

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP
PERTUMBUHAN BAKTERI *Salmonella typhi*, KADAR PROTEIN, pH
DAN ZAT BESI PADA DAGING SAPI**

SKRIPSI

Oleh:

**ROYANI
NIM. 210604110037**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP
PERTUMBUHAN BAKTERI *Salmonella typhi*, KADAR PROTEIN, pH
DAN ZAT BESI PADA DAGING SAPI**

SKRIPSI

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

Oleh:

ROYANI
NIM. 210604110037

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN
BAKTERI *Salmonella typhi*, KADAR PROTEIN, pH DAN ZAT BESI PADA
DAGING SAPI

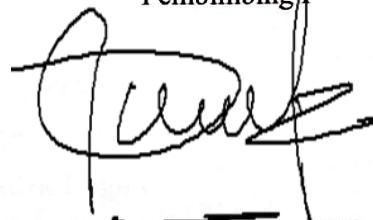
SKRIPSI

Oleh :

ROYANI
NIM. 210604110037

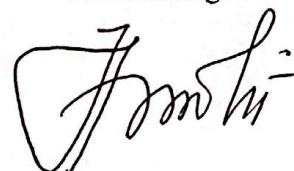
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 18 Desember 2025

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Ahmad Lutfin, M.Si
NIP. 19860504 201903 1 009

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Farid Samru Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

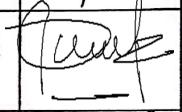
HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Salmonella typhi*, KADAR PROTEIN, pH DAN ZAT BESI PADA DAGING SAPI

SKRIPSI

Oleh:
ROYANI
NIM. 210604110037

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada tanggal, 22 Desember 2025

Pengaji Utama	<u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Pengaji	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIP. 19870215 202321 2 031	
Sekretaris Pengaji	<u>Prof. Dr. Drs. H. Mokhammad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Pengaji	<u>Ahmad Lutfin, M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Royani

NIM : 210604110037

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Bakteri *Salmonella typhi*, Kadar Protein, pH dan Zat Besi pada Daging Sapi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan,



MOTTO

وَاللَّهُ يُحِبُّ الصَّابِرِينَ

“Dan ALLAH mencintai orang-orang yang sabar.”

(QS. Ali ‘imran:146)

~

لَا تَحْزُنْ إِنَّ اللَّهَ مَعَكُمْ

“Janganlah engkau bersedih, sesungguhnya Alah bersama kita.”

(QS. At-Taubah :40)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis mempersembahkan karya ini untuk kepada orang-orang yang selalu memberikan dukungan kepada penulis sepanjang perjalanan skripsi maupun akademik penulis.

1. Untuk Kedua Orang Tua penulis, Bapak Muhalli dan Ibu Ulfa. Karya ini di dedikasikan dengan sepenuh hati kepada kedua orang tua penulis. Terimakasih atas segala doa dan dukungan yang senantiasa diberikan kepada penulis yang menjadikan bentuk inspirasi sehingga dapat menyelesaikan karya ini dengan baik.
2. Untuk Kakak (Mubarok), Adik (Zemzemiyah dan Ira) dan keluarga besar H. Noyan, keluarga besar Ngaderi yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa sehingga penulis dapat melewati tantangan selama menempuh studi.
3. Untuk teman – teman asfajah'22, seluruh rekan pesantren luhur malang dan seluruh rekan jurusan Fisika 2021 yang sudah meneman dan senantiasa memberikan semangat, motivasi dan dorongan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Untuk Diri sendiri, terima kasih sudah berjuang, bertahan dan tidak menyerah hingga saat ini ditengah berbagai proses yang tidak mudah.

Karya tulis ini didedikasikan untuk seluruh pihak yang sudah mendukung penulis, baik yang disebutkan maupun yang tidak, sebagai bentuk penghargaan atas peran dan kontribusi mereka dalam mendampingi penulis selama perjalanan studi.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puja dan puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan dan melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul” PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Salmonella typhi*, KADAR PROTEIN, pH DAN ZAT BESI PADA DAGING SAPI”.

Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabat. Semoga kita semua senantiasa mendapatkan syafaat beliau di hari kiamat kelak. Aamiin.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan pihak yang terlibat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana,M.Si.,CAHRM.,CRMP., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Farid Samsu Hananto, M.T., selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Drs. H. Mokhammad Tirono, M.Si., dan Ahmad Luthfin, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan ilmu,

membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar terhadap penulisan skripsi ini dengan baik.

5. Segenap Dosen Fisika, Laboran dan Staff Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmunya.
6. Bapak, Ibu, Kakak, Adik-adik dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan mendukung penulis sampai detik ini.
7. Teman-teman fisika yang menjadikan penyemangat dan pendorong bagi penulis untuk meyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas motivasi, saran dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik yang membangun sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk evaluasi dan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap agar penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca serta dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya. Aamiin Ya Robbal Alamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 24 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

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 TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Paparan Medan Magnet	8
2.1.1 Medan Magnet Selenoida	9
2.1.2 Pengaruh Medan Magnet terhadap Produk Pangan.....	10
2.1.3 Pengaruh Medan Magnet pada Mikroorganisme	10
2.2 Daging Sapi.....	12
2.2.1 Derajat Keasaman (pH) pada Daging Sapi.....	13
2.2.2 Kadar Protein Daging Sapi.....	14
2.2.3 Zat Besi Daging Sapi.....	14
2.3 Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	15
2.4 Hipotesis Penelitian.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Rancangan Penelitian	18
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.4 Alat dan Bahan.....	18
3.5 Diagram Alur Penelitian	20
3.6 Prosedur Penelitian.....	21
3.6.1 Tahap Persiapan.....	21
3.6.1.1 Sterilisasi.....	21
3.6.1.2 Pembuatan Media NA.....	21
3.6.1.3 Pembuatan Media NB	22
3.6.1.4 Pembuatan Media PCA.....	22

3.6.2 Penumbuhan dan Penanaman Bakteri pada Daging Sapi	22
3.6.3 Perlakuan Medan Magnet.....	23
3.6.4 Pengenceran Sampel.....	23
3.6.5 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri	24
3.6.6 Pengukuran pH (Derajat Keasaman)	25
3.6.7 Pengukuran Kadar Protein.....	26
3.6.8 Pengukuran Zat Besi	27
3.7 Teknik Analisis Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Data Hasil Penelitian.....	30
4.1.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	30
4.1.2 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Protein pada Daging Sapi	34
4.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap pH pada Daging Sapi	38
4.1.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi pada Daging Sapi ...	41
4.2 Pembahasan.....	47
4.3 Integrasi Islam.....	49
BAB V PENUTUP	53
5. 1. Kesimpulan	53
5. 2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Uji Jumlah Koloni Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	24
Tabel 3.2 Data Pengukuran Nilai pH Daging Sapi	25
Tabel 3.3 Data Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi	27
Tabel 3.4 Data Pengukuran Kadar Zat Besi Daging Sapi	28
Tabel 4. 5 Nilai Absorbansi Larutan Standar Protein BSA.....	35
Tabel 4.6 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap Kadar Protein	36
Tabel 4.7 Hasil Analisis SPSS Kadar Protein pada Daging Sapi.....	38
Tabel 4.8 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap pH.....	39
Tabel 4.9 Hasil Analisis SPSS pH pada Daging Sapi	40
Tabel 4.10 Hasil Uji DMRT Frekuensi Paparan terhadap Nilai pH.....	41
Tabel 4.11 Hasil Uji DMRT Waktu Paparan terhadap Nilai pH.....	41
Tabel 4.12 Nilai Absorbansi Larutan Standar Zat Besi.....	42
Tabel 4.13 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap Zat Besi	43
Tabel 4.14 Hasil Analisis SPSS Kadar Zat Besi	45
Tabel 4.15 Hasil Uji DMRT Frekuensi terhadap Kadar Zat Besi	46
Tabel 4.16 Hasil Uji DMRT Waktu Paparan terhadap Kadar Zat Besi	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kumparan Selenoida (Mardiawan et al., 2023)	9
Gambar 2. 2 Bakteri <i>Salmonella typhi</i> (Kasim, 2020)	16
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap <i>Salmonella typhi</i>	32
Gambar 4. 2 Kurva Standar Protein BSA.....	35
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap Kadar Protein	37
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap pH pada Daging Sapi ..	40
Gambar 4. 5 Kurva Standar Zat Besi.....	42
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap Kadar Zat Besi	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Penelitian	61
Lampiran 2 Perhitungan Kadar Protein dan Zat Besi	63
Lampiran 3 Hasil Uji DMRT	65

ABSTRAK

Royani. 2025. **Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi*, Kadar Protein, pH, dan Za Besi pada Daging Sapi.** Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Drs. H. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Ahmad Luthfin, M.Si

Kata kunci: medan magnet, *Salmonella typhi*, daging sapi, kadar protein, pH, zat besi

Daging sapi merupakan sumber protein dan zat besi yang bernilai gizi tinggi, namun mudah terkontaminasi bakteri *Salmonella typhi*. Salah satu metode non-termal yang berpotensi menjaga keamanan pangan adalah paparan medan magnet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*, kadar protein, nilai pH, dan kadar zat besi pada daging sapi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak kelompok (RAK) dua faktor, yaitu variasi frekuensi medan magnet 0 Hz, 60 Hz, dan 120 Hz serta waktu paparan 5–25 menit. Parameter yang dianalisis meliputi jumlah koloni bakteri (TPC), kadar protein (metode Biuret), nilai pH, dan kadar zat besi (AAS). Data dianalisis menggunakan uji Two Way ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah koloni *Salmonella typhi* menurun secara signifikan dari $164 \pm 26,21 \times 10^7$ CFU/ml (kontrol) menjadi $51,33 \pm 7,77 \times 10^7$ CFU/ml pada frekuensi 120 Hz selama 25 menit (penurunan 68,70%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet berpengaruh signifikan terhadap penurunan pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi* dan peningkatan nilai pH, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar protein dan zat besi. Paparan medan magnet berpotensi digunakan sebagai metode alternatif untuk meningkatkan keamanan daging sapi.

ABSTRACT

Royani. 2025. **The Effect of Magnetic Fields on the Growth of *Salmonella typhi* Bacteria, Protein Levels, pH, and Iron Content in Beef.** Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (I) Prof. Dr. Drs. H. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Ahmad Luthfin, M.Si

Keywords: magnetic field, *Salmonella typhi*, beef, protein content, pH, iron

Beef is a source of protein and iron that is high in nutritional value, but it is easily contaminated with *Salmonella typhi* bacteria. One non-thermal method that has the potential to maintain food safety is exposure to magnetic fields. This study aims to determine the effect of magnetic field exposure on the growth of *Salmonella typhi* bacteria, protein content, pH value, and iron content in beef. This study used an experimental method with a two-factor randomized block design (RBD), namely variations in magnetic field frequency of 0 Hz, 60 Hz, and 120 Hz and exposure time of 5–25 minutes. The parameters analyzed included bacterial colony count (TPC), protein content (Biuret method), pH value, and iron content (AAS). Data were analyzed using the Two-Way ANOVA test. The results showed that the *Salmonella typhi* colony count decreased significantly from $164 \pm 26.21 \times 10^7$ CFU/ml (control) to $51.33 \pm 7.77 \times 10^7$ CFU/ml at a frequency of 120 Hz for 25 minutes (a decrease of 68.70%). The results of the study indicate that exposure to a magnetic field significantly affects the reduction in *Salmonella typhi* bacterial growth and increases pH levels, but does not significantly affect protein and iron content. Exposure to a magnetic field has the potential to be used as an alternative method to enhance beef safety.

مستخلص البحث

روياني. ٢٠٢٥. تأثير الحقل المغناطيسي على نمو بكتيريا سالمونيلا تايفي، مستوى البروتين، الرقم الهيدروجيني، ومحتوى الحديد في لحم البقر. بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفون: (الأول) الأستاذ الدكتور الحاج محمد تيرونو، الماجستير؛ (الثاني) أحمد لطفين، الماجستير.

الكلمة الرئيسية: المجال المغناطيسي، سالمونيلا تايفي، لحم البقر، محتوى البروتين، الرقم الهيدروجيني، الحديد

لحم البقر يعد مصدراً للبروتين وال الحديد ذو القيمة الغذائية العالية، ولكنه سهل التلوث ببكتيريا السالمونيلا التيفية. إحدى الطرق غير الحرارية التي يمكن أن تحافظ على سلامة الغذاء هي التعرض للمجال المغناطيسي. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير التعرض للمجال المغناطيسي على نمو بكتيريا السالمونيلا التيفية، ومستوى البروتين، وقيمة الرقم الهيدروجيني، ومستوى الحديد في لحم البقر. استخدمت هذه الدراسة منهج التجربة بتصميم المجموعات العشوائية (RAK) باستخدام عاملين، وهما تباين تردد المجال المغناطيسي . هرتز، و١٢٠ هرتز، و٦٠ هرتز ومدة التعرض من ٥-٢٥ دقيقة. تشمل المعايير التي تم تحليلها عدد مستعمرات البكتيريا(TPC)، ومستوى البروتين (طريقة Biuret)، وقيمة الرقم الهيدروجيني، ومستوى الحديد(AAS). تم تحليل البيانات باستخدام اختبار Two Way ANOVA. أظهرت نتائج البحث أن عدد مستعمرات السالمونيلا تايفي انخفض بشكل ملحوظ من شخص 16 ± 4 CFU/ml $10^7 \times 26,21$ CFU/ml (التحكم) إلى $51,33 \pm 7,77$ CFU/ml عند تردد ١٢٠ هرتز لمدة ٢٥ دقيقة (انخفاض بنسبة ٦٨,٧٠%). وأظهرت نتائج البحث أن التعرض للمجال المغناطيسي له تأثير كبير على انخفاض نمو بكتيريا السالمونيلا تايفي وزيادة قيمة الرقم الهيدروجيني، لكنه لم يؤثر بشكل كبير على محتوى البروتين وال الحديد. التعرض للمجال المغناطيسي لديه إمكانية الاستخدام كطريقة بديلة لزيادة سلامة لحم البقر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daging sapi merupakan salah satu sumber pangan hewani yang telah banyak dikonsumsi. Daging sapi memiliki kandungan gizi tinggi yang dapat memberikan banyak manfaat bagi tubuh. Kandungan gizi pada daging sapi meliputi protein, asam amino essensial, lemak, vitamin B12, seng, selenium, kalium dan zat besi (Kehoe et al., 2023). Kandungan gizi pada daging sapi menjadi sumber pangan yang dapat menjadi salah satu sumber pertumbuhan, dan berfungsi sebagai metabolisme bagi tubuh. Protein tinggi pada daging sapi membantu dalam pemeliharaan jaringan tubuh hingga pembentukan sel baru (Nidianti & Rahmawati, 2023). Zat besi heme mudah diserap jika dibandingkan dengan zat besi non-heme yang berasal dari tumbuhan. Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin dan dapat mencegah anemia, begitu juga dengan kandungan gizi lain yang juga memiliki fungsi untuk menjaga sistem saraf dan kekebalan tubuh (Mortensen et al., 2024). Anemia karena defisiensi zat besi merupakan salah satu masalah kesehatan global yang sering dan banyak terjadi pada wanita khususnya pada ibu hamil. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan asupan dan pola makan yang tepat dengan mengkonsumsi asupan gizi yang cukup (Suryadinata et al., 2022). Selain memiliki banyak manfaat daging sapi juga memiliki kelemahan dalam mempertahankan kualitasnya. Daging sapi rentan terhadap penurunan kualitas karena adanya aktivitas mikroorganisme, atau perubahan selama penyimpanan. Daging sapi dapat terkontaminasi bakteri dan menyebabkan penurunan kualitas dan keamanan gizi yang terkandung di dalamnya. Kontaminasi daging sapi juga dapat memengaruhi dan mengancam kesehatan. Daging yang terkontaminasi oleh bakteri dapat menimbulkan keracunan makanan

hingga infeksi terhadap saluran pencernaan bagi yang mengkonsumsinya. Kualitas dan kontaminasi pada daging sapi tersebut dapat dipengaruhi karena penanganan yang kurang tepat mulai dari pasca potong hingga proses distribusi daging sapi. Daging sapi rentan terkontaminasi oleh bakteri seperti *Salmonella sp.*, *Escherchia coli* dan *Coliform* (Maharani et al., 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa dalam aspek keamanan pangan merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk perlu diperhatikan. Di dalam Al-Quran Allah SWT telah menjelaskan perintah untuk mengkonsumsi makanan yang halal lagi baik yaitu QS. Al-Baqarah ayat 168[2]:

يَأَيُّهَا أَنَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلِيلًا طَيْبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوطَ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَذُوبٌ مُّبِينٌ

Artinya: "Wahai manusia, makanlah dari (makanan) yang halal lagi baik yang terdapat di bumi dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu." (QS. Al-Baqarah:168)

Menurut Tafsir Al-Misbah yang ditulis oleh Prof. Dr. M. Quraish Shihab, tidak semua yang diciptakan Allah layak untuk dikonsumsi karena harus memenuhi standar etika, kesehatan maupun kemaslahatan umat manusia. Dalam menafsirkan ayat ini, beliau menjelaskan bahwa perintah untuk "makanlah dari yang halal lagi baik" tidak hanya menekankan aspek kehalalan secara syariat, tetapi juga menuntut kualitas makanan dari sisi kebersihan, keamanan, serta tidak membahayakan tubuh manusia. Dari penafsiran ayat ini beliau juga menjelaskan bahwa dari kata طَيْبٌ berarti sesuatu yang memiliki kemanfaatan. Oleh karena itu umat manusia dianjurkan untuk selalu memastikan apa yang dimakan berasal dari sumber yang telah terjamin kualitasnya (Al Tasdiq & Dahlina, 2025). Dari penafsiran ini memberikan peringatan bahwa menjaga kualitas makanan merupakan tanggung jawab yang tidak boleh diabaikan. Dalam upaya memahami bagaimana makanan tersebut tetap dapat terjaga kualitasnya ini termasuk mempelajari hal-hal yang dapat

mengubah stabilitas, keamanan dalam makanan menunjukkan kepedulian terhadap nilai طبیعتی itu sendiri.

Kualitas produk pangan telah dijaga dengan dilakukan beberapa metode dalam menghambat hingga menonaktifkan pertumbuhan bakteri yang telah dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia hingga radiasi. Penggunaan bahan kimia sering memberikan kekhawatiran terhadap efek sampingnya. Selain itu, beberapa metode dilakukan seperti pemanasan dan sterilisasi dengan menggunakan suhu tinggi dapat menghambat hingga membunuh hampir dari seluruh bakteri yang ada pada sebuah produk. Pembekuan atau pendinginan juga menjadi salah satu alternatif untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Penyimpanan dengan suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri, terbukti pada 18 jam waktu penyimpanan dapat menghambat populasi bakteri meskipun nantinya bakteri tidak sepenuhnya mengalami kematian. (Prihharsanti, 2016). Pada beberapa metode untuk menghambat pertumbuhan bakteri tersebut memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing maka dari itu perlu adanya alternatif yang lebih efektif dan tetap aman khususnya jika diaplikasikan pada produk pangan. Salah satu alternative yang kini mulai banyak diteliti yaitu pemanfaatan paparan medan magnet sebagai bentuk metode pengawetan non-termal.

Medan magnet sering dimanfaatkan dalam produk pangan karena bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan mempertahankan kualitas produk pangan. Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) sering digunakan karena dapat menjaga dan meningkatkan kualitas dan nilai gizi pada produk tanpa merusaknya (Ramadhani et al., 2025). Medan magnet ELF memiliki frekuensi yang sangat rendah berkisar antara 0 hingga 300 Hz dan termasuk ke dalam radiasi

yang bersifat non ionisasi (Hasanah, 2020). Medan magnet memiliki peranan penting dalam produk pangan seperti pada daging sapi. Paparan medan magnet menjadi salah satu alternatif untuk mempertahankan kualitas produk pangan seperti pada daging sapi dan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Penelitian oleh (Shabitna et al., 2023) menunjukkan bahwa medan magnet ELF dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan dapat meningkatkan ketahanan dalam suatu produk. Disisi lain pengaruh medan magnet tidak selalu menghentikan atau menghancurkan bakteri karena bergantung pada fungsi yang ingin dihasilkan dari pemaparan medan magnet. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Indana, 2023) yang dilakukan berrtujuan untuk meningkatkan jumlah koloni bakteri. Tingkat pertumbuhan sel bakteri dalam penggunaan medan magnet bergantung pada intensitas yang digunakan. Apabila intensitas atau variasi frekuensi yang digunakan lemah dengan waktu paparan yang singkat dapat mempercepat perkembangan metabolisme atau pertumbuhan sel bakteri sedangkan intensitas atau frekuensi yang digunakan tinggi dengan lama durasi paparan yang cukup lama dapat menghambat atau menghentikan proses pertumbuhan bakteri (Laila & Sudarti, 2024). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Indana, 2023) menunjukkan bahwa paparan medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada susu sapi akan tetapi tidak mempengaruhi kadar protein. Berdasarkan hasil penelitian (Ma'rufiyanti et al., 2016) paparan medan magnet ELF 300 μT dan 500 μT dapat mempertahankan nilai pH pada buah tomat dengan peningkatan berkisar antara 2,325% - 4,651%. Pada penelitian tentang paparan medan magnet terhadap produk pangan hewani yaitu dengan menggunakan daging ayam sebagai objek penelitiannya oleh (Cormelia, 2023) menunjukkan bahwa pemaparan medan

magnet dengan perlakuan kerapatan fluks 0,6 mT selama 10 menit berpengaruh terhadap kadar protein dengan penurunan paling optimal sebesar 3,28%. Pengaruh medan magnet pada penelitian tersebut dengan kerapatan fluks 1,0 mT dengan 30 menit waktu paparan dapat mempengaruhi penurunan yang cukup besar pada jumlah koloni bakteri yaitu sebesar $171 \pm 12,49$ CFU/ml menjadi $36.10^7 \pm 4,58$ CFU/ml dengan penurunan paling rendah terjadi pada 0,6 mT dengan 10 menit waktu paparan dari $171 \pm 12,49$ CFU/ml menjadi $163.10^7 \pm 5,57$ CFU/ml. Berdasarkan penelitian tersebut penggunaan medan magnet banyak digunakan pada produk pangan yang berbentuk cair dan sedikit penggunaan produk hewani khususnya dalam pemanfaatan medan magnet untuk memberikan efek ketahanan pada daging dengan variabel yang cukup kompleks.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya penulis tertaik untuk melakukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan medan magnet pada daging sapi dengan melakukan pengujian dari pengaruh medan magnet terhadap kadar protein, tingkat derajat keasaman (pH) dan zat besi. Penelitian ini tidak hanya dilakukan bertujuan untuk melihat pengaruh dari paparan medan magnet terhadap sifat fisik daging sapi, tapi juga melihat pengaruh terhadap pertumbuhan mikrobiologis yang ada di dalamnya. Adanya permasalahan terhadap ketahanan dan keamanan produk pangan yang sering terjadi karena kontaminasi bakteri pada produk sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan pemanfaatan medan magnet untuk menekan pertumbuhan bakteri. Penulis juga ingin melakukan penelitian terhadap salah satu mikroorganisme yang dapat menyebabkan terjadinya demam tifoid atau tipes yaitu bakteri *salmonella typhi* sebagai indikator keamanan mikrobiologis dalam produk pangan hewani. Maka dari itu, penulis melakukan penelitian yang berjudul

“Pengaruh Paparan Medan Magnet terhadap Bakteri *Salmonella typhi*, Kadar Protein, pH dan Zat besi pada Daging Sapi”. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan kontribusi terhadap pengembangan teknologi yang berkaitan dengan keamanan produk pangan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *salmonella typhi* pada daging sapi?
2. Bagaimana pengaruh medan magnet terhadap kadar protein pada daging sapi?
3. Bagaimana pengaruh paparan medan magnet terhadap perubahan nilai ph pada daging sapi?
4. Bagaimana pengaruh paparan medan magnet terhadap kandungan zat besi pada daging sapi?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *salmonella typhi* pada daging sapi.
2. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kadar protein pada daging sapi.
3. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap perubahan nilai ph pada daging sapi.
4. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kandungan zat besi pada daging sapi.

1.4 Batasan Masalah

1. Sumber paparan medan magnet menggunakan medan magnet selenoida.

2. Bakteri yang dgunakan menggunakan bakteri *salmonella typhi*.
3. Paparan medan magnet menggunakan variasi frekuensi 0 Hz (kontrol), 60 Hz dan 120 Hz dengan lama waktu paparan 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.
4. Data yang diambil dari penelitian ini yaitu Jumlah koloni bakteri *salmonella typhi*, kadar protein, pH, dan zat besi.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan wawasan dan data informasi terkait pengaruh medan magnet terhadap bakteri *salmonella typhi*, kadar protein, pH dan zat besi pada daging sapi.
2. Mendukung upaya dalam meningkatkan keamanan produk pangan dengan memanfaatkan teknologi yang ada kepada khalayak umum.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Paparan Medan Magnet

Medan magnet adalah wilayah di sekitar magnet yang bersifat magnetik. Medan magnet dapat terjadi karena adanya kutub-kutub magnet yaitu kutub selatan dan kutub utara yang memiliki gaya tarik-menarik dan tolak menolak (Waruwu et al., 2021). Arah medan magnet bergerak dari kutub utara ke kutub selatan yang dapat dilihat pada garis-garis medan magnet yang membentuk loop (putaran) dimana garis tersebut diarahkan melalui magnet dan keluar kembali ke kutub utara. Medan magnet dapat didefinisikan sebagai bentuk gaya yang bekerja pada muatan yang bergerak dengan kecepatan tegak lurus pada medan magnet (Soraya, 2021).

Terbentuknya medan magnet dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu magnet permanen dan elektromagnet. Magnet permanen akan menghasilkan medan magnet tanpa adanya pengaruh dari luar. Sedangkan elektromagnet dapat menghasilkan medan magnet karena adanya arus listrik yang mengalir (Wahib et al., 2018). Medan magnet yang disebabkan karena adanya arus listrik pertama kali ditemukan oleh seorang ilmuan Denmark yaitu Hans Christian Oersted. Pada tahun 1820 dalam percobaannya ia mencoba mendekatkan jarum dari sebuah kompas pada seutas kawat yang dialiri arus listrik. Pendekatan yang dilakukan menyebabkan jarum pada kompas menyimpang ke arah selatan. Dari percobaan tersebut, Oersted menyimpulkan bahwasanya arus listrik dapat menghasilkan medan magnet (Waruwu et al., 2021). Pemanfaatan arus listrik dalam medan magnet membentuk radiasi elektromagnet yaitu ELF (*Extremely Low Frequency*) yang bersifat non-ionisasi (karena radiasi elektromagnetik tidak memiliki cukup energi untuk dapat mengionisasi suatu atom atau molekul) dan non-termal (karena

energy medan magnet ELF yang dihasilkan sangat kecil). Radisai medan magnet ELF memiliki frekuensi 0-300 Hz (Wahdani et al., 2024).

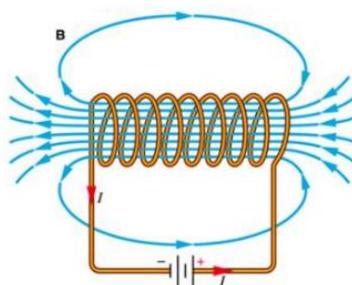
2.1.1 Medan Magnet Selenoida

Medan Medan magnet dinyatakan dalam satuan Tesla (T) atau Gauss (G), dimana $1\text{ T} = 10.000\text{ G}$. Medan magnet yang ditimbulkan karena adanya arus listrik yang mengalir. Medan magnet dapat ditimbulkan oleh arus listrik seperti selenoida. Selenoida yaitu kumparan (kawat yang dibentuk seperti spiral) yang dipanjangkan dimana kuat medan magnetnya berada pada pusat sumbunya (Ardiansyah, 2019). Medan magnet yang dihasilkan dari kumparan selenoida ketika adanya aliran listrik maka akan merubah arah (bolak-balik) dengan memenuhi persamaan berikut (Ardiansyah, 2019):

Rumus induksi magnetik di tengah selenoida

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 i N}{l} \quad (2.2)$$

Dimana : B: Besar Induksi Magnet (T), N : Banyak Lilitan Kawat Selenoid, i : Kuat Arus Listrik (A), l : Panjang Selenoida (m) dan μ_0 : Permeabilitas Vakum ($4\pi \times 10^{-7}\text{ Wb/Am}$)



Gambar 2. 1 Kumparan Selenoida (Mardiawan et al., 2023)

Pada selenoida, arus berputar untuk memudahkan kaidah tangan kanan yakni dari arah putaran pada empat jari yang dirapatkan menunjukkan arah putaran arus, sedangkan arah ibu jari menunjukkan arah garis medan magnetnya. Ketika

selenoida dialiri arus listrik maka garis-garis pada medan magnet yang dihasilkan serupa dengan yang dihasilkan pada magnet batang dimana garis gaya magnet akan keluar dari kutub utara (ujung ibu jari) dan masuk ke kutub selatan (pangkal ibu jari) (Ardiansyah, 2019).

2.1.2 Pengaruh Medan Magnet terhadap Produk Pangan

Medan magnet banyak digunakan untuk diteliti terhadap produk pangan. Penggunaan medan magnet dimanfaatkan untuk mempertahankan kualitas produk pangan. Produk pangan seringkali mudah busuk dan tidak bertahan lama. Pentingnya menyimpan maupun mengolah bahan pangan dengan baik seperti diawetkan, dikeringkan ataupun yang lainnya. Salah satu alternatif untuk mempertahankan produk pangan khususnya produk pangan hewani yaitu dengan cara memanfaatkan medan magnet. Medan magnet dapat membantu menjaga ketahanan dan kualitas daging dengan menenkan dan menonaktifkan bakteri dalam produk pangan salah satunya pada produk hewani yaitu pada daging sapi. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Tiwulandari et al., 2024) menunjukkan bahwa medan magnet ELF dapat menjadi salah satu alternatif dalam menjaga ketahanan dan meningkatkan kualitas daging dengan memahami pengaruh medan magnet terhadap pH dan aktivitas enzimnya. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF meningkatkan stabilitas pH dan dapat menjaga daging dari kerusakan oksidatif dengan meningkatkan antioksidan alami pada daging. Selain itu, dengan penggunaan medan magnet ELF mampu menekan atau menonaktifkan pertumbuhan bakteri, meningkatkan kualitas, kelembutan, juiciness hingga cita rasa pada daging.

2.1.3 Pengaruh Medan Magnet pada Mikroorganisme

Paparan medan magnet ELF juga dapat mempengaruhi mikroorganisme yang ada di dalam produk pangan. Medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan dari jumlah mikroba. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sadidah et al., 2015) menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF $500\mu\text{T}$ dengan waktu paparan 72 jam pada fermentasi tape ketan dapat menurunkan jumlah mikroba hingga $0,50 \times 10^{13}$ sel/ml. Medan magnet dapat menyebabkan ketidakseimbangan ion dan mengganggu proses fisiologis sel bakteri. Paparan medan magnet ELF juga dapat mempengaruhi pembentukan radikal oksigen reaktif (ROS) yang berfungsi aktif dalam aktivitas metabolisme bakteri. Dosis medan magnet ELF yang efektif digunakan untuk menghambat terjadinya pertumbuhan bakteri tergantung dari jenis bakteri, frekuensi dan lama paparan yang digunakan, semakin tinggi intensitas dengan waktu yang semakin lama maka semakin besar pula kemungkinan menghambat pertumbuhan bakteri. Intensitas radiasi yang cukup efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu 1 mT sampai 100 mT dan jika menggunakan variasi frekuensi dari 50 sampai 60 Hz (Laila & Sudarti, 2024).

Proses dari fisiologis dalam sel seperti pembelahan maupun pertumbuhan pada bakteri bergantung pada transport ion dan energi yang ada di dalam maupun luar membrane sel. Paparan medan magnet dapat memengaruhi gerak ion bermuatan dan laju transport ion yang dapat mengakibatkan proses metabolisme dalam sel terhambat dan mengakibatkan kematian sel. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Safiq et al., 2024) menunjukkan bahwasanya medan magnet mempengaruhi sel hidup dengan berbagai cara mulai dari mengubah aktivitas saluran ion hingga mempengaruhi fungsi dari sistem saraf.

2.2 Daging Sapi

Daging merupakan salah satu dari produk pangan hewani dengan kandungan nutrisi tinggi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Daging sapi merupakan sumber pangan hewani yang banyak dikonsumsi di berbagai negara, termasuk Indonesia. Kualitas daging sapi dapat dilihat dari tekstur, warna dan baunya (Yanestria et al., 2021). Daging sapi kaya akan nutrisi penting di dalamnya seperti protein, zat besi serta berbagai mineral dan vitamin yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Daging sapi memiliki kandungan nutrisi yaitu 19% protein, 75% air, lemak 2,5%, dan substansi non protein yaitu 3,5% (Sihombing et al., 2020). Menurut penelitian dari (Ilahi et al., 2021), kandungan gizi yang ada pada tiap 100 gram daging sapi dapat memenuhi gizi orang dewasa sekitar 50% protein, 10% kalori, 35% zat besi atau 100% zat besi bila diperoleh dari bagian hati dan 25%-60% vitamin B kompleks.

Besarnya manfaat yang terkandung menunjukkan bahwa daging sapi merupakan salah satu nikmat Allah SWT dengan manfaat besar bagi kehidupan umat manusia yang telah ditegaskan dalam firman Allah SWT QS.An-Nahl ayat 5:

وَالْأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَّمَنَافٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya:” Dia telah menciptakan hewan ternak untukmu. Padanya (hewan ternak itu) ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai manfaat, serta sebagian (daging)-nya kamu makan.”(QS. An-Nahl:5)

Menurut tafsir ibnu katsir ayat tersebut menunjukkan bahwa Allah SWT memberikan anugerah kepada hamba-Nya dengan apa yang telah diciptakan berupa binatang ternak yaitu unta, sapi dan domba. Dan Allah SWT jadikan mereka kemaslahata dan kemanfaatan yang terdapat pada binatang ternak tersebut. Ibnu ‘Abbas berkata: pada kata لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ maksudnya yaitu pakaian dan sesuatu yang dapat dimanfaatkan berupa makanan dan minuman. Tafsir tersebut memberikan pemahaman bahwa Allah SWT menciptakan sumber daya alam untuk

diberikan dan dapat dikelola oleh manusia sehingga dapat menghasilkan berbagai manfaat (Salsabila, 2023).

Daging sapi juga merupakan tempat yang baik untuk pertumbuhan kuman ataupun bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan pada daging hingga dapat mempengaruhi kesehatan tubuh (Rahayu et al., 2022). Produk olahan daging sapi mudah mengalami kerusakan mikrobiologi terutama karena disebabkan adanya pertumbuhan bakteri. Kerusakan pada daging sapi dapat terjadi karena proses penyembelihan, penyimpanan yang tidak ditangani dengan baik. Tanda adanya kerusakan pada daging yaitu adanya perubahan warna, bau busuk terbentuknya lendir dan munculnya rasa asam (Ilahi et al., 2021). Penanganan yang kurang baik dapat memberikan peluang bagi perkembangan mikroorganisme yang dapat merusak kualitas daging dan berpengaruh terhadap daya simpan dan nilai gizi daging yang menurun (Agustina, 2022).

2.2.1 Derajat Keasaman (pH) pada Daging Sapi

Derajat keasaman atau pH adalah indikator yang digunakan untuk menyatakan keasaman atau kebasaan suatu larutan (Yos F. da Lopez, 2022). Skala ukur pH yaitu dari 0 sampai 14. Suatu bahan atau larutan bersifat basa ketika pH yang dimiliki lebih dari 7. Sedangkan pH kurang dari 7 bersifat asam. (Cormelia, 2023). Nilai pH berperan penting dalam menentukan kualitas daging. Kualitas daging sapi dapat dipengaruhi dari proses pemotongan hewan ternak, tingkat stress pada hewan ternak sebelum pemotongan dan lamanya penyimpanan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Rambu et al., 2016) menunjukkan bahwa pengistirahatan hewan ternak sebelum pemotongan dapat mempengaruhi nilai pH pada daging sapi. Sapi yang mengalami kelelahan atau stress berlebih

sebelum proses pemotongan daging yang dihasilkan cenderung terlihat lebih gelap, keras dan kering (DFD) dengan pH mencapai 5,6-7,2. Nilai pH yang tinggi dengan penurunan pH yang lambat tersebut dapat menghasilkan daging DFD (dark, firm, dry). Nilai pH pada daging sapi pada umumnya berkisar antara 5,4-5,8 setelah dilakukan proses pemotongan. (Simanjuntak et al., 2022). Nilai pH pada daging dapat menurun dimana nilai ph yang rendah pada daging sapi menunjukkan daging lebih asam dan dapat mempengaruhi kualitas daya simpan daging dan pH yang tinggi dapat mempengaruhi umur simpan daging karena menunjukkan daging yang lebih basa (Rochman et al., 2025).

2.2.2 Kadar Protein Daging Sapi

Protein adalah zat makanan yang penting sebagai bahan bakar dalam tubuh ketika energi tidak tepenuhi oleh karbohidrat, lemak dan sebagai zat pembangun dan pengatur (Salman et al., 2018). Protein memiliki peran utama dalam pertumbuhan pada manusia bersamaan dengan karbohidrat yang merupakan nutrisi sebagai pemberi energi dalam makanan untuk tubuh (Mæhre et al., 2018). Protein juga berfungsi sebagai sumber energi. Protein mengandung 50 hingga 55% karbon, 22-26% oksigen, 12-19% nitrogen, 6-8% hydrogen dan 0-2% sulfur (Sungkawa et al., 2021). Sumber protein dapat diperoleh dari bahan makanan hewani dengan nilai biologi tinggi karena mengandung asam amino essensial. Salah satu contoh protein hewani yaitu daging sapi yang memiliki struktur amino mirip dengan manusia yang tidak dapat dibuat oleh tubuh (essensial) relatif lengkap dan seimbang. Pada setiap 100 gram daging sapi mengandung 18,8 gram protein (Nidianti & Rahmawati, 2023).

2.2.3 Zat Besi Daging Sapi

Zat besi merupakan mineral mikro yang paling banyak didapatkan dalam tubuh manusia dan hewan. Zat besi yang dibutuhkan manusia setiap harinya berkisar antara 20 hingga 25 mg untuk dapat menghasilkan sel darah merah. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan terjadinya anemia. Zat besi berperan penting dalam pembentukan hemoglobin (Muchtar & Effendy, 2023). Kebutuhan asupan zat besi semakin meningkat seiring dengan peningkatan pertumbuhan manusia yang cepat untuk memasok miglobin pada otot dan hemoglobin dalam darah (Azizah, 2020). Hemoglobin berfungsi untuk mengangkut oksigen ke jaringan tubuh. Kekurangan zat besi akan memproduksi hemoglobin lebih sedikit dari biasanya. Adanya kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia defisiensi besi (ADB) sehingga terjadi penurunan jumlah sel darah merah yang sehat (Fitriany & Saputri, 2018).

2.3 Bakteri *Salmonella typhi*

Salmonella typhi adalah bakteri gram negatif yang tidak membentuk spora, motil, berkapsul dan berflagella (flagel peritrik) (Kasim, 2020). Bakteri ini memiliki banyak jenis antigen termasuk antigen O atau antigen didinding sel, lipopolisakarida dan sifat spesifikasi kelompok. *Salmonella typhi* memiliki bentuk seperti batang yang berukuran sekitar 1-3,5 μm x 0,5-0,8 μm dengan besar koloni 2-4 mm (Yulianingsih et al., 2025). Taksoomi dari *Salmonella typhi* yaitu (Khotimah, 2019) :

Kingdom	: Bacteria
Phylum/Divisi	: Proteobacteria
Class	: Gammaprotobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: Salmonella

Species : *Salmonella typhi*



Gambar 2. 2 Bakteri *Salmonella typhi* (Kasim, 2020)

Kata *Salmonella typhi* berasal dari bahasa Yunani kuno yaitu “typhos” artinya awan atau asap halus yang dapat mengakibatkan terjadinya penyakit (Hikmah, 2023). *Salmonella typhi* pertama kali ditemukan dari hasil pengamatan dari penderita demam tifoid oleh Eberth pada tahun 1880 dan dibenarkan pada tahun tahun 1881 oleh Robert Koch dalam budidaya bakteri (Kasim, 2020). Bakteri ini dapat menyebabkan demam tifoid yaitu penyakit endemis yang menjadi masalah kesehatan global termasuk Indonesia dengan angka kejadian 350-810 per 100.000 penduduk (Tobing, 2024). Demam tifoid bersifat menular dan dapat ditularkan dengan mengkonsumsi makanan atau minuman yang telah terkontaminasi oleh penderita tifoid. Hal ini berhubungan dengan tingkat kebersihan atau higenis tiap individu maupun lingkungan karena *salmonella typhi* dapat ditemukan pada berbagai sumber termasuk bahan pangan seperti daging sapi, ayam dan telur, serta air atau peralatan yang telah terkontaminasi. Bakteri ini masuk melalui mulut bersama makanan atau minuman yang telah terkontaminasi. Makanan yang dikonsumsi akan masuk ke dalam saluran pencernaan dan bakteri *salmonella typhi* akan menyerang dinding usus dan menyebabkan peradangan. Infeksi tersebut dapat menyebar ke seluruh tubuh melalui aliran darah sehingga dapat mengakibatkan

terjadinya demam tifoid (Sofihan, 2017).

2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan dugaan terhadap permasalahan dalam sebuah penelitian. Hipotesis digunakan sebagai dasar dalam menentukan arah penelitian dalam melakukan uji statistik terhadap data yang diperoleh. Hipotesis umumnya diibedakan menjadi hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1) yang kemudian dapat dilanjutka uji untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap variable yang diujikan.

Pengaruh medan magnet terhadap sistem biologis, struktur protein, serta aktivitas mikroorganisme dapat memengaruhi kualitas daging sapi, baik dari aspek mikrobiologis maupun kimiawi. Perubahan tersebut dapat dilihat dari penurunan pertumbuhan bakteri, kadar protein, nilai pH, serta kandungan zat besi (Fe) pada daging sapi setelah diberikan perlakuan paparan medan magnet dengan variasi tertentu. Pengaruh medan magnet terhadap bahan pangan tidak selalu menunjukkan hasil yang signifikan, karena respons setiap biologis berbeda-beda tergantung pada intensitas, frekuensi, dan lama paparan yang diberikan. Oleh karena itu, diperlukan pengujian statistik untuk membuktikan paparan medan magnet dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap variabel yang diamati atau tidak. Hipotesis nol (H_0) yang menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap kelompok uji. Sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada kelompok uji. Hipotesis ini dilakukan dengan menggunakan uji statistic pada nilai signifikan yaitu $\alpha = 0,05$. H_0 dapat diterima apabila nilai signifikan menunjukkan lebih besar dari 0,05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Sebaliknya jika nilai signifikan yang diperoleh lebih kecil dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu berupa eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh dari paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *salmonella typhi*, kadar protein, ph dan zat besi pada daging sapi.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan yaitu frekuensi medan magnet dan waktu pemaparan. Frekuensi medan magnet yang diberikan yaitu 0 Hz (sebagai kontrol), 60 Hz dan 120 Hz. Sedangkan waktu pemaparannya yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit. Perlakuan medan magnet diberikan sesuai dengan kombinasi kedua faktor perlakuan tersebut dan data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan analisis two-way ANOVA.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Eksperimen dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium biofisika program studi fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

3.4 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam eksperimen pada penelitian ini yaitu kumparan selenoida sebagai sumber dari medan magnet, power supply, teslameter, autoclave, multimeter digital, colony counter, spektrofotometri UV-Vis, inkubtor, laminar air flow, hot plate, vortex mixer, pH meter, timbang analitik, kabel penghubung, pipet tetes, batang pengaduk, cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, pinset, pipet ukur, beaker glass, botol destilata, jarum ose, erlemeyer, pembakar

spirtus, korek api, plastik klip, kertas atau alumunium foil, kapas, plastik wrap, tisu, bunsen, gelas ukur, spidol, magnetic stirrer.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bakteri *salmonella typhi*
2. Media NA (Nutrient Agar)
3. Media NB (Nutrient Broth)
4. Media PCA (Plate Count Agar)
5. Daging sapi (bagian pungung atau rendah lemak)
6. Aquades
7. Alkohol 70 %
8. Reagen Biuret
9. Serbuk Serum Albumin (BSA)
10. NaCl 0,9%
11. Spirtus
12. NH₄O₃
13. HCl

3.5 Diagram Alur Penelitian

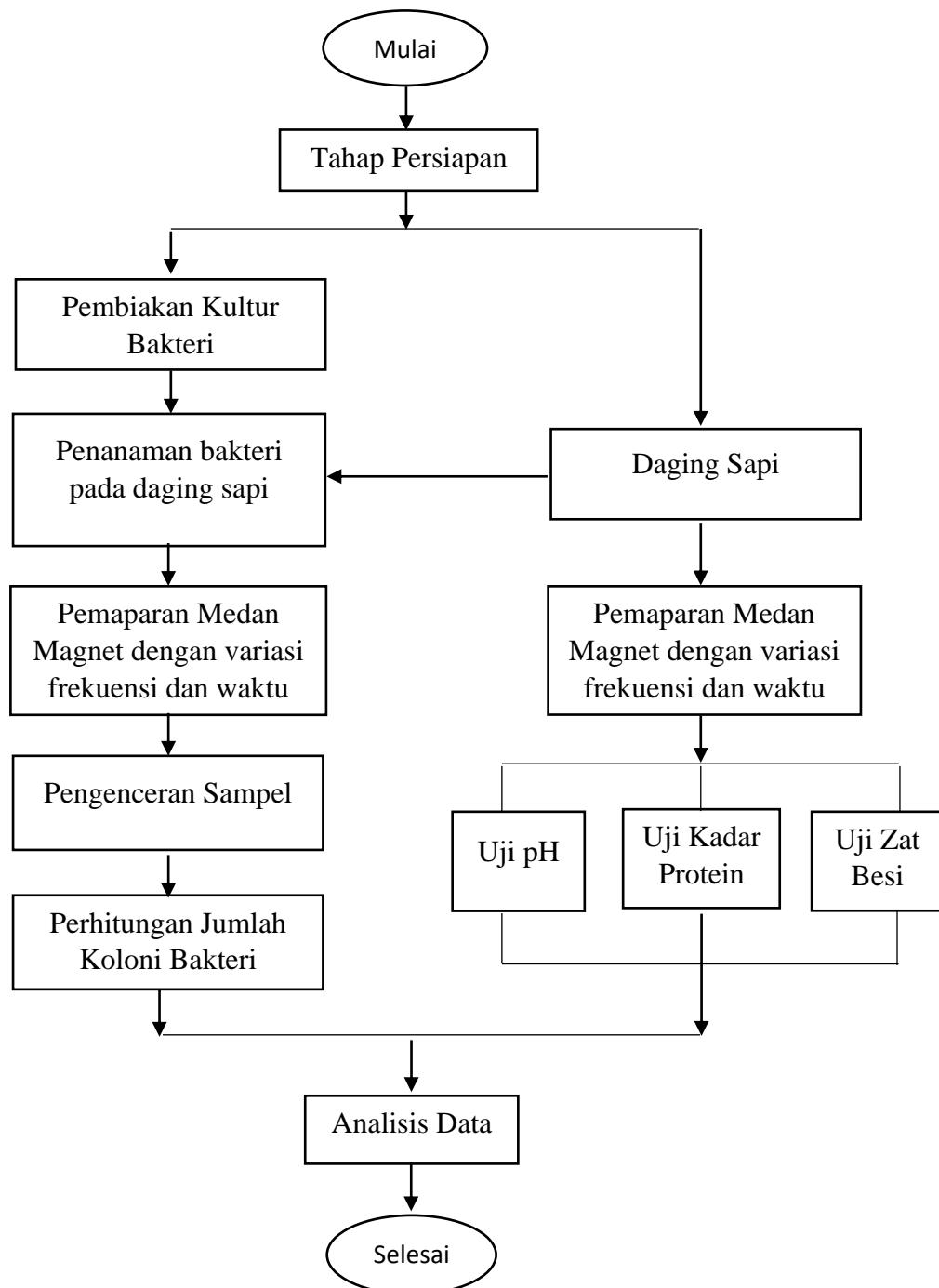


Diagram 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.6 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan dalam eksperimen ini yaitu dengan cara sebagai berikut:

3.6.1 Tahap Persiapan

3.6.1.1 Sterilisasi

Adapun sterilisasi alat yang akan digunakan yaitu menggunakan autoklaf dengan cara sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan
2. Bungkus alat menggunakan kertas dengan rapi
3. Isi autoclave yang akan digunakan dengan aquades sampai mencapai batas dan tidak boleh kurang.
4. Masukkan alat-alat yang akan disterilisasi di dalam panci pada autoclave. Tutup dan nyalakan autoclave (sebelum dialiri arus listrik, katup pada autoclave dibuka)
5. Tunggu air mendidih baru bisa menutup katup pada autoclave
6. Tunggu hingga tekanan dan suhu mencapai angka 121 psi
7. Atur waktu timer selama 15 menit
8. Buka katup pada autoclave jika tekanan berada dibawah angka 121 psi hingga tekanan mencapai nol
9. Matikan autoclave dan tunggu sampai suhu mencapai angka nol
10. Diamkan autoclave selama 10 menit untuk proses pendinginan

3.6.1.2 Pembuatan Media NA

1. Melarutkan 2,8 gram media NA dalam 100 ml aquades dan dipanaskan hingga homogeny di atas *hotplate*.
2. Media disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C untuk

mencegah tumbuhnya mikroorganisme.

3. Simpan media pada suhu ruang sampai media mengeras.

3.6.1.3 Pembuatan Media NB

1. Dicampurkan 2,1 gram Media NB dengan 150 ml aquades kemudian dipanaskan hingga homogen di atas *hotplate*.
2. Media Nb yang sudah dihomogenkan diambil 50 ml dimaukkan ke dalam botol dan ditutup menggunakan kapas hingga tidak ada celah kemudian disterilkan di dalam autoklaf

3.6.1.4 Pembuatan Media PCA

1. Ditimbang 2,25 gram media PCA kemudian dimasukkan pada tabung Erlemeyer
2. Media PCA kemudian ditambahkan air destilata sebanyak 100 ml dan dihomogenkan menggunakan *hotplate*
3. Media PCA yang telah dihomogenkan disterilkan di dalam autoklaf

3.6.2 Penumbuhan dan Penanaman Bakteri pada Daging Sapi

1. Memasukkan 1 ose biakan murni bakteri *Salmonella typhi* ke dalam media NA dan diinkubasi selama 24 jam
2. Kultur bakteri yang tumbuh dimasukkan 1 ose ke dalam media NB dan diinkubasi selama 24 jam
3. Setiap proses pemindahan atau penumbuhan bakteri dilakukan dengan mendekatkan ose dengan api bunsen untuk menghindari kontaminasi bakteri lain
4. Menyiapkan daging sapi dengan ukuran $2\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ dan dimasukkan di dalam media NB selama 1 jam.

3.6.3 Perlakuan Medan Magnet

1. Perlakuan dilakukan dengan paparan medan magnet dengan kumparan selenoida sebagai sumber medan magnetnya yang dihubungkan dengan AFG (*Audio Frequency Generator*).
2. Paparan medan magnet menggunakan variasi frekuensi 0 Hz (kontrol), 60 Hz dan 120 Hz.
3. Paparan medan magnet juga menggunakan lama atau durasi waktu yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.
4. Daging yang telah diberi perlakuan disimpan pada suhu ruang untuk meninjau dan memperoleh data kadar protein, pH dan zat besi dengan suhu ruang.

3.6.4 Pengenceran Sampel

1. Larutan NaCl 0,9% diletakkan ke dalam botol flakon sebanyak 10 ml dan dimasukkan sampel daging yang telah diberi perlakuan medan magnet.
2. Untuk melepas bakteri dari sampel botol flakon divorteks selama 1 menit
3. Disiapkan 9 ml aquades ke dalam botol flakon yang sudah disterilkan dengan ditandai 10^{-1} atau pengenceran pertama dan dicampur dengan 1 ml suspensi dari botol flakon yang sudah divorteks.
4. Pada suspensi pengenceran pertama diambil 1 ml dan dihomogenkan dengan 9 ml aquades yang diberi tanda pengenceran kedua pada botol flakon yang sudah disterilkan.
5. Proses pengenceran dilakukan sampai ke pengenceran ke tujuh 10^{-7}

6. Pada hasil pengenceran ke tujuh dimasukkan 1 ml ke dalam cawan petri yang sudah disterilkan dan dituangkan 5 ml PCA dan dihomogenkan
 7. Cawan petri diletakkan terbalik di dalam incubator selama 24 jam pada suhu ruang.
 8. Dilakukan perhitungan koloni bakteri setelah dilakukan inkubasi

3.6.5 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

1. Cawan petri yang telah dilakukan proses pembiakan bakteri diletakkan diatas *coloni counter*.
 2. Jumlah koloni bakteri dihitung dengan diberi tanda untuk menghindari terjadi kesalahan saat perhitungan.
 3. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti *hand counter* atau *digital tasbih*.
 4. Total dari jumlah koloni bakteri dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

Dimana FP vajiu faktor pengenceran

Penurunan bakteri *salmonella typhi* dapat dilihat presentase penurunannya dari persamaan beikut:

$$\text{Penurunan Bakteri} = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100\% \dots \quad (3.2)$$

Tabel 3.1 Data Uji Jumlah Koloni Bakteri *Salmonella typhi*

Frekuensi	Waktu	Jumlah Sel Bakteri (CFU/ml)			Rata-rata
		1	2	3	
	5 Menit				

0 Hz (Kontrol)	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
60 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
120 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				

3.6.6 Pengukuran pH (Derajat Keasaman)

Pengukuran untuk mencari nilai derajat keasaman menggunakan alat pH meter. Data hasil pengukuran disesuaikan pada tabel yang ada.

1. Alat ukur pH meter dikalibrasi dengan menggunakan larutan buffer.
2. Elektroda pH meter dimasukkan dan direndam ke dalam sampel daging selama 10 menit
3. Pengukuran dilakukan perulangan sebanyak 3 kali

Tabel 3.2 Data Pengukuran Nilai pH Daging Sapi

Frekuensi	Waktu	Nilai pH(derajat keasaman)			Rata-rata
		1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				

Frekuensi	Waktu	Nilai pH(derajat keasaman)			Rata-rata
		1	2	3	
60 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
120 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				

3.6.7 Pengukuran Kadar Protein

Pengukuran kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode *Biuret* dengan menentukan kadar protein secara kalorimeter. Metode biuret digunakan untuk menunjukkan adanya ikatan peptida yang mengindikasi adanya kandungan protein dengan membentuk senyawa kompleks berwarna ungu.

1. Membuat Sebanyak 4 ml larutan protein dicampurkan dengan 6 ml reagen biuret dan didiamkan 30 menit pada suhu ruang
2. kurva standart dengan larutan standart protein BSA (bovine serum albumin) dengan konsentrasi misalnya dari 0,1 % sampai 1%
3. Intensitas warna ungu yang terbentuk diukur menggunakan spektrofotometri uv-vis dengan panjang gelombang 540 nm
4. Kadar protein pada sampel ditentukan dengan persamaan yang diperoleh dari kurva standar dengan regresi kurva standart $Y = aX+b$. Dimana Y adalah nilai absorbansi dan X yaitu konsentrasi protein.

Untuk menghitung kadar protein menggunakan persamaan yang diperoleh dari kurva standar kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\% Kadar Protein = \frac{x}{c_{\text{sampel}}} \times fp \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Tabel 3.3 Data Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi

Frekuensi	Waktu	Kadar Protein			Rata-rata
		1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
60 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
120 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				

3.6.8 Pengukuran Zat Besi

Pengukuran zat besi dilakukan dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) atau Spektrofotometer Serapan Atom (SAA). Metode ini digunakan untuk menganalisa kandungan besi pada sampel dengan proses penyerapan energi radiasi oleh atom bebas (Liesdiawan et al., 2025).

1. Sampel daging sapi yang telah dipapari diblender atau dihaluskan

2. Ditambahkan 1 ml asam nitrat pekat (HNO_3) dan 3 ml HCl ke dalam sampel dan dipanaskan di atas hotplate
 3. Sampel didiamkan hingga dingin dan disaring diambil larutan jernihnya
 4. Dibuat larutan standart Fe untuk diperoleh kurva standart
 5. Alat dikalibrasi menggunakan larutn standart yang sudah dibuat
 6. Sampel yg akan diukur menggunakan panjang gelombng Fe 248,3 nm
 7. Untuk menghitung kadar protein menggunakan persamaan yang diperoleh dari kurva standar kemudian dihitung menggunakan rumus:

Dimana:

C = Konsentrasi Sampel

Vakhir = Volume akhir sampel

m Sampel = Massa Sampel (kg).

Tabel 3.4 Data Pengukuran Kadar Zat Besi Daging Sapi

Frekuensi	Waktu	Kadar Zat Besi			Rata-rata
		1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
60 Hz	5 Menit				
	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				
120 Hz	5 Menit				

	10 Menit				
	15 Menit				
	20 Menit				
	25 Menit				

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data yang diperoleh dari data hasil pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak IBM SPSS statistics untuk mengetahui dampak yang diperoleh dari paparan medan magnet. Jika analisis yang dilakukan diperoleh nilai $SIG > 0.05$, maka tidak ada pengaruh yang terjadi dari paparan medan magnet. Sebaliknya jika nilai $SIG < 0.05$ maka terdapat pengaruh yang dihasilkan dari paparan medan magnet dan menandakan adanya perbedaan yang signifikan. Jika terdapat pengaruh pada kelompok eksperimen pada penelitian ini, maka dilanjutkan dengan melakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple range test*).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.1 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Bakteri

Salmonella typhi

Penelitian ini bertujuan untuk melihat adanya pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. Pengujian bakteri *salmonella typhi* menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*). Sampel yang digunakan berupa daging sapi dengan ukuran 2x1x1 cm ditumbuhi bakteri kemudian diberi paparan medan magnet dengan variasi frekuensi 0 Hz (kontrol), 60 Hz, dan 120 Hz dengan waktu paparan masing-masing 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit. Setelah dilakukan proses pemaparan setiap sampel dihomogenkan dan dilakukan pengenceran sampai pengenceran ke-7 dan ditumbuhkan pada media PCA (*Plate Count Agar*). Sehingga dapat diperoleh jumlah koloni bakteri *salmonella typhi* dari masing-masing perlakuan yang dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

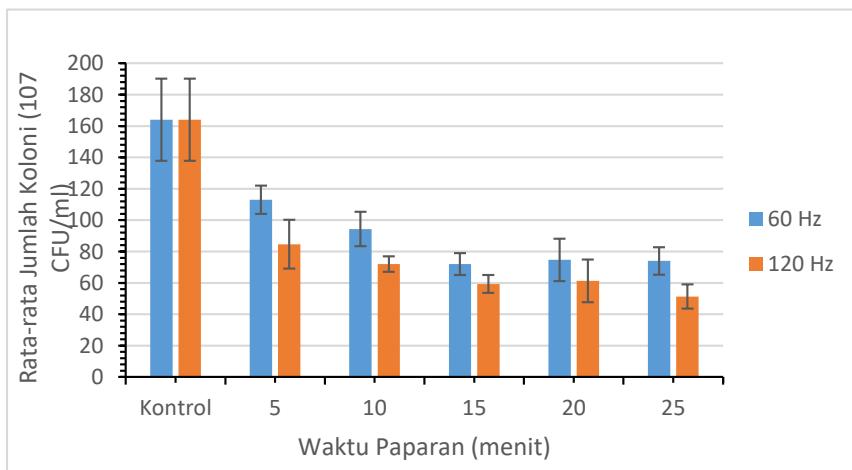
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Salmonella typhi*

Frekuensi	Waktu	Jumlah Sel Bakteri (10^7 CFU/ml)			Rata-rata ± Standar Deviasi (10^7 CFU/ml)	Presentase %
		1	2	3		
0 Hz (Kontrol)	5 Menit	193	157	142	164±26,21	0,00
	10 Menit	193	157	142	164±26,21	0,00
	15 Menit	193	157	142	164±26,21	0,00
	20 Menit	193	157	142	164±26,21	0,00
	25 Menit	193	157	142	164±26,21	0,00
60 Hz	5 Menit	104	122	113	113±9	31,10
	10 Menit	98	103	82	94,33±10,97	42,48
	15 Menit	72	79	65	72±7	56,10
	20 Menit	88	75	61	74,67±13,5	54,47

Frekuensi	Waktu	Jumlah Sel Bakteri (10^7 CFU/ml)			Rata-rata ± Standar Deviasi (10^7 CFU/ml)	Presentase %
		1	2	3		
		25 Menit	84	68	70	
120 Hz	5 Menit	96	91	67	84,67±15,50	48,37
	10 Menit	77	72	67	72±5	56,10
	15 Menit	53	61	64	59,33±5,69	63,82
	20 Menit	46	66	72	61,33±13,67	62,60
	25 Menit	60	49	45	51,33±7,77	68,70

Tabel 4.1 diatas menunjukkan bahwa paparan medan magnet memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi. Jumlah koloni mengalami penurunan setelah diberi perlakuan dengan variasi frekuensi 60 Hz, 120 Hz dan lama waktu paparan masing-masing 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit. Jumlah rata-rata sebelum diberi perlakuan yaitu $164\pm26,21\times10^7$ CFU/ml. Setelah sampel diberi perlakuan, rata-rata jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* dengan paparan medan magnet 60 Hz mengalami penurunan dari $113\pm9\times10^7$ CFU/ml menjadi $94,33\pm\times10^7$ CFU/ml pada lama waktu paparan 10 menit kemudian mengalami penurunan kembali pada waktu paparan 15 menit menjadi $72\pm7\times10^7$ CFU/ml dan pada waktu paparan 20 sampai 25 menit dengan rata-rata jumlah koloni berada pada kisaran 74×10^7 CFU/ml yang mana ini menunjukkan penurunan terjadi sampai pada waktu paparan 15 menit kemudian mencapai kondisi stabil. Kemudian pada frekuensi 120 Hz waktu paparan 5 menit sampai 15 menit mengalami penurunan secara berturut-turut dan pada waktu paparan 20 menit naik menjadi $61,33\pm13,67\times10^7$ CFU/ml dan kembali mengalami penurunan pada waktu paparan 25 menit. Pada waktu paparan 25 menit mengalami penurunan jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* terbesar hingga mencapai 68,70% dari $164\pm26,21\times10^7$ CFU/ml menjadi $51,33\pm7,77\times10^7$

CFU/ml koloni dan menunjukkan bahwa pada frekuensi 120 Hz dan waktu paparan 25 menit memiliki pengaruh yang paling optimal. Presentase (%) pada tabel 4.1 tersebut menunjukkan tingkat penurunan jumlah koloni bakteri setelah diberi perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Nilai kontrol sebesar 164×10^7 CFU/ml digunakan sebagai acuan, sehingga persentase pada kontrol bernilai 0%, yang menandakan tidak adanya penurunan jumlah bakteri.



Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap *Salmonella typhi*

Gambar 4.1 menunjukkan grafik pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi* sebelum dan setelah dilakukan perlakuan dengan paparan medan magnet. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dan lama waktu paparan yang diberikan maka jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* yang tumbuh semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet dengan frekuensi memiliki pengaruh dalam menekan pertumbuhan bakteri dimana semakin tinggi frekuensi yang diberikan dengan waktu paparan yang semakin lama maka dapat menurunkan angka pertumbuhan koloni bakteri *Salmonella typhi*. Berdasarkan hasil data dari jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* yang diperoleh tersebut juga dilakukan analisis dengan menggunakan IBM SPSS untuk melihat adanya pengaruh frekuensi dan waktu paparan serta interaksi keduanya. Dapat diihat pada

tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Analisis SPSS pada Jumlah Koloni Bakteri *Salmonella typhi*

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Data					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	262129.333 ^a	13	20163.795	188.212	.000
Frekuensi	20023.898	2	10011.949	93.453	.000
WaktuPaparan	6304.533	4	1576.133	14.712	.000
Frekuensi * WaktuPaparan	471.911	6	78.652	.734	.628
Error	2142.667	20	107.133		
Total	264272.000	33			

a. R Squared = .992 (Adjusted R Squared = .987)

Hasil analisis yang diperoleh pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai signifikan pada frekuensi dan waktu paparan yaitu 0,00 lebih kecil dari nilai a (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa frekuensi dan waktu paparan berbeda nyata atau memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi. Pada interaksi antara frekuensi dengan waktu paparan H0 diterima atau tidak berbeda nyata dimana nilai signifikannya lebih besar dari a (0,05) yaitu 0,628. Dari analisis yang diperoleh maka dilakukan uji lanjutan DMRT (*Duncan's Multiple range test*) pada frekuensi dan waktu paparan untuk melihat perbedaan jumlah rata-rata dari masing-masing data yang diperoleh. Hasil uji DMRT dapat dilihat pada tabel 4.3 untuk hasil uji DMRT frekuensi dan tabel 4.4 pada hasil uji DMRT waktu paparan.

Tabel 4. 3 Hasil Uji DMRT Frekuensi terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Frekuensi (Hz)	Jumlah Sel Bakteri (10^7 CFU/ml)	Notasi
120	65,73	a
60	85,47	b
0,0 (Kontrol)	164	c

Uji lanjutan dilakukan menggunakan uji DMRT yang menunjukkan adanya pengaruh variasi frekuensi medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi. Berdasarkan hasil uji yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa variasi frekuensi yang paling mempengaruhi pertumbuhan bakteri yaitu berada pada frekuensi 120 Hz.

Tabel 4. 4 Hasil Uji DMRT Waktu Paparan terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Waktu Paparan (menit)	Jumlah Sel Bakteri (10^7 CFU/ml)	Notasi
25	62,67	a
20	68	ab
15	76,57	b
10	93,71	c
5	112	d

Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji DMRT yang diperoleh untuk menunjukkan pengaruh lama waktu paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. Berdasarkan hasil uji yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa waktu paparan medan magnet yang memberikan pengaruh besar terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Salmonella typhi* berada pada waktu paparan 25 menit.

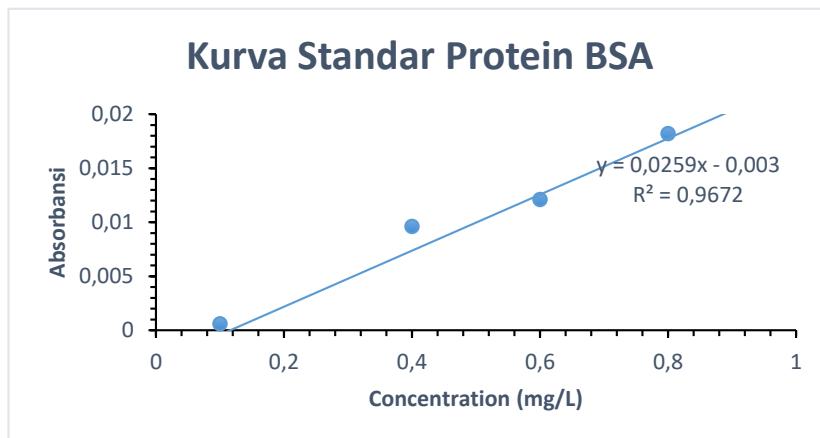
4.1.2 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Protein pada Daging Sapi

Analisis kadar protein pada daging sapi menggunakan metode biuret dengan menunjukkan adanya ikatan peptide yang mengindikasi adanya kandungan protein pada produk pangan. Sebelum dilakukan analisis pada sampel daging, dibuat larutan standar protein BSA (*Bovine Serum Albumine*) dengan konsentrasi 0,1 mg/l; 0,2 mg/l; 0,4 mg/l; 0,6 mg/l; 0,8 mg/l; dan 1 mg/l. Larutan standart kemudian diukur menggunakan alat spektrofotometri uv-vis dengan panjang gelombang 540 nm sehingga dapat diperoleh nilai absorbansinya pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Nilai Absorbansi Larutan Standar Protein BSA

Konsentrasi	Nilai Absorbansi
0,1	0,0006
0,2	-0,0005
0,4	0,0096
0,6	0,0121
0,8	0,0182
1	0,0224

Nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran larutan standar kemudian dibuat kurva standar sehingga diperoleh persamaan $y = 0,0259 \times C - 0,003$ dan $R^2 = 0,9672$.

**Gambar 4. 2** Kurva Standar Protein BSA

Sampel daging sapi sebanyak $\pm 1,5$ gr yang telah diberi perlakuan medan magnet dengan variasi frekuensi dan waktu paparan yang telah ditentukan dihancurkan menggunakan mortar dan alue kemudian ditambahkan 15 ml aquades. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring halus untuk memisahkan filtrat dengan residunya dan dipindahkan ke dalam gelas beaker yang telah dibersihkan. Kemudian diambil 4 ml larutan sampel menggunakan mikropipet dan ditambahkan dengan 6 ml reagen biuret. Reaksi reagen biuret akan menghasilkan kompleks berwarna ungu. Selanjutnya larutan dimasukkan kedalam

kuvet bersih untuk dianalisis menggunakan spektrofotometri uv-vis dengan panjang gelombang 540 nm. Nilai absorbansi sampel yang diperoleh kemudian dihitung menggunakan persamaan yang telah diperoleh dari kurva standar yaitu $y=0,0259.C-0,003$. Dari persamaan yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Dimana :

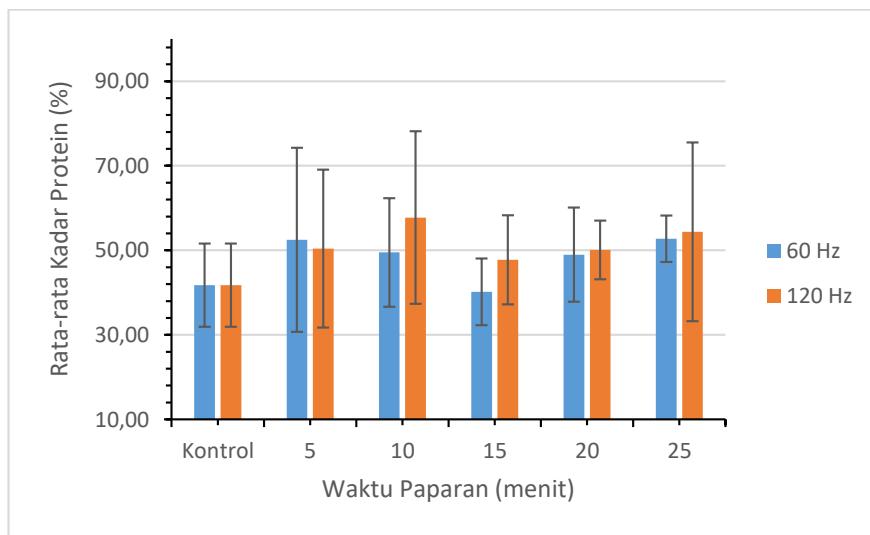
y	= nilai absorbansi sampel
C	= konsentrasi sampel
c_{sampel}	= konsentrasi awal sampel (mg/ml)
f_p	= faktor pengenceran ($10/4$)

Tabel 4.6 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap Kadar Protein

Frekuensi	Waktu	Kadar Protein (%)			Rata-rata±Standar Deviasi (%)
		1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit	48,88	45,87	30,53	41,76±9,84
	10 Menit	48,88	45,87	30,53	41,76±9,84
	15 Menit	48,88	45,87	30,53	41,76±9,84
	20 Menit	48,88	45,87	30,53	41,76±9,84
	25 Menit	48,88	45,87	30,53	41,76±9,84
60 Hz	5 Menit	70,35	58,85	28,26	52,49±21,76
	10 Menit	61,93	50,28	36,28	49,50±12,84
	15 Menit	41,62	47,20	31,63	40,15±7,89
	20 Menit	43,69	61,77	41,46	48,97±11,14
	25 Menit	46,42	56,40	55,43	52,75±5,50
120 Hz	5 Menit	71,73	42,45	37,05	50,41±18,66
	10 Menit	81,19	48,32	43,74	57,75±20,43
	15 Menit	59,07	45,91	38,27	47,75±10,52
	20 Menit	56,73	50,62	42,87	50,07±6,95
	25 Menit	72,68	59,26	31,19	54,38±21,17

Tabel 4.6 menunjukkan kandungan kadar protein yang diperoleh dari analisis menggunakan spektrofotometri uv-vis setelah dilakukan paparan medan magnet.

Pada tabel diatas diperoleh kadar protein pada keadaan control sebesar 41,76%. Kemudian mengalami peningkatan pada frekuensi 60 Hz dengan waktu paparan 5 menit menjadi 52,49%. Pada waktu paparan 10 sampai 20 menit secara berturut-turut yaitu 49,50%, 40,15%, dan 48,97%. Pada frekuensi 120 Hz dengan waktu paparan medan magnet 15 menit yaitu 47,75% dan waktu paparan 20 menit yaitu 50,07%. Berdasarkan hasil data yang diperoleh, pada setiap kelompok perlakuan memiliki standar deviasi yang cukup tinggi seperti pada kelompok perlakuan dengan frekuensi 60 Hz dengan waktu paparan 5 menit menunjukkan bahwa pada pengulangan 1,2 dan 3 yaitu secara berturut-turut 70,35%, 58,85%, dan 28,26% dengan standar deviasinya yaitu 21,76%. Hal ini dapat disebabkan karena sifat dari sampel daging yang heterogen atau tidak seragam di bagian daging sapi yang digunakan seperti adanya sert otot atau lemak yang memiliki kandungan protein yang berbeda sehingga pada setiap pengulangan dapat menghasilkan nilai yang berbeda.



Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap Kadar Protein

Pada gambar 4.3 menunjukkan pengaruh medan magnet terhadap kadar protein pada daging sapi. Berdasarkan gambar grafik tersebut kelompok control

kadar protein yaitu 41,76%. Pada waktu paparan 5 menit dan 10 menit mengalami sedikit peningkatan akan tetapi kembali mengalami penurunan pada waktu paparan 15 menit. Pada kelompok eksperimen dengan waktu paparan 25 menit dengan frekuensi 60 Hz mengalami peningkatan menjadi 52,75% dan pada frekuensi 120 Hz menjadi 54,38% Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari eksperimen pada penelitian ini kemudian dilakukan analisis uji faktorial menggunakan IBM SPSS yang dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Analisis SPSS Kadar Protein pada Daging Sapi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: DataProtein					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	82277.965 ^a	13	6329.074	28.419	.000
Frekuensi	242.644	2	121.322	.545	.588
WaktuPaparan	537.464	4	134.366	.603	.665
Frekuensi * WaktuPaparan	170.000	6	28.333	.127	.991
Error	4454.106	20	222.705		
Total	86732.071	33			

a. R Squared = .949 (Adjusted R Squared = .915)

Tabel 4.7 menunjukkan hasil analisis uji faktorial dimana pada hasil uji menunjukkan nilai signifikasinya yaitu pada variasi frekuensi, waktu paparan dan interaksi antar keduanya lebih besar dari a (0,005) secara berturut-turut yaitu 0,588, 0,663 dan 0,991. Berdasarkan hasil signifikasi yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa medan magnet tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kandungan kadar protein pada daging sapi. Karena nilai signifikan yang diperoleh >a (0,005) maka tidak dilakukan uji lanjutan DMRT(*Duncan's Multiple range test*).

4.1.3 Pengaruh Medan Magnet Terhadap pH pada Daging Sapi

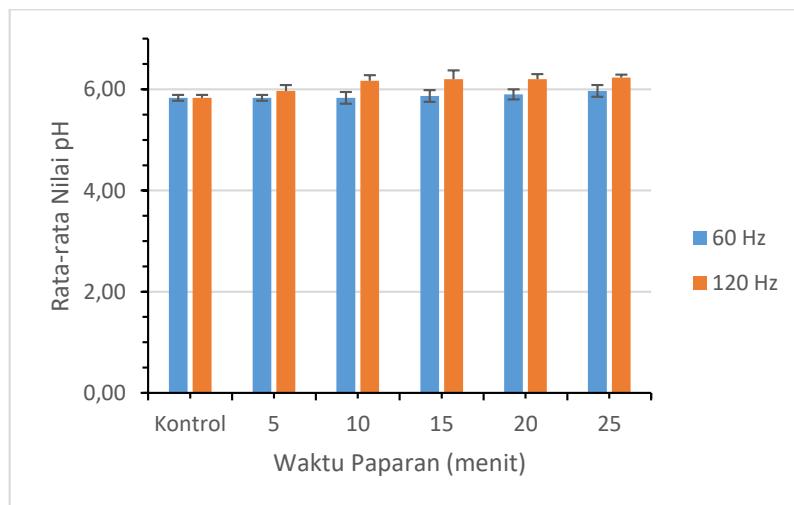
Sampel daging sapi yang telah dipapari medan magnet dengan variasi frekuensi dan waktu paparan yang telah ditentukan, sampel ditumbuk dan ditambahkan 15 ml aquades kemudian diukur nilai pH nya menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap pH

Frekuensi	Waktu	Nilai pH(derajat keasaman)			Rata-rata± Standar Deviasi
		1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit	5,8	5,9	5,8	5,83±0,058
	10 Menit	5,8	5,9	5,8	5,83±0,058
	15 Menit	5,8	5,9	5,8	5,83±0,058
	20 Menit	5,8	5,9	5,8	5,83±0,058
	25 Menit	5,8	5,9	5,8	5,83±0,058
60 Hz	5 Menit	5,9	5,8	5,8	5,83±0,058
	10 Menit	5,9	5,7	5,9	5,83±0,115
	15 Menit	6	5,8	5,8	5,87±0,115
	20 Menit	5,9	5,8	6	5,90±0,100
	25 Menit	6,1	5,9	5,9	5,97±0,115
120 Hz	5 Menit	6,1	5,9	5,9	5,97±0,115
	10 Menit	6,1	6,3	6,1	6,17±0,115
	15 Menit	6,3	6,3	6	6,20±0,173
	20 Menit	6,3	6,2	6,1	6,20±0,100
	25 Menit	6,2	6,3	6,2	6,23±0,058

Tabel 4.8 menunjukkan data nilai pH tanpa adanya paparan medan magnet diperoleh rata-rata yaitu sebesar 5,83. Pada frekuensi 60 Hz rata-rata nilai pH stabil sampai waktu paparan 10 menit dan terdapat peningkatan rata-rata nilai pH pada waktu paparan 15 menit menjadi 5,90 dan waktu paparan 25 menit yaitu sebesar 5,97. Frekuensi 120 Hz terjadi peningkatan yang signifikan mulai dari waktu paparan 5 menit hingga 25 menit dengan rata-rata pH tertinggi berada pada waktu paparan 25 menit. Peningkatan pH yang konsisten pada frekuensi tinggi ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet memiliki pengaruh terhadap nilai pH

pada daging sapi. Dari hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi yang diberikan dengan waktu paparan yang semakin lama cenderung dapat meningkatkan nilai pH (derajat keasaman) pada daging sapi yang mana hal ini dapat dilihat pada gambar 4. 4.



Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap pH pada Daging Sapi

Hasil data yang diperoleh kemudian dilakukan uji SPSS two way anova untuk melihat adanya pengaruh medan magnet terhadap nilai pH (derajat keasaman) pada daging sapi yang dapat dilihat pada tabel 4. 9.

Tabel 4.9 Hasil Analisis SPSS pH pada Daging Sapi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Data					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1188.833 ^a	13	91.449	7414.761	.000
Frekuensi	.614	2	.307	24.891	.000
WaktuPaparan	.108	4	.027	2.189	.107
Frekuensi * WaktuPaparan	.051	6	.009	.696	.656
Error	.247	20	.012		
Total	1189.080	33			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Hasil analisis yang diperoleh pada tabel menunjukkan bahwa adanya

pengaruh signifikan pada frekuensi dan waktu paparan medan magnet terhadap nilai pH pada daging sapi dengan nilai signifikan yang diperoleh yaitu secara berturut-turut 0,000 dan 0,107 yang mana ini lebih kecil dari a (0,05). Sebaliknya dari hasil yang diperoleh dari interaksi frekuensi dengan waktu paparan pada nilai pH lebih besar dari a (0,05) yang menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh signifikan dari interaksi keduanya. Setelah itu untuk melihat dampak frekuensi dan waktu paparan medan magnet yang paling signifikan maka dilakukan uji lanjutan DMRT yang dapat dilihat pada tabel dan tabel.

Tabel 4.10 Hasil Uji DMRT Frekuensi Paparan terhadap Nilai pH

Frekuensi (Hz)	Nilai pH	Notasi
0.0 (Kontrol)	5,833	a
60	5,88	a
120	6,153	b

Tabel 4.11 Hasil Uji DMRT Waktu Paparan terhadap Nilai pH

Waktu Paparan (Menit)	Nilai pH	Notasi
5	5,886	a
10	5,986	ab
15	6	ab
20	6,05	b
25	6,1	b

Hasil uji yang diperoleh pada tabel 4. Menunjukkan bahwa frekuensi dan waktu paparan medan magnet berbeda nyata terhadap nilai pH. Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh pada frekuensi paparan medan magnet 120 Hz menunjukkan nilai pH pada daging sapi yang paling tinggi dengan waktu paparan 25 menit.

4.1.4 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Zat Besi pada Daging

Sapi

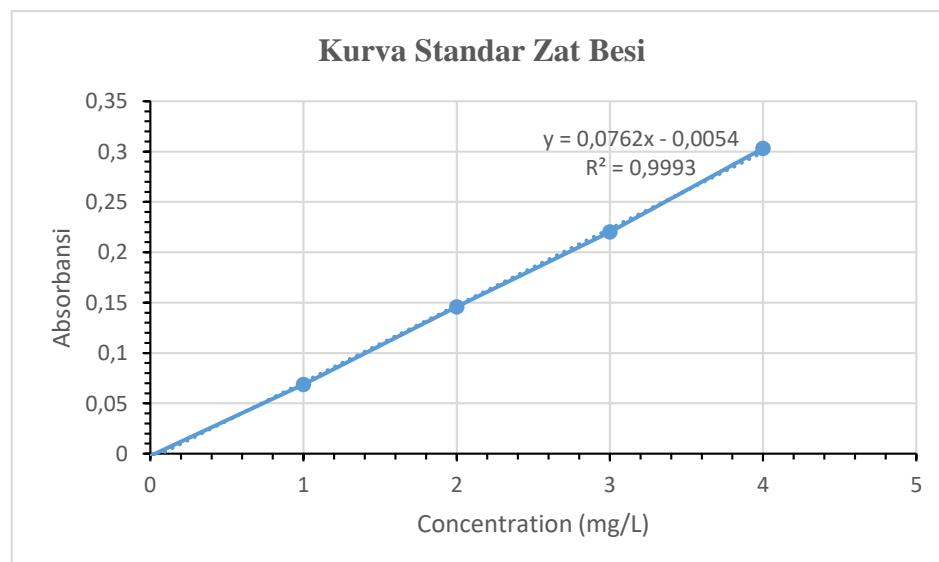
Uji kadar zat besi pada daging sapi yang sebelumnya telah dipapari medan magnet diperlukan larutan standar yang nantinya diperlukan untuk membuat

kurva standar untuk dapat memproses hasil absorbansi yang diperoleh dari uji kadar zat besi. Larutan standar dibuat dengan beberapa konsentrasi kemudian dihitung nilai absorbansinya dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometry*) Hasil data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Nilai Absorbansi Larutan Standar Zat Besi

Konsentrasi (mg/l)	Nilai Absorbansi
1	0,0687
2	0,1458
3	0,2201
4	0,3031

Data absorbansi dari larutan standar yang diperoleh dibuat plot grafik kurva standar untuk menghasilkan nilai regresi yang dapat dijadikan persamaan untuk menghitung kadar zat besi pada daging sapi. Hasil dari kurva standar yang dibuat, diperoleh persamaan $y = 0,0762x - 0,0054$ dengan $R=0,9993$.



Gambar 4. 5 Kurva Standar Zat Besi

Uji kadar zat besi pada daging sapi menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometry*). Preparasi sampe dilakukan menggunakan metode

destruksi basah yaitu dengan menghancurkan sampel daging sapi sebanyak 1,5 gram menggunakan mortar dan alue dengan menambahkan 15 ml aquades. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring halus untuk diambil filtratnya. Kemudian ditambahkan 3 ml Hcl dan 1 ml Hno3, selanjutnya dipanaskan selama 15 menit diatas hotplate kemudian didiamkan hingga dingin dan disaring kembali. Larutan sampel yang telah disaring di pindahkan ke labu ukur 50ml kemudian diberi pelarut menggunakan aquades sampai tanda batas. Larutan sampel yang didapatkan kemudian diuji menggunakan AAS sehingga diperoleh nilai absorbansinya dan dilakukan perhitungan menggunakan persamaan yang diperoleh dari kurva standar. Nilai konsentrasi sampel yang diperoleh dari perhitungan persamaan kurva standart kemudian dicari %kadar zat besi menggunakan persamaan berikut.

Dimana :

C = konsentrasi sampel yang diperoleh

m sampel = berat sampel yang digunakan ($1,5\text{gr} = 1500\text{kg}$)

Vakhir = volume akhir (50 ml = 0,05L)

Hasil data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4. 13.

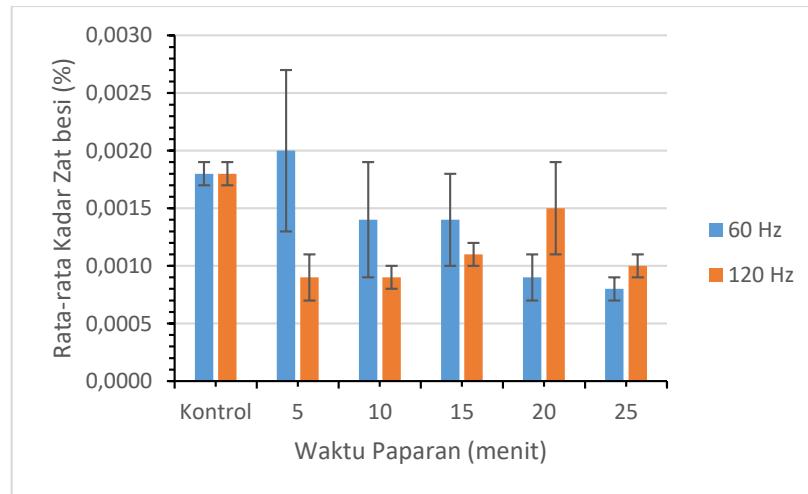
Tabel 4.13 Data Hasil Uji Medan Magnet terhadap Zat Besi

Frekuensi	Waktu	% Kadar Zat Besi			Rata-rata±Standar Deviasi (%)
		1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018±0,0001
	10 Menit	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018±0,0001
	15 Menit	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018±0,0001
	20 Menit	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018±0,0001
	25 Menit	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018±0,0001
60 Hz	5 Menit	0,0024	0,0024	0,0012	0,0020±0,0007
	10 Menit	0,0017	0,0017	0,0009	0,0014±0,0005
	15 Menit	0,0015	0,0018	0,0011	0,0014±0,0004

	20 Menit	0,0007	0,0009	0,0011	0,0009±0,0002
	25 Menit	0,0008	0,0009	0,0008	0,0008±0,0001
120 Hz	5 Menit	0,0008	0,0007	0,0012	0,0009±0,0002
	10 Menit	0,0008	0,0010	0,0008	0,0009±0,0001
	15 Menit	0,0011	0,0012	0,0010	0,0011±0,0001
	20 Menit	0,0018	0,0017	0,0010	0,0015±0,0004
	25 Menit	0,0011	0,0010	0,0009	0,0010±0,0001

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 4.13 menunjukkan bahwa paparan medan magnet memberikan pengaruh terhadap kandungan zat besi pada daging sapi. Data yang diperoleh menunjukkan adanya perubahan kadar zat besi yang cukup signifikan antara kelompok control dengan kelompok perlakuan yang telah diberi paparan medan magnet. Pada kelompok kontrol diperoleh nilai rata-rata zat besi yaitu 0,0018%. Paparan medan magnet dengan frekuensi 60 Hz pada waktu paparan 5 menit, nilai kadar zat besi masih berada pada level tertinggi yaitu 0,0020%. Namun semakin lama waktu paparan yang diberikan menunjukkan bahwa kadar zat besi semakin mengalami penurunan. Pada waktu paparan 10 dan 15 menit turun menjadi 0,0014% dan terus menurun hingga mencapai nilai terendah pada waktu paparan 25 menit yaitu 0,00014%. Paparan medan magnet dengan frekuensi 120 Hz menunjukkan terjadi perubahan yang berbeda jika dibandingkan dengan pada frekuensi 60 Hz. Pada waktu paparan 5 menit dan 10 menit yaitu 0,0009%. Kemudian mengalami kenaikan pada waktu paparan 15 dan 20 menit yaitu secara berturut-turut 0,0011% dan 0,0015% sebelum kembali turun pada waktu paparan 25 menit menjadi 0,0010%. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi yang lebih tinggi dapat memiliki pengaruh yang lebih kompleks terhadap jaringan biologis. Secara keseluruhan, berdasarkan hasil data yang diperoleh menunjukkan paparan medan magnet memberikan pengaruh terhadap kadar zat besi pada daging sapi dengan frekuensi 60 Hz yang

paling mempengaruhi kadar zat besi. Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat perubahan pada gambar 4. 6



Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Medan Magnet terhadap Kadar Zat Besi

Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan analisis uji faktorial yang dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Hasil Analisis SPSS Kadar Zat Besi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: DataKadarFe					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	5.693E-5 ^a	13	4.379E-6	37.972	.000
Frekuensi	1.139E-6	2	5.693E-7	4.936	.018
WaktuPaparan	8.347E-7	4	2.087E-7	1.809	.167
Frekuensi * WaktuPaparan	2.603E-6	6	4.339E-7	3.762	.011
Error	2.307E-6	20	1.153E-7		
Total	5.924E-5	33			

a. R Squared = .961 (Adjusted R Squared = .936)

Hasil analisis yang diperoleh pada tabel 4.14 menunjukkan bahwa nilai signifikan pada variasi frekuensi, waktu paparan dan interaksi antar keduanya lebih kecil dari a (0,005) yaitu secara berturut-turut 0,018, 0,167, 0,011. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan baik dari variasi frekuensi, waktu paparan dan interaksi antar keduanya terhadap kadar zat besi pada daging

sapi. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka diakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari setiap data yang diperoleh.

Tabel 4.15 Hasil Uji DMRT Frekuensi terhadap Kadar Zat Besi

Frekuensi (Hz)	Kadar Zat Besi	Notasi
120	0,001073	a
60	0,001327	a
0.0 (Kontrol)	0,001800	b

Tabel 4.16 Hasil Uji DMRT Waktu Paparan terhadap Kadar Zat Besi

Waktu Paparan (Menit)	Kadar Zat Besi	Notasi
25	0,000917	a
20	0,001200	ab
10	0,001229	ab
15	0,001357	b
5	0,001514	b

Berdasarkan tabel 4.15 dan 4.16 hasil uji DMRT menunjukkan bahwa simbol dari notasi yang berbeda memiliki pengaruh yang berbeda signifikan. Sedangkan notasi yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada tabel 4.15 notasi yang sama pada 120 Hz dan 60 Hz menunjukkan bahwa kedua frekuensi tersebut tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar zat besi. Meskipun nilai kadar zat besi pada frekuensi 60 Hz sedikit lebih tinggi daripada 120 Hz, keduanya berada dalam kelompok yang sama dan efek penurunan kadar zat besi yang dihasilkan dianggap setara. Pada kelompok control menunjukkan kadar zat besi pada sampel secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan. Dari hasil uji yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan

paparan medan magnet pada variasi frekuensi 60 Hz dan 20 Hz dapat menurunkan kadar zat besi pada daging sapi. Tabel 4. 16 menunjukkan bahwa semakin lama waktu paparan yang diberikan dapat menurunkan kadar zat besi yang lebih tinggi.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan dari hasil analisis yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh antara variasi frekuensi 60 Hz, 120 Hz dan waktu paparan 5 menit , 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit pada pertumbuhan jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi. Akibat adanya paparan medan magnet jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi mengalami penurunan. Semakin besar frekuensi yang diberikan dengan waktu paparan yang semakin lama dapat menurunkan bakteri *Salmonella typhi* yang semakin besar. Medan magnet telah diketahui dapat meningkatkan laju pergerakan ion membrane sel bakteri sehingga dapat mempengaruhi aktivitas dari metabolisme bakteri (Sumardi et al., 2019).

Secara umum bakteri terdiri dari ion dan electron yang bergerak. Ketika dipapari medan magnet dapat mengubah pergerakan ion dan elektron tersebut. Perubahan kecil yang terjadi pada bakteri akibat adanya paparan medan magnet sudah cukup mengganggu metabolisme sel bakteri. Paparan medan magnet terbukti dapat menurunkan jumlah koloni bakteri dengan merusak sistem pertumbuhan sel yang dapat menurunkan pertumbuhan bakteri (Li et al., 2025). Penurunan jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* yang terjadi dapat disebabkan karena adanya transfer energi dari medan magnet ke ion membran sel bakteri. Sehingga ion mengalami peningkatan kecepatan dan membawa efek dari medan magnet ke organ lainnya yang akan merusak protein dalam sel. Kerusakan protein ini yang dapat menghambat proses metabolisme sel sehingga dapat menghambat hingga mengakibatkan kematian sel (Cormelia, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada frekuensi 120 Hz dan waktu paparan 15, 20 dan 25 menit dapat menghasilkan jumlah koloni bakteri paling sedikit dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan dengan waktu paparan yang semakin lama maka semakin besar presentase penurunan koloni bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi. Hal ini menunjukkan bahwa medan magnet berperan secara langsung dalam melemahkan viabilitas bakteri, sehingga kemampuan bakteri dalam berkembang biak dan membentuk koloni menurun secara signifikan. Hasil analisis data juga menunjukkan bahwa variasi frekuensi dan waktu paparan memiliki pengaruh yang signifikan dimana dapat ditunjukkan dari nilai signifikan yang diperoleh yaitu $<0,05$.

Berdasarkan hasil penelitian paparan medan magnet tidak hanya mempengaruhi jumlah koloni bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi tetapi juga dapat mempengaruhi komponen kimia dan sifat fisik pada daging sapi. Paparan medan magnet terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan pH pada daging sapi dimana nilai pH menjadi salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas daging sapi yang dapat mempengaruhi rasa, tekstur, warna dan umur simpan. Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh pada tabel 4.8, dapat diketahui bahwa nilai pH pada kelompok kontrol lebih rendah dibandingkan dengan hasil dari kelompok eksperimen yang telah dipapari medan magnet. Kenaikan nilai pH pada daging sapi dapat terjadi karena medan magnet karena aktivitas mikroba yang menurunkan produksi metabolit asam mikroba sehingga laju penurunan pH berkurang dan membuat nilai pH pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan pada kelompok kontrol (Cormelia, 2023). Daging yang dipapari

medan magnet dapat mempengaruhi struktur dan muatan protein sehingga protein mengikat lebih banyak ion H⁺ dan dapat mengurangi jumlah ion H⁺ bebas. Akibatnya nilai pH yang terukur meningkat (Chen et al., 2024).

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan tidak adanya pengaruh yang signifikan terhadap kadar protein pada daging sapi. Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa paparan medan magnet dengan variasi frekuensi dan waktu paparan kadar protein cenderung meningkat dari kelompok kontrol akan tetapi peningkatan tersebut tidak signifikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa medan magnet tidak cukup kuat dalam merusak stabilitas struktur protein selama proses perlakuan berlangsung. Struktur protein yang cukup stabil tidak mudah terpengaruh oleh paparan medan magnet. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa medan magnet dapat menjaga kelarutan dan stabilitas protein selama perlakuan. Paparan medan magnet mampu mempertahankan struktur mikro dalam daging sehingga kadar protein tidak mengalami kerusaka dan dapat menyebabkan kadar protein yang terukur sedikit lebih tinggi. Karena perubahan yang kecil maka dinyatakan tidak signifikan secara statistik (Jiang et al., 2022). Disisi lain, berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh medan magnet terhadap kandungan zat besi pada daging sapi. Pada kelompok perlakuan dengan variasi frekuensi 60 Hz dan 120 Hz mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan ini dapat terjadi karena mobilitas ion pada kadar zat besi dapat mempengaruhi stabilitas ikatan protein seperti miglobin da hemoglobin menjadi lemah sehingga kadar zat besi sebagai terlepas dan dapat menyebabkan kadar zat besi yang terukur lebih rendah (Li et al., 2025).

4.3 Integrasi Islam

Dalam islam, makanan merupakan salah satu aspek penting karena berkaitan

dengan kesehatan tubuh yang pada akhirnya dapat menjaga kualitas beribadah seorang muslim. Makanan yang dikonsumsi tidak hanya harus halal tetapi juga baik untuk dikonsumsi dalam segi kebersihan dan keamanan makanan agar tidak membahayakan kesehatan. Dalam QS. Al-Maidah ayat 88 yaitu

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقْنَاكُمُ اللَّهُ حَلَالٌ طَيِّبٌ وَأَنفَقُوا اللَّهُ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ ﴿٨﴾

Artinya: “Makanlah apa yang telah Allah anugerahkan kepadamu sebagai rezeki yang halal lagi baik, dan bertakwalah kepada Allah yang hanya kepada-Nya kamu beriman.”

Menurut tafsir oleh Tahir Ibn ‘Ashur seringkali manusia menentang perihal makanan, ketika banyak makanan halal lagi baik manusia lebih banyak mencari makanan yang dapat berakibat buruk bagi kesehatan. Pada kata طَيِّبٌ yang berarti baik yaitu baik dari segi kemnfaatannya yang mengandung manfaat dan kemaslahatan bagi tubuh, mengandung gizi, vitamin maupn protein. Kata thayyib menurut para ahli tafsir bukan berarti hanya berarti baik secara rasa, tetapi juga baik dalam segi manfaat dan tidak membahayakan kesehatan. Disisi lain makanan yang tidak baik selain tidak mengandung gizi juga akan merusak kesehatan bagi yang mengkonsumsinya. Dalam pandangan Al-Qurthubi, makanan yang tidak bersih, tercemar, mengandung unsur yang merusak tubuh, atau menjadi penyebab penyakit termasuk tidak thayyib (baik) sehingga tidak layak dikonsumsi. Dalam ayat ini, Imam at-Thabari juga menyebutkan bahwa ayat tersebut merupakan perintah untuk makan-makanan yang halal lagi baik untuk orang-orang yang beriman. Pada kata كُلُّ yang menunjukkan kata perintah sebagai bentuk kewajiban untuk menjalankan apa yang telah diperintahkan (Ananta & Putra, 2021). Perintah untuk makanan dari makanan yang halal lagi baik ini menegaskan bahwa makan bukan sekedar pemenuhan kebutuhan biologis melainkan salah satu bentuk taat kepada ketentan Allah yang dapat dilihat pada kalimat “dan bertakwalah kepada Allah yang hanya

kepada-Nya kamu beriman.”

Ayat ini menjadi dasar penting dalam Islam terhadap keamanan pangan dan pentingnya menghindari makanan yang membahayakan kesehatan, seperti daging yang terkontaminasi bakteri patogen atau tercemar zat-zat berbahaya dan pentingnya menjaga andungan gizi pada makanan yang dikonsumsi (Irfan et al., 2023). Dalam ayat tersebut jelas dikatakan untuk makan sesuatu yang halal lagi baik seperti dari segi bahan makanan yang digunakan dengan kualitas tinggi dengan menjaga kebersihan sehingga terbebas dari mikroorganisme seperti bakteri *Salmonella typhi* yang dapat mengganggu kesehatan manusia hingga menyebabkan terjadinya demam tifoid. Kata baik dalam ayat ini juga dapat dilihat dari segi kemanfaatannya yang mengandung kemaslahatan bagi tubuh yaitu seperti pada makanan yang memiliki kandungan gizi di dalamnya. Makanan yang tidak baik mengandung gizi yang tidak baik juga untuk dikonsumsi dan dapat merusak kesehatan (Salsabila, 2019).

. Dampak yang diperoleh dari mengonsumsi makanan yang halal lagi baik adalah terjadinya kualitas ibadah. Tubuh yang sehat dan seimbang secara jasmani akan memudahkan manusia dalam melaksanakan ibadah, seperti shalat, puasa, dan aktivitas keagamaan lainnya. Oleh karena itu, pemilihan makanan yang halal dan baik menjadi bagian dari ikhtiar spiritual agar manusia mampu beribadah dengan optimal dan berkelanjutan. Perintah untuk mengonsumsi makanan yang halal lagi baik memiliki dampak spiritual yang sangat mendalam bagi kehidupan manusia tidak hanya mengatur apa yang boleh dan tidak boleh dikonsumsi, akan tetapi juga membentuk kesadaran rohani bahwa setiap makanan yang masuk ke dalam tubuh akan memengaruhi kondisi batin, ketenangan jiwa, dan kualitas hubungan manusia

dengan Allah SWT. Dalam perspektif Islam, makanan bukan sekadar pemenuh kebutuhan biologis, melainkan bagian dari sarana pembentukan akhlak, keimanan, dan kualitas ibadah seseorang. Konsumsi makanan yang halal dan baik mempengaruhi ketaatan kepada Allah SWT. Yang tercermin dari kesadaran bahwa manusia tidak hidup bebas tanpa aturan, melainkan terikat oleh nilai-nilai ilahiah yang mengarahkan kehidupan menuju kebaikan. Seseorang yang memilih makanan yang halal lagi baik, sesungguhnya sedang menjalankan perintah Allah dan menjauhi larangan-Nya, sehingga setiap aktivitas makan bernilai ibadah. Ketaatan ini akan membentuk ketenangan batin dan rasa dekat dengan Allah, karena hidup dijalani sesuai dengan tuntunan-Nya. Selain itu, makanan yang halal dan baik memiliki pengaruh spiritual terhadap kejernihan hati dan pikiran. Dalam ajaran Islam, kebersihan dan kebaikan sesuatu yang dikonsumsi diyakini berdampak pada kondisi jiwa. Makanan yang baik akan membantu menjaga hati tetap bersih, menenangkan pikiran, dan menghindarkan seseorang dari sifat malas, lalai, serta kecenderungan melakukan perbuatan yang tidak diridhai Allah. Sebaliknya, konsumsi makanan yang tidak baik atau membahayakan dapat menimbulkan gangguan fisik yang berujung pada kegelisahan batin dan menurunnya kualitas spiritual seseorang.

BAB V

PENUTUP

5. 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan analisis yang diperoleh dari eksperimen pada penelitian ini yaitu tentang pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *salmonella typhi*, kadar protein, pH dan zat besi pada daging sapi dapat disimpulkan yaitu sebagai berikut:

1. Paparan medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi* pada daging sapi. Pengaruh medan magnet pada bakteri menunjukkan hasil yang paling optimal berada pada frekuensi 120 Hz dengan waktu paparan 25 menit mengalami penurunan hingga 68,70% dari $164 \pm 26,21 \times 10^7$ CFU/ml menjadi $51,33 \pm 7,77 \times 10^7$ CFU/ml koloni.
2. Paparan medan magnet dapat mempengaruhi kadar protein pada daging sapi, namun perubahan yang terjadi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan seperti pada kelompok kontrol dimana rata-ratanya yaitu 41,76% kemudian naik ada frekuensi 60 Hz dengan waktu paparan 5 menit yaitu 52,49% dan kembali turun pada waktu paparan 10 menit menjadi 49,50% dan pada waktu paparan 15 menit menjadi 40,15%. Hal ini memunjukkan bahwa variasi frekuensi dan waktu paparan yang digunakan belum mampu untuk memberikan pengaruh optimal terhadap struktur protein.
3. Variasi frekuensi dan waktu paparan medan magnet dapat mempengaruhi nilai pH pada daging sapi. Semakin tinggi frekuensi yang digunakan dengan waktu paparan yang semakin lama nilai pH pada daging sapi semakin mengalami peningkatan. Pada kelompok kontrol menunjukkan rata-rata nilai pH yaitu 5,83 dan mulai mengalami peningkatan pada frekuensi 60 Hz dengan waktu

paparan 15 menit yaitu 5,87. Peningkatan terbesar yaitu berada pada frekensi 120 Hz dengan waktu paparan 25 menit yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 6,23. Hal ini dapat terjadi karena medan magnet dapat mempengaruhi keseimbangan ionic dalam daging termasuk mobilitas ion H⁺ yang berperan dalam menentukan tingkat keasaman.

4. Pada kelompok kontrol menunjukkan rata-rata adar zat besi yaitu 0,0018% kemudian mulai mengalami penurunan pada frekuensi 60 Hz dengan waktu papara 10 menit yaitu 0,0014% . Pada frekuensi 60 Hz dengan waktu paparan 25 menit menjadi 0,008%. Paparan medan magnet dapat mempengaruhi kandungan zat besi pada daging sapi yang dapat terjadi karena medan magnet mengubah struktur protein yang ada dalam daging sehingga ikatan zat besi menjadi lemah dan mudah dilepas akibatnya kadar zat besi yang terdeteksi lebih rendah.

5. 2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan yang diperoleh, maka penulis menyarankan adanya perbaikan untuk peneliti selanjutnya:

1. Saat sebelum menjalankan eksperimen disarankan untuk mempersiapkan apa saja yang perlu dan dibutuhkan dalam setiap langkah-langkah penelitian sebagai bentuk mengoptimalkan waktu penelitian yang digunakan dan dokumentasi dalam setiap persiapan dan langkah-langkah penelitian.
2. Peneliti selanjutnya disarankan dapat melanjutkan dengan beberapa indikator yang berbeda sehingga dapat dijadikan referensi dalam mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kualitas daging dengan indikator lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F. S. (2022). Pengaruh Paparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli, Kadar Protein Dan Ph Pada Daging Sapi. 2005–2003 , 8.5.2017 , ၂၇၈၇.
- Al Tasdiq, A. (Universitas M. S., & Dahliana, Y. (Uniiversitas M. S. (2025). Konsep Halalan Thayyiban Dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah Ayat 168: Analisis Komparatif Tafsir Al- Azhar Dan Tafsir Al-Misbah. *Of Islamic Studies*, 4, 304–323.
- Ananta, F. R., & Putra, W. A. (2021). *Jurnal Kesehatan Islam Pencegahan Penularan Covid-19 Dalam Al Quran Surat Al Baqarah , Al Maidah , Dan Al A ' Raf*. 10. <Http://Dx.Doi.Org/10.33474/Jki.V1 0i1.6786>
- Ardiansyah, A. (2019). Medan Magnet Pada Solenoida. *Researchgate*. Https://Www.Researchgate.Net/Publication/338177354_Medan_Magnet_Pa da_Solenoida
- Azizah, D. I. (2020). Asupan Zat Besi, Asam Folat, Dan Vitamin C Pada Remaja Putri Di Daerah Jatinangor. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 4(4), 169. <Https://Doi.Org/10.22146/Jkesvo.46425>
- Chen, B., Du, G., Li, K., Wang, Y., Shi, P., Li, J., & Bai, Y. (2024). *Properties Of Myofibrillar Protein In Frozen Pork Improved Through Ph-Shifting Treatments : The Impact Of Magnetic Field*. 1–15.
- Cormelia, C. (2023). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli, Kadar Protein, Ph Dan Warna Pada Daging Ayam*.
- Fitriany, J., & Saputri, A. I. (2018). Anemia Defisiensi Besi. *Jurnal. Kesehatan Masyarakat*, 4(1202005126), 1–30.
- Hasanah, L. (Universitas J. (2020). *Pengaruh Paparam Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Daya Hantar Listri Dan Derajat Keasaman (Ph) Pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (Fragria.Sp)*.
- Hikmah, Y. A. (2023). *Asuhan Keperawatan Demam Tifoid Pada An.R Implementasi Edukasi Perawatan Tifoid Dengan Masalah Defisit Pengetahuan Di Ruang Mawar Rsud Kabupaten Rejang Lebong Tahun 2023 Disusun*.
- Ilahi, N. F., Ananta, N. L., & Advinda, L. (2021). Kualitas Mikrobiologi Daging Sapi Dari Pasar Tradisional. *Prosiding Semnas Bio 20221*, 283–292.
- Indiana, S. (2023). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Bakteri Lactobacillus Acidophilus, Derajat Keasaman (Ph), Kadar Lemak,*

Dan Protein Susu Sapi. Uin Malang.

Irfan, F., Rahman, N., Azzahra, S. F., & Husin, G. M. (2023). *Pola Makan Sesuai Anjuran Nabi Muhammad Saw Menurut Perspektif Kesehatan*. 1(5).

Jiang, J., Zhang, L., Yao, J., Cheng, Y., & Chen, Z. (2022). *Effect Of Static Magnetic Field Assisted Thawing On Physicochemical Quality And Microstructure Of Frozen Beef Tenderloin*. 9(May), 1–12. <Https://Doi.Org/10.3389/Fnut.2022.914373>

Kasim, V. N. A. (2020). *Peran Imunitas Pada Infeksi Salmonella Typhi*.

Kehoe, L., O'sullivan, E., Cocking, C., Mcnulty, B. A., Nugent, A. P., Cashman, K. D., Flynn, A., & Walton, J. (2023). Fresh Beef And Lamb Consumption In Relation To Nutrient Population Aged 5 – 90 Years In Ireland. *Nutrients*, 15(2), 313.

Khotimah, H. (2019). *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Daun Legundi (Vitex Trifolia Linn.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Salmonella Typhi*. 8–11. <Http://Etheses.Uin-Malang.Ac.Id/16651/1/15670010.Pdf>

Laila, R. S., & Sudarti. (2024). Dosis Efektif Radiasi Medan Magnet Elf Untuk Menghambat Perkembangbiakan Bakteri. *Jshi : Jurnal Studi Humaniora Interdisipliner. Universitas Jember*, 8(5), 67–76.

Li, H., Fang, Y., & Huang, J. (2025). *Reactive Oxygen Species Mediate Bioeffects Of Static Magnetic Field Via Impairment Of Long-Chain Fatty Acid Degradation In Escherichia Coli*. <10.3389/Fmicb.2025.1586233>

Liesdiawan, N. H., Pharmawati, K., & Bandung, K. (2025). *Literatur Metode Pengukuran Atomic Absorption Spectrophotometer (Aas) Dan X-Ray Fluorescence (Xrf) Untuk Logam Berat Di Air Dan Sedimen*. 642–646.

Ma'rufiyanti, P., Sudarti, & Gani, A. A. (2016). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) 300 μ t Dan 500 μ t Terhadap Perubahan Kadar Vitamin C Dan Derajat Keasaman (Ph) Pada Buah Tomat*. Uiversitas Jember.

Mæhre, H. K., Dalheim, L., Edvinsen, G. K., Ellevoll, E. O., & Jensen, I. J. (2018). Protein Determination—Method Matters. *Foods*, 7(1). <Https://Doi.Org/10.3390/Foods7010005>

Maharani, A. I., Sari, A. F., & Advinda, L. (2021). Kualitas Mikrobiologi Daging Sapi Dari Swalayan — Mini Review. *Prosiding Semnas Bio 2021 Universitas Negeri Padang*, 624–634.

Mardiawan, J. T., Fitriyanti, N., & Salam, R. A. (2023). Rancangan Bangun Alat Ukur Medan Magnet Dengan Metode Hukum Biot-Savart Berbasis Mikrokontroller Menggunakan Sumber Arus Terkontrol. *E-Proceeding Of Engineering*, 10(1)(1), 133–141.

- Mortensen, E. G., Fuerniss, H. F., Legako, J. F., Thompson, L. D., & Woerner, D. R. (2024). Nutrient Analysis Of Raw And Cooked Usda Prime Beef Cuts. *Nutrients*, 16(17), 1–24. <Https://Doi.Org/10.3390/Nu16172912>
- Muchtar, F., & Effendy, D. S. (2023). Penilaian Asupan Zat Besi Remaja Putri Di Desa Mekar Kecamatan Soropia Kabupaten Konawe. *Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 171–179.
- Nidianti, E., & Rahmawati, D. A. (2023). Pengaruh Waktu Penggorengan Dan Perebusan Daging Sapi Terhadap Kadar Protein. *Jops (Journal Of Pharmacy And Science)*, 6(2), 198–205. <Https://Doi.Org/10.36341/Jops.V6i2.3476>
- Prihharsanti, A. H. T. (2016). Populasi Bakteri Dan Jamur Pada Daging Sapi Dengan Penyimpanan Suhu Rendah. *Sains Peternakan*, 7(2), 66. <Https://Doi.Org/10.20961/Sainspet.V7i2.1060>
- Rahayu, N. P. T. A., Agustina, K. K., & Swacita, I. B. N. (2022). Pengaruh Lama Peletakan Pada Suhu Ruang Terhadap Nilai Ph Dan Total Bakteri Daging Sapi Bali. *Buletin Veteriner Udayana*, 158, 217. <Https://Doi.Org/10.24843/Bulvet.2022.V14.I03.P04>
- Ramadhani, S., Andina, N., Dewi, C., & Riana, F. Z. (2025). *Pengaruh Medan Magnet Elf Dengan Intensitas 750 Mt Terhadap Ketahanan Tape Singkong Matang*. 4(1).
- Rambu, E., Anamuli, B., Detha, A. I. R., & Wuri, D. A. (2016). Pengaruh Faktor Pengistirahatan Ternak Sebelum Pemotongan Terhadap Kualitas Daging Sapi Di Rumah Potong Hewan Oeba Berdasarkan Nilai Ph Dan Daya Ikat Air. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 1(1), 21. <Http://Ejurnal.Undana.Ac.Id/Index.Php/Jvn>
- Rochman, A. T., Rahayu, O., & Dinasari, I. (2025). Nilai Ph Dan Kualitas Organoleptik Daging Sapi Brahmanberdasarkan Umur Potong Di Rph Gadang Kodya Malang. *Jurnal Dinamika Rekasatwa*, 8(1), 147–154.
- Sadidah, K. R., Sudarti, & Gani, A. A. (2015). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) 300 µt Dan 500 µt Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba Dan Ph Pada Proses*. 1–8.
- Safiq, D., Sudarti, & Yushardi. (2024). Mekanisme Interaksi Medan Magnet Elf Dengan Sel. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember*, 2024(2), 104–109.
- Salman, Y., Syainah, E., & Rezkiah, R. (2018). Analisis Kandungan Protein, Zat Besi Dan Daya Terima Bakso Ikan Gabus Dan Daging Sapi. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 14(1), 63. <Https://Doi.Org/10.24853/Jkk.14.1.63-73>
- Salsabila, M. (2019). *Medan Listrik Berpulsa Untuk Menghambat Pertumbuhan*

- Bakteri Salmonella Typhi Pada Susu Murni.* Uin Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Salsabila, M. (2023). Pelajaran Dari Qs. An-Nahl [16] Ayat 5 Produksi Dalam Islam. *Jurnal Ayat Dan Hadits Ekonomi*, I, 9–15. <Https://Jurnalhamfara.Ac.Id/Index.Php/Jahe>
- Shabitna, F. S., . Y., & . S. (2023). Pemanfaatan Gelombang Elektromagnet Extremely Low Frequency (Elf) Dalam Ketahanan Pangan. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(2), 1037–1040. <Https://Doi.Org/10.47233/Jpst.V2i4.1357>
- Sihombing, V. E., Swacita, I. B. N., & Suada, I. K. (2020). Perbandingan Uji Subjektif Kualitas Daging Sapi Bali Produksi Rumah Pemotongan Hewan Gianyar, Klungkung Dan Karangasem. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(1), 99–106. <Https://Doi.Org/10.19087/Imv.2020.9.1.99>
- Simanjuntak, T. M. S., Rembet, G. D. G., Sondakh, E. H. B., & Maaruf, W. (2022). Kualitas Fisik Daging Sapi Di Pasar Tradisional Dan Pasar Modern Kota Manado. *Zootec*, 42(2), 81. <Https://Doi.Org/10.35792/Zot.42.1.2022.41163>
- Sofihan, W. (2017). *Isolasi, Amplifikasi Dan Karakterisasi Gen Pef Salmonella Typhimurium Dan Gen Fim-C Escherichia Coli* (Vol. 11, Issue 1). Universitas Negeri Jakarta.
- Soraya, A. (2021). Kelistrikmagnetan. *Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Mandailing*, 1–23.
- Sumardi, Agustria, S. F. R., & Yunita. (2019). *Pengaruh Medan Magnet Dan Ion Logam (Cu , Pb , Al Dan Fe) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (Bfa)*. 12(2), 42–50.
- Sungkawa, H. B., Nurhayati, W., & Djohan, H. (2021). Perbedaan Kadar Protein Daging Sapi Dengan Perendaman Sari Buah Nanas (Ananas Comocous I.) Dan Sari Jahe (Zingiber Officinale Rose.) Metode Kjeldahl. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 5(1), 1. <Https://Doi.Org/10.30602/Jlk.V5i1.946>
- Suryadinata, P. Y. A., Suega, K., Wayan, I., & Gde Dharmayuda, T. (2022). Faktor Risiko Yang Mempengaruhi Kejadian Anemia Defisiensi Besi : A Systematic Review. *E-Jurnal Medika Udayana*, 11(2), 6. <Https://Doi.Org/10.24843/Mu.2022.V11.I02.P02>
- Tiwulandari, I., Ferlita, S. A., Sari, N. L., Mahmudi, K., Studi, P., Fisika, P., Timur, J., & Daging, K. (2024). *Kajian Pustaka : Apakah Medan Magnet Elf Berpotensi Meningkatkan Ketahanan Daging*. 8(1), 138–146.
- Tobing, J. F. . (2024). *Demam Tifoid*. 8(2), 463–470.

- Wahdani, A. S., Anugrah, B. C., Pertama P, D., Pamuningtyas, F. D., Al Kholid, N. D., & Rosiana, Si. (2024). Pengaruh Medan Magnet Elektromagnetik Elf Dengan Intensitas Paparan $300\mu\text{t}$ Terhadap Kematangan Tempe Mentah. *Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan*, 4(4), 179–190.
- Wahib, C., Maskulin, M., Sahal, H., & ... (2018). Rpp Magnet Dan Medan Magnet. Universitas ..., 1–32. <Http://Eprints.Umsida.Ac.Id/4094/1/Rpp Magnet Jadi Lagi.Pdf>
- Waruwu, L. Y., Rahmi, A., & Anaperta, M. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur Medan Magnet Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Efek Hall. *Semesta Teknika*, 24(2), 129–139. <Https://Doi.Org/10.18196/St.V24i2.12938>
- Yanestria, S. M., Rahayu, A., & Atina, A. (2021). Nilai Ph Dan Deteksi Salmonella Sp. Daging Sapi Di Pasar Tradisional Dan Pasar Modern Di Wilayah Surabaya Timur. *Vitek : Bidang Kedokteran Hewan*, 11(1), 25–28. <Https://Doi.Org/10.30742/Jv.V11i1.72>
- Yos F. Da Lopez. (2022). Derajat Keasaman Ph. *Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Nusa Tenggara Timur*, 3, 1–4.
- Yulianingsih, D., Mahdiyah, D., Tumanggor, A. H. U., & Darsono, P. V. (2025). Aktivitas Antibakteri Dari Bakteri Tanah Gambut Terhadap *Salmonella Typhi*. *Jurnal Surya Medika*, 11(2), 106–113. <Https://Doi.Org/10.33084/Jsm.V11i2.10535>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Penelitian



Sterilisasi Alat&Bahan



Inkubasi Media Nb



Preparasi Sampel Daging



Pempararan Medan Magnet



Proses Pengenceran



Vortex Sampel



Perhitungan Koloni



Pengukuran pH



Larutan Standar Fe



Larutan Standar Protein BSA



Uji Kadar Protein



Uji Kadar Zat Besi (Fe)

Lampiran 2 Perhitungan Kadar Protein dan Zat Besi

1. Perhitungan Kadar Protein

Frekuensi	Waktu	Absorbansi Kadar Protein			Konsentrasi Kadar Protein (mg/ml)			Kadar Protein %			Rata-rata %
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit	0,5038	0,4726	0,3136	19,55131173	18,34760802	12,21334877	48,88	45,87	30,53	41,76
	10 Menit	0,5038	0,4726	0,3136	19,55131173	18,34760802	12,21334877	48,88	45,87	30,53	41,76
	15 Menit	0,5038	0,4726	0,3136	19,55131173	18,34760802	12,21334877	48,88	45,87	30,53	41,76
	20 Menit	0,5038	0,4726	0,3136	19,55131173	18,34760802	12,21334877	48,88	45,87	30,53	41,76
	25 Menit	0,5038	0,4726	0,3136	19,55131173	18,34760802	12,21334877	48,88	45,87	30,53	41,76
60 Hz	5 Menit	0,7264	0,6072	0,29	28,13927469	23,54050926	11,30285494	70,35	58,85	28,26	52,49
	10 Menit	0,6391	0,5183	0,3732	24,77121914	20,11072531	14,51273148	61,93	50,28	36,28	49,50
	15 Menit	0,4285	0,4864	0,325	16,64621914	18,88001543	12,65316358	41,62	47,20	31,63	40,15
	20 Menit	0,45	0,6375	0,4269	17,47569444	24,70949074	16,58449074	43,69	61,77	41,46	48,97
	25 Menit	0,4783	0,5818	0,5717	18,56751543	22,56057099	22,17091049	46,42	56,40	55,43	52,75
120 Hz	5 Menit	0,7407	0,4372	0,3812	28,69097222	16,98186728	14,82137346	71,73	42,45	37,05	50,41
	10 Menit	0,8388	0,498	0,4505	32,47569444	19,3275463	17,49498457	81,19	48,32	43,74	57,75
	15 Menit	0,6095	0,473	0,3938	23,62924383	18,36304012	15,30748457	59,07	45,91	38,27	47,75
	20 Menit	0,5852	0,5219	0,4415	22,69174383	20,2496142	17,14776235	56,73	50,62	42,87	50,07
	25 Menit	0,7506	0,6114	0,3204	29,07291667	23,7025463	12,47569444	72,68	59,26	31,19	54,38

2. Perhitungan Kadar Zat Besi

Frekuensi	Waktu	Konsentrasi Kadar Fe			% Kadar Fe			Rata-rata %
		1	2	3	1	2	3	
0 Hz (Kontrol)	5 Menit	0,573	0,512	0,543	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018
	10 Menit	0,573	0,512	0,543	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018
	15 Menit	0,573	0,512	0,543	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018
	20 Menit	0,573	0,512	0,543	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018
	25 Menit	0,573	0,512	0,543	0,0019	0,0017	0,0018	0,0018
60 Hz	5 Menit	0,720	0,726	0,353	0,0024	0,0024	0,0012	0,0020
	10 Menit	0,504	0,517	0,262	0,0017	0,0017	0,0009	0,0014
	15 Menit	0,437	0,539	0,327	0,0015	0,0018	0,0011	0,0014
	20 Menit	0,200	0,256	0,334	0,0007	0,0009	0,0011	0,0009
	25 Menit	0,238	0,272	0,235	0,0008	0,0009	0,0008	0,0008
120 Hz	5 Menit	0,237	0,222	0,355	0,0008	0,0007	0,0012	0,0009
	10 Menit	0,245	0,306	0,248	0,0008	0,0010	0,0008	0,0009
	15 Menit	0,319	0,359	0,305	0,0011	0,0012	0,0010	0,0011
	20 Menit	0,529	0,501	0,303	0,0018	0,0017	0,0010	0,0015
	25 Menit	0,326	0,306	0,268	0,0011	0,0010	0,0009	0,0010

Lampiran 3 Hasil Uji DMRT

1. Hasil Uji DMRT Koloni Bakteri *Salmonella typhi*

a. Frekuensi terhadap Koloni Bakteri

Data					
Duncan ^{a,b,c}					
Frekuensi	N	Subset			
		1	2	3	
3	15	65.73			
2	15		85.47		
1	3			164.00	
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) = 107.133.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.429.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
c. Alpha = ,05.

b. Waktu paparan terhadap Koloni Bakteri

Data					
Duncan ^{a,b,c}					
WaktuPaparan	N	Subset			
		1	2	3	4
5	6	62.67			
4	6	68.00	68.00		
3	7		76.57		
2	7			93.71	
1	7				112.00
Sig.		.362	.149	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 107.133.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.563.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
c. Alpha = ,05.

2. Hasil Uji DMRT pH (Derjat Keasaman)

a. Variasi Frekuensi terhadap pH

Data			
Duncan ^{a,b,c}			
Frekuensi	N	Subset	
		1	2
1	3	5.833	
2	15	5.880	
3	15		6.153
Sig.		.460	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .012.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.429.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
c. Alpha = ,05.

b. Waktu Paparan terhadap pH

Data			
Duncan ^{a,b,c}			
WaktuPaparan	N	Subset	
		1	2
1	7	5.886	
2	7	5.986	5.986
3	7	6.000	6.000
4	6		6.050
5	6		6.100
Sig.		.092	.101

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .012.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.563.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
c. Alpha = ,05.

3. Hasil Uji DMRT Kadar Zat Besi

a. Variasi Frekuensi terhadap Kadar Zat Besi

DataKadarFe			
Duncan ^{a,b,c}			
Frekuensi	N	Subset	
		1	2
3	15	.001073	
2	15	.001327	
1	3		.001800
Sig.		.196	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
Based on observed means.			
The error term is Mean Square(Error) = 1.153E-7.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.429.			
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.			
Type I error levels are not guaranteed.			
c. Alpha = ,05.			

b. Waktu Paparan terhadap Kadar Zat Besi

DataKadarFe			
Duncan ^{a,b,c}			
WaktuPaparan	N	Subset	
		1	2
5	6	.000917	
4	6	.001200	.001200
2	7	.001229	.001229
3	7		.001357
1	7		.001514
Sig.		.130	.139
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
Based on observed means.			
The error term is Mean Square(Error) = 1.153E-7.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.563.			
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.			
Type I error levels are not guaranteed.			
c. Alpha = ,05.			



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210604110037
Nama : ROYANI
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : AHMAD LUTHFIN,M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI SALMONELLA TYPHI, KADAR PROTEIN, pH DAN ZAT BESI PADA DAGING SAPI

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	15 Juni 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Bab I, II, III	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	25 Juni 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Bab I, II, III	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	17 Juli 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	ACC Bab I, II, III	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
4	10 September 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
5	25 September 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
6	03 November 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Revisi Seminar Proposal	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
7	03 Desember 2025	AHMAD LUTHFIN,M.Si	Revisi Integrasi Bab I,II	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
8	09 Desember 2025	Prof. Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Bab IV,V	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	10 Desember 2025	AHMAD LUTHFIN,M.Si	Konsultasi Integrasi Bab IV	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

AHMAD LUTHFIN, M.Si

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Drs. MOKHAMMAD
TIRONO, M.Si

Kajur / Kaprodi,

Farid Samsu Hananto, M.T.