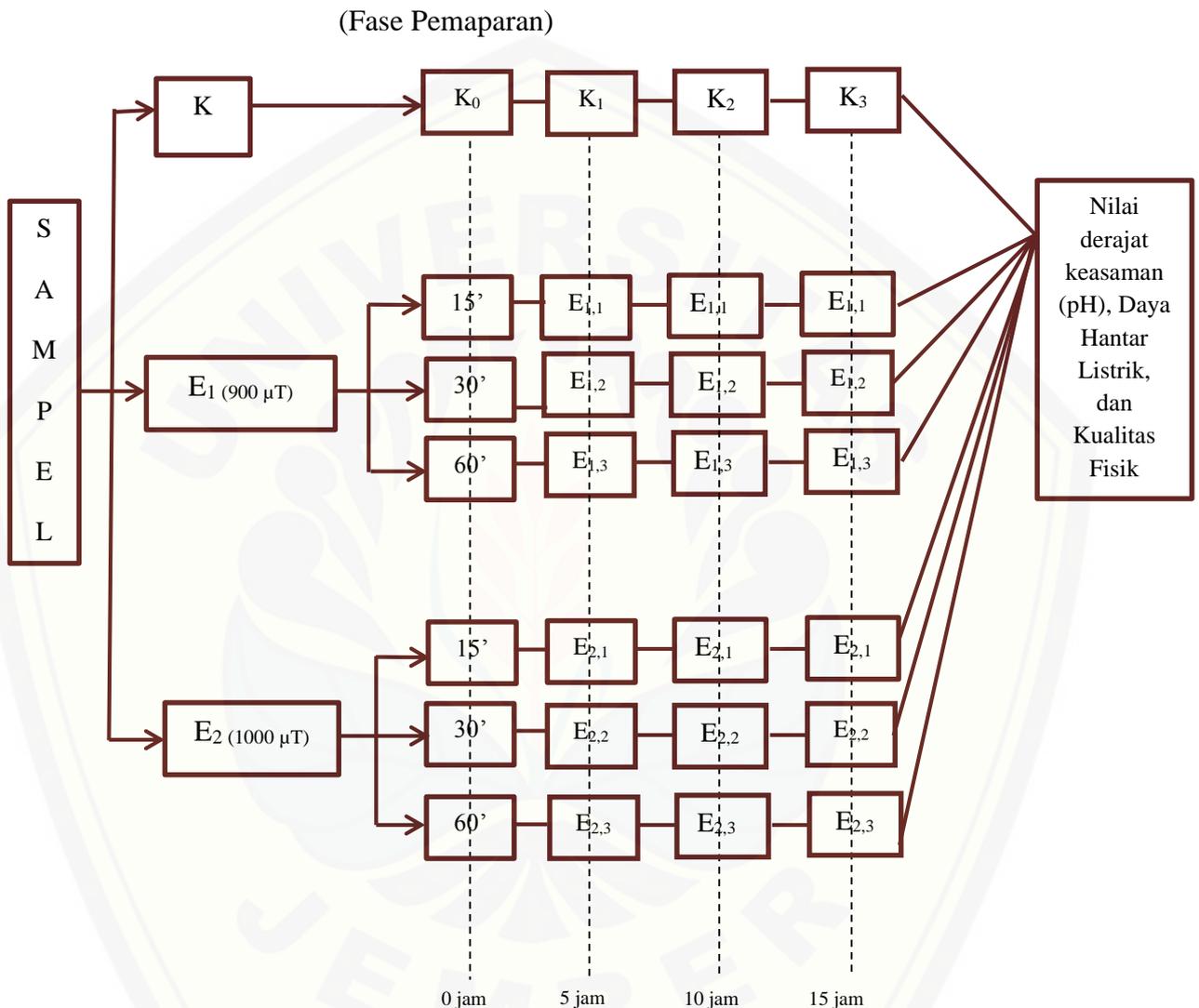
3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian merupakan penelitian true eksperimen, yaitu penelitian yang melibatkan kelompok eksperimen (kelompok yang diberi perlakuan berupa pemaparan medan magnet ELF) dengan kelompok kontrol (kelompok yang tidak beri perlakuan).

3.2.2 Desain Penelitian

Adapun desain penelitian ini yaitu menggunakan desain *randomized subject post test only control group design* atau rancangan acak lengkap (RAL). Rancangan acak lengkap merupakan jenis rancangan percobaan dimana perlakuan diberikan secara acak kepada seluruh unit percobaan. Rancangan ini biasa digunakan dalam percobaan yang memiliki media atau lingkungan yang seragam atau homogen (Mattjik dan Sumertajaya, 2000:53). Dalam penelitian ini terdapat pembagian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol secara acak. Pada penelitian terdapat kelompok eksperimen yaitu kelompok yang dipapar medan magnet ELF dengan intensitas 900 μT dan 1000 μT serta lama paparan medan magnet ELF yaitu 15 menit, 30 menit, dan 60 menit. Alasan menggunakan intensitas dan lama paparan tersebut karena peneliti mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian Nurhasanah (2018), paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 730,56 μT selama 2 x 30 menit dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri yang ada pada ikan bandeng yang artinya pada intensitas

tersebut sudah optimal dalam hal pengawetan ikan bandeng. Kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak dipapar medan magnet ELF. Adapun desain penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan:

K : Sampel kelompok kontrol berjumlah tanpa paparan medan magnet ELF

K₀ : Sampel kelompok kontrol selama 0 jam

K₁ : Sampel kelompok kontrol selama 5 jam

K₂ : Sampel kelompok kontrol selama 10 jam

K₃: Sampel kelompok kontrol selama 15 jam

E₁ : Sampel kelompok eksperimen berjumlah 5 buah tahu dipapar medan magnet ELF 900 μT

E₂ : Sampel kelompok eksperimen berjumlah 5 buah dipapar medan magnet ELF 1.000 μT

E_{1,1} dan E_{2,1} kelompok yang dipapar medan magnet ELF 900 μT dan 1.000 μT selama 15 menit

E_{1,2} dan E_{2,2} kelompok yang dipapar medan magnet ELF 900 μT dan 1.000 μT selama 30 menit

E_{1,3} dan E_{2,3} kelompok yang dipapar medan magnet ELF 900 μT dan 1.000 μT selama 60 menit

3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

3.3.1 Klasifikasi Variabel Penelitian

- a. Variabel Bebas dalam penelitian ini terdiri atas:
 - 1). Paparan medan magnet ELF untuk kelompok eksperimen dengan menggunakan intensitas medan magnet 900 μT dan 1000 μT
 - 2). Lama paparan medan magnet ELF pada intensitas 900 μT yaitu 15 menit, 30 menit, dan 60 menit, Sedangkan pada intensitas 1000 μT yaitu 15 menit, 30 menit, dan 60 menit.
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini terdiri atas nilai pH dan nilai daya hantar listrik pada tahu.

3.3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian

a. Medan Magnet ELF

Medan elektromagnetik ELF merupakan medan magnet yang memiliki frekuensi kurang dari 300 Hz. Alat yang digunakan sebagai penghasil medan magnet ELF dalam penelitian ini memiliki frekuensi 50 Hz. Dalam penelitian ini intensitas medan magnet ELF yang digunakan sebesar 900 μT dan 1000 μT . Hal ini didasarkan pada penelitian sebelumnya bahwa pada intensitas 500 μT mampu membunuh bakteri pathogen sehingga bahan pangan lebih tahan lama.

b. Lama paparan medan magnet ELF

Dalam penelitian ini lama paparan medan magnet ELF yang digunakan yaitu selama 15 menit, 30 menit, dan 60 menit. Lama paparan ialah banyaknya waktu yang digunakan untuk memaparkan objek penelitian.

c. Derajat keasaman (pH)

pH merupakan derajat tingkat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan atau bahan pangan. Jika suatu senyawa dilarutkan dalam air dan terurai menjadi ion H^+ maka larutan bersifat asam, sedangkan jika suatu senyawa dilarutkan dalam air akan terurai menjadi ion OH^- maka larutan bersifat basa. Unit pH diukur pada skala 0 - 14. Untuk pengukuran nilai pH dilakukan dengan alat ukur yaitu pH meter, pH meter yang digunakan ialah pH meter digital.

d. Daya hantar listrik

Daya hantar listrik adalah nilai yang menyatakan kemampuan dari suatu benda atau bahan dalam menghantarkan arus listrik.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

a. *Curent Transformer* (CT)

Curent Transformer (CT) adalah alat yang bisa menghasilkan medan magnet ELF. *Current Transformer* ini digunakan untuk memapar Tahu dengan besar intensitas dan lama waktu paparan yang disesuaikan dengan kebutuhan.

b. EMF Tester

EMF Tester merupakan alat yang digunakan dalam penelitian dan berfungsi untuk mengukur besar intensitas medan magnet yang dihasilkan dari alat current transformer.



Gambar 3.2 EMF Tester

c. pH Meter

pH meter ialah alat digital yang digunakan untuk mengukur nilai derajat keasaman (pH) suatu bahan. Cara penggunaannya yaitu dengan memasukkan probe sensor kedalam tahu yang akan diuji, sehingga nilai pH nantinya akan langsung terbaca oleh pH meter tersebut.



Gambar 3.3 pH meter digital (Sumber : dokumen pribadi)

d. Neraca

Neraca digunakan untuk menimbang massa tahu

e. Conductivity Meter

Conductivity meter adalah alat yang digunakan sebagai alat ukur untuk menentukan nilai daya hantar listrik pada tahu.



Gambar 3.4 Conductivity meter (Sumber : google)

f. Beaker Glass

Digunakan sebagai wadah objek yang akan diukur nilai daya hantar listriknya

g. Label Sticker

Digunakan untuk memberi tanda label pada masing – masing sampel berdasarkan kelompoknya.

3.4.2 Bahan – Bahan

Adapun Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian, sebagai berikut :

- a. Tahu
- b. Air aquades
- c. Plastik wrap
- d. Steroform
- e. Tissue

f. Buffer

3.5 Sampel dan Besar Sampel

3.5.1 Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah Tahu yang dibeli dari pabrik tahu. Sampel tersebut diambil secara acak, dimana sampel dikelompokkan dibagi menjadi 2 yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

3.5.2 Besar Sampel

Pengambilan sampel pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diambil secara acak (random). Banyaknya tahu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 140 tahu. Untuk kelompok kontrol terdiri dari 20 tahu, yakni kelompok yang tanpa diberi paparan medan magnet ELF sedangkan untuk kelompok eksperimen terdiri dari 120 tahu dengan 60 tahu diberi perlakuan medan magnet ELF menggunakan intensitas 900 μT dan 60 tahu diberi perlakuan medan magnet ELF menggunakan intensitas 1000 μT .

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Prosedur Sebelum Pemaparan Medan Magnet ELF

- a. Pemilihan tahu yang baru saja di beli dari pabrik tahu
- b. Mencuci tahu yang telah dibeli
- c. Membungkus tahu dengan streoform dan plastik wrap
- d. Memberi label sticker pada masing – masing sampel tahu berdasarkan kelompoknya

3.6.2 Prosedur Pemaparan Medan Magnet ELF

Intensitas medan magnet ELF yang digunakan dalam pemberian perlakuan pada tahu kelompok eksperimen yaitu sebesar 900 μT dan 1000 μT . Adapun prosedur pengoperasian alat ELF *Electromagnetic Fields Sources* sebagai berikut:

- a. Meng- Onkan ELF *magnetic source* telah terhubung dengan sumber listrik. Jika telah terhubung biasanya *pilot lamp* akan menyala
- b. Memastikan Output tegangan *slite voltage regulator* harus dalam keadaan nol, dengan memutar knob kekiri hingga knob tidak dapat diputar lagi.
- c. Untuk menyalakan regulator arus tekan tombol *push botton* (warna merah).

Perlu diperhatikan jika langkah yang terdapat pada nomer 2 yaitu output tegangan *slite voltage regulator* tidak dalam keadaan nol maka alat belum bisa digunakan.

- d. Memutar knob ke arah kanan (searah jarum jam) untuk memperoleh besar intensitas medan magnet yang diinginkan dengan bantuan EMF tester.
- e. Tekan tombol *push button* (warna hijau) untuk mematikan regulator arus.



Gambar 3.5 *Electromagnetics Filed Source* (Sumber : Sudarti dan Helianti,2005)

Selanjutnya untuk pemaparan medan magnet ELF pada kelompok eksperimen dengan menggunakan alat *ELF Electromagnetic Fields Sources* adalah sebagai berikut:

- a. Dengan menggunakan masukkan sumber tegangan sebesar 220 Volt, kuat arus sekitar 5 Ampere, dan frekuensi 50 Hz, dengan tegangan terpakai 7 Volt dan kuat arus 125 dan 700 Ampere.
- b. Perlakuan pada kelompok eksperimen I menggunakan intensitas paparan medan magnet ELF sebesar 900 μT selama 15 menit, 30 menit, dan 60 menit.
- c. Perlakuan pada kelompok eksperimen II menggunakan intensitas paparan medan magnet ELF sebesar 1000 μT selama 15 menit, 30 menit, dan 60 menit.

3.6.3 Prosedur Pengukuran Derajat Keasaman (pH) pada Tahu

Derajat keasaman (pH) pada tahu diukur dengan menggunakan alat digital yang disebut pH meter. Untuk mendapatkan nilai pH dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- a. Mengkalibrasi alat pH meter dengan larutan buffer pH 4. Setelah dikalibrasi, kemudian menetralkan pH meter dengan larutan yang memiliki pH 7 (netral).
- b. Mengambil 2 gr bagian dari tahu
- c. Menambahkan 2 gr tahu dengan 20 mL akuades pada beaker glass.
- d. Menghaluskan tahu yang telah dicampur dengan akuades. Lalu larutan diaduk hingga berwarna keruh.
- e. Selanjutnya untuk pengukuran pH dapat dengan memasukkan probe pH meter pada tahu yang telah dihaluskan.
- f. Mengulangi langkah – langkah diatas untuk pengukuran semua sampel pada masing-masing kelompok.

3.6.4 Prosedur Pengukuran Daya Hantar Listrik Tahu

- a. Pengukuran nilai daya hantar listrik (DHL) pada Tahu dengan cara sebagai berikut :
 1. Mengkalibrasi alat *Conductivity meter*
 2. Mengambil 2gr bagian dari tahu.
 3. Menambahkan 2 gr tahu dengan 20 mL akuades pada beaker glass.
 4. Mengaduk larutan campuran hingga berwarna keruh
 5. Melakukan pengukuran daya hantar listrik dengan *conductivity meter* dengan cara memasukkan elektrode *conductivity meter* ke dalam tahu yang telah dilakukan pengenceran.
 6. Mencatat nilai daya hantar listrik tahu yang telah ditunjukkan pada layar *conductivity meter*.
 7. Mengulangi langkah – langkah diatas untuk pengukuran semua sampel pada masing-masing kelompok.

3.6.5 Prosedur Pengukuran Kualitas Fisik Tahu

Indikator pengukuran kualitas fisik pada tahu meliputi indikator aroma, tekstur, dan warna tahu. Pengukuran dilakukan pada 5 jam, 10 jam dan 15 jam setelah pemaparan oleh medan magnet ELF. Adapun berikut prosedur pengukuran kualitas fisik pada tahu:

- a. Pada 5 jam setelah pemaparan oleh medan magnet ELF, membuka bungkus yang berisi tahu untuk diukur kualitas fisiknya. Pengukuran aroma dengan menggunakan panca indera. Kemudian untuk mengukur tekstur dengan mengamati dan menekan bagian dari tahu dengan menggunakan jari. Amati juga perubahan warna tahu.
- b. Mencatat data hasil pengukuran pada tabel pengukuran
- c. Mengulangi langkah pengukuran di atas pada 10 jam dan 15 jam setelah pemaparan.

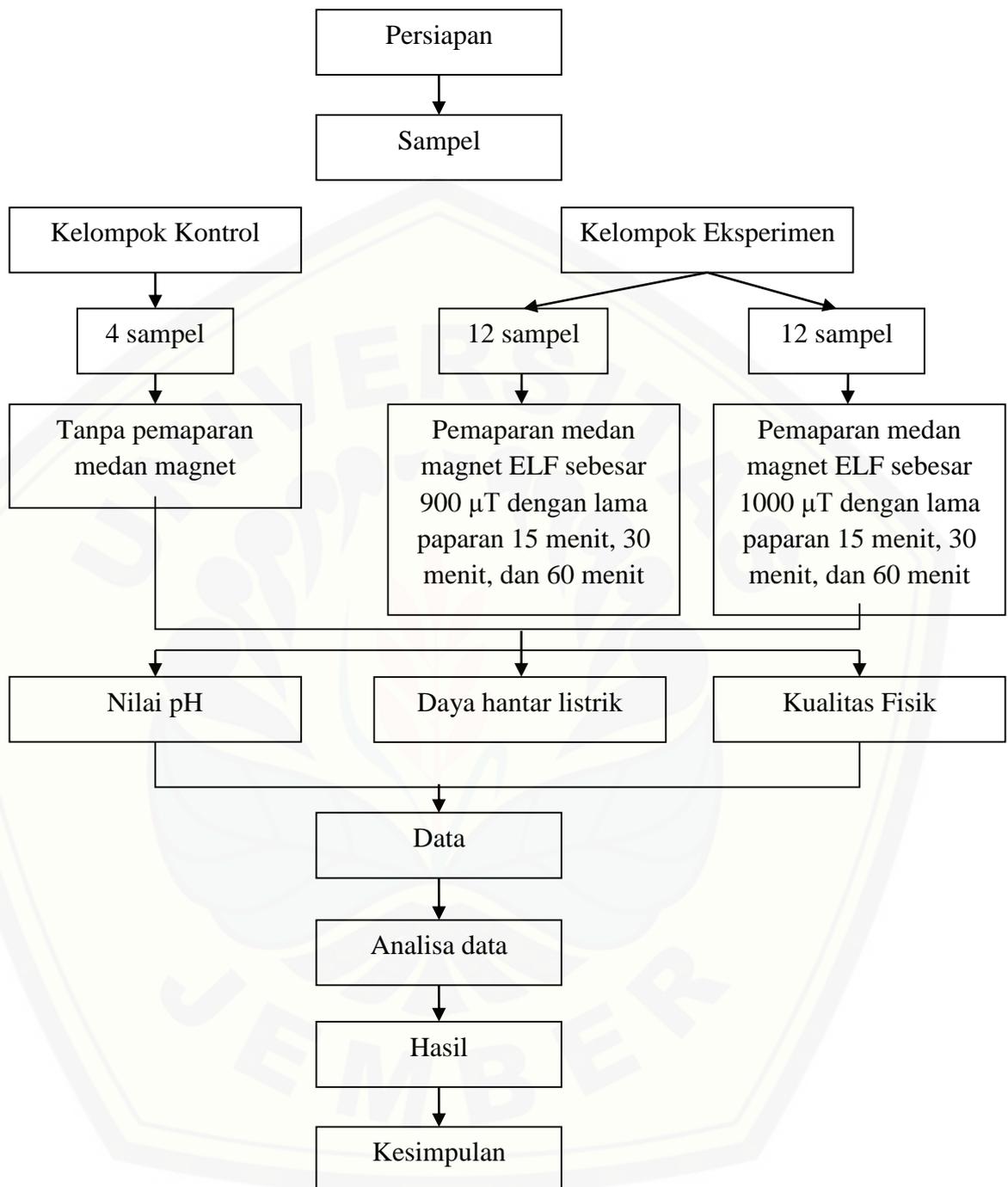
3.6.6 Bagan Prosedur Penelitian

Adapun Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Menyiapkan tahu sebanyak 140 buah.
- b. Mengelompokkan tahu menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok kontrol sebanyak 20 tahu dan Kelompok eksperimen sebanyak 120 tahu. Pada kelompok eksperimen terbagi menjadi dua perlakuan yaitu dipapar medan magnet ELF dengan intensitas 900 μT dan 1000 μT . Maka pada kelompok eksperimen dengan intensitas medan magnet 900 μT sebanyak 60 tahu dan intensitas medan magnet 1000 μT sebanyak 60 tahu
- c. Mengukur nilai derajat keasaman (pH), dan daya hantar listrik tahu pada kelompok kontrol.
- d. Mengukur nilai derajat keasaman (pH), dan daya hantar listrik tahu pada kelompok eksperimen.
- e. Kelompok eksperimen diberi perlakuan yaitu dengan pemberian paparan intensitas medan magnet ELF sebesar 900 μT dengan lama paparan 15 menit, 30 menit, dan 60 menit dan 1000 μT dengan lama paparan 15 menit, 30 menit, dan 60 menit.
- f. Melakukan pengukuran nilai pH, daya hantar listrik (DHL), dan kualitas fisik tahu setelah 5 jam
- g. Melakukan pengukuran nilai pH, daya hantar listrik (DHL), dan kualitas fisik tahu setelah 10 jam

- h. Melakukan pengukuran nilai pH, daya hantar listrik (DHL), dan kualitas fisik tahu setelah 15 jam
- i. Membuat analisa data.
- j. Membahas hasil analisa data.
- k. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.





Gambar 3.6 Bagan prosedur penelitian

3.7 Metode Analisa Data

3.7.1 Tabel Hasil Pengukuran dan Pengamatan

Adapun tabel hasil pengukuran dari hasil penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Data hasil pengukuran daya hantar listrik pada tahu

Jam ke-	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen							
	Kel	DHL ($\mu\text{S/cm}$)	Rata-rata ($\mu\text{S/cm}$)	Paparasi 900 μT				Paparasi 1000 μT			
				Kel	DHL ($\mu\text{S/cm}$)	Rata-rata ($\mu\text{S/cm}$)	Kel	DHL ($\mu\text{S/cm}$)	Rata-rata ($\mu\text{S/cm}$)		
0	K _a										
5	K _b			E _{1,1} (15')				E _{2,1} (15')			
				E _{1,2} (30')				E _{2,2} (30')			
				E _{1,3} (60')				E _{2,3} (60')			
10	K _c			E _{1,1} (15')				E _{2,1} (15')			
				E _{1,2} (30')				E _{2,2} (30')			
				E _{1,3} (60')				E _{2,3} (60')			
15	K _d			E _{1,1} (15')				E _{1,1} (15')			
				E _{1,2} (30')				E _{2,2} (30')			
				E _{1,3} (60')				E _{2,3} (60')			

Tabel 3.3 Data hasil pengukuran kualitas fisik pada tahu

Pengukuran Jam ke-	Kelompok	Kualitas Fisik		
		Aroma	Tekstur	Warna
0	Kontrol			
5	Kontrol			
	$E_{900-15'}$			
	$E_{900-30'}$			
	$E_{900-60'}$			
	$E_{1000-15'}$			
	$E_{1000-30'}$			
	$E_{1000-60'}$			
10	Kontrol			
	$E_{900-15'}$			
	$E_{900-30'}$			
	$E_{900-60'}$			
	$E_{1000-15'}$			

$E_{1000-30'}$

$E_{1000-60'}$

Kontrol

$E_{900-15'}$

$E_{900-30'}$

$E_{900-60'}$

$E_{1000-15'}$

$E_{1000-30'}$

$E_{1000-60'}$

15

Keterangan :

- Kontrol : Kelompok tanpa adanya paparan medan magnet ELF
- $E_{900-15'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $900\mu T$ dan waktu paparan 15 menit
- $E_{900-30'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $900\mu T$ dan waktu paparan 30 menit
- $E_{900-60'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $900\mu T$ dan waktu paparan 60 menit

$E_{1000-15'}$: Kelompok eksperimen dengan intensitas $1000\mu T$ dan waktu paparan 15 menit

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

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

1). Keterangan Skor Kualitas Fisik Aroma :

- 1 : Sangat beraroma busuk
- 2 : Sedikit beraroma busuk
- 3 : Aroma tahu tidak begitu kuat
- 4 : Beraroma tahu
- 5 : Sangat beraroma tahu

2). Keterangan Skor Kualitas Fisik Tekstur :

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

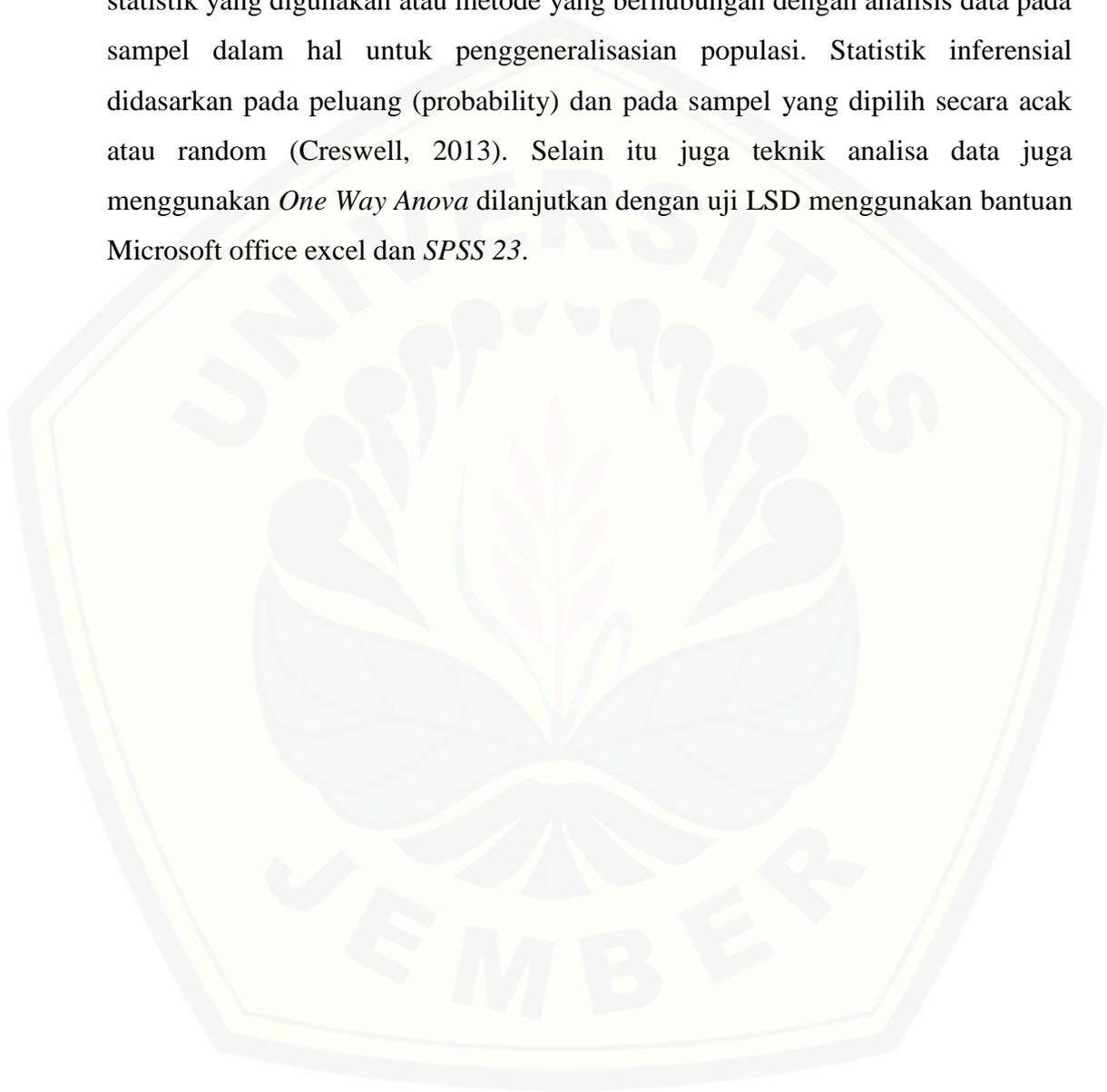
3). Keterangan Skor Kualitas Fisik Warna :

- 1 : Sangat kekuningan
- 2 : Sedikit putih kekuningan
- 3 : Agak putih kekuningan
- 4 : Berwarna putih
- 5 : Sangat berwarna putih

(Kartika, dkk, 1988)

3.7.2 Teknik Analisa Data

Untuk metode analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis statistik inferensial. Analisis statistik inferensial adalah statistik yang digunakan atau metode yang berhubungan dengan analisis data pada sampel dalam hal untuk penggeneralisasian populasi. Statistik inferensial didasarkan pada peluang (probability) dan pada sampel yang dipilih secara acak atau random (Creswell, 2013). Selain itu juga teknik analisa data juga menggunakan *One Way Anova* dilanjutkan dengan uji LSD menggunakan bantuan Microsoft office excel dan *SPSS 23*.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

- a. Paparan Medan Magnet ELF berpengaruh terhadap nilai pH tahu, Paparan medan magnet ELF dengan intensitas $1000 \mu T$ selama 60 menit dapat mempertahankan nilai pH tahu.
- b. Paparan Medan Magnet ELF berpengaruh terhadap daya hantar listrik tahu, Paparan medan magnet ELF dengan intensitas $1000 \mu T$ selama 60 menit dapat mempertahankan nilai daya hantar listrik tahu.
- c. Paparan Medan Magnet ELF berpengaruh terhadap kualitas fisik aroma dan tekstur dari tahu, akan tetapi tidak berpengaruh terhadap warna tahu. Intensitas paling efektif yaitu $900 \mu T$ selama 15 menit, $1000 \mu T$ selama 15, dan $1000 \mu T$ selama 60 menit berpengaruh terhadap kualitas fisik aroma tahu. Dan intensitas sebesar $900 \mu T$ selama 30 menit, $900 \mu T$ selama 60 menit, $1000 \mu T$ selama 15, $1000 \mu T$ selama 30 menit $1000 \mu T$ selama 60 menit berpengaruh terhadap tekstur tahu

5.2 Saran

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

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi intensitas medan magnet ELF.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi lama paparan medan magnet ELF.
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang beberapa indikator atau variabel lain yang akan diukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, B. 2002. *The Cell*. New York: Garland Science. P.773.
- Alonso, M, dan E.J. Finn. 1992. *Dasar – Dasar Fisika Universitas (Jilid 2) Medan dan Gelombang*. Terjemahan Lea Prasetyo dan Kusnul Hadi. Jakarta: Erlangga.
- Anggraini, D. R. dan Y. Surbakti, 2008. *Super Komplit Menu Sehari-hari Sepanjang Masa*. Wahyu Media, Jakarta.
- Anjarsari, 2010. *Fisiologi Pasca Mortem dan Teknologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Barbosa dan Canovas, 1998. *Oscillating Magnetic Fields for Food Processing*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Belyavskaya, N.A. 2004. Biological Effect Due to Weak Magnetic Field on Plants. *Adv. Space Res.*, 34. Halaman 1566-1574.
- Bird, T. 1993. *Kimia Fisik Untuk Universitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Cresswell, J. W. 2008. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Third Edition. California: Sage Publication Terjemahan oleh A. Fawaid. 2010. *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*: Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima*. Yogyakarta : Kanisius.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fouad K, Hegeman G. Microbial spoilage of tofu (Soybean Curd). *Journal of Food Protection*. *J Food Protect.* 1993;56(2):157-164.
- Giancoli, D. C. 2001. *FISIKA*. Jakarta: Erlangga.
- Glaser, Z. R. 1992. Organization and Management of A non – ionizing Safety Program. *Handbook of Management of Radiation Protection Program 2nd ed*: 43-52.
- Goodman, R. And M, Blank. 2002. Insights Into Elektromagnetic Interaction Mechanisms, *J. Cellular Physiol.* 192. Hal. 16-22.

- Halliday, Resnick dan Walker. 2005. *Fisika Dasar Edisi Ketujuh Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- IARC. 2002. *IARC Monographs on The Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 80 Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields*. France: IARC Press.
- Isnaini, K. S. 2018. Aplikasi Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Tape Singkong. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol.3 No.2:19-25
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Supartono, W. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta: UGM.
- Kristinawati, Andika. 2015. "Pengaruh Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) Terhadap pH dan Kadar Air Pada Proses Pembuatan Keju Jenis *Cream Cheese*". Tidak diterbitkan: *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Mahmud, Mien K. 1990. *Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia ; Departemen Kesehatan Republik Indonesia ; Direktorat Bina Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga*. Bogor, Institut Pertanian Bogor: Fakultas Pertanian.
- Mattjik, A. A dan M.I, Sumertajaya. 2000. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid I*. Bogor: IPB Press.
- Medikasari. 2000. *Bahan Makanan Tambahan, Fungsi, dan Penggunaannya*. www.indonesia.com [25 Juli 2014]
- Moechtar, M. 1999. *Magnetic Field Effecton Human Beings*. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 1:1-7
- Muchtadi, T., Sugiyono, dan F. Ayustaningwarno. 2011. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Alfabeta: Bandung.
- Nelly, N. A. 2018. Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Sifat Organoleptik dan pH Susu Sapi Segar. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol.3 No.2:13-17
- Nugroho, A. 2009. Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan SUTET 500 kV terhadap Medan Magnet. *Ijurnal*. VOL. 2, No. 1:9-17
- Nurhasanah. 2018. Analisis Intensitas Medan Magnet ELF terhadap Jumlah Bakteri, pH, dan Kasitansi dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7(2):120.

- Pazur, A. and V, Rassadina. 2009. Transient effect of weak elektromagnetic fields on calsium ion concentrartion in arabidopsis thaliana. *BMC Plant Biology*. 29:47-55.
- Pelczar, M. J. and R. D. Reid . 1972. *Microbiology*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Prastawa, Riyatiningsih, dan Darmawanti. 1980. *Penelitian dan Pengembangan Tentang Pengawetan Tahu*. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Penelitian Kimia. Semarang: Semarang.
- Purnomo, H. 2010. Pengaruh Keasaman Buah Jeruk Terhadap konduktivitas Listrik. *ORBITH* 6(2):276-281.
- Ridawati, S. 2017. Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH Dan Daya Hantar Listrik Minuman Susu Fermentasi Sebagai Indikator Kadaluarsa. *Skripsi*. Jember: Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember.
- Sadidah, K. R. 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. *Skripsi*. Jember: Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember.
- 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.
- Sari, L. D. T. Prihandono, dan Sudarti. 2018. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 500 μ T dan 700 μ T Terhadap Derajat Keasaman (pH) Daging Ayam. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, Jember: 11 Maret 2018. Hal. 197-199.
- Sarwono S, dan Y.P Saragih. 2003. *Membuat aneka Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sharaf, E.S. 2003. Improvement of Some Characters of Edible Mushroom with Magnetic Filed. *Bull NRC Egypt*. 28. Hal. 709-717.
- Sinko, P. J., 2012, *Martin Farmasi Fisika dan Ilmu Farmasetika edisi 5, diterjemahkan oleh Tim Alih Bahasa Sekolah Farmasi ITB*, 706, Jakarta, Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Sudarti dan Widajati, S.M.W., 2002. Resiko Leukimia pada Tikus Putih setelah Dipapar Medan Elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF). *Jurnal Saintika*, 3(2): 76-84.

- Sudarti, dan Helianti, D. 2005. *The Effect Of Alteration Il-10 To The Immuno Modulation Response On Bul/C Mice Exposed Extremely Low Frequency Magnetic Filed 20 μ T* . *Saintifika*, 6 (1): 36-44.
- Sudarti, dan Prihandono. 2014. *Potensi Genotosik Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) terhadap Prevalensi Salmonella dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat*. Jember: Universitas Jember.
- Sudarti. 2016. Utilization of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field is as Alternative Sterilization of Salmonella typhimurium In Gado-Gado. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. (9):317-322.
- Sudarti, T. Prihandono, Yushardi, Z. R. Ridlo, dan A Kristinawati. 2018. Effective dose analysis of extremely low frequency (ELF) magnetic field exposure to growth of *S. Termophilus*, *L. Lactis*, *L. Acidophilus* bacteria. *Journal Citation and DOI* . IOP Publishing.
- Suprpti, M. 2005. *Kedelai Tradisional*. Kanisius. Jogjakarta.
- Tipler. 2001. *Fisika Jilid 2*. Erlangga. Jakarta: Indonesia.
- Tria , G., Nurhamidah, dan H. Amir. 2018. Potensi ekstrak metabolit sekunder *Eugenia uniflora L.* sebagai bahan pengawet tahu. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 2(1):39-45.
- WHO. 1987. *Environments Health Criteria 35*. [Serial Online]. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc35.htm>. Geneva: World Health Organization
- World Health Organization (WHO). 2007. *Enviromental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Field*. Geneva: WHO Press.
- Winarno. 1994. *Sterilisasi Komersial Produk-produk Pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Young, H.G. 2012. *College Physics 9th Edition*. San Fransisco: Person Education. Inc.

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel Penelitian	Analisa Data	Metode Penelitian
Pengaruh Paparan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Tahu	<p>1. Apakah paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) berpengaruh terhadap nilai derajat keasaman (pH) pada proses dekomposisi tahu?</p> <p>2. Apakah paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF) berpengaruh terhadap daya hantar listrik pada proses dekomposisi tahu?</p>	<p>1. Variabel Bebas : Intensitas paparan medan magnet ELF, lama paparan medan magnet ELF</p> <p>2. Variabel terikat : Nilai pH, daya hantar listrik, kualitas fisik</p>	<p>Metode Analisa Data : Menggunakan analisis uji statistik <i>Oneway anova</i> dan uji LSD dengan bantuan Microsoft office excel dan SPSS 23</p>	<p>1. Jenis Penelitian : <i>True experiment</i></p> <p>2. Desain Penelitian : <i>Randomized subject post test only control group design.</i></p>

	<p>3. Apakah paparan medan magnet <i>Extremely Low Frequency (ELF)</i> berpengaruh terhadap kualitas fisik pada proses dekomposisi tahu?</p>			
--	--	--	--	--

LAMPIRAN B. DATA HASIL PENELITIAN

Tabel B.1 Data Hasil Pengukuran Nilai Derajat Keasaman (pH) dan DHL Pada Jam ke- 0

Kelompok	pH	Rata – rata	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Rata – Rata
Kontrol	4,70	4,77	231	192,6
	4,82		182	
	4,80		165	

Tabel B.2 Data Hasil Pengukuran Nilai Derajat Keasaman (pH) Pada Jam ke- 5, jam ke-10, jam ke-15

Jam Ke-	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
	Kel	pH	Rata-rata	Paparasi 900 μT			Paparasi 1000 μT		
				Kel	pH	Rata-rata	Kel	pH	Rata-rata
5	K _b	4,83	4,78	E _{1,1} (15')	4,70	4,89	E _{2,1} (15')	4,98	4,99
					4,92			4,92	
					5,05			5,09	
		4,72		E _{1,2} (30')	5,10	4,94	E _{2,2} (30')	5,04	5,03
					4,94			5,02	
					4,90			5,05	
	4,80	E _{1,3} (60')	4,82	4,92	E _{2,3} (60')	5,14	5,08		
			5,0			5,06			
			4,96			5,04			
10	K _c	4,74	4,81	E _{1,1} (15')	4,82	4,88	E _{2,1} (15')	4,82	4,84
					4,91			4,81	
					4,92			4,90	
		4,80		E _{1,2} (30')	4,85	4,79	E _{2,2} (30')	5,16	5,03
					4,72			4,95	
					4,81			4,98	
	4,91	E _{1,3} (60')	4,93	4,84	E _{2,3} (60')	4,94	5,01		
			4,90			5,01			
			4,70			5,10			
15	K _d	4,92	5,04	E _{1,1} (15')	5,12	5,20	E _{2,1} (15')	5,20	5,26
					5,23			5,40	
					5,27			5,20	
		5,18		E _{1,2} (30')	5,20	5,22	E _{2,2} (30')	5,30	5,33
					5,19			5,20	
					5,27			5,50	
	5,03	E _{1,3} (60')	5,38	5,31	E _{2,3} (60')	5,40	5,40		
			5,36			5,30			
			5,20			5,50			

Tabel B.3 Data Hasil Pengukuran Daya Hantar Listrik Tahu Pada Jam ke- 5, jam ke- 10, jam ke- 15

Jam ke-	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
	Kel	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Rata-rata ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Paparan 900 μT			Paparan 1000 μT		
				Kel	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Rata-rata ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Kel	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Rata-rata ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
5	K _b	141	144,3	E _{1,1} (15')	167	142	E _{2,1} (15')	124	115,6
					127			112	
					132			111	
		134		E _{1,2} (30')	130	121	E _{2,2} (30')	128	115
					115			109	
					118			108	
		158		E _{1,3} (60')	118	120,3	E _{2,3} (60')	123	116,3
					124			123	
					119			103	
10	K _c	163	144	E _{1,1} (15')	120	112	E _{2,1} (15')	113	109,3
					115			109	
					101			106	
		152		E _{1,2} (30')	102	114	E _{2,2} (30')	116	122,6
					121			124	
					119			128	
		117		E _{1,3} (60')	100	109	E _{2,3} (60')	105	121,3
					119			130	
					108			129	
15	K _d	135	127,3	E _{1,1} (15')	109	87,6	E _{2,1} (15')	98	89
					75			96	
					79			73	
		128		E _{1,2} (30')	77	92	E _{2,2} (30')	96	103,6
					81			105	
					118			110	
		119		E _{1,3} (60')	89	91,6	E _{2,3} (60')	95	103,6
					91			122	
					95			94	

Tabel B.4 Data Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Tahu

Pengukuran Jam ke-	Kelompok	Kualitas Fisik		
		Aroma	Tekstur	Warna
0	Kontrol	5	5	5
		5	5	5
		5	5	5
5	Kontrol	4	5	5
		4	5	5
		5	4	5
	<i>E</i> _{900-15'}	5	4	5
		4	5	5
		4	5	5
	<i>E</i> _{900-30'}	5	4	5
		5	5	5
		4	5	5
	<i>E</i> _{900-60'}	5	5	5
		5	5	5
		4	4	5
	<i>E</i> _{1000-15'}	4	5	5
		4	4	5
		4	5	5
	<i>E</i> _{1000-30'}	5	5	5
		5	4	5
		5	5	5
	<i>E</i> _{1000-60'}	5	5	5
		4	4	5
		4	5	5
10	Kontrol	4	4	5
		3	4	5
		3	3	5
	<i>E</i> _{900-15'}	3	4	5
		3	3	5
		4	4	5
	<i>E</i> _{900-30'}	4	4	5
		3	4	5
		3	3	5
	<i>E</i> _{900-60'}	3	4	5
		3	3	5
		3	4	5
	<i>E</i> _{1000-15'}	3	4	5

	3	3	5
	4	4	5
$E_{1000-30'}$	3	4	5
	4	4	5
	3	4	5
$E_{1000-60'}$	3	4	5
	3	4	5
	3	4	5
Kontrol	2	3	5
	1	3	5
	2	2	5
$E_{900-15'}$	2	3	5
	3	3	5
	3	2	5
$E_{900-30'}$	1	3	5
	2	4	5
	2	4	5
$E_{900-60'}$	2	4	5
	3	4	5
	3	3	5
$E_{1000-15'}$	2	4	5
	3	3	5
	3	4	5
$E_{1000-30'}$	2	4	5
	3	4	5
	3	3	5
$E_{1000-60'}$	3	4	5
	3	4	5
	2	4	5

15

1). Keterangan Skor Kualitas Fisik Aroma :

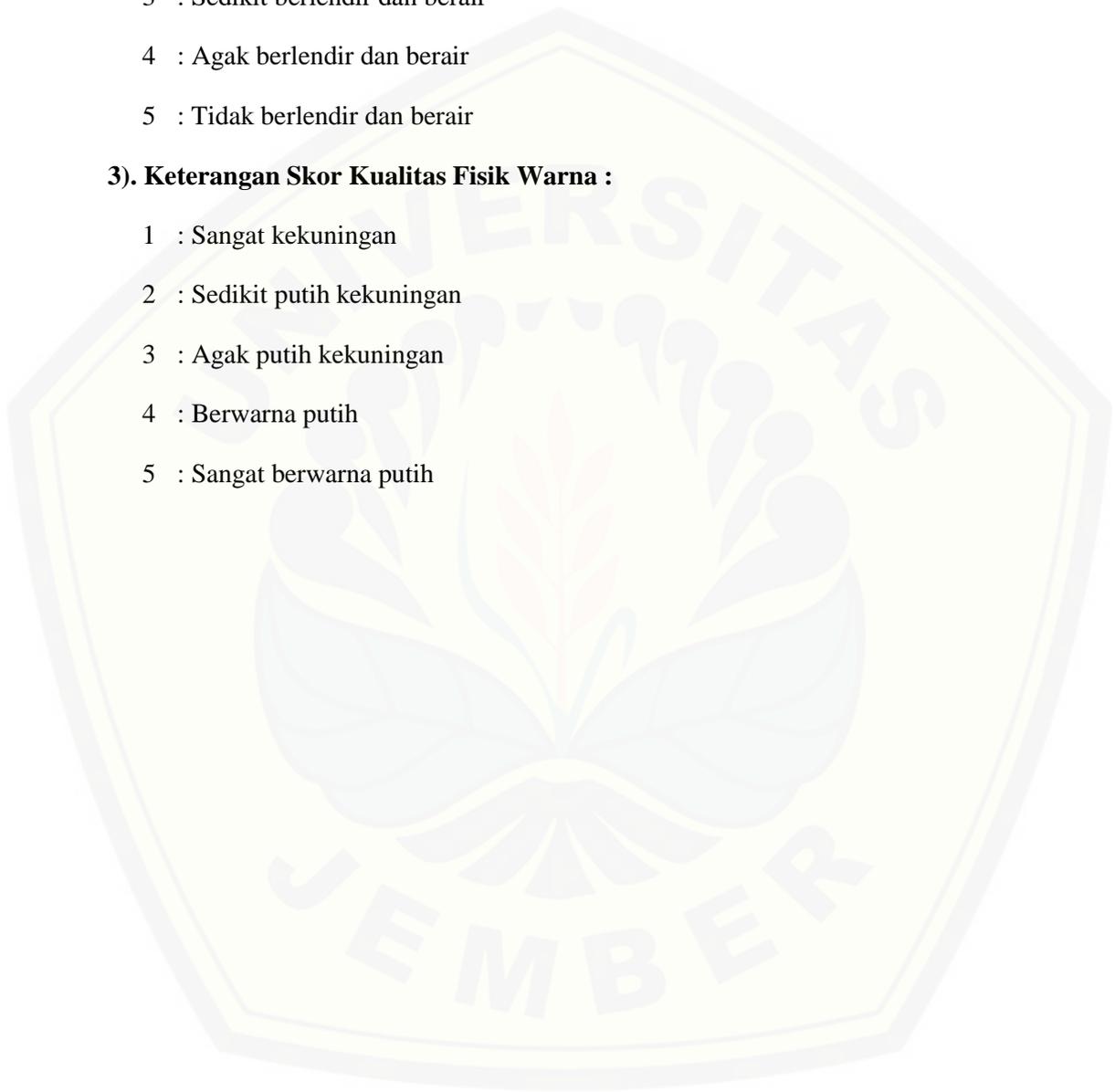
- 1 : Sangat beraroma busuk
- 2 : Sedikit beraroma busuk
- 3 : Aroma tahu tidak begitu kuat
- 4 : Beraroma tahu
- 5 : Sangat beraroma tahu

2). Keterangan Skor Kualitas Fisik Tekstur :

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

3). Keterangan Skor Kualitas Fisik Warna :

- 1 : Sangat kekuningan
- 2 : Sedikit putih kekuningan
- 3 : Agak putih kekuningan
- 4 : Berwarna putih
- 5 : Sangat berwarna putih



Tabel B.5 Data Hasil SPSS pH Tahu

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(J)	(I) Kontrol	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
pH_Jam_5	Kontrol	900 mT	-.10667	.07876	.197	-.2756	.0623	
		15'						
		900 mT	-.19667*	.07876	.026	-.3656	-.0277	
		30'						
		900 mT	-.14333	.07876	.090	-.3123	.0256	
		60'						
		1000 mT	-.21333*	.07876	.017	-.3823	-.0444	
		15'						
		1000 mT	-.25333*	.07876	.006	-.4223	-.0844	
		30'						
		1000 mT	-.29667*	.07876	.002	-.4656	-.1277	
		60'						
	900 mT	Kontrol	900 mT	.10667	.07876	.197	-.0623	.2756
			15'					
			900 mT	-.09000	.07876	.272	-.2589	.0789
			30'					
			900 mT	-.03667	.07876	.649	-.2056	.1323
			60'					
			1000 mT	-.10667	.07876	.197	-.2756	.0623
			15'					
			1000 mT	-.14667	.07876	.084	-.3156	.0223
			30'					
			1000 mT	-.19000*	.07876	.030	-.3589	-.0211
			60'					
900 mT	Kontrol	900 mT	.19667*	.07876	.026	.0277	.3656	
		30'						
		900 mT	.09000	.07876	.272	-.0789	.2589	
		15'						
		900 mT	.05333	.07876	.509	-.1156	.2223	
		60'						
		1000 mT	-.01667	.07876	.835	-.1856	.1523	
		15'						

	1000 mT 30'	-.05667	.07876	.484	-.2256	.1123
	1000 mT 60'	-.10000	.07876	.225	-.2689	.0689
900 mT 60'	Kontrol	.14333	.07876	.090	-.0256	.3123
	900 mT 15'	.03667	.07876	.649	-.1323	.2056
	900 mT 30'	-.05333	.07876	.509	-.2223	.1156
	1000 mT 15'	-.07000	.07876	.389	-.2389	.0989
	1000 mT 30'	-.11000	.07876	.184	-.2789	.0589
	1000 mT 60'	-.15333	.07876	.072	-.3223	.0156
1000 mT 15'	Kontrol	.21333*	.07876	.017	.0444	.3823
	900 mT 15'	.10667	.07876	.197	-.0623	.2756
	900 mT 30'	.01667	.07876	.835	-.1523	.1856
	900 mT 60'	.07000	.07876	.389	-.0989	.2389
	1000 mT 30'	-.04000	.07876	.619	-.2089	.1289
	1000 mT 60'	-.08333	.07876	.308	-.2523	.0856
1000 mT 30'	Kontrol	.25333*	.07876	.006	.0844	.4223
	900 mT 15'	.14667	.07876	.084	-.0223	.3156
	900 mT 30'	.05667	.07876	.484	-.1123	.2256
	900 mT 60'	.11000	.07876	.184	-.0589	.2789
	1000 mT 15'	.04000	.07876	.619	-.1289	.2089
	1000 mT 60'	-.04333	.07876	.591	-.2123	.1256

	1000 mT	Kontrol	.29667*	.07876	.002	.1277	.4656
	60'	900 mT	.19000*	.07876	.030	.0211	.3589
		15'					
		900 mT	.10000	.07876	.225	-.0689	.2689
		30'					
		900 mT	.15333	.07876	.072	-.0156	.3223
		60'					
		1000 mT	.08333	.07876	.308	-.0856	.2523
		15'					
		1000 mT	.04333	.07876	.591	-.1256	.2123
		30'					
pH_Jam_10	Kontrol	900 mT	-.06667	.07058	.361	-.2180	.0847
		15'					
		900 mT	.02333	.07058	.746	-.1280	.1747
		30'					
		900 mT	-.02667	.07058	.711	-.1780	.1247
		60'					
		1000 mT	-.02667	.07058	.711	-.1780	.1247
		15'					
		1000 mT	-.21333*	.07058	.009	-.3647	-.0620
		30'					
		1000 mT	-.20000*	.07058	.013	-.3514	-.0486
		60'					
	900 mT	Kontrol	.06667	.07058	.361	-.0847	.2180
	15'	900 mT	.09000	.07058	.223	-.0614	.2414
		30'					
		900 mT	.04000	.07058	.580	-.1114	.1914
		60'					
		1000 mT	.04000	.07058	.580	-.1114	.1914
		15'					
		1000 mT	-.14667	.07058	.057	-.2980	.0047
		30'					
		1000 mT	-.13333	.07058	.080	-.2847	.0180
		60'					
	900 mT	Kontrol	-.02333	.07058	.746	-.1747	.1280
	30'	900 mT	-.09000	.07058	.223	-.2414	.0614
		15'					

	900 mT 60'		-.05000	.07058	.490	-.2014	.1014
	1000 mT 15'		-.05000	.07058	.490	-.2014	.1014
	1000 mT 30'		-.23667*	.07058	.005	-.3880	-.0853
	1000 mT 60'		-.22333*	.07058	.007	-.3747	-.0720
	900 mT 60'	Kontrol	.02667	.07058	.711	-.1247	.1780
		900 mT 15'	-.04000	.07058	.580	-.1914	.1114
		900 mT 30'	.05000	.07058	.490	-.1014	.2014
		1000 mT 15'	.00000	.07058	1.000	-.1514	.1514
		1000 mT 30'	-.18667*	.07058	.019	-.3380	-.0353
		1000 mT 60'	-.17333*	.07058	.028	-.3247	-.0220
	1000 mT 15'	Kontrol	.02667	.07058	.711	-.1247	.1780
		900 mT 15'	-.04000	.07058	.580	-.1914	.1114
		900 mT 30'	.05000	.07058	.490	-.1014	.2014
		900 mT 60'	.00000	.07058	1.000	-.1514	.1514
		1000 mT 30'	-.18667*	.07058	.019	-.3380	-.0353
		1000 mT 60'	-.17333*	.07058	.028	-.3247	-.0220
	1000 mT 30'	Kontrol	.21333*	.07058	.009	.0620	.3647
		900 mT 15'	.14667	.07058	.057	-.0047	.2980
		900 mT 30'	.23667*	.07058	.005	.0853	.3880
		900 mT 60'	.18667*	.07058	.019	.0353	.3380

		1000 mT 15'	.18667*	.07058	.019	.0353	.3380
		1000 mT 60'	.01333	.07058	.853	-.1380	.1647
	1000 mT 60'	Kontrol	.20000*	.07058	.013	.0486	.3514
		900 mT 15'	.13333	.07058	.080	-.0180	.2847
		900 mT 30'	.22333*	.07058	.007	.0720	.3747
		900 mT 60'	.17333*	.07058	.028	.0220	.3247
		1000 mT 15'	.17333*	.07058	.028	.0220	.3247
		1000 mT 30'	-.01333	.07058	.853	-.1647	.1380
pH_Jam_15	Kontrol	900 mT 15'	-.16333	.08803	.085	-.3521	.0255
		900 mT 30'	-.17667	.08803	.064	-.3655	.0121
		900 mT 60'	-.27000*	.08803	.008	-.4588	-.0812
		1000 mT 15'	-.22333*	.08803	.024	-.4121	-.0345
		1000 mT 30'	-.29000*	.08803	.005	-.4788	-.1012
		1000 mT 60'	-.35667*	.08803	.001	-.5455	-.1679
	900 mT 15'	Kontrol	.16333	.08803	.085	-.0255	.3521
		900 mT 30'	-.01333	.08803	.882	-.2021	.1755
		900 mT 60'	-.10667	.08803	.246	-.2955	.0821
		1000 mT 15'	-.06000	.08803	.507	-.2488	.1288
		1000 mT 30'	-.12667	.08803	.172	-.3155	.0621
		1000 mT 60'	-.19333*	.08803	.045	-.3821	-.0045

900 mT	Kontrol	.17667	.08803	.064	-.0121	.3655
30'	900 mT	.01333	.08803	.882	-.1755	.2021
	15'					
	900 mT					
	60'	-.09333	.08803	.307	-.2821	.0955
	1000 mT					
	15'	-.04667	.08803	.604	-.2355	.1421
	1000 mT					
	30'	-.11333	.08803	.219	-.3021	.0755
	1000 mT					
	60'	-.18000	.08803	.060	-.3688	.0088
900 mT	Kontrol	.27000*	.08803	.008	.0812	.4588
60'	900 mT	.10667	.08803	.246	-.0821	.2955
	15'					
	900 mT					
	30'	.09333	.08803	.307	-.0955	.2821
	1000 mT					
	15'	.04667	.08803	.604	-.1421	.2355
	1000 mT					
	30'	-.02000	.08803	.824	-.2088	.1688
	1000 mT					
	60'	-.08667	.08803	.342	-.2755	.1021
1000 mT	Kontrol	.22333*	.08803	.024	.0345	.4121
15'	900 mT	.06000	.08803	.507	-.1288	.2488
	15'					
	900 mT					
	30'	.04667	.08803	.604	-.1421	.2355
	900 mT					
	60'	-.04667	.08803	.604	-.2355	.1421
	1000 mT					
	30'	-.06667	.08803	.461	-.2555	.1221
	1000 mT					
	60'	-.13333	.08803	.152	-.3221	.0555
1000 mT	Kontrol	.29000*	.08803	.005	.1012	.4788
30'	900 mT	.12667	.08803	.172	-.0621	.3155
	15'					

900 mT 30'	.11333	.08803	.219	-.0755	.3021
900 mT 60'	.02000	.08803	.824	-.1688	.2088
1000 mT 15'	.06667	.08803	.461	-.1221	.2555
1000 mT 60'	-.06667	.08803	.461	-.2555	.1221
1000 mT Kontrol 60'	.35667*	.08803	.001	.1679	.5455
900 mT 15'	.19333*	.08803	.045	.0045	.3821
900 mT 30'	.18000	.08803	.060	-.0088	.3688
900 mT 60'	.08667	.08803	.342	-.1021	.2755
1000 mT 15'	.13333	.08803	.152	-.0555	.3221
1000 mT 30'	.06667	.08803	.461	-.1221	.2555

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

Tabel B.6 Data Hasil SPSS Daya Hantar Listrik Tahu

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(J)	(I) Kontrol	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
DHL_JamKe_5	Kontrol	900mT	2.33333	9.82385	.816	-18.7367	23.4034
		15'					
		900mT	23.33333*	9.82385	.032	2.2633	44.4034
		30'					
		900mT	24.00000*	9.82385	.028	2.9299	45.0701
		60'					
		1000mT	28.66667*	9.82385	.011	7.5966	49.7367
		15'					

	1000mT 30'	29.333333*	9.8238 5	.010	8.2633	50.4034
	1000mT 60'	28.00000*	9.8238 5	.013	6.9299	49.0701
900mT 15'	Kontrol	-2.333333	9.8238 5	.816	-23.4034	18.7367
	900mT 30'	21.00000	9.8238 5	.051	-.0701	42.0701
	900mT 60'	21.66667*	9.8238 5	.045	.5966	42.7367
	1000mT 15'	26.333333*	9.8238 5	.018	5.2633	47.4034
	1000mT 30'	27.00000*	9.8238 5	.016	5.9299	48.0701
	1000mT 60'	25.66667*	9.8238 5	.020	4.5966	46.7367
900mT 30'	Kontrol	-23.333333*	9.8238 5	.032	-44.4034	-2.2633
	900mT 15'	-21.00000	9.8238 5	.051	-42.0701	.0701
	900mT 60'	.66667	9.8238 5	.947	-20.4034	21.7367
	1000mT 15'	5.333333	9.8238 5	.596	-15.7367	26.4034
	1000mT 30'	6.00000	9.8238 5	.551	-15.0701	27.0701
	1000mT 60'	4.66667	9.8238 5	.642	-16.4034	25.7367
900mT 60'	Kontrol	-24.00000*	9.8238 5	.028	-45.0701	-2.9299
	900mT 15'	-21.66667*	9.8238 5	.045	-42.7367	-.5966
	900mT 30'	-.66667	9.8238 5	.947	-21.7367	20.4034
	1000mT 15'	4.66667	9.8238 5	.642	-16.4034	25.7367

	1000mT 30'	5.33333	9.8238 5	.596	-15.7367	26.4034
	1000mT 60'	4.00000	9.8238 5	.690	-17.0701	25.0701
1000mT 15'	Kontrol	-28.66667*	9.8238 5	.011	-49.7367	-7.5966
	900mT 15'	-26.33333*	9.8238 5	.018	-47.4034	-5.2633
	900mT 30'	-5.33333	9.8238 5	.596	-26.4034	15.7367
	900mT 60'	-4.66667	9.8238 5	.642	-25.7367	16.4034
	1000mT 30'	.66667	9.8238 5	.947	-20.4034	21.7367
	1000mT 60'	-.66667	9.8238 5	.947	-21.7367	20.4034
1000mT 30'	Kontrol	-29.33333*	9.8238 5	.010	-50.4034	-8.2633
	900mT 15'	-27.00000*	9.8238 5	.016	-48.0701	-5.9299
	900mT 30'	-6.00000	9.8238 5	.551	-27.0701	15.0701
	900mT 60'	-5.33333	9.8238 5	.596	-26.4034	15.7367
	1000mT 15'	-.66667	9.8238 5	.947	-21.7367	20.4034
	1000mT 60'	-1.33333	9.8238 5	.894	-22.4034	19.7367
1000mT 60'	Kontrol	-28.00000*	9.8238 5	.013	-49.0701	-6.9299
	900mT 15'	-25.66667*	9.8238 5	.020	-46.7367	-4.5966
	900mT 30'	-4.66667	9.8238 5	.642	-25.7367	16.4034
	900mT 60'	-4.00000	9.8238 5	.690	-25.0701	17.0701

	1000mT 15'	.66667	9.8238 5	.947	-20.4034	21.7367
	1000mT 30'	1.33333	9.8238 5	.894	-19.7367	22.4034
DHL_JamKe_1 0	Kontrol 900mT 15'	32.00000*	10.346 38	.008	9.8092	54.1908
	900mT 30'	30.00000*	10.346 38	.012	7.8092	52.1908
	900mT 60'	35.00000*	10.346 38	.004	12.8092	57.1908
	1000mT 15'	34.66667*	10.346 38	.005	12.4759	56.8574
	1000mT 30'	21.33333	10.346 38	.058	-8.574	43.5241
	1000mT 60'	22.66667*	10.346 38	.046	.4759	44.8574
	900mT 15'	Kontrol -32.00000*	10.346 38	.008	-54.1908	-9.8092
	900mT 30'	-2.00000	10.346 38	.849	-24.1908	20.1908
	900mT 60'	3.00000	10.346 38	.776	-19.1908	25.1908
	1000mT 15'	2.66667	10.346 38	.800	-19.5241	24.8574
1000mT 30'	-10.66667	10.346 38	.320	-32.8574	11.5241	
1000mT 60'	-9.33333	10.346 38	.382	-31.5241	12.8574	
900mT 30'	Kontrol -30.00000*	10.346 38	.012	-52.1908	-7.8092	
900mT 15'	2.00000	10.346 38	.849	-20.1908	24.1908	
900mT 60'	5.00000	10.346 38	.636	-17.1908	27.1908	
1000mT 15'	4.66667	10.346 38	.659	-17.5241	26.8574	
1000mT 30'	-8.66667	10.346 38	.416	-30.8574	13.5241	

	1000mT 60'	-7.33333	10.346 38	.490	-29.5241	14.8574
900mT 60'	Kontrol	-35.00000*	10.346 38	.004	-57.1908	-12.8092
	900mT 15'	-3.00000	10.346 38	.776	-25.1908	19.1908
	900mT 30'	-5.00000	10.346 38	.636	-27.1908	17.1908
	1000mT 15'	-.33333	10.346 38	.975	-22.5241	21.8574
	1000mT 30'	-13.66667	10.346 38	.208	-35.8574	8.5241
	1000mT 60'	-12.33333	10.346 38	.253	-34.5241	9.8574
1000mT 15'	Kontrol	-34.66667*	10.346 38	.005	-56.8574	-12.4759
	900mT 15'	-2.66667	10.346 38	.800	-24.8574	19.5241
	900mT 30'	-4.66667	10.346 38	.659	-26.8574	17.5241
	900mT 60'	.33333	10.346 38	.975	-21.8574	22.5241
	1000mT 30'	-13.33333	10.346 38	.218	-35.5241	8.8574
	1000mT 60'	-12.00000	10.346 38	.266	-34.1908	10.1908
1000mT 30'	Kontrol	-21.33333	10.346 38	.058	-43.5241	.8574
	900mT 15'	10.66667	10.346 38	.320	-11.5241	32.8574
	900mT 30'	8.66667	10.346 38	.416	-13.5241	30.8574
	900mT 60'	13.66667	10.346 38	.208	-8.5241	35.8574
	1000mT 15'	13.33333	10.346 38	.218	-8.8574	35.5241
	1000mT 60'	1.33333	10.346 38	.899	-20.8574	23.5241

1000mT 60'	Kontrol	-22.66667*	10.346 38	.046	-44.8574	-.4759
	900mT 15'	9.333333	10.346 38	.382	-12.8574	31.5241
	900mT 30'	7.333333	10.346 38	.490	-14.8574	29.5241
	900mT 60'	12.333333	10.346 38	.253	-9.8574	34.5241
	1000mT 15'	12.00000	10.346 38	.266	-10.1908	34.1908
	1000mT 30'	-1.333333	10.346 38	.899	-23.5241	20.8574
DHL_JamKe_1 5	Kontrol					
	900mT 15'	39.66667*	11.652 37	.004	14.6748	64.6585
	900mT 30'	35.33333*	11.652 37	.009	10.3415	60.3252
	900mT 60'	35.66667*	11.652 37	.008	10.6748	60.6585
	1000mT 15'	38.33333*	11.652 37	.005	13.3415	63.3252
	1000mT 30'	23.66667	11.652 37	.062	-1.3252	48.6585
	1000mT 60'	23.66667	11.652 37	.062	-1.3252	48.6585
900mT 15'	Kontrol	-39.66667*	11.652 37	.004	-64.6585	-14.6748
	900mT 30'	-4.333333	11.652 37	.716	-29.3252	20.6585
	900mT 60'	-4.00000	11.652 37	.736	-28.9919	20.9919
	1000mT 15'	-1.333333	11.652 37	.911	-26.3252	23.6585
	1000mT 30'	-16.00000	11.652 37	.191	-40.9919	8.9919
	1000mT 60'	-16.00000	11.652 37	.191	-40.9919	8.9919
900mT 30'	Kontrol	-35.33333*	11.652 37	.009	-60.3252	-10.3415

900mT 15'		4.33333	11.652 37	.716	-20.6585	29.3252
900mT 60'		.33333	11.652 37	.978	-24.6585	25.3252
1000mT 15'		3.00000	11.652 37	.801	-21.9919	27.9919
1000mT 30'		-11.66667	11.652 37	.334	-36.6585	13.3252
1000mT 60'		-11.66667	11.652 37	.334	-36.6585	13.3252
900mT 60'	Kontrol	-35.66667*	11.652 37	.008	-60.6585	-10.6748
900mT 15'		4.00000	11.652 37	.736	-20.9919	28.9919
900mT 30'		-.33333	11.652 37	.978	-25.3252	24.6585
1000mT 15'		2.66667	11.652 37	.822	-22.3252	27.6585
1000mT 30'		-12.00000	11.652 37	.321	-36.9919	12.9919
1000mT 60'		-12.00000	11.652 37	.321	-36.9919	12.9919
1000mT 15'	Kontrol	-38.33333*	11.652 37	.005	-63.3252	-13.3415
900mT 15'		1.33333	11.652 37	.911	-23.6585	26.3252
900mT 30'		-3.00000	11.652 37	.801	-27.9919	21.9919
900mT 60'		-2.66667	11.652 37	.822	-27.6585	22.3252
1000mT 30'		-14.66667	11.652 37	.229	-39.6585	10.3252
1000mT 60'		-14.66667	11.652 37	.229	-39.6585	10.3252
1000mT 30'	Kontrol	-23.66667	11.652 37	.062	-48.6585	1.3252

900mT		16.00000	11.652	.191	-8.9919	40.9919
15'			37			
900mT		11.66667	11.652	.334	-13.3252	36.6585
30'			37			
900mT		12.00000	11.652	.321	-12.9919	36.9919
60'			37			
1000mT		14.66667	11.652	.229	-10.3252	39.6585
15'			37			
1000mT		.00000	11.652	1.000	-24.9919	24.9919
60'			37			
1000mT	Kontrol	-23.66667	11.652	.062	-48.6585	1.3252
60'			37			
900mT		16.00000	11.652	.191	-8.9919	40.9919
15'			37			
900mT		11.66667	11.652	.334	-13.3252	36.6585
30'			37			
900mT		12.00000	11.652	.321	-12.9919	36.9919
60'			37			
1000mT		14.66667	11.652	.229	-10.3252	39.6585
15'			37			
1000mT		.00000	11.652	1.000	-24.9919	24.9919
30'			37			

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

LAMPIRAN C. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

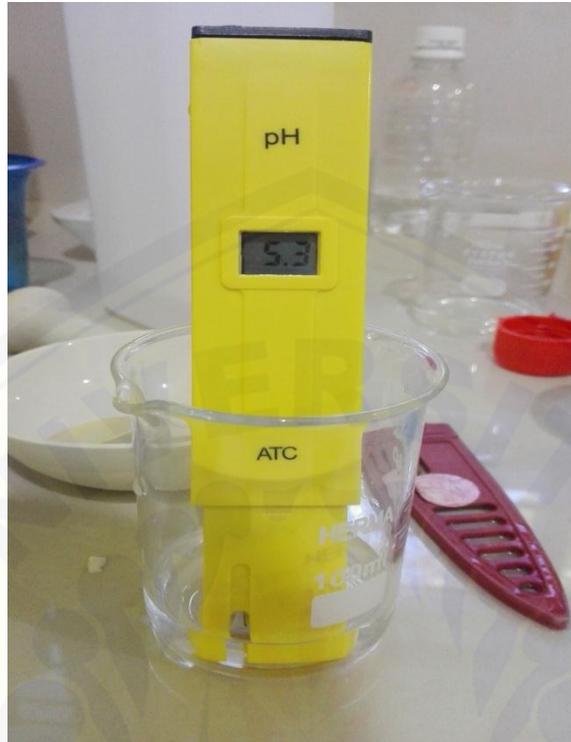
- Foto sampel penelitian yang telah dibungkus dan dilabeli



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



- Pengukuran nilai derajat keasaman (pH) tahu



- Pengukuran nilai daya hantar listrik tahu



- Pengukuran kualitas fisik tahu

