

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW*
FREQUENCY (ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI
Escherichia coli, KADAR PROTEIN, pH DAN WARNA PADA DAGING
AYAM**

SKRIPSI

Oleh:
CINDY CORMELIA
NIM. 19640023



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PENGANTAR

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY*
(ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli*, KADAR
PROTEIN, pH DAN WARNA PADA DAGING AYAM**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
CINDY CORMELIA
NIM. 19640023

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY*
(ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli*, KADAR
PROTEIN, pH DAN WARNA PADA DAGING AYAM

SKRIPSI

Oleh:

CINDY CORMELIA

NIM. 19640023

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada Tanggal, 20 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Muhammad Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli*, KADAR PROTEIN, pH DAN WARNA PADA DAGING AYAM

SKRIPSI

Oleh:

CINDY CORMELIA

NIM. 19640023

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 20 Juni 2023

Penguji Utama	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. Drs. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. Ham Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cindy Cormelia

NIM : 19640023

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*, Kadar protein, pH, Dan Warna Pada Daging Ayam

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsru penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Juni 2023
Yang Membuat Pernyataan



Cindy Cormelia
NIM. 19640023

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“For indeed, with hardship [will be] ease”(QS. Al-Insyirah: 5)

“Don't worry about how it ends, if you haven't started yet”

Oh Sehun from EXO

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT dengan segala nikmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

- Kedua orang tua penulis Bapak Lamin Hidayat dan Ibu Suyanti yang telah mendoakan serta memberikan semangat serta motivasi berupa apapun itu kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Kepada keluarga besar penulis terimakasih atas dukungan serta hiburannya sehingga penulis dapat semangat menyelesaikan skripsi ini.
- Teruntuk sahabatku Ayu, Salsabiela, Rahma, Anggie, Riska, Disa, Eva yang selalu memberiku semangat dan motivasi.
- Kepada teman-teman fisika terkhusus teman-teman Biofisika 2019 yang sama-sama berjuang dan saling menyemangati.

Semoga do'a, motivasi dan semangat yang telah kalian berikan kepada penulis dapat menjadi amal kebaikan kepada kalian semua.

Amiin ya rabbal alamiin

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “**Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*, Kadar Protein, pH Dan Warna Pada Daging Ayam**”. Adapun tujuan dari penulisan proposal ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si).

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Drs. Mokhamad. Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah bersedia meluangkan banyak waktunya dan memberi kritik serta sarannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. Erna Hastuti, M.Si selaku Dosen Pembimbing Integrasi Sains dan Islam yang telah bersedia meluangkan banyak waktunya dan memberi kritik serta sarannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

6. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Program Studi Fisika yang senantiasa memberikan pengarahan.
7. Kedua orangtua penulis dan keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan do'a serta semangat.
8. Teman seperjuangan Fisika 2019 yang telah memberikan bantuan dan energi positif sehingga penulis bersemangat dalam menyelesaikan proposal skripsi.
9. Xiumin, Lay, Suho, Baekhyun, Chanyeol, Chen, D.O., Kai dan Sehun selaku member EXO yang telah memberikan semangat dan hiburan melalui karya-karyanya.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis saat membutuhkan bantuan.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka semua. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna maka dari itu penulis mohon kritik dan saran yang membangun supaya tulisan ini bisa menjadi lebih baik lagi. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan tambahan ilmu kepada para pembaca *Amiin Ya Rabbal Alamiin*.

Wassalamuailakum Wr.Wb.

Malang, 13 Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF).....	9
2.2 Medan Magnet Pada Kumparan Helmholtz.....	11
2.3 Daging Ayam.....	14
2.4 Bakteri.....	15
2.5 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	18
2.6 Protein.....	20
2.7 Derajat Keasaman (pH).....	21
2.8 Interaksi Medan Magnet dengan Sel Hidup.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.3.1 Alat.....	25
3.3.2 Bahan.....	26
3.4 Diagram Alir.....	28
3.5 Prosedur Penelitian.....	29
3.5.1 Sterilisasi.....	29
3.5.2 Pembuatan Media NA (<i>Nutrien Agar</i>).....	29
3.5.3 Pembuatan Media NB (<i>Nutrien Broth</i>).....	29
3.5.4 Pembuatan Media PCA (<i>Plate Count Agar</i>).....	30
3.5.5 Penumbuhan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	30
3.5.6 Penanaman Bakteri <i>Escherichia coli</i> ke Daging Ayam.....	30

3.5.7 Perlakuan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF)	30
3.5.8 Pengenceran	31
3.6 Teknik Pengumpulan Data	33
3.6.1 Perhitungan Koloni Bakteri	33
3.6.2 Pengukuran Kadar Protein	33
3.6.3 Pengukuran pH (Derajat Keasaman)	35
3.6.4 Penilaian Warna	36
3.7 Teknik Analisa Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Data Hasil Penelitian	38
4.1.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	38
4.1.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Kadar Protein	44
4.1.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap pH.....	50
4.1.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Warna	57
4.2 Pembahasan	60
4.2.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	60
4.2.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Kadar Protein	63
4.2.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap pH.....	65
4.2.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Warna	67
4.3 Kajian Integrasi Islam	68
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz	11
Gambar 2. 2 Komponen-komponen perhitungan pada kawat melingkar berarus. 12	
Gambar 2. 3 Komponen penyusun kumparan Helmholtz yang terpisah dengan jarak S	13
Gambar 2. 4 Bentuk Bakteri <i>Escherichia coli</i>	19
Gambar 2. 5 Struktur Ikatan Peptida.....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4. 1 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap pertumbuhan koloni bakteri <i>Escherichia coli</i> pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap pertumbuhan koloni bakteri <i>Escherichia coli</i> pada daging ayam.....	41
Gambar 4. 2 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar protein pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap kadar protein pada daging ayam	46
Gambar 4. 3 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap pH pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap pH pada daging ayam.....	52
Gambar 4. 4 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap warna pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap warna pada daging ayam	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Faktor Pengujian	24
Tabel 3. 2	Pengolahan Data Jumlah Koloni Bakteri	33
Tabel 3. 3	Pengolahan Data Kadar Protein	34
Tabel 3. 4	Pengolahan Data pH.....	35
Tabel 3. 5	Pengolahan Data Warna Daging Ayam	36
Tabel 4. 1	Data Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	39
Tabel 4. 2	Hasil Analisis Faktorial Pada Jumlah Koloni Bakteri <i>Escherichia coli</i>	42
Tabel 4. 3	Hasil Uji DMRT Kerapatan Fluks Terhadap Jumlah Koloni Bakteri <i>Escherichia coli</i>	43
Tabel 4. 4	Hasil Uji DMRT Lama Pemaparan Terhadap Jumlah Koloni Bakteri <i>Escherichia coli</i>	43
Tabel 4. 5	Data Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Kadar Protein Daging Ayam	45
Tabel 4. 6	Hasil Analisis Faktorial Pada Kadar Protein Daging Ayam	48
Tabel 4. 7	Hasil Uji DMRT Kerapatan Fluks Terhadap Kadar Protein Daging Ayam	49
Tabel 4. 8	Hasil Uji DMRT Lama Pemaparan Terhadap Kadar Protein Daging Ayam	49
Tabel 4. 9	Hasil Uji DMRT Kadar Protein Daging Ayam.....	50
Tabel 4. 10	Data Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap pH Pada Daging Ayam	51
Tabel 4. 11	Hasil Analisis Faktorial pH Pada Daging Ayam	54
Tabel 4. 12	Hasil Uji DMRT Kerapatan Fluks Terhadap pH Pada Daging Ayam.....	55
Tabel 4. 13	Hasil Uji DMRT Lama Pemaparan Terhadap pH Pada Daging Ayam	55
Tabel 4. 14	Hasil Uji DMRT Terhadap pH Pada Daging Ayam	56
Tabel 4. 15	Data Warna Daging Ayam Setelah Dipapari Medan Magnet ELF....	57
Tabel 4. 16	Data Hasil Uji Organoleptik Warna Daging Ayam	58
Tabel 4. 17	Hasil Analisis Kruskal Wallis Pada Warna Daging Ayam	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Penelitian	79
Lampiran 2. Data Hasil Penelitian	81
Lampiran 3. Hasil Uji Faktorial	86
Lampiran 4. Hasil Analisis DMRT	87
Lampiran 5. Hasil Uji Kruskal Wallis.....	92

ABSTRAK

Cormelia, Cindy. 2023. **Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*, Kadar Protein, pH Dan Warna Pada Daging Ayam.** Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing : (I) Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci: Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF), *Escherichia coli*, Kadar Protein, pH, Warna, Daging Ayam

Daging ayam menjadi salah satu bahan pangan yang sering dikonsumsi masyarakat karena kaya akan protein serta mengandung banyak nutrisi yang diperlukan bagi tubuh. Namun daging ayam dapat terkontaminasi oleh bakteri patogen yaitu bakteri *Escherichia coli* yang akan menyebabkan timbulnya penyakit diare. Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap daging ayam dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, kadar protein, pH dan warna pada daging ayam. Metode ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Variasi kerapatan fluks magnet yang diberikan yaitu 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT dengan lama paparan 10 menit, 20 menit dan 30 menit dan jumlah pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dengan kerapatan fluks 1,0 mT selama 30 menit dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* hingga 36×10^7 CFU/ml. Hasil terbaik dalam meningkatkan kadar protein daging ayam terdapat pada kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama paparan 10 menit dimana diperoleh kadar protein sebesar 3,28%. Kerapatan fluks sebesar 1,0 mT dengan lama paparan 30 menit dapat menghambat kenaikan pH daging ayam hingga 5,93. Paparan medan magnet ELF memberikan pengaruh nyata terhadap warna daging ayam dimana semakin tinggi kerapatan fluks magnet dan semakin lama paparan warna merah pada daging ayam semakin memudar.

ABSTRACT

Cormelia, Cindy. 2023. **The Effect of Exposure to *Extremely Low Frequency (ELF)* Magnetic Fields on the Growth of *Escherichia coli* Bacteria, Protein Levels, pH and Color in Chicken Meat.** Thesis. Physics major. Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor : (I) Dr. Drs. Mokhamad Tirono, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Keywords: *Extremely Low Frequency (ELF)* Magnetic Field, *Escherichia coli*, Protein Content, pH, Color, Chicken Meat

Chicken meat is a food ingredient that is often consumed by the public because it is rich in protein and contains many nutrients needed by the body. However, chicken meat can be contaminated with pathogenic bacteria, namely *Escherichia coli* bacteria which will cause diarrheal disease. Exposure of *Extremely Low Frequency (ELF)* magnetic fields to chicken meat can inhibit the growth of these pathogenic bacteria. This study aims to determine the effect of flux density and duration of exposure to *Extremely Low Frequency (ELF)* magnetic fields on the growth of *Escherichia coli* bacteria, protein content, pH value and color in chicken meat. This method was carried out using a *Randomized Block Design (RBD)*. The variations of the magnetic flux density given were 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT with exposure times of 10 minutes, 20 minutes and 30 minutes and the number of repetitions was 3 times. The results of this study indicate that exposure to the ELF magnetic field with a flux density of 1,0 mT for 30 minutes can inhibit the growth of *Escherichia coli* bacteria up to 36×10^7 CFU/ml. The best results in increasing the protein content of chicken meat were found at a flux density of 0,6 mT with an exposure time of 10 minutes where a protein content of 3,28% was obtained. A flux density of 1,0 mT with an exposure time of 30 minutes can inhibit the increase in the pH of chicken meat up to 5,93. Exposure to the ELF magnetic field has a significant effect on the color of chicken meat where the higher the magnetic flux density and the longer the exposure the red color in chicken meat fades.

مستخلص البحث

سيندي، كورمبليا. 2023. تأثير التعرض للمجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) على نمو بكتيريا الإشريكية القولونية ومحتوى البروتين ودرجة الحموضة واللون في لحم الدجاج. البحث الجامعي. قسم الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) الدكتور الحاج محمد تيرونو، الماجستير، (2) الدكتورة ارنا هاستوتي، الماجستير.

الكلمات الأساسية: المجال المغناطيسي ذو التردد المنخفض للغاية (ELF)، الإشريكية القولونية، محتوى البروتين، درجة الحموضة، اللون، لحم الدجاج

لحم الدجاج هو أحد المكونات الغذائية التي غالبًا ما يستهلكها الجمهور لأنه غني بالبروتين ويحتوي على العديد من العناصر الغذائية التي يحتاجها الجسم. ولكن، يمكن أن تلوث لحم الدجاج ببكتيريا الفطريات، وهي بكتيريا الإشريكية القولونية، والتي تسبب الإسهال. إن التعرض للمجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) للحوم الدجاج يمكن أن يمنع نمو هذه البكتيريا المسببة للأمراض. تحدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير كثافة التدفق ومدة التعرض للمجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) على نمو بكتيريا الإشريكية القولونية ومحتوى البروتين وقيمة درجة الحموضة واللون في لحم الدجاج. تم تنفيذ هذه الطريقة باستخدام تصميم المجموعة العشوائية (RAK). الاختلافات في كثافة التدفق المغناطيسي المعطاة هي 0.6 ملي تسلا، 0.7 ملي تسلا، 0.8 ملي تسلا، 0.9 ملي تسلا، 1.0 ملي تسلا مع مدة التعرض 10 دقائق، 20 دقيقة و 30 دقيقة وعدد مرات التكرار 3 مرات. أظهرت النتائج أن التعرض للمجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) بكثافة تدفق 1.0 ملي تسلا لمدة 30 دقيقة يمكن أن تمنع نمو بكتيريا الإشريكية القولونية حتى $10^7 \times 36$ وحدة تشكيل المستعمرات في المليلتر الواحد. تم العثور على أفضل النتائج في زيادة محتوى البروتين في لحم الدجاج بكثافة تدفق 0.6 ملي تسلا مع مدة تعرض مدتها 10 دقائق حيث يكون محتوى البروتين 3.28٪. يمكن أن تمنع كثافة التدفق البالغة 1.0 ملي تسلا مع وقت التعرض لمدة 30 دقيقة زيادة درجة الحموضة للحوم الدجاج حتى 5.93. إن التعرض للمجال المغناطيسي ذي التردد المنخفض للغاية (ELF) له تأثير كبير على لون لحم الدجاج حيث كلما زادت كثافة التدفق المغناطيسي وكلما طال التعرض، يتلاشى اللون الأحمر في لحم الدجاج.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daging ayam adalah salah satu jenis bahan pangan dengan kandungan nutrisi yang seimbang dan diperlukan oleh tubuh (Wijayanti et al., 2013). Pada daging ayam terkandung sumber protein hewani dengan kualitas yang tinggi dan lemak yang rendah serta dianggap sebagai sumber utama asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) dengan konsentrasi n-3 PUFA (Bostami et al., 2017). Protein hewani yaitu sumber protein lengkap yang mengandung semua asam amino esensial. Besar kandungan protein pada daging ayam adalah 18,20 gram (Wijayanti et al., 2013). Selain protein, daging ayam juga mengandung lemak sebesar 25 gram dan setiap 100 gram daging ayam terkandung kalori sebesar 404 Kkal (Wijayanti et al., 2013).

Mayoritas masyarakat Indonesia sendiri sangat menyukai daging ayam. Pada umumnya daging ayam memiliki rasa yang enak, tekstur yang empuk serta aroma yang sedap. Kadar protein yang terkandung pada daging ayam juga sangat tinggi (Kiky et al., 2020). Daging ayam sebagai sumber pangan memiliki beberapa kelebihan lain seperti dapat diproduksi dalam waktu yang relatif singkat sehingga pasokannya cukup tersedia, harga yang relatif murah dan dapat dikonsumsi oleh hampir seluruh kalangan masyarakat. Alasan tersebut yang membuat daging ayam lebih banyak diminati oleh masyarakat daripada daging sapi.

Daging ayam tidak dapat disimpan terlalu lama karena dapat terkontaminasi oleh bakteri yang berbahaya dan mungkin dapat mengakibatkan masalah kesehatan (Bahri et al., 2019). Kontaminasi bakteri pada daging ayam

juga dapat disebabkan oleh kondisi penyimpanan dan lingkungan yang kurang baik (Ramadhani et al., 2020). Salah satu bakteri atau mikroba yang dapat berkembang biak pada daging ayam adalah bakteri *E. coli* atau biasa disebut dengan bakteri *Escherichia coli* (Pratiwi et al., 2022). Keberadaan *Escherichia coli* pada daging ayam sangat dimungkinkan karena sifat fisikokimia daging yaitu pH dan *water activity* (wa) yang mendukung pertumbuhan mikroba tersebut (Kurniati & Shufiyani, 2016). Kandungan gizi pada daging ayam yang tinggi juga akan menjadi media perkembangbiakan dan pertumbuhan yang baik bagi mikroorganisme (Putra, 2015). Oleh karena itu kandungan gizi pada daging ayam akan mempengaruhi mikroorganisme yang hidup didalamnya. Bakteri atau mikroorganisme yang ada pada daging ayam dari waktu ke waktu akan terus mengalami peningkatan yang akan mengakibatkan penurunan kualitas pada daging ayam (Kurniati & Shufiyani, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* biasanya hidup di sistem pencernaan manusia dan hewan (Trisno et al., 2019). Secara fisiologis, *E. coli* dapat bertahan dalam keadaan ekologi yang keras (Rahayu et al., 2018). Bakteri *E. coli* dapat tumbuh dengan baik di air laut, air tawar dan tanah. *Escherichia coli* dapat bertahan dan hidup di dalam tubuh manusia pada tingkat keasaman yang tinggi. Bakteri ini juga dapat bertahan hidup di luar tubuh manusia dan menyebar melalui feses. Adanya bakteri *Escherichia coli* pada daging menunjukkan sanitasi yang kurang baik pada pengelolaan makanan. Daging yang terkontaminasi oleh bakteri ini akan menjadi berlendir dan bau sehingga tidak layak untuk dikonsumsi karena dapat menimbulkan masalah kesehatan.

Sebagai umat islam hendaklah memakan makanan yang tidak hanya halal tetapi juga harus baik dalam segi kualitas, karena makanan yang halal belum tentu baik bagi kesehatan. Anjuran tersebut telah dijelaskan dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 114.

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَّاهُ تَعْبُدُونَ (١١٤)

“Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeqi yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya menyembah kepada-Nya.”

Berdasarkan kitab Tafsir Al-Azhar karya Buya Hamka, lafadz حَلَالٌ (*halal*) pada ayat di atas merujuk pada makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi sesuai dengan syariat Islam, sebagaimana termaktub dalam Al-Qur'an dan hadits. Kemudian lafadz طَيِّبٌ (*baik*) memiliki arti bahwa baik tidak hanya sekedar enak untuk dicicipi tetapi juga baik untuk kesehatan dan memiliki manfaat. Daging ayam adalah makanan halal menurut islam tetapi apabila terkontaminasi dengan bakteri maka tidak layak untuk dimakan karena akan menyebabkan timbulnya penyakit contohnya seperti penyakit diare (Bahri et al., 2019).

Daging ayam dapat terkontaminasi bakteri pada saat proses penyembelihan. Selain itu, proses penjualan yang kurang higienis umumnya pada pasar tradisional juga menjadi penyebab terkontaminasinya daging ayam dengan bakteri. Daging ayam yang diletakkan diudara terbuka terlalu lama juga dapat mendorong pertumbuhan mikroba atau bakteri baik yang bersifat patogen maupun non patogen yang kemudian akan menyebabkan penurunan kualitas pada daging ayam. Oleh karena itu, untuk menghindari kerusakan pada daging ayam maka perlu dilakukan pengawetan agar daging ayam bisa bertahan lebih lama. Proses pengawetan dilakukan dengan tujuan untuk menekan pertumbuhan jumlah bakteri.

Jenis-Jenis teknik pengawetan untuk makanan sangat beragam diantaranya yaitu dengan pendinginan dan pembekuan, pemanasan dan penggunaan bahan kimia. Namun, teknik pengawetan tersebut memiliki kelemahan (Fitri Rahmawati, 2014). Pada proses pendinginan dan pembekuan menggunakan suhu rendah akan mempengaruhi tekstur dan rasa. Bakteri juga tidak dapat dibunuh dengan menggunakan suhu rendah, sehingga apabila daging ayam yang beku dibiarkan mencair maka pertumbuhan bakteri akan berlanjut. Sedangkan pengawetan dengan teknik pemanasan dapat merusak warna, nilai gizi maupun rasa dari daging ayam karena daging ayam peka terhadap suhu tinggi. Bahan kimia yang biasanya digunakan untuk mengawetkan daging adalah k-nitrit dimana jika dikonsumsi berlebihan akan mempengaruhi kemampuan sel darah untuk membawa oksigen (Fitri Rahmawati, 2014). Hal tersebut menjadi alasan untuk menemukan metode alternatif dalam proses pengawetan daging ayam yang tidak merusak rasa, tekstur, nilai gizi dan tidak berbahaya untuk dikonsumsi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas daging ayam agar tetap baik adalah dengan menggunakan teknik pemaparan medan magnet. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa penggunaan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) khususnya dalam bidang pangan memberikan dampak positif, contohnya dalam proses pengawetan makanan (Ridawati et al., 2017). Aplikasi *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields* (ELF-EMF) terbukti dapat mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan bakteri untuk hampir semua strain bakteri dan menyebabkan perubahan morfologi. Medan magnet ELF, meskipun merupakan stresor yang lemah tetapi dapat bekerja secara sinergis dalam proses dekontaminasi bakteri (Inhan-Garip et al., 2011).

Penurunan jumlah koloni bakteri sebanding dengan bertambahnya kuat medan magnet (Dwi et al., 2013). Penurunan kelangsungan hidup sel ini dijelaskan oleh korelasi antara induksi medan magnet dan perubahan fisiologi sel, metabolisme, dan morfologi. Terbukti bahwa paparan medan magnet dikaitkan dengan disintegrasi dinding sel, ekstrusi isi sitoplasma, retraksi sitoplasma, membrane dan blebbing, pembentukan radikal bebas dan oksigen reaktif serta peningkatan permeabilitas saluran ion di membran sitoplasma yang akan mempengaruhi transportasi ion ke dalam sel (Mousavian-Roshanzamir & Makhdoumi-Kakhki, 2017). Peningkatan *Reactive Oxygen Species* (ROS) akibat induksi ELF-EMF akan mempengaruhi sintesis makromolekul dan menyebabkan kerusakan protein dengan demikian maka laju pertumbuhan dari bakteri akan menurun (Inhan-Garip et al., 2011).

Penelitian pengaruh dari *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields* (ELF-EMF) pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* telah dilakukan oleh Ece Bayir, dkk (2015). Kultur bakteri dalam media dipapar ELF-EMF homogen sinusoidal dengan kerapatan fluks magnet 2 dan 4 mT. Setiap kerapatan fluks untuk setiap bakteri digabungkan dengan tiga frekuensi yang berbeda (20, 40 dan 50 Hz), dan empat waktu paparan yang berbeda (1, 2, 4 dan 6 jam). Sampel yang terpapar ELF-EMF menunjukkan penurunan yang signifikan secara statistik dibandingkan dengan kontrolnya dalam kemampuan pembentukan koloni, terutama pada waktu paparan yang lama. Paparan ELF-EMF sebesar 4 mT dengan frekuensi 20 Hz selama 6 jam menghasilkan penghambatan maksimum untuk kedua jenis bakteri dibandingkan dengan kontrol yaitu 95,2% untuk *S. aureus* dan 85% untuk *E. coli*.

Pada penelitian Sudarti (2016) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet ELF dengan kerapatan fluks $646,7 \mu T$ dan lama pemaparan 30 menit dapat menurunkan populasi bakteri *Salmonella typhimurium* pada gado-gado yaitu sebanyak 56% pada bumbu gado-gado dan 17 % pada sayuran gado-gado. Kematian bakteri ini disebabkan karena medan magnet mampu merusak struktur sel pada bakteri misalnya seperti membrane sel. Fojt et al. (2014) melaporkan bahwa pemaparan medan magnet ELF dengan frekuensi 50 Hz dan intensitas sebesar 10 mT kurang dari 30 menit dapat menurunkan unit pembentuk koloni pada *Escherichia coli*, *Leclercia adecarboxylata* and *Staphylococcus aureus*.

Berdasarkan uraian dari hasil penelitian sebelumnya, penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai inaktivasi bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam dengan menggunakan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan variasi kerapatan fluks magnet dan lama pemaparan dan juga dilakukan pengujian kadar protein, pH serta analisis warna untuk mengetahui kualitas daging ayam setelah diberi perlakuan. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan medan magnet ELF dengan kerapatan fluks dibawah 0.5 mT yaitu sebesar $409,7 \mu T$ menghasilkan penurunan jumlah koloni bakteri yang masih rendah dengan efektivitas penghambatan sebesar 31.58 % (Sudarti et al., 2014). Oleh karena itu pada penelitian ini akan digunakan kerapatan fluks sebesar 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT dan 1,0 mT.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*?
2. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar protein pada daging ayam?
3. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pH pada daging ayam?
4. Bagaimana pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap warna pada daging ayam?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.
2. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kadar protein pada daging ayam.
3. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pH pada daging ayam.

4. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap warna pada daging ayam.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adaah sebagai berikut:

1. Sebagai informasi mengenai pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, kadar protein, pH dan warna pada daging ayam.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu metode alternatif dalam pengawetan daging ayam.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel dari penelitian ini adalah daging ayam yang dipapari dengan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF).
2. Bakteri yang digunakan hanya bakteri *Escherichia coli*.
3. Data yang diambil pada penelitian ini antara lain adalah jumlah koloni bakteri, kadar protein, pH dan warna daging ayam.
4. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang dipakai bersumber dari kumparan Helmholtz dengan variasi kerapatan fluks sebesar 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT dan 1,0 mT.
5. Kadar protein diuji menggunakan metode biuret.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

Medan magnet adalah area di sekitar magnet ataupun benda magnetis dimana gaya magnet dapat dirasakan. Semakin jauh jarak sumber magnet maka semakin kecil gaya magnet yang akan diterima. Medan magnet mempunyai sifat tidak terhalang dan kemampuan untuk menembus benda penghalang misalnya pepohonan, tembok bangunan dan tubuh manusia (Sari et al., 2015). Medan magnet dapat dihasilkan dari sebuah muatan listrik q yang bergerak dengan kecepatan v . Besar medan magnet yang dihasilkan pada jarak r dari muatan bergerak q adalah (Fuhaid et al., 2011) :

$$B_r = \frac{\mu_0 q (v \times \hat{r})}{4\pi r^2} \quad (2.1)$$

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) adalah suatu gelombang elektromagnetik (Kanza et al., 2020). Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang tidak membutuhkan medium perantara. Karakteristik medan magnet ELF antara lain sebagai berikut (Kanza et al., 2020):

1. Bersifat *non-ionizing* dan tak terhalangi. *Non-ionizing* artinya radiasi dari medan magnet ELF tidak akan menimbulkan ionisasi.
2. Memiliki frekuensi rendah yaitu antara 0 sampai 300 Hz.
3. Energi medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) relatif kecil ketika kerapatan fluks yang digunakan kecil, sedangkan ketika kerapatan fluks yang digunakan besar maka energi medan magnet ELF juga semakin besar.

$$U = energi = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} Al \quad (2.2)$$

Dimana, U : Energi medan magnet (Joule)

B : Kerapatan medan magnet (T)

A : Luas penampang (m^2)

l : Panjang kumparan (m)

μ_0 : Permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^7 Wb/Am$)

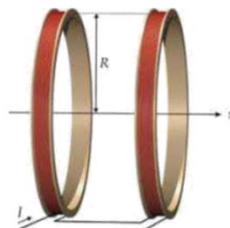
Medan magnet ELF dapat diperoleh secara buatan ataupun alami. Aliran listrik pada alat elektronik berfungsi sebagai sumber medan magnet buatan, sedangkan magnet bumi berfungsi sebagai sumber medan magnet alami. Kuat medan magnet yang dihasilkan dari peralatan elektronik akan berbanding lurus dengan besarnya arus yang dialirkan. Medan magnet dan listrik tidak saling kebergantungan, sehingga dapat dihitung secara terpisah besarnya medan magnet dan listrik yang ditimbulkan oleh aliran listrik. Semakin dekat jarak sumber penghantar maka nilai kuat medan magnet juga akan semakin besar begitupun sebaliknya (Lutfiana et al., 2018).

Ketika medan magnet ELF mengenai makhluk hidup maka akan terjadi gangguan kinerja pada metabolisme tubuh. Jika vektor-vektor dalam medan magnet berada di atas rata-rata untuk waktu yang cukup lama dan terus berkelanjutan, maka akan menyebabkan tidak normalnya perkembangan, pertumbuhan dan koordinasi atau fungsi antar sel (Seniari & Dharma, 2021). Efek biologis yang ditimbulkan oleh medan magnet ELF akan mengakibatkan laju pertumbuhan sel yang berubah. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya efek permeabilitas yang terdapat pada saluran ion membran. Pertumbuhan sel yang berubah menyebabkan organisme mengalami perubahan biologis (Nurhasanah et al., 2018).

Medan magnet ELF digunakan secara luas di berbagai bidang, termasuk bidang makanan. Kemampuan medan magnet ELF untuk membunuh bakteri dikaitkan dengan hal ini (Nurhasanah et al., 2018). Paparan medan magnet ELF akan menyebabkan suhu makanan naik, namun kenaikan ini masih di bawah suhu pengolahan termal, sehingga tidak terjadi penurunan kualitas. Semakin besar paparan medan magnet, semakin banyak jumlah mikroba yang berkurang. Efek paparan medan magnet secara langsung mempengaruhi aktivitas metabolisme sel mikroba (Mina et al., 2018). Medan magnet ELF dapat dijadikan sebagai salah satu penemuan yang bisa menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan sedikit efek tanpa mempengaruhi sifat fisik dan sensorik makanan (Hasanah, 2018).

2.2 Medan Magnet Pada Kumparan Helmholtz

Kumparan Helmholtz adalah dua buah kumparan yang dihubungkan secara seri dan dialiri arus listrik yang dapat menghasilkan medan magnetik. Kuat medan magnet dari kumparan Helmholtz berbanding terbalik dengan jarak antara kedua kumparan dan berbanding lurus dengan arus yang mengalir dan jumlah lilitan (Ardiyani & Salomo, 2015). Besarnya medan magnet sepanjang sumbu x di pusat kumparan dapat diuraikan dengan menggabungkan dua penyelesaian tentang Hukum Biot-Savart untuk kawat melingkar berupa lilitan (Hawa, 2011).



Gambar 2. 1 Rangkaian Kumparan Helmholtz

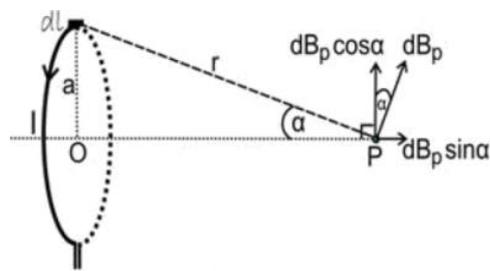
(Sumber: Hawa, 2011)

Persamaan Hukum Biot Savart dapat digunakan untuk menentukan besarnya medan magnet yang ada di sepanjang pusat kawat melingkar di titik O (Mikrajuddin Abdullah, 2017) :

$$dB_p = \frac{\mu_0 I dl \times \hat{r}}{4\pi r^2} \quad (2.3)$$

$$dB_p = \frac{\mu_0 I dl \sin 90^\circ}{4\pi r^2} \quad (2.4)$$

$$dB_p = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \quad (2.5)$$



Gambar 2. 2 Komponen-komponen perhitungan pada kawat melingkar berarus

(Sumber: Mikrajuddin Abdullah, 2017)

Berdasarkan gambar 2.2 maka komponen y ($dB_p \cos a$) tegak lurus terhadap sumbu kawat melingkar. Komponen y akan saling meniadakan sehingga hanya terfokus pada komponen x yaitu $\sin a$:

$$dB_{px} = dB_p \sin a \quad (2.6)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin a \quad (2.7)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi r^2} dl \quad (2.8)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi r^3} dl \quad (2.9)$$

Menurut teorema Pythagoras:

$$r = \sqrt{x^2 + a^2} \quad (2.10)$$

Oleh karena itu:

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2+a^2})^3} dl \quad (2.11)$$

$$B_{px} = \oint dB_{px} \quad (2.12)$$

$$dB_{px} = \oint \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2+a^2})^3} dl \quad (2.13)$$

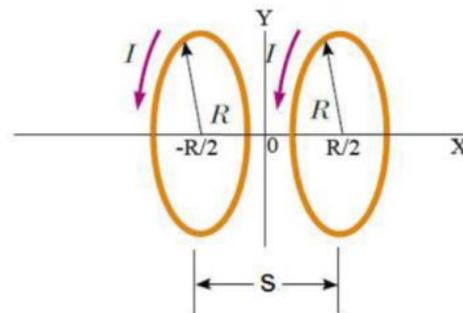
$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2+a^2})^3} \oint dl \quad (2.14)$$

$$dB_{px} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(\sqrt{x^2+a^2})^3} 2\pi a \quad (2.15)$$

Maka, induksi magnet sepanjang sumbu x di pusat kawat lingkaran dengan lilitan N yaitu :

$$B_{px} = \frac{N\mu_0 I a^2}{2(x^2+a^2)^{3/2}} \quad (2.16)$$

Kumparan Helmholtz dibuat dengan dua kumparan paralel dengan ukuran dan bentuk yang sama. Medan magnet di titik P adalah jumlah dari masing-masing kumparan jika titik P digunakan sebagai acuan di tengah kumparan (Prasetyo, 2020).



Gambar 2. 3 Komponen penyusun kumparan Helmholtz yang terpisah dengan jarak S

(Sumber: Prasetyo, 2020)

Dari gambar 2.3 maka besarnya medan magnet pada sumbu x dijelaskan oleh persamaan:

$$B = \frac{N\mu_0 I R^2}{2} \left[\frac{1}{\left(\left(x+\frac{s}{2}\right)+R^2\right)^{3/2}} + \frac{1}{\left(\left(x-\frac{s}{2}\right)+R^2\right)^{3/2}} \right] \quad (2.17)$$

(Prastio, 2015).

2.3 Daging Ayam

Daging adalah salah satu produk peternakan yang merupakan pemasok protein hewani paling besar di Indonesia (Kiky et al., 2020). Daging ayam merupakan sumber yang baik dari beberapa mineral dan vitamin (Kralik et al., 2018). Daging ayam mengandung banyak natrium, kalsium, fosfor dan magnesium. Daging ayam juga mengandung zat besi. Zat besi diperlukan untuk pembentukan hemoglobin, untuk pencegahan anemia serta untuk aktivitas otot yang normal. Kalsium dan fosfor penting untuk kesehatan tulang dan gigi. Natrium adalah elektrolit, dan magnesium penting untuk sintesis protein dan aktivitas otot. Kandungan vitamin paling tinggi pada daging ayam adalah vitamin B3 atau niasin. Selain itu kandungan vitamin B6 dan A juga lebih tinggi dibanding dengan jenis daging lain (Kralik et al., 2018).

Daging ayam merupakan bahan makanan yang mudah membusuk atau rusak. Kerusakan pada daging ayam disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan kimia, benturan fisik dan aktivitas mikroba (Afrianti et al., 2013). Mikroorganisme yang sering mencemari daging ayam yaitu bakteri. Bakteri akan tumbuh dan berkembang sangat baik pada daging ayam karena daging ayam memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi (Putra, 2015). Hal tersebutlah yang akan menyebabkan daging ayam cepat membusuk. Saat daging ayam mengalami pembusukan maka akan terjadi dekomposisi protein oleh bakteri (Putra, 2015).

Batas maksimum cemaran jumlah mikroba pada daging ayam adalah 1×10^6 CFU/ml (Hajrawati et al., 2016).

2.4 Bakteri

Bakteri adalah organisme mikroskopis dengan satu sel yang dapat ditemukan dalam jumlah yang banyak. Bakteri tidak memiliki membrane inti sel (prokariot) dan tidak mempunyai klorofil (Rini & Rochmah, 2020). Secara umum, bakteri memiliki struktur sebagai berikut: DNA, granula penyimpanan, dinding sel, membran plasma, sitoplasma, dan ribosom (Levinson et al., 2020).

1) Dinding sel

Komponen terluar yang dimiliki oleh semua bakteri adalah dinding sel. Dinding sel terdiri dari peptidoglikan dan letaknya di luar membran sitoplasma.

2) Membran plasma

Membran sitoplasma, yang terdiri dari bilayer fosfolipid, terletak tepat di dalam lapisan peptidoglikan dinding sel. Membran plasma memiliki empat fungsi utama:

1. Transpor aktif molekul ke dalam sel
2. Produksi prekursor untuk dinding sel
3. Produksi energi melalui oksidatif fosforilasi
4. Sekresi enzim dan toksin

3) Sitoplasma (cairan sel)

Cairan yang mengisi sel dan mengandung berbagai zat koloid disebut sitoplasma. Proses metabolisme sel berlangsung di sitoplasma. Melalui mikroskop elektron, dua daerah berbeda di sitoplasma dapat terlihat:

1. Matriks yang amorf dan mengandung plasmid, nutrient granula, metabolit, dan ribosom.

2. Daerah nukleoid bagian dalam yang terdiri dari DNA.

4) Ribosom

Ribosom adalah suatu partikel sitoplasma yang padat dan memiliki ukuran kecil. Ribosom memiliki fungsi sebagai tempat protein.

5) DNA

Nukleoid adalah area sitoplasma di mana DNA berada. Berbeda dengan DNA eukariotik, yang mengandung intron, DNA bakteri tidak memiliki intron signifikan.

6) Granula

Beberapa jenis granula dapat ditemukan di sitoplasma. Granula memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan nutrisi.

Bakteri merupakan makhluk uniseluler yang memiliki ukuran mikroskopis (Boleng, 2015). Bakteri adalah organisme mikroskopis dengan hanya satu sel. Bakteri adalah contoh makhluk hidup mikroskopis yang tidak dapat dilihat dengan mata langsung. Pengamatan morfologi dan struktur halus yang terdapat pada sel bakteri dapat dilakukan dengan bantuan alat mikroskop. Bakteri memiliki tubuh yang ukurannya sangat kecil berkisar dari 0,12 mikron hingga ratusan mikron dan memiliki berbagai bentuk, termasuk basil (batang), kokobasil (bulat dan batang), spirillum (spiral), vibrio (tanda baca koma), kokus (bulat). Adanya makhluk kecil seperti bakteri telah disebutkan dalam QS. Al-Baqarah ayat 26 yang berbunyi :

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ
 مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا
 يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ (٢٦)

“Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka. Dan adapun mereka yang kafir mengatakan : "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik.” (QS.Al-Baqarah : 26)

Berdasarkan kitab Tafsir Fathul Qadir karya Ash-Syaukani, ayat diatas menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan makhluk hidup yang lebih rendah dari nyamuk. Pada lafadz *فَمَا فَوْقَهَا* (*yang lebih rendah dari itu*) memiliki makna yaitu apa yang lebih kecil dibandingkan nyamuk dari segi makna dan fisik, mengingat nyamuk adalah makhluk kecil dan tidak berarti (Asy-syaukani, 2008). Menurut Ahmad Mustafa al-Maraghi lafadz *fama fauqaha* maknanya adalah sesuatu yang tampak lebih kecil dari nyamuk. Maksudnya adalah sesuatu yang hanya bisa dilihat dengan alat pembesar atau mikroskop, salah satunya adalah bakteri. Bakteri tersebut tidak bisa dilihat dengan mata telanjang dan hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop. Penafsiran Mustafa al-Maraghi tersebut mengandung isyarat bahwa al-Quran telah memberikan informasi tentang keberadaan hewan-hewan kecil yang tidak bisa dilihat dengan mata telanjang contohnya adalah bakteri.

Dalam QS. Al-Baqarah ayat 26 Allah memberi petunjuk kepada manusia dari perumpamaan *“berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu”*. Semua makhluk yang ada di alam semesta ini Allah ciptakan tidak semata-mata hanya

untuk melengkapi isi langit dan bumi. Tetapi Allah menciptakan segala sesuatu untuk memberikan manfaat atau hikmah bagi semua makhluk-Nya. Manusia diperintahkan untuk menuntut ilmu agar mereka mempelajari segala yang telah Allah ciptakan. Penciptaan bakteri menjadi jalan atau petunjuk bagi manusia untuk dapat meneliti terkait manfaat, penyakit yang dapat ditimbulkan, serta solusi pengobatannya.

Secara umum, pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan tersebut misalnya adalah suhu atau temperature, pH dan nutrisi (Rini & Rochmah, 2020). Berdasarkan pada suhu lingkungan tempat hidupnya, bakteri dibedakan menjadi 3 golongan yaitu bakteri psikrofilik (-5-30°C), bakteri mesofilik (10-45 °C) dan bakteri termofilik (25-80 °C). pH pada medium biakan akan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan bakteri, dimana bakteri pathogen memiliki pH optimum 7,2-7,6. Bakteri memerlukan lingkungan yang lembab dengan kadar air bebas antara 0,90 sampai 0,999. Nutrisi diperlukan bakteri untuk pertumbuhan sel dan sebagai sumber energi. Oleh karena itu kekurangan sumber nutrisi akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri (Rini & Rochmah, 2020).

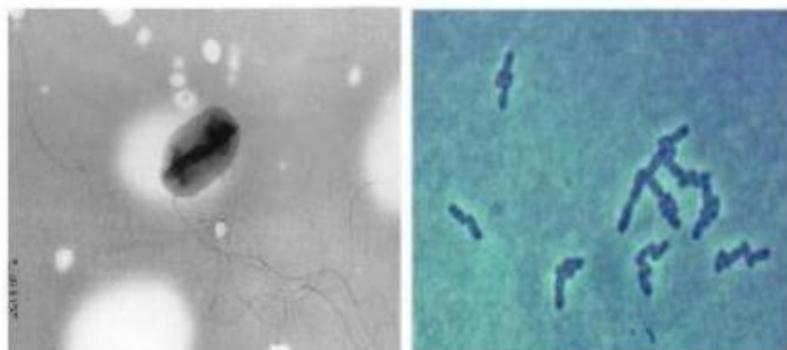
2.5 Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri gram-negatif, berbentuk batang dan bersifat tidak menghasilkan spora serta fakultatif anaerob. Koloni *Escherichia coli* berbentuk bulat, halus, cembung dengan tepi yang nyata. Strain bakteri *Escherichia coli* meliputi EIEC (*Enteroinvasive Escherichia coli*), ETEC (*Enterotoxigenic Escherichia coli*), EPEC (*Enteropathogenic Escherichia coli*), EHEC (*Enterohemorrhagic Escherichia coli*) dan EAEC (*Enteroadgregative*

Escherichia coli). Berikut ini adalah klasifikasi dari bakteri *Escherichia coli* (Sutiknowati, 2016):

Kingdom : *Bacteria*
Filum : *Proteobacteria*
Kelas : *Gamma Proteobacteria*
Ordo : *Enterobacteriales*
Famili : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*

Sel *Escherichia coli* memiliki panjang 2,0-6,0 m, tersusun tunggal berpasangan. *Escherichia coli* berkembang pada suhu antara 10 sampai 40°C dengan suhu ideal 37°C. pH ideal untuk perkembangan bakteri *Escherichia coli* adalah 7,0 sampai 7,5 (Rahayu et al., 2018). *Escherichia coli* sangat sensitif terhadap suhu panas. Ketika terkena panas maka protein dalam sel akan rusak dan membuat bakteri tidak dapat hidup kembali (Sutiknowati, 2016).



Gambar 2. 4 Bentuk Bakteri *Escherichia coli*

(Sumber: Rahayu et al., 2018)

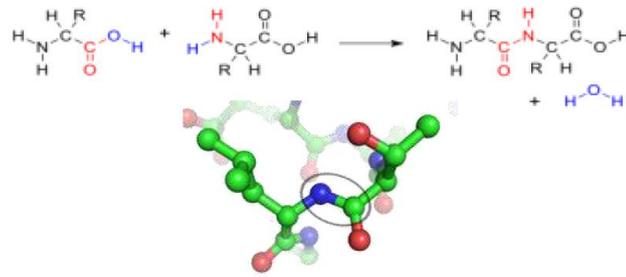
Di dalam tubuh manusia, *Escherichia coli* dapat hidup dan bertahan pada tingkat pH (keasaman) yang tinggi (Rahayu et al., 2018). Bakteri ini juga dapat

bertahan hidup dan berkembang biak di luar tubuh serta dapat disebarkan melalui feses. Kedua lingkungan ini sangat berlawanan. Sistem pencernaan manusia adalah lingkungan yang agak stabil, hangat, anaerobik, dan kaya suplemen. Sementara itu, kondisi ekologi di luar sistem pencernaan bisa sangat berbeda yaitu aerobik, jauh lebih dingin dan mengandung lebih sedikit suplemen. Waktu generasi dari bakteri *E. coli* berkisar antara 30-87 menit dan bergantung pada suhu. Waktu generasi adalah waktu bagi *E. coli* untuk membelah diri menjadi dua kali lipat. Waktu generasi terpendek untuk *E. coli* adalah 30 menit dan suhu ideal untuk perkembangannya adalah 37°C (Rahayu et al., 2018).

2.6 Protein

Berdasarkan berat keringnya, protein adalah senyawa alami yang paling banyak ditemukan dalam tubuh makhluk hidup (Subandiyono & Sri, 2016). Ikatan peptida menghubungkan sejumlah besar asam amino rantai panjang sehingga tersusun protein. Kandungan dalam protein antara lain adalah nitrogen (12-19%, dengan asumsi rata-rata 16%), belerang (0-2%), karbon (50-55%), oksigen (22-26%), dan hidrogen (1-6%) (Subandiyono & Sri, 2016).

Protein merupakan salah satu bahan makronutrien (Wahjuni, 2014). Protein di dalam tubuh memiliki peran dalam sistem saraf, sistem pertahanan tubuh (zat imun/antibodi), metabolisme (hormon), pengangkutan oksigen (hemoglobin), dan reaksi biokimia. Molekul protein tersusun dari beberapa asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Gambar di bawah menggambarkan struktur ikatan peptida.



Gambar 2. 5 Struktur Ikatan Peptida

(Sumber: Lena Jeane, 2021)

Aktivitas biologis dan struktur fisik dari makromolekul protein sangat mudah mengalami perubahan. Beberapa faktor yang dapat mengubah sifat-sifat tersebut meliputi pH, panas, pelarut alami, logam berat, garam dan radiasi dari radioaktif (Lena Jeane, 2021). Sebagian besar makromolekul protein larut dalam air, tetapi dalam pelarut lemak tidak dapat larut secara efektif misalnya seperti etil eter. Ketika garam ditambahkan ke protein, solvabilitasnya akan berkurang. Setelah itu, dalam bentuk endapan protein akan terpisah. Protein mengalami denaturasi atau penggumpalan saat terkena panas (Lena Jeane, 2021).

2.7 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan satuan ukur yang menjelaskan tentang tingkat kadar alkali atau keasaman dari sebuah larutan. Skala ukur untuk pH yaitu antara 0 sampai 14. Definisi lain dari pH adalah logaritma umum negatif dari aktivitas ion Hidrogen dalam larutan, yang dapat dinyatakan melalui persamaan 2.16 (Astria et al., 2014).

$$pH = -\log[H^+] \quad (2.16)$$

Jika konsentrasi $[OH^-]$ lebih tinggi dari $[H^+]$, maka bahan bersifat basa dan memiliki pH lebih dari 7. Sedangkan ketika konsentrasi $[H^+]$ lebih tinggi dari $[OH^-]$, maka bahan bersifat asam dan memiliki pH kurang dari 7 (Astria et al., 2014).

Derajat keasaman (pH) adalah indikator penting yang digunakan untuk menentukan kualitas fisik daging (Hajrawati et al., 2016). pH pada daging hewan potong sesudah disembelih berkisar antara 6,7 sampai 8. Kualitas dan tingkat keawetan daging sangat dipengaruhi oleh pH, yang berkaitan erat dengan keadaan bakteri atau mikroba dalam daging (Hajrawati et al., 2016) Daging dengan struktur terbuka memiliki pH antara 5,1 hingga 6,1, sedangkan daging dengan pH 6,2 hingga 7,2 memiliki struktur tertutup atau padat dan lebih berpeluang untuk mikroorganismenya berkembang (Wicaksono et al., 2015).

2.8 Interaksi Medan Magnet dengan Sel Hidup

Medan magnet dapat memberikan efek atau pengaruh pada sistem fisiologis makhluk hidup termasuk bakteri ataupun mikroba (Alfiyah, 2012). Kuat medan magnet dan lama waktu paparan pada sel akan menentukan besar kecilnya pengaruh tersebut. Ketika sel ditempatkan pada daerah kelistrikan maka potensial kimia dan listrik pada membran sel akan mempengaruhi aliran ion yang melalui saluran protein (Hasanah, 2018)..

Strain bakteri yang berbeda dipengaruhi oleh medan magnet beresilasi selama fase lag pertumbuhan. Hal tersebut akan menyebabkan perubahan biologis misalnya pada pertumbuhan sel, jumlah transkripsi protein dan RNA serta sifat permukaan dari sel. Membran plasma pada sel bakteri akan berinteraksi dengan medan magnet melalui media interaksi dimana akan berpengaruh pada jalur transduksi sinyal dan aktivitas enzim (Hasanah, 2018).

Ketika bakteri diberi paparan medan magnet maka akan terjadi transfer energi dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung protein, karbohidrat, garam-garam contohnya Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Sadidah et al., 2015). Kecepatan dan

aliran ion seperti Ca^{2+} yang melintasi membran sel akan meningkat sebagai akibat adanya transfer energi menjadi ion. Efek medan magnet dari area interaksi akan dibawa oleh ion-ion menuju ke organ lain yang menyebabkan rusaknya protein sel. Oleh karena itu, proses metabolisme didalam sel menjadi terhambat dan akan mengakibatkan kematian sel.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan disusun atas dua faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu kerapatan fluks magnet sebesar 0,6 mT (R1), 0,7 mT (R2), 0,8 mT (R3), 0,9 mT (R4), 1,0 mT (R5) dan faktor kedua merupakan lama waktu pemaparan yaitu 10 menit (M1), 20 menit (M2), 30 menit (M3). Setiap percobaan diulang 3 kali dengan ulangan dijadikan sebagai kelompok. Dalam penelitian ini terdapat lima belas perlakuan yang dicoba :

Tabel 3. 1 Faktor Pengujian

Kerapatan Fluks Magnet	Lama Pemaparan		
	M1	M2	M3
R1	R1M1	R1M2	R1M3
R2	R2M1	R2M2	R2M3
R3	R3M1	R3M2	R3M3
R4	R4M1	R4M2	R4M3
R5	R5M1	R5M2	R5M3

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 hingga Januari 2023 di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

1. Kumparan Helmhotz
2. Power Supply
3. Multimeter Digital
4. Teslameter
5. Kabel Penghubung
6. Spektrofotometer UV-Vis
7. Inkubator
8. Jarum Ose
9. Laminar Air Flow
10. Bunsen
11. Botol Flakon
12. Tabung Reaksi
13. Blue Tip
14. Korek Api
15. Cawan Petri
16. Gelas Ukur
17. Beaker Glass
18. Mikropipet
19. Timbangan Analitik
20. Coloni Counter
21. Erlenmeyer
22. Autoklaf

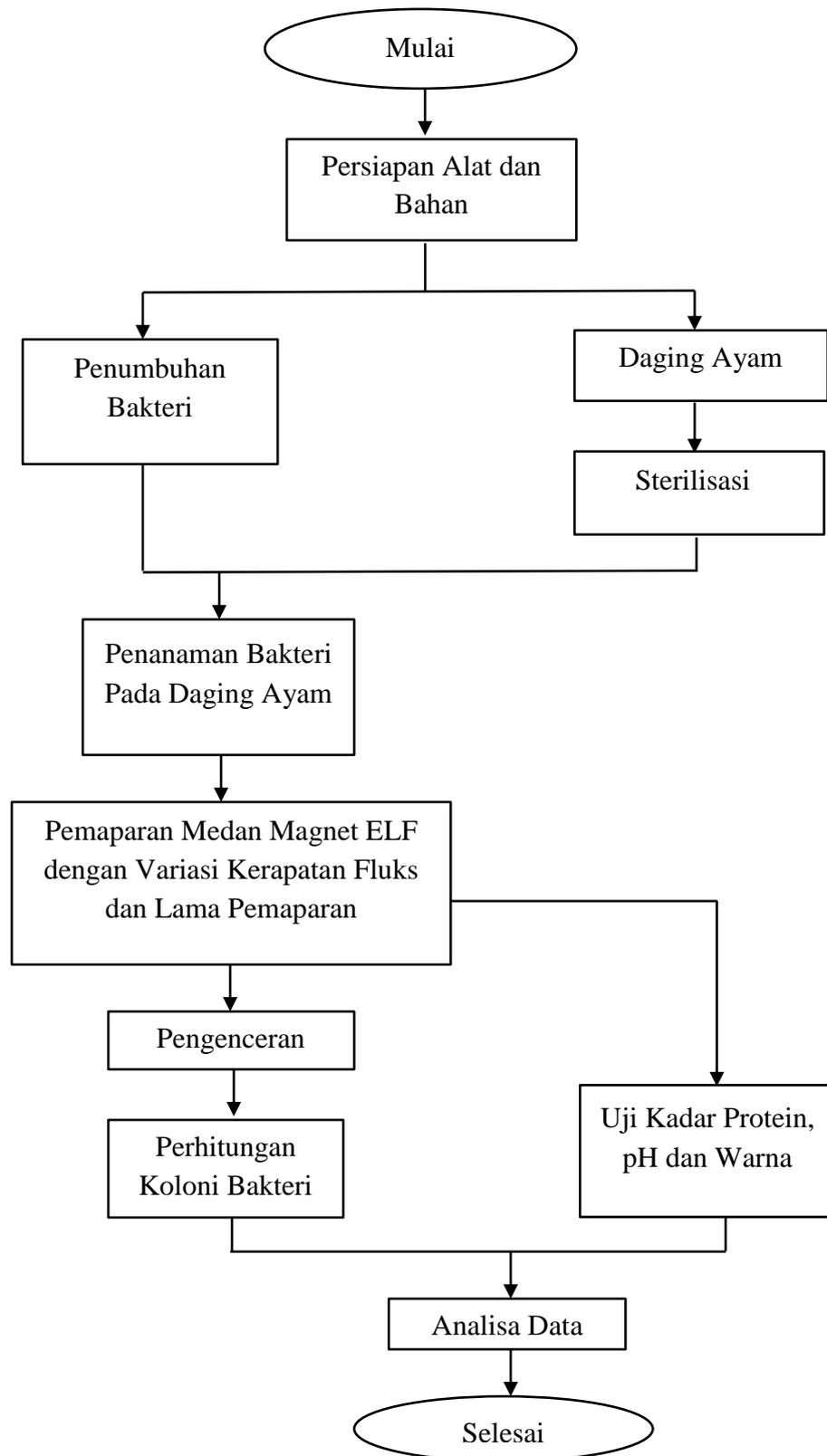
23. Pengaduk Kaca
24. Rak Tabung Reaksi
25. Pinset
26. Hot Plate
27. Vortex Mixer
28. Magnetic Stirrer
29. pH Meter
30. Spidol

3.3.2 Bahan

1. Bakteri *Escherichia Coli*
2. Media PCA (*Plate Count Agar*)
3. Media NA (*Nutrient Agar*)
4. Media NB (*Nutrient Broth*)
5. Daging Ayam (bagian dada)
6. Aquades
7. Alkohol 70%
8. Plastik
9. Tisu
10. Spiritus
11. Kapas
12. Karet Gelang
13. Aluminium Foil
14. Plastik Wrap
15. Reagen Biuret

16. Serum Albumin (BSA)
17. NaCl 0,9 %
18. Kertas

3.4 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi

Peralatan yang akan digunakan untuk penelitian disterilisasi terlebih dahulu dengan cara dibungkus menggunakan kertas aluminium foil lalu dimasukkan ke dalam autoklaf. Diatur suhu pada temperature 121°C dan tekanan pada 15 psi. Sterilisasi dilakukan selama 15 menit. Alat-alat yang tidak tahan terhadap suhu tinggi disterilisasi dengan alkohol 70%. Sampel daging ayam yang akan ditumbuhi bakteri *Escherichia coli* juga harus disterilisasi.

3.5.2 Pembuatan Media NA (*Nutrien Agar*)

1. Ditambahkan 250 ml larutan aquades pada 5 gram media NA, kemudian dipanaskan sampai homogen di atas hot plate.
2. Media NA selanjutnya disterilkan di dalam autoklaf.
3. Dimasukkan 5 ml media NA yang telah dihomogenkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian sisanya ditempatkan dalam tabung erlenmeyer dan ditutup dengan menggunakan kapas.
4. Dimiringkan tabung reaksi setelah menempatkan media NA di dalamnya.

3.5.3 Pembuatan Media NB (*Nutrien Broth*)

1. Ditambahkan 150 ml larutan aquades pada 1,2 gram media NB, kemudian dipanaskan sampai homogen di atas hot plate.
2. Dimasukkan 50 ml media NB yang telah dihomogenkan ke dalam botol, kemudian ditutup botol dengan menggunakan kapas.
3. Media NB selanjutnya disterilkan di dalam autoklaf.

3.5.4 Pembuatan Media PCA (*Plate Count Agar*)

1. Ditambahkan 150 ml larutan aquades pada 3,375 gram media PCA kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer. Setelah itu dipanaskan sampai homogen di atas hot plate.
2. Media PCA disterilkan di dalam autoklaf.

3.5.5 Penumbuhan Bakteri *Escherichia coli*

1. Dengan menggunakan jarum inokulasi lurus, bakteri diinokulasi secara aseptik pada permukaan media miring (NA miring) dalam arah lurus dari bawah ke atas.
2. Selama 24 jam, biakan/kultur diinkubasi pada suhu 37°C dalam inkubator.

3.5.6 Penanaman Bakteri *Escherichia coli* ke Daging Ayam

1. Dimasukkan 1 ose kultur bakteri yang tumbuh pada media NA ke dalam botol yang telah berisi media NB sebanyak 15 ml dan diinkubasi selama 24 jam.
2. Setelah bakteri tumbuh, potongan daging ayam dengan ukuran 3×2×1 cm³ dimasukkan ke dalam media NB.

3.5.7 Perlakuan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)*

1. Sumber medan magnet yang dipakai merupakan kumparan Helmholtz yang dihubungkan dengan catu daya/*power supply*.
2. Medan magnet yang dihasilkan dari kumparan Helmholtz terdiri dari dua kumparan yang masing-masing terdiri dari 1000 lilitan kawat tembaga dengan ukuran diameter kawat 1 mm.

3. Kumparan memiliki jari-jari sebesar 200 mm dengan ketebalan 25 mm. Kedua kumparan ditempatkan dan disusun dengan jarak 200 mm antara kumparan satu dengan yang lainnya.
4. Sampel daging ayam diletakkan ditengah-tengah kumparan Helmholtz untuk diberikan paparan medan magnet.
5. Variasi kerapatan fluks paparan medan magnet yaitu 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT dan 1,0 mT dengan frekuensi sebesar 50 Hz.
6. Kerapatan fluks medan magnet diatur pada tingkat yang diinginkan dengan menyesuaikan kuat arus.
7. Pemaparan medan magnet dilakukan dalam waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit
8. Bakteri pada daging ayam dibiakkan dan selama 2 jam diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C setelah dilakukan paparan medan magnet.

3.5.8 Pengenceran

1. Sampel daging ayam yang telah diberi perlakuan paparan medan magnet dimasukkan kedalam botol flakon yang berisi 10 ml larutan NaCl 0,9%.
2. Divorteks botol flakon untuk melepas bakteri dari sampel daging ayam selama 1 menit.
3. Diambil suspense dari botol flakon sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan kedalam botol flakon steril yang telah berisi larutan aquades sebanyak 9 ml dan ditandai 10^{-1} (pengenceran pertama).
4. Diambil 1 ml suspensi 10^{-1} yang sudah homogen lalu dimasukkan kedalam 9 ml larutan aquades pada botol flakon dan diberi tanda 10^{-2} (pengenceran kedua).

5. Dilakukan pengenceran ketiga dengan mengambil 1 ml sampel hasil pengenceran kedua (10^{-2}) lalu dimasukkan kedalam 9 ml larutan aquades pada botol flakon.
6. Proses pengenceran diulangi sampai ke pengenceran 10^{-7} .
7. Suspense hasil pengenceran 10^{-7} diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan kedalam cawan petri yang sudah steril. Selanjutnya dituangkan media PCA sebanyak 15 ml sebagai media hidup lalu dihomogenkan.
8. Seluruh proses pengenceran dilakukan didekat api bunsen (secara aseptis).
9. Setelah media membeku, cawan petri kemudian diletakkan secara terbalik (bagian tertutup berada dibawah) dan di inkubator selama 24 jam pada temperature 37°C .

3.6 Teknik Pengumpulan Data

3.6.1 Perhitungan Koloni Bakteri

Diletakkan cawan petri diatas *coloni counter* untuk menghitung koloni bakteri. Beri tanda koloni yang sudah dihitung dengan menggunakan spidol untuk menghindari terjadinya kesalahan. Perhitungan ulang dilakukan dengan menggunakan *hand counter*. Dicatat jumlah bakteri yang telah dihitung pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pengolahan Data Jumlah Koloni Bakteri

Perlakuan		Jumlah Koloni Bakteri (10^7 CFU/ml)			Jumlah Rata-Rata (10^7 CFU/ml)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
Kontrol					
0,6	10				
	20				
	30				
0,7	10				
	20				
	30				
0,8	10				
	20				
	30				
0,9	10				
	20				
	30				
1,0	10				
	20				
	30				

3.6.2 Pengukuran Kadar Protein

1. Larutan protein sebanyak 4 ml ditambah dengan reagen biuret sebanyak 6 ml, kemudian didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang.

2. Diukur absorbansi intensitas warna ungu dari larutan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 540 nm.
3. Kurva standar dibuat secara seri dengan menggunakan larutan protein serum albumin (BSA), dengan rentang misalnya dari 0,1 hingga 1,0 %.
4. Regresi kurva standar digunakan untuk menentukan kadar protein:

$$Y = aX + b \quad (3.1)$$

X = konsentrasi protein

Y = nilai absorbansi

5. Kadar protein yang terukur kemudian dicatat pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Pengolahan Data Kadar Protein

Perlakuan		Kadar Protein (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
Kontrol					
0,6	10				
	20				
	30				
0,7	10				
	20				
	30				
0,8	10				
	20				
	30				
0,9	10				
	20				
	30				
1,0	10				
	20				
	30				

3.6.3 Pengukuran pH (Derajat Keasaman)

1. Katoda indikator pada pH meter dibersihkan dengan aquades hingga netral (pada pH 7).
2. Kemudian dibersihkan menggunakan tissue.
3. Dimasukkan daging ayam kedalam beaker glass 50 ml dan ditambahkan 30 ml aquades. Selama 10 menit sampel diaduk dengan menggunakan stirrer diatas hot plate.
4. pH diukur menggunakan pH meter.
5. pH yang dihasilkan dicatat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Pengolahan Data pH

Perlakuan		pH			Jumlah Rata-Rata
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
Kontrol					
0,6	10				
	20				
	30				
0,7	10				
	20				
	30				
0,8	10				
	20				
	30				
0,9	10				
	20				
	30				
1,0	10				
	20				
	30				

3.6.4 Penilaian Warna

1. Disiapkan alat dan bahan.
2. Daging ayam yang telah diberi paparan medan magnet dengan kerapatan fluks sebesar 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT dan lama paparan dengan variasi 10 menit, 20 menit, 30 menit diletakkan diatas cawan petri.
3. Setiap sampel uji diambil gambarnya dengan menggunakan kamera.

Tabel 3. 5 Pengolahan Data Warna Daging Ayam

Perlakuan		Warna		
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3
Kontrol				
0,6	10			
	20			
	30			
0,7	10			
	20			
	30			
0,8	10			
	20			
	30			
0,9	10			
	20			
	30			
1,0	10			
	20			
	30			

3.7 Teknik Analisa Data

Data yang telah diperoleh dicari nilai standar deviasinya untuk mengetahui standar penyimpangan data terhadap nilai rata-ratanya. Kemudian dilakukan analisis data jumlah bakteri, kadar protein dan pH dengan menggunakan analisis faktorial dan DMRT dengan bantuan SPSS yang bertujuan untuk mengetahui

perbedaan antar perlakuan paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, kadar protein dan pH pada daging ayam. Sedangkan analisa data warna dilakukan dengan menggunakan uji *statistic non parametric* Kruskal Wallis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, kadar protein, pH dan warna pada daging ayam. Medan magnet ELF yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari kumparan Helmholtz. Objek yang akan diteliti adalah daging ayam bagian dada yang dipotong dengan ukuran $3 \times 2 \times 1 \text{ cm}^3$. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember-Januari 2023 di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pemaparan medan magnet ELF pada daging ayam dilakukan dengan menggunakan 5 variasi kerapatan fluks sebesar 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT dan 3 variasi lama pemaparan yaitu 10 menit, 20 menit dan 30 menit.

4.1.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* yang digunakan pada penelitian ini diremajakan terlebih dahulu di media NA dengan tujuan untuk mendapatkan biakan bakteri yang sedang dalam fase pertumbuhan. Setelah tumbuh pada media NA bakteri selanjutnya dibiakkan pada media NB. Sampel daging ayam yang sebelumnya telah dipotong dan disterilkan kemudian ditumbuhi bakteri dengan cara merendam daging pada media NB. Daging ayam yang telah ditumbuhi bakteri *Escherichia coli* selanjutnya dipapari medan magnet ELF dengan kerapatan fluks antara 0,6 mT sampai 1,0 mT dengan lama pemaparan masing-masing 10 menit,

20 menit dan 30 menit. Selanjutnya, daging ayam diinkubasi didalam inkubator selama 2 jam dengan suhu 37°C. Data jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* diperoleh dengan menggunakan persamaan 4.1.

$$\Sigma \text{Total bakteri} = \Sigma \text{ bakteri} \times \frac{1}{FP} \quad (4.1)$$

dengan, FP merupakan faktor pengenceran

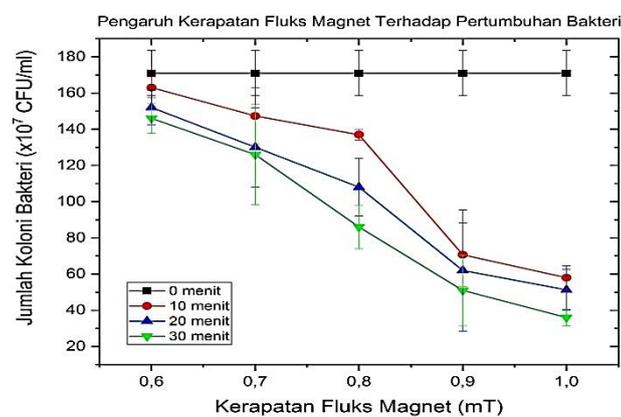
Sedangkan nilai persentase (%) penurunan dari bakteri *Escherichia coli* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.2.

$$\text{Penurunan Bakteri} = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100\% \quad (4.2)$$

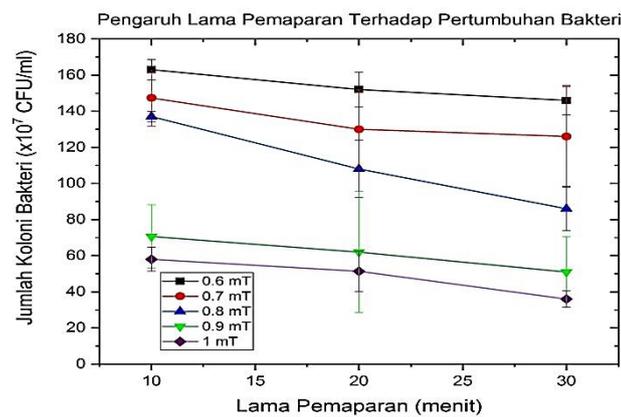
Tabel 4. 1 Data Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*

Perlakuan		Jumlah Koloni Bakteri (10^7 CFU/ml)			Jumlah Rata-Rata (10^7 CFU/ml)	Persentase (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3		
0,0	10	161	167	185	171±12,49	0%
	20	161	167	185	171±12,49	0%
	30	161	167	185	171±12,49	0%
0,6	10	158	162	169	163 ±5,57	4,68%
	20	143	151	162	152 ±9,54	11,11%
	30	137	148	153	146 ±8,19	14,62%
0,7	10	147	163	132	147,33 ±15,50	13,84%
	20	114	121	155	130 ±21,93	23,98%
	30	135	95	148	126 ±27,62	26,32%
0,8	10	140	134	137	137±3	19,88%
	20	126	102	96	108 ±15,87	36,84%
	30	74	98	86	86±12	49,71%
0,9	10	88	53	71	70,67±17,50	58,67%
	20	24	87	75	62 ±33,45	63,74%
	30	44	73	36	51 ±19,47	70,18%
1,0	10	52	65	57	58 ±6,56	66,08%
	20	64	43	47	51,33 ±11,15	69,98%
	30	40	37	31	36 ± 4,58	78,95%

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa medan magnet ELF dengan kerapatan fluks sebesar 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT dan lama pemaparan 10 menit, 20 menit, 30 menit dapat mempengaruhi jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*. Jumlah koloni bakteri pada kelompok kontrol adalah $171.10^7 \pm 12,49$ CFU/ml. Pada kerapatan fluks 0,6 mT semakin lama pemaparan jumlah koloni bakteri pada daging ayam semakin menurun yaitu $163.10^7 \pm 5,57$ CFU/ml untuk lama pemaparan 10 menit, $152.10^7 \pm 9,54$ CFU/ml untuk lama pemaparan 20 menit dan $146.10^7 \pm 8,19$ CFU/ml untuk lama pemaparan 30 menit. Ketika kerapatan fluks dinaikkan sebesar 1,0 mT dengan lama pemaparan 10 menit jumlah koloni turun menjadi $58.10^7 \pm 6,56$ CFU/ml. Kemudian pada pemaparan 20 menit dan 30 menit jumlah koloni secara berturut-turut turun menjadi $51,33.10^7 \pm 11,15$ CFU/ml dan $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml. Berdasarkan data pada tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa semakin besar kerapatan fluks dan semakin lama pemaparan maka jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang aktif semakin berkurang. Pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa persentase penurunan bakteri paling besar terdapat pada kerapatan fluks 1,0 mT dengan lama pemaparan 30 menit, dimana terjadi penurunan sebesar 78,95%.



(a)



(b)

Gambar 4. 1 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam

Gambar 4.1 (a) menunjukkan bahwa pada kerapatan fluks 0,6 mT, jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* mengalami penurunan pada lama pemaparan 10 menit hingga 30 menit yaitu dari $163.10^7 \pm 5,57$ CFU/ml turun menjadi $146.10^7 \pm 8,19$ CFU/ml. Penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* terjadi juga pada kerapatan fluks 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, dan 1,0 mT. Pada kerapatan fluks 1,0 mT jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* mengalami penurunan paling banyak yaitu pada lama pemaparan 10 menit turun menjadi $58.10^7 \pm 6,56$ CFU/ml, lama pemaparan 20 menit koloni bakteri menjadi $51,33.10^7 \pm 11,15$ CFU/ml dan pada lama pemaparan 30 menit jumlah koloni bakteri turun menjadi $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml.

Gambar 4.1 (b) menunjukkan bahwa pada lama pemaparan 10 menit hingga 30 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT, 0,7 mT, 0,9 mT dan 1,0 mT jumlah koloni bakteri mengalami penurunan. Pada lama pemaparan 10 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT hingga 1,0 mT jumlah koloni bakteri mengalami penurunan dari $163.10^7 \pm 5,57$ CFU/ml menjadi $58.10^7 \pm 6,56$ CFU/ml. Kemudian

pada lama pemaparan 20 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT hingga 1,0 mT terjadi penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* sebesar $152.10^7 \pm 9,54$ CFU/ml, $130.10^7 \pm 21,93$ CFU/ml, $108.10^7 \pm 15,87$ CFU/ml, $62.10^7 \pm 33,45$ CFU/ml, dan $51,33.10^7 \pm 11,15$ CFU/ml. Selanjutnya pada lama pemaparan 30 menit dengan kerapatan fluks 0,6-1,0 mT jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* turun dari $146.10^7 \pm 8,19$ CFU/ml menjadi $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml.

Berdasarkan data jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada tabel 4.1 maka selanjutnya dilakukan uji faktorial untuk mengetahui rata-rata pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan serta interaksi keduanya terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam. Hasil uji faktorial ditampilkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Analisis Faktorial Pada Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Kerapatan Fluks	110996,148	5	22199,230	88,034	0,000
Lama Pemaparan	4307,370	2	2153,685	8,541	0,001
KerapatanFluks * LamaPemaparan	2182,630	10	218,263	0,866	0,572
Error	9078,000	36	252,167		
Total	818352,000	54			

Hasil analisa faktorial pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa kerapatan fluks magnet dan lama pemaparan memiliki nilai signifikan 0,000 dan 0,001 atau lebih kecil dari nilai α (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak maka kerapatan fluks dan lama pemaparan memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam. Kemudian untuk interaksi antara kerapatan fluks dan lama pemaparan dihasilkan signifikan sebesar 0,572 atau lebih besar dari nilai α (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa interaksi kerapatan fluks dan lama pemaparan tidak memiliki pengaruh nyata

terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Escherichia coli*. Setelah dilakukan uji faktorial maka selanjutnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari masing-masing data.

Tabel 4. 3 Hasil Uji DMRT Kerapatan Fluks Terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Jumlah Bakteri (CFU/ml)	Notasi Huruf
1,0	48,4444	a
0,9	61,2222	a
0,8	110,3333	b
0,7	134,4444	c
0,6	153,6667	d
0,0 (kontrol)	171,0000	e

Tabel 4.3 merupakan hasil uji DMRT yang menunjukkan pengaruh kerapatan fluks medan magnet ELF terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*. Berdasarkan hasil uji DMRT maka dapat disimpulkan bahwa kerapatan fluks yang paling berpengaruh dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam yaitu kerapatan fluks 1,0 mT.

Tabel 4. 4 Hasil Uji DMRT Lama Pemaparan Terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli*

Lama Pemaparan (menit)	Jumlah Bakteri (CFU/ml)	Notasi Huruf
30	102,6667	a
20	112,3889	a
10	124,5000	b

Tabel 4.4 merupakan hasil uji DMRT yang menunjukkan pengaruh lama pemaparan medan magnet ELF terhadap jumlah koloni bakteri. Berdasarkan hasil uji DMRT maka dapat disimpulkan bahwa lama pemaparan yang paling optimal

untuk menurunkan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam adalah lama pemaparan 30 menit.

4.1.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Kadar Protein

Sampel daging ayam yang telah dipapari medan magnet ELF ditimbang sebanyak ± 4 g kemudian dihaluskan dengan menggunakan mortar dan dilarutkan dengan aquades sampai dengan volume 25 ml, selanjutnya disaring dan diambil filtratnya. Larutan daging dipipet sebanyak 1 ml, ditambahkan 3 ml aquades dan 6 ml reagen biuret dan dihomogenkan. Didiamkan larutan selama 30 menit hingga membentuk warna ungu sempurna. Diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm. Ditentukan konsentrasi protein dengan menggunakan kurva standar.

Kurva standar dibuat antara konsentrasi Bovine Serum Albumin (BSA) dan absorbansi. Dari kurva standar yang telah dibuat didapatkan persamaan 4.3. Kemudian kadar protein dihitung dengan menggunakan persamaan 4.4 dan 4.5.

$$y = 0,24903x + 0,00114 \quad (4.3)$$

$$x = \frac{y-b}{a} \times fp \quad (4.4)$$

$$Kadar\ Protein = \frac{x}{C\ sampel} \times 100\% \quad (4.5)$$

Dimana : x = konsentrasi protein pada sampel (mg/mL)

y = absorbansi sampel

a = slope pada persamaan kurva standar

b = intercept pada persamaan kurva standar

fp = faktor pengenceran

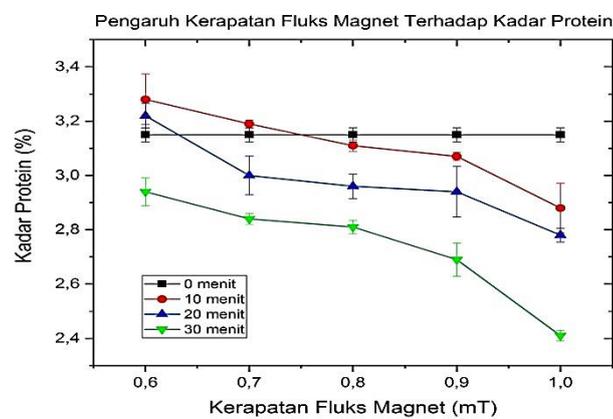
$C\ sampel$ = konsentrasi sampel (mg/mL)

Tabel 4.5 Data Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap Kadar Protein Daging Ayam

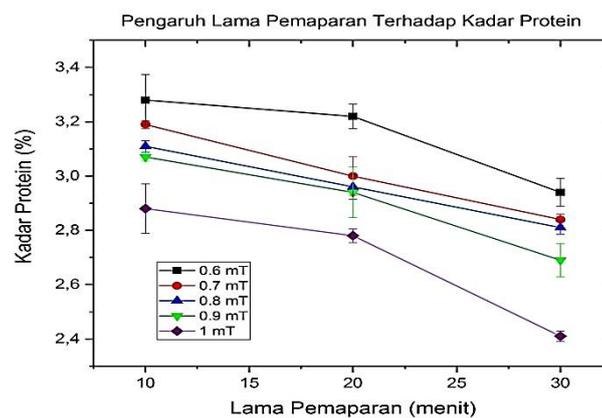
Perlakuan		Kadar Protein (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
0,0	10	3,18	3,14	3,13	3,15±0,026
	20	3,18	3,14	3,13	3,15±0,026
	30	3,18	3,14	3,13	3,15±0,026
0,6	10	3,38	3,25	3,2	3,28±0,093
	20	3,27	3,21	3,18	3,22±0,046
	30	2,9	2,93	3	2,94±0,051
0,7	10	3,2	3,19	3,17	3,19±0,015
	20	2,94	2,99	3,08	3,00±0,071
	30	2,82	2,86	2,84	2,84±0,020
0,8	10	3,13	3,10	3,09	3,11±0,021
	20	3,01	2,92	2,96	2,96±0,045
	30	2,78	2,83	2,81	2,81±0,025
0,9	10	3,09	3,07	3,06	3,07±0,015
	20	2,86	3,04	2,91	2,94±0,093
	30	2,64	2,76	2,68	2,69±0,061
1,0	10	2,84	2,81	2,98	2,88±0,091
	20	2,78	2,8	2,75	2,78±0,025
	30	2,43	2,39	2,41	2,41±0,020

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa kerapatan fluks sebesar 0,6 mT hingga 1,0 mT dengan lama pemaparan 10 menit, 20 menit dan 30 menit dapat mempengaruhi kadar protein pada daging ayam. Pada kelompok kontrol memiliki kadar proten sebesar 3,15%. Sedangkan pada kelompok eksperimen dengan kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit kadar protein mengalami peningkatan sebesar 3,28% dan mengalami penurunan pada lama pemaparan 20 menit menjadi 3,22%. Kadar protein pada lama pemaparan 30 menit juga mengalami penurunan sehingga kadar protein menjadi 2,94%. Pada kelompok eksperimen 0,7 mT dengan lama pemaparan 10 menit kadar protein mengalami peningkatan menjadi 3,19%. Kemudian kadar protein pada lama

pemaparan 20 menit dan 30 menit mengalami penurunan menjadi 3,00% dan 2,84%. Pada kerapatan fluks 0,8 mT dan 0,9 mT dengan lama pemaparan 10 menit hingga 30 menit kadar protein juga mengalami penurunan. Kadar protein terendah terdapat pada kerapatan fluks 1,0 mT yaitu dengan lama pemaparan 10 menit memiliki kadar protein sebesar 2,88 %, pada lama pemaparan 20 menit kadar protein turun menjadi 2,78 % dan pada lama pemaparan 30 menit turun menjadi 2,41 %.



(a)



(b)

Gambar 4. 2 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar protein pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap kadar protein pada daging ayam

Gambar 4.2 (a) menunjukkan bahwa pada kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit memiliki kadar protein yang lebih besar jika dibandingkan dengan kelompok kontrol yaitu sebesar 3,28% kemudian kadar protein mengalami penurunan pada lama pemaparan 20 menit menjadi 3,22% dan pada lama pemaparan 30 menit menjadi 2,94%. Pada kerapatan 0,7 mT dengan lama pemaparan 10 menit kadar proteinnya adalah 3,19% dimana nilai tersebut masih diatas nilai kadar protein kelompok kontrol. Kemudian mengalami penurunan berturut-berturut pada lama pemaparan 20 menit hingga 30 menit menjadi 3,00 % dan 2,84%. Pada kerapatan 0,8 mT dengan lama pemaparan 10 menit kadar protein turun menjadi 3,11%. Kemudian pada lama pemaparan 20 menit dan 30 menit turun menjadi 2,96% dan 2,81%. Penurunan kadar protein pada daging ayam juga terjadi pada kerapatan fluks 0,9 mT dan 1,0 mT. Pada kerapatan fluks 1,0 mT terjadi penurunan kadar protein paling besar yaitu pada lama pemaparan 10 menit turun menjadi 2,88 %, lama pemaparan 20 menit kadar protein menjadi 2,78% dan pada lama pemaparan 30 menit diperoleh kadar protein paling rendah yaitu sebesar 2,41 % .

Gambar 4.1 (b) menunjukkan bahwa kadar protein pada lama pemaparan 10 menit hingga 30 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT dan 1,0 mT mengalami penurunan. Pada lama pemaparan 10 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT-1,0 mT kadar protein menurun dari 3,28% menjadi 2,88%. Begitupula pada lama pemaparan 20 menit kadar protein juga mengalami penurunan dari kerapatan 0,6 mT hingga 1,0 mT yaitu 3,22% turun menjadi 2,78%. Sedangkan pada lama pemaparan 30 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT kadar proteinnya adalah 2,94% lalu pada kerapatan fluks 0,7 mT dan 0,8 mT

menurun menjadi 2,84% dan 2,81%. Penurunan terus terjadi hingga kerapatan fluks 1,0 mT.

Berdasarkan data kadar protein pada tabel 4.5 maka selanjutnya dilakukan uji faktorial untuk mengetahui rata-rata pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan serta interaksi keduanya terhadap kadar protein pada daging ayam. Hasil uji faktorial ditampilkan pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Faktorial Pada Kadar Protein Daging Ayam

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Kerapatan Fluks	1,346	5	,269	105,094	0,000
Lama Pemaparan	,863	2	,431	168,454	0,000
KerapatanFluks * LamaPemaparan	,228	10	,023	8,905	0,000
Error	,092	36	,003		
Total	480,701	54			

Hasil analisa faktorial yang ditampilkan pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan memiliki nilai signifikan sebesar 0,00 atau lebih kecil dari nilai α (0,05) sehingga H_0 ditolak. Berdasarkan hasil signifikan maka kerapatan fluks magnet dan lama pemaparan berpengaruh terhadap kadar protein pada daging ayam. Pada interaksi kerapatan fluks dan lama pemaparan diperoleh signifikan sebesar 0,000 atau kurang dari nilai α (0,05) sehingga interaksi antara kerapatan fluks dan lama pemaparan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar protein pada daging ayam. Setelah dilakukan uji faktorial maka selanjutnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari masing-masing data. Tabel 4.7 dan 4.8 merupakan tabel hasil analisa DMRT untuk mengetahui kerapatan fluks dan lama pemaparan yang paling berpengaruh dalam meningkatkan kadar protein pada daging ayam.

Tabel 4. 7 Hasil Uji DMRT Kerapatan Fluks Terhadap Kadar Protein Daging Ayam

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Kadar Protein (%)	Notasi Huruf
1,0	2,6788	a
0,9	2,9011	b
0,8	2,9589	c
0,7	3,0100	d
0,6	3,1467	e
0,0 (kontrol)	3,1500	e

Hasil uji DMRT pada tabel 4.7 menunjukkan pengaruh kerapatan fluks medan magnet ELF terhadap kadar protein pada daging ayam. Berdasarkan tabel 4.7 maka perlakuan terbaik dalam mempertahankan kadar protein daging ayam adalah perlakuan 1 yaitu dengan kerapatan fluks 0,6 mT. Kerapatan fluks sebesar 0,6 mT terbukti mampu mempertahankan kadar protein pada nilai 3,1467%. Kadar protein terendah terdapat pada perlakuan dengan kerapatan fluks 1,0 mT dengan nilai rata-rata 2,6788 %.

Tabel 4. 8 Hasil Uji DMRT Lama Pemaparan Terhadap Kadar Protein Daging Ayam

Lama Pemaparan (menit)	Kadar Protein (%)	Notasi Huruf
30	2,8072	a
20	3,0083	b
10	3,1117	c

Hasil uji DMRT pada tabel 4.8 menunjukkan pengaruh lama pemaparan medan magnet ELF terhadap kadar protein pada daging ayam. Berdasarkan tabel 4.8 maka perlakuan yang paling optimal untuk mempertahankan kadar protein dari daging ayam adalah dengan menggunakan lama pemaparan 10 menit. Sedangkan pada lama pemaparan 30 menit diperoleh kadar protein paling rendah dengan nilai rata-rata sebesar 2,8072 %.

Tabel 4. 9 Hasil Uji DMRT Kadar Protein Daging Ayam

Perlakuan		Kadar Protein (%)	Notasi Huruf
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)		
1,0	30	2,4100	a
0,9	30	2,6933	b
1,0	20	2,7767	bc
0,8	30	2,8067	cd
0,7	30	2,8400	cd
1,0	10	2,8767	de
0,9	20	2,9367	ef
0,6	30	2,9433	ef
0,8	20	2,9633	ef
0,7	20	3,0033	fg
0,9	10	3,0733	gh
0,8	10	3,1067	hi
0,0	10	3,1500	hij
0,0	20	3,1500	hij
0,0	30	3,1500	hij
0,7	10	3,1867	ij
0,6	20	3,2200	jk
0,6	10	3,2767	k

Tabel 4.9 merupakan hasil uji DMRT yang menunjukkan pengaruh interaksi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF terhadap kadar protein pada daging ayam. Berdasarkan hasil uji DMRT maka perlakuan yang paling baik untuk meningkatkan kadar protein pada daging ayam yaitu dengan menggunakan kerapatan fluks 0,6 mT dan lama pemaparan 10 menit.

4.1.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap pH

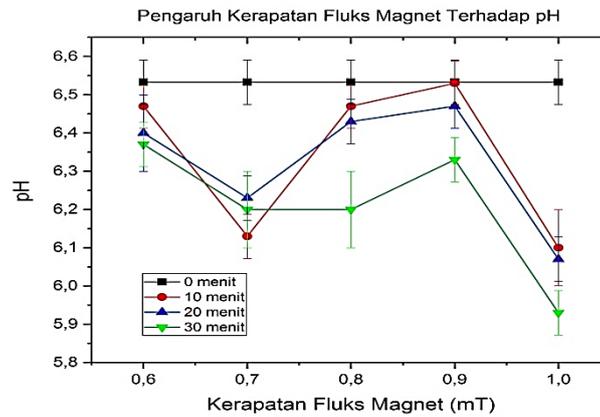
Sampel daging ayam yang telah dipapari dengan medan magnet ELF dan diinkubasi selama 2 jam kemudian dihancurkan dan dilarutkan dengan aquades 30 ml. Setelah dilarutkan dalam aquades tahapan berikutnya yaitu sampel diaduk selama 10 menit dengan menggunakan stirrer diatas hot plate. pH pada daging ayam diukur menggunakan pH meter. Tabel 4.10 merupakan tabel data hasil pengukuran pH pada daging ayam.

Tabel 4. 10 Data Pengaruh Medan Magnet ELF Terhadap pH Pada Daging Ayam

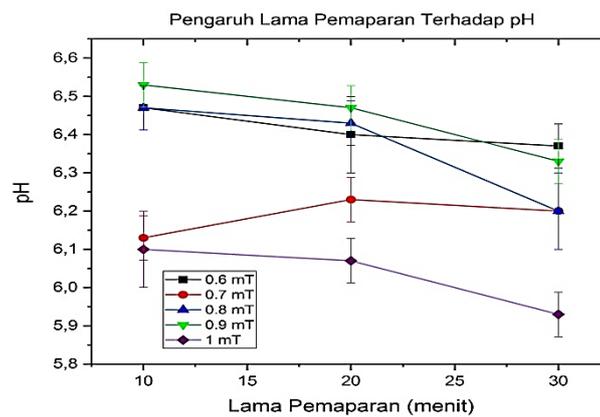
Perlakuan		pH			Jumlah Rata-Rata
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
0,0	10	6,5	6,6	6,5	6,53±0,058
	20	6,5	6,6	6,5	6,53±0,058
	30	6,5	6,6	6,5	6,53±0,058
0,6	10	6,5	6,5	6,4	6,47±0,058
	20	6,5	6,4	6,3	6,4±0,1
	30	6,4	6,4	6,3	6,37±0,058
0,7	10	6,1	6,2	6,1	6,13±0,058
	20	6,2	6,3	6,2	6,23±0,058
	30	6,1	6,3	6,2	6,2±0,1
0,8	10	6,4	6,5	6,5	6,47±0,058
	20	6,4	6,5	6,4	6,43±0,058
	30	6,1	6,2	6,3	6,2±0,1
0,9	10	6,6	6,5	6,5	6,53±0,058
	20	6,5	6,5	6,4	6,47±0,058
	30	6,3	6,3	6,4	6,33±0,058
1,0	10	6	6,2	6,1	6,1±0,1
	20	6,1	6,1	6	6,07±0,058
	30	6	5,9	5,9	5,93±0,058

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF dapat mempengaruhi pH pada daging ayam. Pada kerapatan fluks 0,6 mT semakin lama pemaparan maka pH pada daging ayam semakin menurun, dimana pada pemaparan 10 menit diperoleh pH sebesar 6,47±0,058, pada pemaparan 20 menit pH menurun menjadi 6,4±0,1 dan pada pemaparan 30 menit diperoleh pH sebesar 6,37±0,058. Ketika kerapatan fluks naik menjadi 1,0 mT dengan lama pemaparan 10 menit pH mengalami penurunan hingga 6,1±0,1, kemudian pH turun menjadi 6,07±0,058 saat dipapari medan magnet ELF selama 20 menit. Pada lama pemaparan 30 menit pH daging ayam turun menjadi 5,93±0,058.

Data penelitian pada tabel 4.10 menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan dapat mempengaruhi pH pada daging ayam, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



(a)



(b)

Gambar 4. 3 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap pH pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap pH pada daging ayam

Gambar 4.3 (a) menunjukkan pengaruh kerapatan fluks terhadap pH daging ayam. Berdasarkan gambar 4.3 (a) maka pH kelompok kontrol adalah $6,53 \pm 0,058$ sedangkan pada kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit diperoleh pH daging ayam sebesar $6,47 \pm 0,058$, pada lama pemaparan 20 menit pH daging ayam adalah $6,4 \pm 0,1$, dan pH pada lama pemaparan 30 menit turun menjadi $6,37 \pm 0,058$. Sedangkan pada kerapatan fluks 0,7 mT dengan lama

pemaparan 10 menit didapatkan pH sebesar $6,13 \pm 0,058$. Kemudian pada lama pemaparan 20 menit pH naik menjadi $6,23 \pm 0,058$ lalu pH turun pada lama pemaparan 30 menit menjadi $6,2 \pm 0,1$. Pada kerapatan fluks sebesar 1,0 mT dengan lama pemaparan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit terjadi penurunan pH daging ayam secara berturut turut yaitu $6,1 \pm 0,1$, $6,07 \pm 0,058$, $5,93 \pm 0,058$. Data pH yang diperoleh pada kerapatan fluks 0,8 mT dan 0,9 mT lebih tinggi jika dibandingkan dengan pH pada kerapatan fluks 0,6 mT dan 0,7 mT. Seharusnya pH pada kerapatan fluks 0,8 mT dan 0,9 mT lebih kecil karena bakteri yang berhasil diturunkan lebih banyak. Kenaikan pH tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu cadangan glikogen otot pada daging yang rendah.

Gambar 4.3 (b) menunjukkan pengaruh lama pemaparan terhadap pH daging ayam. Pada lama pemaparan 10 menit terjadi penurunan pH dari $6,47 \pm 0,058$ menjadi $6,1 \pm 0,1$. Kemudian pada lama pemaparan 20 menit dengan kerapatan fluks 0,6 mT hingga 1,0 mT pH daging ayam adalah $6,4 \pm 0,1$, $6,23 \pm 0,058$, $6,43 \pm 0,058$, $6,47 \pm 0,058$, $6,07 \pm 0,058$. Penurunan pH juga terjadi pada lama pemaparan 30 menit yaitu dari $6,37 \pm 0,058$ turun hingga $5,93 \pm 0,05$.

Berdasarkan gambar 4.2 dapat diketahui bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan yang paling optimal untuk mempertahankan pH daging ayam adalah kerapatan fluks 1,0 mT dengan lama pemaparan 30 menit.

Berdasarkan data pH daging ayam pada tabel 4.10 maka selanjutnya dilakukan uji faktorial untuk mengetahui rata-rata pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan serta interaksi keduanya terhadap pH pada daging ayam. Hasil uji faktorial ditampilkan pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Analisis Faktorial pH Pada Daging Ayam

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kerapatan Fluks	1,533	5	,307	63,662	0,000
Lama Pemaparan	,129	2	,065	13,423	0,000
Fluks * Lama Pemaparan	,137	10	,014	2,854	0,010
Error	,173	36	,005		
Total	2165,440	54			

Hasil analisa faktorial yang ditampilkan pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan memiliki nilai signifikan sebesar 0,00 atau lebih kecil dari nilai α (0,05) sehingga H_0 ditolak. Berdasarkan hasil signifikan maka kerapatan fluks dan lama pemaparan berpengaruh terhadap pH pada daging ayam. Pada interaksi kerapatan fluks dan lama pemaparan diperoleh signifikan sebesar 0,010 atau kurang dari nilai α (0,05) sehingga interaksi antara kerapatan fluks dan lama pemaparan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pH pada daging ayam. Setelah dilakukan uji faktorial maka selanjutnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari masing-masing data. Tabel 4.12, 4.13 dan 4.14 merupakan tabel hasil analisa DMRT untuk mengetahui kerapatan fluks dan lama pemaparan yang paling berpengaruh terhadap pH pada daging ayam.

Tabel 4. 12 Hasil Uji DMRT Kerapatan Fluks Terhadap pH Pada Daging Ayam

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	pH	Notasi Huruf
1,0	6,0333	a
0,7	6,1889	b
0,8	6,3667	c
0,6	6,4111	cd
0,9	6,4444	d
0,0 (kontrol)	6,5333	e

Hasil uji DMRT pada tabel 4.12 menunjukkan pengaruh kerapatan fluks medan magnet ELF terhadap pH pada daging ayam. Berdasarkan tabel 4.13 maka perlakuan terbaik dalam menghambat kenaikan pH daging ayam adalah perlakuan 5 yaitu dengan kerapatan fluks 1,0 mT. Kerapatan fluks 1,0 mT terbukti mampu mempertahankan pH daging ayam sebesar 6,033.

Tabel 4. 13 Hasil Uji DMRT Lama Pemaparan Terhadap pH Pada Daging Ayam

Lama Pemaparan (menit)	pH	Notasi Huruf
30	6,2611	a
20	6,3556	b
10	6,3722	b

Hasil uji DMRT pada tabel 4.13 menunjukkan pengaruh kerapatan fluks medan magnet ELF terhadap pH pada daging ayam. Berdasarkan tabel 4.13 maka perlakuan yang paling optimal untuk mempertahankan pH pada daging ayam adalah dengan menggunakan lama pemaparan 30 menit.

Tabel 4. 14 Hasil Uji DMRT Terhadap pH Pada Daging Ayam

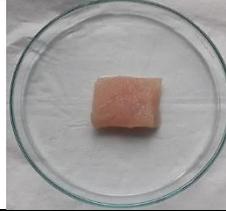
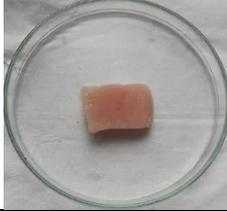
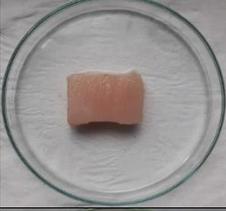
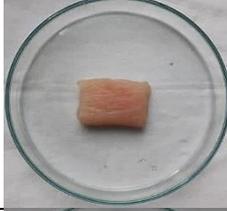
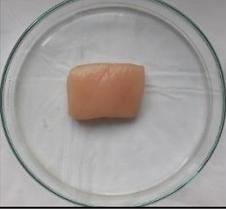
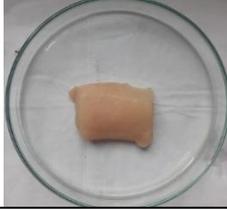
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	pH	Notasi Huruf
1,0	30	5,9333	a
1,0	20	6,0667	b
1,0	10	6,1000	bc
0,7	10	6,1333	bcd
0,7	30	6,2000	cd
0,8	30	6,2000	cd
0,7	20	6,2333	de
0,9	30	6,3333	ef
0,6	30	6,3667	fg
0,6	20	6,4000	fgh
0,8	20	6,4333	fgh
0,6	10	6,4667	gh
0,8	10	6,4667	gh
0,9	20	6,4667	gh
0,0	10	6,5333	h
0,0	20	6,5333	h
0,0	30	6,5333	h
0,9	10	6,5333	h

Berdasarkan analisis DMRT pada tabel 4.15 didapatkan hasil pengaruh interaksi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF terhadap pH daging ayam. Perlakuan yang terbaik yaitu pada kerapatan fluks 1,0 mT dan pada lama pemaparan 30 menit. Dengan demikian menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF berpengaruh nyata dalam menghambat kenaikan pH pada daging ayam.

4.1.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Warna

Data organoleptik warna pada daging ayam setelah dipapari dengan medan magnet ELF diperoleh dari pengambilan gambar dengan menggunakan kamera *handpone*.

Tabel 4. 15 Data Warna Daging Ayam Setelah Dipapari Medan Magnet ELF

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)		
	10 menit	20 menit	30 menit
0,0			
0,6			
0,7			
0,8			
0,9			
1,0			

Dari data hasil penelitian pada tabel 4.15 dapat diketahui bahwa ketika kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF meningkat maka warna daging pada daging ayam semakin cerah. Data organoleptik yang telah diperoleh kemudian diujikan kepada 7 panelis dengan cara memberikan penilaian atau skor pada setiap sampel yang disajikan. Penilaian warna daging dilakukan menggunakan indera penglihatan. Hasil data berdasarkan nilai skala yang diberikan panelis dapat dilihat pada tabel 4.16.

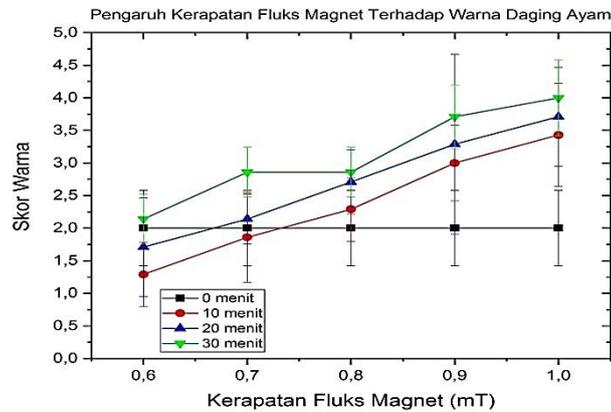
Tabel 4. 16 Data Hasil Uji Organoleptik Warna Daging Ayam

Perlakuan		Skor Warna daging							
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	4	5	6	7	Rata-rata
0,0	10	2	2	2	1	3	2	2	2±0,58
	20	2	2	2	1	3	2	2	2±0,58
	30	2	2	2	1	3	2	2	2±0,58
0,6	10	1	2	1	1	2	1	1	1,29±0,49
	20	1	2	2	1	3	1	2	1,71±0,76
	30	3	2	2	2	2	2	2	2,14±0,38
0,7	10	2	2	1	1	3	2	2	1,86±0,69
	20	3	2	2	2	2	2	2	2,14±0,38
	30	3	2	3	3	3	3	3	2,86±0,38
0,8	10	3	2	2	2	2	2	3	2,29±0,49
	20	3	3	2	2	3	3	3	2,71±0,49
	30	3	3	2	3	3	3	3	2,86±0,38
0,9	10	3	4	2	3	3	3	3	3±0,58
	20	4	3	2	2	2	5	5	3,29±1,38
	30	4	4	4	4	4	3	3	3,71±0,49
1,0	10	4	3	5	3	3	3	3	3,43±0,79
	20	5	4	4	4	3	3	3	3,71±0,76
	30	5	4	4	4	3	4	4	4±0,58

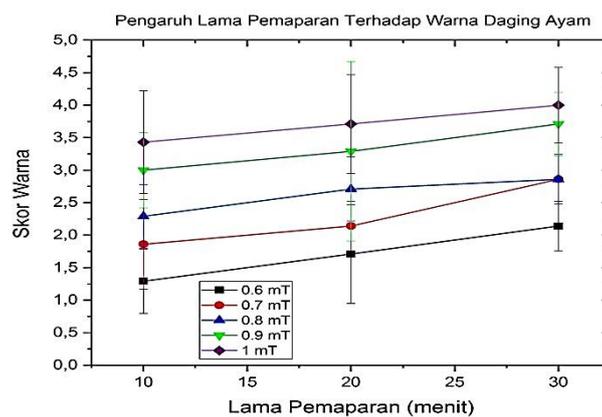
Merah tua/gelap:1 Agak merah tua: 2 Merah muda: 3 Putih pucat: 4
Putih agak kekuningan: 5

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa warna daging ayam setelah dipapari medan magnet ELF dengan kerapatan fluks 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT dengan lama pemaparan 10 menit, 20 menit, 30 menit mengalami perubahan.

Ketika kerapatan fluks semakin tinggi dan waktu pemaparan semakin lama warna merah pada daging ayam semakin pudar sehingga daging menjadi lebih pucat.



(a)



(b)

Gambar 4. 4 (a) Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap warna pada daging ayam (b) Grafik pengaruh lama pemaparan terhadap warna pada daging ayam

Gambar 4.4 (a) menunjukkan bahwa pada kerapatan fluks 0,6 mT hingga 1,0 mT skor warna daging yang diberikan panelis semakin besar. Nilai skor warna daging yang semakin besar menunjukkan bahwa warna daging ayam yang semakin pucat atau pudar. Pada kerapatan fluks 1,0 mT dengan lama pemaparan 30 menit memiliki skor warna daging ayam paling besar yaitu 4. Gambar 4.4 (b) menunjukkan bahwa pada lama paparan 10 hingga 30 menit dengan kerapatan

fluks 0,6 mT hingga 1,0 mT warna pada daging ayam semakin pucat. Skor warna daging ayam sebelum dipapari medan magnet ELF adalah 2 sedangkan pada kerapatan fluks 1,0 mT dengan lama pemaparan 10 menit hingga 30 menit skor warna daging ayam secara berturut-turut yaitu 3,43, 3,71 dan 4.

Data hasil uji organoleptik warna yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan statistik non parametrik Kruskal Wallis untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks dan lama pemaparan terhadap warna daging ayam.

Tabel 4. 17 Hasil Analisis Kruskal Wallis Pada Warna Daging Ayam

Test Statistics^{a,b}	
	Data
Kruskal-Wallis H	81,968
Df	17
Asymp. Sig.	,000

Analisis Kurskall wallis dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara pengaruh kerapatan fluks magnet dan lama paparan terhadap warna pada daging ayam. Berdasarkan hasil analisis Kurskall wallis didapatkan hasil signifikan sebesar 0,000 atau lebih kecil dari alfa ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kerapatan fluks magnet dan lama pemaparan memberikan pengaruh nyata terhadap warna pada daging ayam.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Pertumbuhan

Bakteri *Escherichia coli*

Data hasil penelitian yang telah diperoleh menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dapat mempengaruhi jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam. Bakteri *Escherichia coli* yang diberi paparan medan magnet ELF dengan

kerapatan fluks 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, 0,9 mT, 1,0 mT dan dengan lama paparan 10 menit, 20 menit, 30 menit mempunyai jumlah koloni bakteri yang lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok kontrol atau tanpa paparan medan magnet ELF. Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa semakin besar kerapatan fluks dan semakin lama paparan medan magnet ELF maka semakin besar juga persentase penurunan koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam.

Penurunan koloni bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam disebabkan karena ketika bakteri diberi paparan medan magnet maka akan terjadi transfer energi secara khusus dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung karbohidrat, protein, garam-garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} . Perpindahan energi ke ion akan menghasilkan peningkatan kecepatan serta aliran ion seperti Ca^{2+} ketika melewati membran sel. Ion-ion akan membawa efek medan magnet dari daerah interaksi ke organ lainnya dan akan merusak protein dalam sel. Rusaknya protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga menyebabkan kematian sel (Sadidah et al., 2015).

Medan magnet mampu menghambat pertumbuhan dan reproduksi sel. Medan magnet frekuensi rendah intensitas rendah berdampak pada sel dan jaringan, sedangkan medan magnet frekuensi rendah intensitas tinggi menghancurkan membran sel mikroba dan organel mikroba (Liu et al., 2017). Paparan medan magnet ELF dengan intensitas sekitar 700 μT mampu menekan perkembangbiakan bakteri. Sementara paparan medan magnet ELF dengan intensitas rendah (dibawah 600 μT) mampu memicu proliferasi bakteri yang akan menyebabkan pertumbuhan bakteri semakin cepat ((Handoko et al., 2017).

Intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang tinggi akan mengakibatkan sel-sel bakteri lemah dan tidak dapat berkembang sehingga pertumbuhan bakteri dapat terhambat. Selain itu, medan magnet juga dapat merusak komponen dari membran sel seperti lipid dan kandungan protein (Sudarti, 2016). Efek yang dihasilkan medan magnet 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. Kerusakan protein berdampak pada terhambatnya proses metabolisme sel sehingga aktivitas sel terganggu.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* berpengaruh terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Escherichia coli*. Hasil uji faktorial menunjukkan bahwa faktor kerapatan fluks berpengaruh terhadap penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* dengan nilai $p = 0,000 < \alpha (0,05)$. Pada lama pemaparan juga menunjukkan nilai $p = 0,001 < \alpha (0,05)$. Dengan demikian membuktikan bahwa semakin tinggi kerapatan fluks dan semakin lama pemaparan maka jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* semakin berkurang. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwi et al., (2013) menunjukkan bahwa penurunan jumlah koloni bakteri sebanding dengan bertambahnya kerapatan fluks magnet. Kemampuan bakteri untuk membentuk koloni menurun dengan meningkatnya kerapatan fluks medan magnet dan dengan bertambahnya waktu pemaparan (Inhan-Garip et al., 2011).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet ELF mampu menurunkan jumlah bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam, dimana jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum diberi paparan medan magnet ELF sebanyak

$171.10^7 \pm 12,49$ CFU/ml dan setelah dipapari medan magnet ELF dengan kerapatan fluks 1,0 mT selama 30 menit jumlah koloninya menjadi $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml.

4.2.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Kadar Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C,H,O dan N yang tidak memiliki jenis protein logam seperti besi dan tembaga (Aviana Fajariyah et al., 2014). Protein adalah komponen solid terbesar di dalam daging, oleh karena itu daging dikatakan sebagai makanan sumber protein. Protein yang terkandung dalam daging merupakan protein yang sempurna karena mampu mensuplai asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh dan mudah dicerna (Adji et al., 2021).

Dalam penelitian ini diketahui bahwa variasi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap penurunan kadar protein daging ayam. Terjadinya penurunan kadar protein tersebut dikarenakan protein mudah sekali mengalami denaturasi. Denaturasi protein dapat disebabkan oleh faktor lingkungan misalnya pH, suhu, pelarut alami, logam berat, garam dan radiasi dari radioaktif (Lena Jeane, 2021). Selain hal tersebut penurunan kadar protein juga dapat disebabkan karena sampel eksperimen terlalu banyak menerima energi dari medan magnet. Semakin rapat fluks magnetik maka semakin besar energi yang didapatkan suatu sampel yang terpapar oleh medan magnet. Jika jumlah energi yang diterima sampel terlalu banyak maka akan merusak protein yang terkandung didalamnya (Aini,2020).

Oleh karena itu, data kadar protein yang didapatkan pada penelitian ini cenderung mengalami penurunan.

Berdasarkan uji DMRT maka perlakuan dengan menggunakan kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit optimal dalam meningkatkan kadar protein dibandingkan perlakuan yang lain. Pada kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit diperoleh kadar protein yang lebih besar dibandingkan kadar protein kelompok kontrol yaitu sebesar $3,28 \pm 0,026\%$. Peningkatan kadar protein pada kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit disebabkan karena terhambatnya proses oksidasi lipid protein akibat paparan medan magnet ELF (Mahato et al., 2023). Paparan medan magnet mampu meningkatkan aktivitas enzim Ca^{2+} ATPase yang ada dalam protein sehingga dapat menghambat terjadinya proses oksidasi selama penyimpanan. Namun, pada kerapatan fluks yang lebih tinggi kadar protein daging ayam akan mengalami penurunan yang disebabkan karena rusaknya kadar protein akibat sampel yang terlalu banyak menerima energi medan magnet (Aini, 2020). Apabila kadar protein ingin dipertahankan maka dapat mengurangi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet pada saat pemaparan.

Hasil uji faktorial menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) memiliki nilai $p = 0,000 < \alpha (0,05)$ yang artinya kedua faktor tersebut berpengaruh nyata terhadap kadar protein pada daging ayam. Sehingga semakin tinggi kerapatan fluks yang diberikan dan semakin lama pemaparan medan magnet maka kadar protein daging ayam semakin menurun dan begitupun sebaliknya.

4.2.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap pH

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 4.10, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan antara rata-rata pH daging ayam kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Kelompok kontrol memiliki pH yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok eksperimen yang dipapari dengan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Derajat keasaman (pH) adalah indikator penting yang digunakan untuk menentukan kualitas fisik daging (Hajrawati et al., 2016). Setelah hewan disembelih maka aliran darah akan terhenti. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan pada jaringan otot. Dalam keadaan masih hidup pH daging berkisar antara 6,8-7,2. Setelah disembelih terjadi penurunan pH karena terjadi penimbunan asam laktat dalam jaringan otot akibat proses glikolisis anaerob. Penurunan pH daging ayam akan mencapai nilai 5,8 – 5,9 setelah melewati fase pasca mortem selama 2-4,5 jam (Windiana, 2011). Kemudian akan terjadi peningkatan pH akibat pertumbuhan mikroorganisme.

Kualitas dan tingkat keawetan daging sangat dipengaruhi oleh pH, yang berkaitan erat dengan keadaan bakteri atau mikroba dalam daging (Hajrawati et al., 2016). Semakin banyak jumlah bakteri maka semakin tinggi pH pada daging, sedangkan semakin sedikit jumlah bakteri maka semakin rendah pH. Hal ini disebabkan karena bakteri dapat mempercepat proses autolisis sehingga menyebabkan perubahan pH yang mendekati basa. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa medan magnet ELF dapat menginaktivasi mikroorganisme patogen dengan begitu maka proses autolis dapat diperlambat yang akan menyebabkan pH dapat dipertahankan (Qumairoh et al., 2021). Oleh karena itu,

ketika sampel daging ayam dipapari medan magnet ELF pH-nya lebih kecil dibandingkan dengan sampel daging ayam kontrol sebab aktivitas bakteri patogen pada sampel daging ayam berhasil ditekan pertumbuhannya. pH daging yang tinggi pada kelompok kontrol disebabkan oleh bakteri pembusuk yang mendeaminasi asam-asam amino dalam daging sehingga menghasilkan senyawa-senyawa bersifat basa seperti amoniak atau NH_4 (Ginting et al., 2014).

Berdasarkan data pada tabel 4.10 kelompok eksperimen dengan kerapatan fluks 0,8 mT dan 0,9 mT mengalami peningkatan pH jika dibandingkan dengan kelompok eksperimen 0,6 mT dan 0,7 mT, dimana seharusnya pH menurun karena jumlah bakteri pada kelompok eksperimen 0,8 mT dan 0,9 mT lebih sedikit. Terjadinya peningkatan pH ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah jumlah glikogen pada ternak tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nasrul Haq et al.,(2015) bahwa pH yang tinggi dalam daging dapat disebabkan oleh cadangan glikogen otot yang rendah.

Hasil uji faktorial menunjukkan bahwa kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet ELF berpengaruh nyata terhadap pH pada daging ayam dimana didapatkan nilai $p = 0,010 < \alpha (0,05)$. Berdasarkan hasil uji faktorial maka kerapatan fluks 1,0 mT dengan lama pemaparan 30 menit memiliki pengaruh yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hasil ini sesuai dengan penelitian Fitria et al. (2022) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 1,0 mT dengan durasi 30 menit dan 60 menit sangat efektif dalam menghambat kenaikan pH pada daging ikan lele.

4.2.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Warna

Warna adalah salah satu komponen untuk menentukan kualitas suatu makanan dimana warna pada makanan dapat menjadi daya tarik bagi konsumen. Pengujian organoleptik warna pada daging ayam yang telah dipapari medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) dilakukan dengan mengamati perbedaan warna untuk seluruh sampel. Menurut pengamatan dari 7 panelis pada data warna yang tersaji pada tabel 4.15, maka terdapat perbedaan warna daging ayam untuk setiap perlakuan. Hasil uji statistik non parametrik Kruskal Wallis menghasilkan nilai $p = 0,000 < \alpha (0,05)$ sehingga kerapatan fluks magnet dan lama pemaparan memberikan pengaruh nyata terhadap warna pada daging ayam.

Derajat warna merah pada daging ayam dipengaruhi oleh kadar myoglobin pada daging. Myoglobin merupakan salah satu protein sarkoplasmik yang tersusun dari suatu rantai polipeptida tunggal terikat disekeliling group heme yang membawa oksigen (Tahuk et al., 2020). Oleh karena itu semakin tinggi kadar protein maka myoglobin yang dikandung semakin banyak (Loly, 2019). Ketika protein mengalami denaturasi maka kadar myoglobin pada daging akan menurun. Rendahnya kandungan pigmen myoglobin akan menyebabkan warna merah pada daging memudar dan memucat. Sedangkan kandungan myoglobin yang tinggi pada daging ayam akan mengindikasikan warna menjadi lebih gelap (Loly, 2019).

Perbedaan warna pada daging ayam ini juga berhubungan dengan pH pada daging ayam. Ketika memiliki pH tinggi antara 6,2-7,2 maka daging memiliki struktur tertutup dan berwarna merah cenderung gelap sedangkan ketika daging memiliki pH rendah berkisar antara 5,1-6,1 maka daging memiliki struktur

terbuka dan berwarna muda cerah (Nitiyacassari et al., 2021). Oleh karena itu daging pada kelompok kerapatan fluks 0,6 mT memiliki warna cenderung merah gelap jika dibandingkan dengan warna daging pada kerapatan fluks 1,0 mT.

4.3 Kajian Integrasi Islam

Alquran telah menjelaskan bahwa penciptaan alam semesta yakni langit, bumi dan segala isinya bukan untuk hal yang sia-sia. Penciptaan alam semesta ini memiliki tujuan yang benar, salah satunya agar manusia menyembah dan mengenal Allah melalui ciptaan-Nya. Selain itu Allah menciptakan segala sesuatu dimuka bumi ini untuk menunjukkan ke Esaan-Nya dan agar manusia dapat berfikir dan belajar untuk bisa memanfaatkan itu dengan baik. Seperti halnya penciptaan beraneka macam hewan ternak dan beragam produk ternak yang sangat bermanfaat dalam kehidupan manusia. Hal tersebut membuktikan bahwa Allah Maha Pemberi Rezeki dan agar dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk keberlangsung hidupnya. Allah berfirman dalam surat Q.S Al-An'am ayat 142 :

وَمِنَ الْأَنْعَامِ حَمُولَةً وَفَرْشًا ۖ كُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ ۚ إِنَّهُ لَكُمْ
عَدُوٌّ مُّبِينٌ (١٤٢)

“Dan di antara hewan ternak itu ada yang dijadikan untuk pengangkutan dan ada yang untuk disembelih. Makanlah dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan. Sesungguhnya syaitan itu musuh yang nyata bagimu.” (Q.S. Al-An'am [6]:142)

Berdasarkan ayat tersebut, dalam tafsir Min fathil qadir oleh Dr. Muhammad Sulaiman Al Asyqar (1992) pada kalimat وَمِنَ الْأَنْعَامِ حَمُولَةً وَفَرْشًا menunjukkan bahwa Allah juga menciptakan bagi manusia hewan-hewan ternak beserta fungsinya yaitu ada yang ditunggangi dan ada pula yang disembelih untuk diambil dagingnya.

Lafadz (الفرش) yakni binatang-binatang yang kecil tubuhnya dan pendek kakinya seperti ayam untuk dimakan dagingnya dan diambil manfaatnya.

Daging ayam merupakan merupakan sumber protein hewani yang berkualitas tinggi, mengandung asam amino essensial yang lengkap dan asam lemak tidak jenuh (ALTJ) yang tinggi (Wijayanti et al., 2013). Agar manfaat gizi dari daging ayam dapat diperoleh, kita harus mengonsumsi daging yang sehat yang bebas dari kontaminasi bakteri.

Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri yang dapat mengkontaminasi daging ayam. Kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam dapat terjadi saat proses penyembelihan. Selain itu, proses penjualan yang tidak higienis umumnya pada pasar tradisional juga menjadi penyebab terkontaminasinya daging ayam. Kondisi penyimpanan yang kurang baik juga dapat menyebabkan daging ayam terkontaminasi oleh bakteri tersebut. Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk menekan pertumbuhan jumlah bakteri agar kualitas daging ayam tetap terjaga. Di era modern ini, salah satu metode untuk mencegah kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada daging ayam adalah dengan menggunakan zat-zat kimia yang dapat merusak lingkungan. Padahal Allah SWT telah memerintahkan kita sebagai hamba-Nya untuk menjaga lingkungan dari kerusakan. Allah berfirman dalam surat Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ (٥٦)

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.”(QS Al-A'raf: 56)

Berdasarkan Tafsir Kementerian Agama, dalam ayat ini Allah melarang manusia agar tidak membuat kerusakan di muka bumi. Larangan membuat kerusakan ini mencakup semua bidang, seperti merusak pergaulan, jasmani dan rohani orang lain, kehidupan dan sumber-sumber penghidupan seperti pertanian, perdagangan, merusak lingkungan dan lain sebagainya. Maka dari itu sebagai umat islam kita sepatutnya mencari solusi untuk menjaga kualitas bahan pangan dari kontaminasi bakteri tanpa merusak lingkungan.

Penelitian ini adalah salah satu upaya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Eschericia coli* pada daging ayam sehingga kualitas daging ayam tetap terjaga. Manusia sebagai makhluk yang berakal sehingga mampu berpikir secara luas melalui riset dengan memanfaatkan teknologi medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Pemaparan medan magnet ELF dapat mempengaruhi transfer ion pada bakteri. Energi ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung karbohidrat, protein, garam-garam seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} . Perpindahan energi ke ion akan meningkatkan kecepatan serta aliran ion seperti Ca^{2+} ketika melewati membran sel. Ion-ion akan membawa efek medan magnet dari daerah interaksi ke organ lainnya dan akan merusak protein dalam sel. Rusaknya protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga menyebabkan kematian pada bakteri pathogen (Sadidah et al., 2015).

Hasil dari penelitian didapatkan bahwa pemaparan medan magnet ELF dapat menurunkan pertumbuhan bakteri *Eschericia coli* pada daging ayam dari $171 \pm 12,49$ CFU/ml menjadi $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml. Meskipun masih belum cukup untuk membunuh semua bakteri *Eschericia coli* yang terdapat pada daging ayam

tetapi penggunaan medan magnet ELF ini dapat mengurangi efek negatif kerusakan lingkungan akibat penggunaan zat kimia berbahaya.

Semua makhluk yang Allah ciptakan di alam semesta ini seluruhnya sangat bermanfaat bagi manusia. Allah menciptakan makhluk hidup yang ada didunia ini sesuai dengan yang dikehendaki-Nya mulai dari makhluk hidup yang berukuran besar hingga makhluk hidup yang sangat kecil misalnya adalah bakteri. Allah SWT berfirman dalam Q.S ali Imran (3):191.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ فِيمَا وَفَعُوا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١)

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”

Dalam tafsir Tabari oleh Imam Ja'far Muhammad bin Jarir ath-Thabari (2008) menjelaskan bahwa semua yang diciptakan Allah SWT tidak akan sia-sia. Lafadz مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا yang artinya tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia memiliki makna bahwa Allah SWT tidak menciptakan segala sesuatu tanpa alasan. Demikian pula Allah menciptakan bakteri *Escherichia coli*, meskipun tergolong sebagai bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit tetapi penciptaan bakteri ini memiliki hikmah dan manfaat bagi manusia. Adanya bakteri *Escherichia coli* membuat manusia berpikir untuk mempelajari dan mengkaji terkait upaya untuk menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Pada kerapatan fluks 1,0 mT dengan lama pemaparan 30 menit terjadi penurunan jumlah koloni bakteri paling besar yaitu dari $171 \pm 12,49$ CFU/ml menjadi $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml. Sedangkan penurunan paling rendah terjadi pada kerapatan fluks 0,6 mT dengan lama pemaparan 10 menit yaitu dari $171 \pm 12,49$ CFU/ml turun menjadi $163.10^7 \pm 5,57$ CFU/ml.
2. Variasi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap penurunan kadar protein pada daging ayam. Kadar protein paling optimal terdapat pada perlakuan dengan kerapatan fluks 0,6 mT selama 10 menit yaitu sebesar 3,28%.
3. Variasi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh dalam menghambat kenaikan pH pada daging ayam. pH pada daging ayam dapat dipertahankan pada angka 5,93 dengan menggunakan kerapatan fluks 1,0 mT dan lama pemaparan 30 menit.
4. Variasi kerapatan fluks dan lama pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat mempengaruhi warna daging ayam secara signifikan. Semakin tinggi kerapatan fluks dan semakin lama pemaparan

medan magnet ELF warna daging ayam semakin pucat yang disebabkan karena warna merah pada daging memudar.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, maka penulis menyarankan:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dosis medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) agar proses penonaktivasi bakteri *Escherichia coli* lebih efektif dan penurunan kadar protein pada daging ayam tidak terjadi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) terhadap indikator lain pada makanan sehingga dapat menjadi referensi untuk mengetahui efek medan magnet ELF dalam pengawetan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, D., Susanty, A., & Tafsin, M. (2021). Analisis Kualitas Daging Ayam Broiler Asal Pasar Swalayan dan Pasar Tradisional di Kota Medan Sumatera Utara. *Jurnal Sain Veteriner*, 39(3), 224. <https://doi.org/10.22146/jsv.54354>
- Afrianti, M., Dwiloka, B., Bhakti, D., & Setiani, E. (2013). Total Bakteri, Ph, Dan Kadar Air Daging Ayam Broiler Setelah Direndam Dengan Ekstrak Daun Senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) Selama Masa Simpan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 04(07), 49–55.
- Alfiyah, D. (2012). *Pengaruh Medan Elektromagnetik Pada Bakteri Staphylococcus aureus*. Universitas Airlangga.
- Ardiyani, G., & Salomo, E. (2015). Desain Pembuatan Alat Dan Uji Coba Kumpanan Helmholtz Berbentuk Lingkaran. *JOM FMIPA*, 2(1), 24–31.
- Astria, F., Subito, M., & Nugraha, D. W. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway. *Jurnal MEKTRIK*, 1(1), 47–55.
- Aviana Fajariyah, Juswono, U. P., & Widodo, C. S. (2014). *Pengaruh Radiasi Gelombang Radio Wi-Fi Pada Kandungan Protein Telur Ayam Ras*. 1(2), 33–35.
- Bahri, S., Rokhim, S., & Prasiska, Y. S. (2019). Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* pada Sampel Daging. *Journal of Health Science and Prevention*, 3(1), 62–67. <https://doi.org/10.29080/jhsp.v3i1.195>
- Bayir, E., Bilgi, E., Sendemir-Ürkmez, A., & Hameş-Kocabaş, E. E. (2015). The Effects of Different Intensities, Frequencies and Exposure Times of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields on The Growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 34(1), 14–18. <https://doi.org/10.3109/15368378.2013.853671>
- Boleng, D. T. (2015). *Bakteriologi: Konsep-Konsep dasar*. Universitas Muhamadiyah Malang.
- Bostami, R., Seok Mun, H., & Yang, C. J. (2017). Breast and Thigh Meat Chemical Composition and Fatty Acid Profile in Broilers Fed Diet with Dietary Fat Sources. *Journal of Food Processing & Technology*, 08(05). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000672>
- Dwi, N., Astuti, S. D., & Yasin, M. (2013). Potensi Induksi Medan Magnet Eksternal untuk Efektivitas Fotoinaktivasi Bakteri Patogen. *Journal of Physics and Application (Jurnal Fisika Dan Terapannya)*, 1(3), 21–27.

- Fitri Rahmawati, M. (2014). *Pengawetan Makanan Dan Permasalahannya*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Fitria, A., Sudarti, & Prihandono, T. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Intensitas 0.6 mT dan 1 mT Terhadap Perubahan Nilai pH Pada Daging Ikan Lele (*Clarias SP.*). *Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 139–142.
- Fojt, L., Strašák, L., Vetterl, V., & Šmarda, J. (2014). Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, *Leclercia adecarboxylata* and *Staphylococcus aureus*. *Bioelectrochemistry*, 63(1–2), 337–341. <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2003.11.010>
- Fuhaid, N., Sahbana, M. A., & Arianto, A. (2011). Pengaruh Medan Elektromagnetik Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin. *Jurnal PROTON*, 3(1), 1–9.
- Ginting, Suhaidi, & Ginting. (2014). Pengaruh Jumlah Bubuk Kunyit Terhadap Mutu Tahu Segar Selama Penyimpanan Pada Suhu Ruang. *Rekayasa Pangan*, 2(4), 52–60.
- Hajrawati, M. F., Wahyuni, & Arief, I. I. (2016). Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Daging Ayam Broiler pada Pasar Tradisional di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(3), 386–389.
- Handoko, Sudarti, & Handayani, R. D. (2017). Analisa Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), 370–377.
- Hasanah, N. (2018). *Analisis Intensitas Medan Magnet ELF Terhadap Jumlah Bakteri, pH, Dan Kapasitansi Dalam Pengawetan Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. Universitas Negeri Jember.
- Hawa. (2011). *Alat Ukur Distribusi Medan Magnet pada Kumbaran Helmholtz*. Universitas Indonesia.
- Inhan-Garip, A., Aksu, B., Akan, Z., Akakin, D., Ozaydin, A. N., & San, T. (2011). Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Growth Rate and Morphology of Bacteria. *International Journal of Radiation Biology*, 87(12), 1155–1161. <https://doi.org/10.3109/09553002.2011.560992>
- Kanza, N. R. F., Sudarti, & Maryani. (2020). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH Dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Fermentasi Basah Kopi Liberika (*Coffe liberica*) Dengan Penambahan α -Amilase. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 321.

- Kiky, A., Sri, S., & Ludfia, W. (2020). Study of Broiler Chicken Meat Quality in Different Traditional Markets in Sukoharjo Regency. *Bantara Journal of Animal Science*, 2(2), 54–60. <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Kralik, G., Kralik, Z., Grčević, M., & Hanžek, D. (2018). Quality of Chicken Meat. *Animal Husbandry and Nutrition*, 63–93. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69938>
- Kurniati, N., & Shufiyani. (2016). Identifikasi cemaran Escherichia Coli Pada Daging Ayam dari Pasar Tradisional Dan Supermarket Di Kota Tangerang Tahun 2015. *Jurnal Medikes*, 3(2), 165–170.
- Lena Jeane, D. (2021). *Kandungan Gizi Pangan Ikani*. CV. Patra Media Grafindo Bandung.
- Levinson, Chin-Hong, Joyce, Jussbaum, & Schwartz. (2020). Structure of Bacterial Cells. In *Review of Medical Microbiology & Immunology: A Guide to Clinical Infectious Diseases*. McGraw Hill.
- Liu, Gao, Zhao, & Xiang. (2017). The Sterilization Effect of Solenoid Magnetic Field Direction On Heterotrophic Bacteria In Circulating Cooling Water. *Procedia Engineering*, 174, 1296–1302.
- Loly, E. H. (2019). *Akumulasi Total Protein Sayap Ayam Broiler Dengan Penambahan Kromanon Deamina Buah Maja (Aegle marmelos L.Corr)*. Universitas Katolik Soegijapranata.
- Lutfiana, D. S., Trapsilo, P., & 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*, 3, 195–199.
- Mahato, S., Zhuu, Z., & Sun, D.-W. (2023). Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Field on Myofibrillar Protein from Grass Carp (Ctenopharyngodon idellus) During Chilled Storage at 4C. *Food Science and Technology*, 174, 1–8.
- Mikrajuddin Abdullah. (2017). *Fisika Dasar II*. Institut Teknologi Bandung.
- Mina, N. M., Sudarti, & Yushardi. (2018). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Kapasitansi Buah Anggur Merah. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, 3(2), 216–220.
- Mousavian-Roshanzamir, S., & Makhdoumi-Kakhki, A. (2017). The inhibitory effects of static magnetic field on Escherichia coli from two different sources at Short exposure time. *Reports of Biochemistry and Molecular Biology*, 5(2),

112–116.

- Nasrul Haq, A., Septinova, D., & Purnama Edy Santosa, dan. (2015). The Physical of Beef from Traditional Market in Bandar Lampung. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(3), 98–103.
- Nitiyacassari, N., Kuswandi, B., Agung Pangaribowo, D., & Kalimantan, J. (2021). Label Pintar untuk Pemantauan Kesegaran Daging Ayam. *Journal Pustaka Kesehatan*, 9(2), 123.
- Nurhasanah, Sudarti, & Supriadi, B. (2018). Analisis Medan Magnet ELF Terhadap Nilai pH Ikan Dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 116–112.
- Prasetyo. (2020). Pengaruh Medan Magnet Terhadap Diameter Perkecambahan Kacang Hijau. *Jurnal Fisika*, 5(1), 66–70.
- Prastio, R. (2015). *Kumparan Helmholtz*. <https://rpprastio.wordpress.com/2015/05/20/helmholtz-coil/>
- Pratiwi, P. I. A., Ratih, G. A. M., & Sudarmanto, I. G. (2022). Identifikasi Cemaran *Escherichia coli* Dan Faktor Pencemar Pada Daging Ayam Di Pasar Ketapian Denpasar Timur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1), 45–53.
- Putra, S. S. (2015). *Identifikasi Daging Ayam Layak Konsumsi Dengan Hidung Elektronik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Model Multi Layer Perceptron*. Universitas Gadjah Mada.
- Qumairoh, U., Sudarti¹, & Prihandono, T. (2021). *Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Derajat Keasaman (pH) Udang Vaname*. 6(2), 155–161. https://doi.org/10.1007/1-4020-0613-6_6694
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. (2018). *ESCHERIA COLI: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko*. IPB Press.
- Ramadhani, W. M., Rukmi, I., & Jannah, S. N. (2020). Kualitas Mikrobiologi Daging Ayam Broiler di Pasar Tradisional Banyumanik Semarang. *Jurnal Biologi Tropika*, 3(1), 8–16.
- Ridawati, S., Sudarti, & Yushardi. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH Susu Fermentasi. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017*, 2(September), 1–5.
- Rini, C. S., & Rochmah, J. (2020). *Bakteriologi Dasar*. UMSIDA Press.
- Sadidah, K., Sudarti, S., & Ghani, A. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300 Dan 500 Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba Dan pH Pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pembelajaran*

Fisika, 4(1), 1–8.

Sari, R. E. Y. W., Prihandono, T., & Sudarti. (2015). Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100 μ T Dan 300 μ T Pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 164–170.

Seniari, & Dharma. (2021). Penyuluhan Cara Mengurangi Bahaya Rdiasi Gelombang Elektromagnetik Pada Kesehatan Di Kelurahan Pagutan Barat Mataram. *Jurnal Bakti Nusa*, 2(1), 32–38.

Subandiyono, & Sri, H. (2016). *Buku Ajar Nutrisi Ikan*. Catur Karya Mandiri.

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. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.140>

Sudarti, Nurhayati, Ruriani, E., & Hersa, V. T. (2014). Prevalence of Salmonella Typhimurium on Gado-Gado Seasoning by Treatment of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field. *Food Microbiology*.

Sutiknowati, L. I. (2016). Bioindikator Pencemar, Bakteri Esherichia coli. *Jurnal Oseana*, XLI(4), 63–71.

Tahuk, P. K., Dethan, A. A., & Sio, S. (2020). Meat and Fat Colors Characteristics of Male Bali Cattle Fattened With Green Feed in Smallholder Farms. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 2(2), 17–25. <https://doi.org/10.32938/jtast.v2i2.592>

Trisno, K., Tuno, K., & Suarjana, I. G. K. (2019). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Escherichia Coli dari Udara pada Rumah Potong Unggas Swasta di Kota Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*, 8(5), 685–694.

Wahjuni, S. (2014). *Dasar-Dasar Biokimia*. Udayana University Press.

Wicaksono, M. S. R., Haulah, S., & Maharani, F. W. (2015). Paparan Gelombang Elektromagnet Extremely Low Frequency (ELF) Pada Daging Sapi Sebagai Solusi Menjaga Ketahanan Pangan Masa Depan. *Seminar Nasional Fisika Dan Pembelajarannya 2015*, 9–13.

Wijayanti, D. A., Hintono, A., & Pramono, Y. B. (2013). Kadar Protein Dan Keempukan Nugget Ayam Dengan Berbagai Level Substitusi Hati Ayam Broiler. *Animal Agriculture*, 2(1), 295–300.

Windiana, D. (2011). Deteksi Permulaan Kebusukan Daging Ayam Broiler Yang Dijual Pada Suhu Kamar (28 – 30C) Di Beberapa Kios Daging Pasar Tradisional Kabupaten Bogor. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 6(1), 19–23.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Penelitian



Proses Sterilisasi



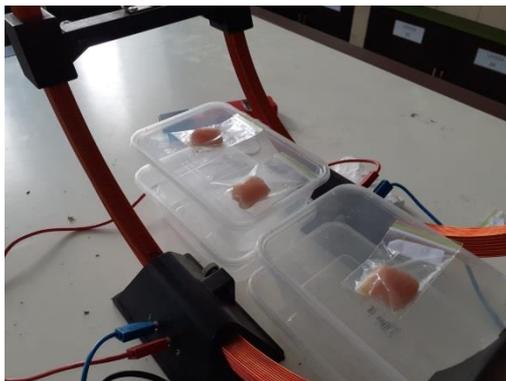
Pembuatan Media



Proses Inkubasi Media NB



Penumbuhan Bakteri Pada Daging



Pemaparan Medan Magnet ELF



Persiapan Pengenceran



Vortex Daging Ayam



Perhitungan Koloni Bakteri



Pembuatan Sampel untuk Pengukuran pH

Lampiran 2. Data Hasil Penelitian

a) Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli*

Perlakuan		Jumlah Koloni Bakteri (10^7 CFU/ml)			Jumlah Rata-Rata (10^7 CFU/ml)	Persentase (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3		
0,0	10	161	167	185	$171 \pm 12,49$	0%
	20	161	167	185	$171 \pm 12,49$	0%
	30	161	167	185	$171 \pm 12,49$	0%
0,6	10	158	162	169	$163 \pm 5,57$	4,68%
	20	143	151	162	$152 \pm 9,54$	11,11%
	30	137	148	153	$146 \pm 8,19$	14,62%
0,7	10	147	163	132	$147,33 \pm 15,50$	13,84%
	20	114	121	155	$130 \pm 21,93$	23,98%
	30	135	95	148	$126 \pm 27,62$	26,32%
0,8	10	140	134	137	137 ± 3	19,88%
	20	126	102	96	$108 \pm 15,87$	36,84%
	30	74	98	86	86 ± 12	49,71%
0,9	10	88	53	71	$70,67 \pm 17,50$	58,67%
	20	24	87	75	$62 \pm 33,45$	63,74%
	30	44	73	36	$51 \pm 19,47$	70,18%
1,0	10	52	65	57	$58 \pm 6,56$	66,08%
	20	64	43	47	$51,33 \pm 11,15$	69,98%
	30	40	37	31	$36 \pm 4,58$	78,95%

Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

1. Kontrol

- $161 \times \frac{1}{10^{-7}} = 161 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$
- $167 \times \frac{1}{10^{-7}} = 167 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$
- $185 \times \frac{1}{10^{-7}} = 185 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

2. Kerapatan Fluks 0,6 mT

a. 10 menit

- $158 \times \frac{1}{10^{-7}} = 158 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$
- $162 \times \frac{1}{10^{-7}} = 162 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$
- $169 \times \frac{1}{10^{-7}} = 169 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

b. 20 menit

- $143 \times \frac{1}{10^{-7}} = 143 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$
- $151 \times \frac{1}{10^{-7}} = 151 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $162 \times \frac{1}{10^{-7}} = 162 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

c. 30 menit

- $137 \times \frac{1}{10^{-7}} = 137 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $148 \times \frac{1}{10^{-7}} = 148 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $153 \times \frac{1}{10^{-7}} = 153 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

3. Kerapatan Fluks 0,7 mT

a. 10 menit

- $147 \times \frac{1}{10^{-7}} = 147 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $163 \times \frac{1}{10^{-7}} = 163 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $132 \times \frac{1}{10^{-7}} = 132 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

b. 20 menit

- $114 \times \frac{1}{10^{-7}} = 114 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $121 \times \frac{1}{10^{-7}} = 121 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $155 \times \frac{1}{10^{-7}} = 155 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

c. 30 menit

- $135 \times \frac{1}{10^{-7}} = 135 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $95 \times \frac{1}{10^{-7}} = 95 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $148 \times \frac{1}{10^{-7}} = 148 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

4. Kerapatan Fluks 0,8 mT

a. 10 menit

- $140 \times \frac{1}{10^{-7}} = 140 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $134 \times \frac{1}{10^{-7}} = 134 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $137 \times \frac{1}{10^{-7}} = 137 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

b. 20 menit

- $126 \times \frac{1}{10^{-7}} = 126 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $102 \times \frac{1}{10^{-7}} = 102 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $96 \times \frac{1}{10^{-7}} = 96 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

c. 30 menit

- $74 \times \frac{1}{10^{-7}} = 74 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $98 \times \frac{1}{10^{-7}} = 98 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $86 \times \frac{1}{10^{-7}} = 86 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

5. Kerapatan Fluks 0,9 mT

a. 10 menit

- $88 \times \frac{1}{10^{-7}} = 88 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $53 \times \frac{1}{10^{-7}} = 53 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $71 \times \frac{1}{10^{-7}} = 71 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

b. 20 menit

- $24 \times \frac{1}{10^{-7}} = 24 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $87 \times \frac{1}{10^{-7}} = 87 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $75 \times \frac{1}{10^{-7}} = 75 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

c. 30 menit

- $44 \times \frac{1}{10^{-7}} = 44 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $73 \times \frac{1}{10^{-7}} = 73 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $36 \times \frac{1}{10^{-7}} = 36 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

6. Kerapatan Fluks 1,0 mT

a. 10 menit

- $52 \times \frac{1}{10^{-7}} = 52 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $65 \times \frac{1}{10^{-7}} = 65 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $57 \times \frac{1}{10^{-7}} = 57 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

b. 20 menit

- $64 \times \frac{1}{10^{-7}} = 64 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $43 \times \frac{1}{10^{-7}} = 43 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $47 \times \frac{1}{10^{-7}} = 47 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

c. 30 menit

- $40 \times \frac{1}{10^{-7}} = 40 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $37 \times \frac{1}{10^{-7}} = 37 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

- $31 \times \frac{1}{10^{-7}} = 31 \times 10^7 \text{ CFU/ml}$

b) Data Kadar Protein

Perlakuan		Kadar Protein (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
0,0	10	3,18	3,14	3,13	3,15±0,026
	20	3,18	3,14	3,13	3,15±0,026
	30	3,18	3,14	3,13	3,15±0,026
0,6	10	3,38	3,25	3,2	3,28±0,093
	20	3,27	3,21	3,18	3,22±0,046
	30	2,9	2,93	3	2,94±0,051
0,7	10	3,2	3,19	3,17	3,19±0,015
	20	2,94	2,99	3,08	3,00±0,071
	30	2,82	2,86	2,84	2,84±0,020
0,8	10	3,13	3,10	3,09	3,11±0,021
	20	3,01	2,92	2,96	2,96±0,045
	30	2,78	2,83	2,81	2,81±0,025
0,9	10	3,09	3,07	3,06	3,07±0,015
	20	2,86	3,04	2,91	2,94±0,093
	30	2,64	2,76	2,68	2,69±0,061
1,0	10	2,84	2,81	2,98	2,88±0,091
	20	2,78	2,8	2,75	2,78±0,025
	30	2,43	2,39	2,41	2,41±0,020

c) Data pH

Perlakuan		pH			Jumlah Rata-Rata
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	1	2	3	
0,0	10	6,5	6,6	6,5	6,53±0,058
	20	6,5	6,6	6,5	6,53±0,058
	30	6,5	6,6	6,5	6,53±0,058
0,6	10	6,5	6,5	6,4	6,47±0,058
	20	6,5	6,4	6,3	6,4±0,1
	30	6,4	6,4	6,3	6,37±0,058
0,7	10	6,1	6,2	6,1	6,13±0,058
	20	6,2	6,3	6,2	6,23±0,058
	30	6,1	6,3	6,2	6,2±0,1
0,8	10	6,4	6,5	6,5	6,47±0,058
	20	6,4	6,5	6,4	6,43±0,058
	30	6,1	6,2	6,3	6,2±0,1
0,9	10	6,6	6,5	6,5	6,53±0,058
	20	6,5	6,5	6,4	6,47±0,058
	30	6,3	6,3	6,4	6,33±0,058
1,0	10	6	6,2	6,1	6,1±0,1
	20	6,1	6,1	6	6,07±0,058
	30	6	5,9	5,9	5,93±0,058

d) Data Organoleptik Warna Pada Daging Ayam

Perlakuan		Skor Warna Daging							
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan (menit)	Anggie	Zizah	Riska	Reni	Biela	Syifa	Ulfa	Rata-rata
0,0	10	2	2	2	1	3	2	2	2±0,58
	20	2	2	2	1	3	2	2	2±0,58
	30	2	2	2	1	3	2	2	2±0,58
0,6	10	1	2	1	1	2	1	1	1,29±0,49
	20	1	2	2	1	3	1	2	1,71±0,76
	30	3	2	2	2	2	2	2	2,14±0,38
0,7	10	2	2	1	1	3	2	2	1,86±0,69
	20	3	2	2	2	2	2	2	2,14±0,38
	30	3	2	3	3	3	3	3	2,86±0,38
0,8	10	3	2	2	2	2	2	3	2,29±0,49
	20	3	3	2	2	3	3	3	2,71±0,49
	30	3	3	2	3	3	3	3	2,86±0,38
0,9	10	3	4	2	3	3	3	3	3±0,58
	20	4	3	2	2	2	5	5	3,29±1,38
	30	4	4	4	4	4	3	3	3,71±0,49
1,0	10	4	3	5	3	3	3	3	3,43±0,79
	20	5	4	4	4	3	3	3	3,71±0,76
	30	5	4	4	4	3	4	4	4±0,58

Lampiran 3. Hasil Uji Faktorial

a) Koloni Bakteri

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Data					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KerapatanFluks	110996,148	5	22199,230	88,034	,000
LamaPemaparan	4307,370	2	2153,685	8,541	,001
Kerapatan Fluks * Lama Pemaparan	2182,630	10	218,263	,866	,572
Error	9078,000	36	252,167		
Total	818352,000	54			
a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,983)					

b) Kadar Protein

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Data					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KerapatanFluks	1,346	5	,269	105,094	,000
LamaPemaparan	,863	2	,431	168,454	,000
KerapatanFluks *LamaPemaparan	,228	10	,023	8,905	,000
Error	,092	36	,003		
Total	480,701	54			
a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)					

c) pH

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Data					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kerapatan Fluks	1,533	5	,307	63,662	,000
Lama Pemaparan	,129	2	,065	13,423	,000
Kerapatan Fluks * Lama Pemaparan	,137	10	,014	2,854	,010
Error	,173	36	,005		
Total	2165,440	54			
a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)					

Lampiran 4. Hasil Analisis DMRT

a) Koloni Bakteri

Data						
Duncan ^{a,b}						
Kerapatan Fluks	N	Subset				
		1	2	3	4	5
6	9	48,4444				
5	9	61,2222				
4	9		110,3333			
3	9			134,4444		
2	9				153,6667	
1	9					171,0000
Sig.		,096	1,000	1,000	1,000	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 252,167.						
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.						
b. Alpha = 0,05.						

Data			
Duncan ^{a,b}			
Lama Pemaparan	N	Subset	
		1	2
3	18	102,6667	
2	18	112,3889	
1	18		124,5000
Sig.		,075	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 252,167.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,000.			
b. Alpha = 0,05.			

b) Kadar Protein

Data						
Duncan ^{a,b}						
Kerapatan Fluks	N	Subset				
		1	2	3	4	5
6	9	2,6878				
5	9		2,9011			
4	9			2,9589		
3	9				3,0100	
2	9					3,1467
1	9					3,1500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	,890
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,003.						
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.						
b. Alpha = 0,05.						

Data				
Duncan ^{a,b}				
Lama Pemaparan	N	Subset		
		1	2	3
3	18	2,8072		
2	18		3,0083	
1	18			3,1117
Sig.		1,000	1,000	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,003.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,000.				
b. Alpha = 0,05.				

Data												
Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	3	2,4100										
15	3		2,6933									
17	3		2,7767	2,7767								
12	3			2,8067	2,8067							
9	3			2,8400	2,8400							
16	3				2,8767	2,8767						
14	3					2,9367	2,9367					
6	3					2,9433	2,9433					
11	3					2,9633	2,9633					
8	3						3,0033	3,0033				
13	3							3,0733	3,0733			
10	3								3,1067	3,1067		
1	3								3,1500	3,1500	3,1500	
2	3								3,1500	3,1500	3,1500	
3	3								3,1500	3,1500	3,1500	
7	3									3,1867	3,1867	
5	3										3,2200	3,2200
4	3											3,2767
Sig.		1,000	,051	,156	,118	,061	,149	,099	,105	,091	,139	,179
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.												
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.												

b) pH

Data						
Duncan ^{a,b}						
Kerapatan Fluks	N	Subset				
		1	2	3	4	5
6	9	6,0333				
3	9		6,1889			
4	9			6,3667		
2	9			6,4111	6,4111	
5	9				6,4444	
1	9					6,5333
Sig.		1,000	1,000	,183	,315	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,005.						
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.						
b. Alpha = 0,05.						

Data			
Duncan ^{a,b}			
Lama Pemaparan	N	Subset	
		1	2
3	18	6,2611	
2	18		6,3556
1	18		6,3722
Sig.		1,000	,476
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,005.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,000.			
b. Alpha = 0,05.			

Data									
Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
18	3	5,9333							
17	3		6,0667						
16	3		6,1000	6,1000					
7	3		6,1333	6,1333	6,1333				
9	3			6,2000	6,2000				
12	3			6,2000	6,2000				
8	3				6,2333	6,2333			
15	3					6,3333	6,3333		
6	3						6,3667	6,3667	
5	3						6,4000	6,4000	6,4000
11	3						6,4333	6,4333	6,4333
4	3							6,4667	6,4667
10	3							6,4667	6,4667
14	3							6,4667	6,4667
1	3								6,5333
2	3								6,5333
3	3								6,5333
13	3								6,5333
Sig.		1,000	,275	,115	,115	,086	,115	,129	,050
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.									
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.									

Lampiran 5. Hasil Uji Kruskal Wallis

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Data	1	7	40,14
	2	7	40,14
	3	7	40,14
	4	7	15,86
	5	7	31,29
	6	7	44,57
	7	7	35,71
	8	7	44,57
	9	7	77,43
	10	7	51,14
	11	7	70,86
	12	7	77,43
	13	7	81,64
	14	7	79,93
	15	7	105,07
	16	7	93,93
	17	7	102,36
	18	7	110,79
	Total		126

Test Statistics^{a,b}	
	Data
Kruskal-Wallis H	81,968
df	17
Asymp. Sig.	,000
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Perlakuan	



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Cindy Cormelia
NIM : 19640023
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*, Kadar Protein, pH Dan Warna Pada Daging Ayam
Pembimbing I : Dr. Drs. Mokhamad Tirono, M.Si
Pembimbing II : Dr. Erna Hastuti, M.Si

• **Konsultasi Fisika**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	29 September 2022	Konsultasi Bab I, II dan III	
2	05 Oktober 2022	Konsultasi Bab I, II dan III	
3	17 Oktober 2022	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4	28 Februari 2023	Konsultasi Bab IV	
5	7 Maret 2023	Konsultasi Bab IV dan ACC	
6	10 Mei 2023	Konsultasi Bab IV dan V	
7	18 Mei 2023	Konsultasi Bab IV, V dan ACC Sidang	
8	20 Mei 2023	Konsultasi Revisi Sidang Akhir	

• **Konsultasi Integrasi**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	9 Februari 2023	Konsultasi Bab I dan II	
2	9 Maret 2023	Konsultasi Bab I, II dan IV	
3	13 April 2023	Konsultasi Revisi Bab IV dan ACC Sidang	
4	20 Juni 2023	Konsultasi Revisi Sidang Akhir	

Malang, 21 Juni 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Dr. Inayatullah, M.Si

NIP. 19610730 200312 1 002