

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET UNTUK MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN DAMPAKNYA
TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN, KARBOHIDRAT DAN KALSIUM
PADA SUSU KEDELAI**

SKRIPSI

**Oleh :
ALVI RAHMA FADILA
NIM. 200604110010**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET UNTUK MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN DAMPAKNYA
TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN, KARBOHIDRAT DAN KALSIUM
PADA SUSU KEDELAI**

SKRIPSI

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

**Oleh :
ALVI RAHMA FADILA
NIM. 200604110010**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET UNTUK MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN DAMPAKNYA
TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN, KARBOHIDRAT DAN KALSIMUM
PADA SUSU KEDELAI

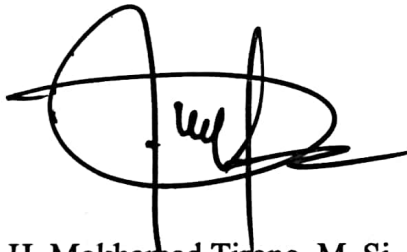
SKRIPSI

Oleh:
ALVI RAHMA FADILA
NIM. 200604110010

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Pada tanggal, 25 Juni 2024

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Rusli, M. Si
NIP. 19880715 202012 1 003

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M. Si
NIP. 19740730 200312 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET UNTUK MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN DAMPAKNYA TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN, KARBOHIDRAT DAN KALSIMUM PADA SUSU KEDELAI

SKRIPSI

Oleh:

ALVI RAHMA FADILA

NIM. 200604110010

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada tanggal 25 Juni 2024

Penguji Utama :	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes.</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji :	<u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Sekretaris Penguji :	<u>Dr. H. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Rusli, M.Si</u> NIP. 19880715 202012 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Progam Studi Fisika



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

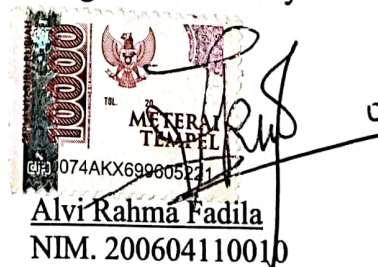
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ALVI RAHMA FADILA
NIM : 200604110010
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Medan Magnet Untuk Menghambat
Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Dan Dampaknya
Terhadap Kandungan Protein, Karbohidrat, dan Kalsium
Pada Susu Kedelai

Menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri.
Sepanjang pengerjaan tugas akhir ini tidak ada karya atau pendapat yang ditulis
atau dipublikasikan orang lain kecuali sebagai rujukan kutipan referensi dengan
mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Malang, 25 Juni 2024
Yang Membuat Pernyataan


Alvi Rahma Fadila
NIM. 200604110010

MOTTO

“Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah. Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.”

-Buya Hamka-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat dirampungkan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada:

1. Tuhan YME, karena hanya atas izin dan karuniaNya maka skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya. Puji syukur yang tak terhingga pada Tuhan penguasa alam yang meridhoi dan mengabulkan segala doa.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Slamet Fudoli dan Ibu Nur Farida Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Bapak yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dalam kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Bapak bahagia karna kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih.
3. Bapak dan Ibu Dosen pembimbing, penguji dan pengajar, yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik. Terimakasih banyak Bapak dan Ibu dosen, jasa kalian akan selalu terpatrit di hati.
4. Sahabat dan Teman Seperjuangan Tersayang (monica, adel, amalia), tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian semua tak kan mungkin aku sampai disini, terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita

lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah mengukir selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!!

5. Semua pihak yang ikut andil dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu tanpa mengurangi rasa terima kasih.
6. Untuk diri saya sendiri terimakasih mau dan mampu bertahan, berjuang, berusaha sekuat ini sampai detik ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan penuh rasa syukur, penyusun mengucapkan Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berbagai rahmat dan nikmat, termasuk kesehatan, kesempatan, dan kesabaran. Berkat anugerah-Nya, penyusun berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul " Pengaruh Paparan Medan Magnet Untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Dan Dampaknya Terhadap Kandungan Protein, Karbohidrat Dan Kalsium Pada Susu Kedelai " dan telah diselesaikan dengan dedikasi maksimal.

Penyusun juga ingin mengirimkan sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia dari kegelapan menuju cahaya iman melalui pedoman Al-Qur'an dan Al-Hadist. Semoga kita semua dapat menjadi bagian dari umat yang mendapatkan syafaatnya. Aamiin.

Penyusun sangat menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak yang terlibat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M. Si., selaku Ketua Progam Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Dr.H. M. Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang sudah memberikan ilmu dan membimbing dengan sabar penulisan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak Penguji yang telah memberikan ilmu dan masukan ide.
6. Seluruh Dosen Fisika, Laboran dan Staff UIN Malang yang telah sabar memberikan ilmunya.
7. Bapak, Ibu dan keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung sampai detik ini.
8. Teman-teman fisika angkatan 2020 dan teman-teman Biofisika yang selalu membantu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan membantu motivasi, doa dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu, penulis memohon masukan dan kritik untuk evaluasi dan perbaikan agar lebih berkualitas. Akhirnya, penulis berharap agar penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 18 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	ii
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Manfaat	8
1.5 Batasan Masalah	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 9
2.1 Medan Magnet	9
2.1.1 Gaya pada Arus Listrik dalam Medan Magnet	12
2.1.2 Medan Magnet dari Kumparan Solenoida	13
2.1.3 Interaksi Medan Magnet terhadap Susu Kedelai	16
2.1.4 Pengaruh Medan Magnet terhadap Bakteri Eschericia coli	17
2.2 Bakteri	17
2.2.1 Bakteri Eschericia coli	18
2.3 Kedelai	19
2.3.1 Susu Kedelai	20
 BAB III METODE PENELITIAN	 25
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Rancangan Percobaan	25
3.4 Variabel	26
3.5 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.6 Alat dan Bahan	26
3.6.1 Alat	26
3.6.2 Bahan	27
3.7 Diagram Alir	28
3.8 Prosedur Penelitian	28
3.8.1 Tahap Persiapan	28
3.8.2 Tahap Perlakuan	30
3.8.3 Tahap Pengumpulan Data	31

3.9 Teknik Analisis Data.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Data Hasil Penelitian.....	39
4.1.1 Jumlah bakteri Escherichia coli	39
4.1.2 Kadar Protein	44
4.1.3 Kadar Karbohidrat.....	48
4.1.4 Kadar Kalsium	52
4.2 Pembahasan.....	56
4.2.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Jumlah Koloni Bakteri Escherichia coli	56
4.2.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Protein	58
4.2.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Karbohidrat	59
4.2.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium.....	61
4.2.5 Kajian Keislaman	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian	28
Gambar 3.2 Kumparan Solenoida dan Sumber Arus	31
Gambar 3.3 Proses Pengenceran Dalam Metode TPC.....	32
Gambar 4.1 Grafik pengaruh lama paparan terhadap jumlah bakteri <i>Escherichia coli</i>	41
Gambar 4.2 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap jumlah bakteri <i>Escherichia coli</i>	42
Gambar 4. 3 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar protein (%)	46
Gambar 4. 4 Grafik pengaruh lama paparan terhadap kadar protein (%)	47
Gambar 4. 5 Grafik pengaruh lama paparan terhadap kadar karbohidrat (%)	50
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar karbohidrat	51
Gambar 4. 7 Grafik pengaruh lama paparan terhadap kadar kalsium (%).....	54
Gambar 4. 8 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar kalsium (%)	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kombinasi Perlakuan (Kerapatan Fluks Magnet dan Lama Paparan Medan Magnet.....	25
Tabel 3.2	Pengolahan Data Jumlah Bakteri	33
Tabel 3.3	Tabel Uji Kadar Protein.....	34
Tabel 3.4	Tabel Uji Kadar Karbohidrat	36
Tabel 3.5	Tabel Uji Kadar Kalsium.....	37
Tabel 4.1	Data Hasil Jumlah Bakteri	373
Tabel 4.2	Hasil Analisis Anova two way Pada Jumlah Koloni Bakteri <i>Escherichia coli</i>	43
Tabel 4.3	Hasil uji DMRT intensitas terhadap jumlah koloni bakteri <i>Escherichia coli</i>	44
Tabel 4.4	Data Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Protein Susu Kedelai	49
Tabel 4.5	Hasil Analisis Anova two way pada hasil uji kadar protein	47
Tabel 4.6	Data Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Karbohidrat Susu Kedelai	49
Tabel 4.7	Hasil Analisis Anova two way Pada hasil uji kadar karbohidrat	51
Tabel 4.8	Data pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalsium.....	53
Tabel 4.9	Hasil Analisis Anova two way Pada hasil uji kadar kalsium	55

ABSTRAK

Fadila, Alvi Rahma. 2024. **Pengaruh Paparan Medan Magnet Untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Dan Dampaknya Terhadap Kandungan Protein, Karbohidrat Dan Kalsium Pada Susu Kedelai**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. M. Tirono, M.Si (II) Rusli, M.Si

Kata Kunci: Medan Magnet, Susu Kedelai, Bakteri *Escherichia Coli*, Protein, Karbohidrat, Kalsium

Kedelai adalah salah satu komoditas pangan dengan sumber protein nabati yang tinggi. Keunggulan lain susu kedelai tidak mengandung laktosa, rendah lemak, tidak menyebabkan alergi, dan bergizi tinggi. Namun, susu kedelai memiliki masa simpan terbatas pada suhu ruangan dan berpotensi tercemar bakteri. Salah satu metode pengawetan yang umum adalah pasteurisasi, yaitu proses pemanasan pada suhu di bawah titik didih 100°C . Namun, pemanasan pada suhu ini tidak mematikan semua mikroorganisme serta dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia produk. Selain itu, penggunaan bahan kimia pengawet makanan sering menimbulkan dilema di antara konsumen. Pemanfaatan medan magnet dalam industri makanan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan dampaknya terhadap kandungan protein, karbohidrat dan kalsium pada susu kedelai. Penelitian ini fokus pada jumlah bakteri *Escherichia coli* yang masih hidup setelah dipapari medan magnet dan kualitas susu ditinjau dari kadar protein, karbohidrat dan kalsium. Kerapatan fluks magnet yang digunakan adalah 0,6 mT; 0,7 mT ; 0,8 mT dan 0,9mT dengan lama paparan 0 menit, 5 menit dan 10 menit dan 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet mampu menekan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dalam susu kedelai. Penurunan jumlah bakteri paling signifikan pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT selama 15 menit. Kandungan protein, karbohidrat dan kalsium pada susu kedelai tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

ABSTRACT

Fadila, Alvi Rahma. 2024. **The Effect of Magnetic Field Exposure on Inhibiting the Growth of Escherichia Coli Bacteria and Its Impact on Protein, Carbohydrate, and Calcium Content in Soy Milk.** Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Dr. H. M. Tirono, M.Si (II) Rusli, M.Si

Keywords: Magnetic Field, Soy Milk, Escherichia Coli Bacteria, Protein, Carbohydrates, Calcium

Soybeans are a high-protein plant-based food commodity. Other advantages of soy milk include being lactose-free, low-fat, non-allergenic, and highly nutritious. However, soy milk has a limited shelf life at room temperature and is susceptible to bacterial contamination. One common preservation method is pasteurization, which involves heating at temperatures below the boiling point of 100°C. However, heating at this temperature does not kill all microorganisms and can cause changes in the physical and chemical properties of the product. Additionally, the use of chemical food preservatives often presents a dilemma for consumers. The utilization of magnetic fields in the food industry can inhibit the growth of pathogenic bacteria in food products. This study aims to determine the effect of magnetic field exposure on the growth of Escherichia coli bacteria and its impact on protein, carbohydrate, and calcium content in soy milk. The research focuses on the number of Escherichia coli bacteria that survive after magnetic field exposure and the quality of the milk in terms of protein, carbohydrate, and calcium content. The magnetic flux densities used were 0.6 mT, 0.7 mT, 0.8 mT, and 0.9 mT with exposure durations of 0 minutes, 5 minutes, 10 minutes, and 15 minutes. The results showed that magnetic field exposure could inhibit the growth of Escherichia coli bacteria in soy milk. The most significant reduction in bacterial count occurred at a magnetic flux density of 0.8 mT for 15 minutes. The protein, carbohydrate, and calcium content in soy milk did not show significant changes.

مستخلص البحث

فضيلة، ألفتي رحمة. ٢٠٢٤. تأثير التعرض للمجال المغناطيسي لتنشيط نمو بكتيريا الإشريكية القولونية وتأثيرها على محتوى البروتين والكربوهيدرات والكالسيوم في حليب الصويا. بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف (I): الدكتور الحاج م. تيرونو، الماجستير والمشرف الثاني: روسلي، الماجستير

الكلمة الرئيسية: المجال المغناطيسي، حليب الصويا، بكتيريا الإشريكية القولونية، البروتين، الكربوهيدرات، الكالسيوم

فول الصويا هي واحدة من السلع الغذائية التي تحتوي على نسبة عالية من البروتين النباتي. المزايا الأخرى لحليب الصويا خالية من اللاكتوز، وقليلة الدهون، وليست مسببة للحساسية، ومغذية للغاية. ومع ذلك، فإن حليب الصويا له مدة صلاحية محدودة في درجة حرارة الغرفة ولديه القدرة على التلوث بالبكتيريا. إحدى طرق الحفظ الشائعة هي البسترة، وهي عملية التسخين عند درجات حرارة أقل من نقطة الغليان البالغة درجة مئوية. ومع ذلك، فإن التسخين عند درجة الحرارة هذه لا يقتل جميع الكائنات الحية الدقيقة ويمكن أن يسبب تغيرات في الخواص الفيزيائية والكيميائية للمنتج. بالإضافة إلى ذلك، غالبا ما يخلق استخدام المواد الكيميائية الحافظة للأغذية معضلة بين المستهلكين. استخدام المجالات المغناطيسية في صناعة المواد الغذائية يمكن أن يمنع نمو البكتيريا المسببة للأمراض في المنتجات الغذائية. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير التعرض للمجال المغناطيسي على نمو بكتيريا الإشريكية القولونية وتأثيرها على محتوى البروتين والكربوهيدرات والكالسيوم في حليب الصويا. ركزت هذه الدراسة على عدد بكتيريا الإشريكية القولونية التي نجت بعد تعرضها للمجالات المغناطيسية وتم استعراض جودة الحليب من مستويات البروتين والكربوهيدرات والكالسيوم. كثافة التدفق المغناطيسي المستخدمة هي 0,6 mT؛ 0,7 mT؛ 0,8 mT و 0,9 mT مع أوقات التعرض 0 دقيقة و 5 دقائق و 10 دقائق و 15 دقيقة. أظهرت النتائج أن التعرض للمجالات المغناطيسية كان قادرا على قمع نمو بكتيريا الإشريكية القولونية في حليب الصويا. كان الانخفاض الأكثر أهمية في عدد البكتيريا عند كثافة تدفق مغناطيسي تبلغ 0,8 mT لمدة 15 دقيقة. لم يظهر محتوى البروتين والكربوهيدرات والكالسيوم في حليب الصويا أي تأثير حقيقي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu komoditas pangan sumber protein tinggi nabati adalah kedelai. Kedelai (*Glycine max (L) Merril.*) merupakan salah satu produk hasil pertanian yang sangat potensial di Indonesia. Kedelai dikenal sebagai salah satu tanaman polong-polongan yang memiliki nilai protein nabati yang tinggi, mudah dicerna serta mempunyai nilai Protein Efisiensi Ratio (PER) yang dapat disejajarkan dengan protein hewani (Winarti, 2010). Jika dibandingkan dengan jenis tanaman lain seperti jagung, tepung singkong, telur ayam, kacang hijau, beras dan ikan segar, kandungan protein pada kedelai jauh lebih tinggi. Bahkan bervariasi unggul memiliki kandungan protein lebih tinggi yaitu mencapai 40-43% dibandingkan kedelai biasa (Suryandari, 2021). Sehingga dapat dikatakan bahwa kedelai menjadi solusi bagi seseorang yang tidak dapat memenuhi kebutuhan protein tubuh mereka melalui konsumsi daging (sebagai penghasil protein hewani).

Kedelai memiliki sifat multiguna kaya akan karbohidrat dan lemak. Kedelai juga sangat baik untuk pertumbuhan tubuh karena mengandung kalsium, besi, fosfor, dan vitamin B dengan komposisi yang lengkap. Selain kandungan-kandungan yang telah disampaikan diatas, kedelai juga memiliki kandungan asam-asam tak jenuh yang dapat mencegah terjadinya *arteriosklerosis* (pengerasan pembuluh nadi). Kandungan asam amino pada kedelai juga cukup tinggi dan lengkap terutama asam amino glutamat dan asam amino esensial.

Dalam Al-quran Allah SWT telah menjelaskan tentang perintah mengkonsumsi makanan yang baik, yaitu firman Allah dalam surat Al-Baqarah (2:172):

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَاشْكُرُوا لِلّٰهِ إِن كُنتُمْ ءِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

Artinya: "Hai orang-orang yang beriman, makanlah di antara rezeki yang baik-baik yang Kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar kepada-Nya kamu menyembah".

Tafsir surah Al-Baqarah ayat 172 dari Kementerian Agama Republik Indonesia menjelaskan bahwa ayat ini menegaskan agar seorang mukmin memakan makanan yang baik yang diberikan oleh Allah, serta mensyukuri rezeki yang diberikan-Nya. Ayat ini mengarahkan perintah untuk memakan makanan yang baik-baik kepada manusia secara umum, disertai dengan himbauan bahwa jika mereka hanya menyembah Allah Azza Wa Jalla, mereka harus mengikuti segala kehendak-Nya. Namun, dalam ayat ini perintah tersebut ditujukan khusus kepada orang-orang mukmin, agar mereka memakan rezeki Allah yang baik-baik dan disertai dengan perintah untuk mensyukurinya. (Adhari, 2021).

Pada ayat 172 surah Al-Baqarah, Allah, sebagai pemberi rezeki, secara khusus mengajak orang-orang beriman untuk memanfaatkan rezeki yang baik dan menjauhi yang haram. Manusia diberikan kebebasan untuk menggunakan rezeki yang telah dianugerahkan. Ayat ini juga menekankan pentingnya bersyukur, yang diwujudkan melalui ibadah sebagai bentuk ketaatan dan penerimaan terhadap pemberian Allah SWT. (Ilmia & Ridwan, 2023).

Susu kedelai, sebagai minuman yang terbuat dari kacang kedelai, termasuk dalam kategori makanan dan minuman yang baik serta bermanfaat (*thayyib*). Ini sesuai dengan perintah dalam ayat tersebut untuk mengonsumsi rezeki yang baik.

Susu kedelai kaya akan protein, vitamin, dan mineral, sehingga merupakan pilihan yang sehat dan bergizi untuk dikonsumsi.

Salah satu hasil olahan kedelai yang sangat digemari masyarakat adalah susu kedelai. Susu kedelai pada dasarnya adalah memproses biji kacang kedelai untuk diambil sarinya dan melalui beberapa proses lainnya. Dalam bentuk susu segar (susu kedelai), kandungan zat besi, kalsium, karbohidrat, fosfor, vitamin A, vitamin B kompleks dosis tinggi, air, dan lesitin dapat terserap lebih cepat dan efisien dalam tubuh. Keunggulan lain dari susu kedelai adalah tidak mengandung laktosa, proteinnya tidak menyebabkan alergi, rendah lemak, dan sangat bergizi. (Astawan, 2004). Selain itu, susu kedelai dapat menjadi alternatif lain bagi individu yang memiliki tingkat alergi tinggi terhadap susu sapi namun tetap ingin memenuhi kebutuhan nutrisi mereka. Hal ini karena susu kedelai secara alami tidak mengandung laktosa yang terkadang sulit untuk dicerna oleh tubuh individu tersebut.

Namun susu kedelai memiliki masa simpan yang terbatas ketika disimpan pada suhu ruangan dan berpotensi mengalami pencemaran oleh bakteri. Ini dapat mengakibatkan kerusakan pada kualitas susu (Mursalim, 2018). Susu termasuk dalam kategori bahan pangan yang mudah rusak (perishable food) jika terlalu lama terpapar pada lingkungan yang tidak terkontrol. Dalam proses produksi susu kedelai, tidak memungkiri adanya kontaminasi dari mikroorganisme khususnya patogen yang menyebabkan kerusakan pada mutu susu. Mikroorganisme patogen adalah jenis bakteri yang menyebabkan penyakit, salah satunya yang dapat ditemukan pada susu adalah bakteri *Escherichia coli*. *Escherichia coli* sering ditemukan dalam pencemaran makanan dan dapat mengakibatkan penyakit saluran

pencernaan seperti diare, muntahdan lain sebagainya. *Escherichia coli* adalah sejenis bakteri yang sering dipakai sebagai petunjuk untuk menilai kualitas air, entah itu melalui penyebaran dalam air atau melalui penularan tak sadar seperti lewat tangan ke mulut (Molita et al., 2019).

Penelitian sebelumnya tentang tingkat kebersihan sanitasi dalam proses pengolahan susu kedelai di Kota Medan menunjukkan bahwa pada usaha kecil yang memproduksi susu kedelai, masih terdapat kekurangan dalam memenuhi standar kesehatan. Selain itu, dari sepuluh sampel yang diuji, empat di antaranya mengandung bakteri *Escherichia coli* (Sirait, 2009). Oleh karena itu, upaya untuk memenuhi kebutuhan akan pasokan susu harus diiringi oleh perbaikan dalam kualitas dan keamanan produk susu. Ini karena nilai gizi yang tinggi dalam suatu produk pangan menjadi kurang relevan jika produk tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia (Murdiati, 2006).

Salah satu metode pengawetan yang paling umum ialah dengan dilakukannya pasteurisasi. Pasteurisasi adalah proses pemanasan pada suhu dibawah titik didih air, yaitu pada suhu dibawah 100°C. Akan tetapi pemanasan susu dibawah titik didih hanya dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme namun belum sepenuhnya dapat mematikan sejumlah bakteri, terutama untuk perkembangan mikroorganisme yang tahan terhadap suhu tinggi. Kekurangan dari susu kedelai yang diproses dengan pasteurisasi adalah ketidakmampuannya untuk bertahan lama, sehingga gizi dan rasa mudah mengalami perubahan. Proses sterilisasi susu kedelai dengan pemanasan pada suhu tinggi dapat mengakibatkan perubahan sifat fisik dan kimia dalam produk. Selain itu, metode pasteurisasi juga

dapat mengurangi kandungan nutrisi susu karena proses pemanasan. (Purwanegara et al., 2017).

Para penjual susu kedelai menggunakan berbagai metode untuk memastikan agar susu kedelai mereka memiliki umur simpan yang panjang, dan metode terakhir yang sering digunakan adalah penggunaan bahan kimia pengawet makanan. Meskipun demikian, penggunaan bahan pengawet makanan ini masih sesuai dengan arahan dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Namun, hal ini menimbulkan dilema di antara konsumen yang menginginkan susu kedelai yang segar dan tidak mengandung tambahan bahan kimia seperti pewarna atau pengawet makanan, karena umumnya digunakan untuk menjaga kesehatan tubuh. Namun, di sisi lain, produsen susu kedelai tidak ingin mengalami kerugian finansial jika produk susu kedelai cair mereka rusak dalam waktu singkat setelah ditempatkan di rak penjualan (Purnomo & Adiono, 2009).

Seperti halnya bakteri pada umumnya, pertumbuhan bakteri resisten juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang dimaksud adalah paparan medan magnet. Medan magnet adalah wilayah sekitar magnet yang masih dapat dipengaruhi oleh gaya magnet (Sudarti, 2010). Menurut (Segatore et al., 2012), paparan medan magnet sebesar 20 mT, 50 Hz pada *Escherichia coli* (F. coli) dan *Pseudomonas aeruginosa* selama inkubasi 4 jam, 6 jam dan 8 jam menyebabkan penurunan jumlah sel yang signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Paparan medan magnet sebesar 700 mG, 10 Hz juga dapat menyebabkan penurunan jumlah sel bakteri *Escherichia coli* secara signifikan (EbrahimPour, 2012).

Pemanfaatan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat diaplikasikan dalam berbagai konteks, termasuk dalam industri makanan. Dalam penelitian sebelumnya, terdapat bukti positif terkait dengan dampak penggunaan medan magnet ELF. Contoh dari penelitian ini dapat ditemukan dalam studi yang dilakukan oleh (Sudarti, 2016), hasil studi ini menunjukkan bahwa eksposur medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 646,7 μT selama 30 menit pada makanan segar jenis gado-gado memiliki kemampuan untuk menghambat penurunan populasi *Salmonella typhimurium*. Kemudian berdasarkan penelitian (Sudarti et al., 2014) yang dapat membuktikan bahwa medan magnet ELF intensitas diatas 500 μT berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri sehingga memperlambat proses pembusukkan.

Beberapa penelitian telah menguji pengaruh medan magnet pada pertumbuhan bakteri patogen dalam berbagai produk pangan. Namun, masih ada kekurangan informasi tentang potensi dampak penggunaan medan magnet kumparan solenoida pada komposisi nutrisi produk pangan tertentu, terutama pada produk nabati seperti susu kedelai. Sehingga penelitian ini akan dilakukan untuk memberikan potensi wawasan baru tentang penggunaan medan magnet bolak-balik yang dihasilkan kumparan solenoida sebagai metode penghambatan bakteri dalam produk susu kedelai. Jika penguasaan medan magnet pada penelitian ini terbukti efektif, dapat menjadi terobosan baru dan penting dalam pengembangan produk pangan nabati yang lebih aman, lebih baik dan memiliki nilai gizi yang lebih baik.

Dengan adanya hal itu dan perkembangan teknologi yang ada maka proses pasteurisasi pada proses pembuatan susu kedelai dapat digantikan dengan treatment paparan medan magnet bolak-balik yang dihasilkan kumparan solenoida pada susu

kedelai yang diharapkan akan dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* tanpa mengurangi kandungan vitamin dan nutrisi didalamnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*?
2. Bagaimana dampak paparan medan magnet terhadap kandungan protein pada susu kedelai?
3. Bagaimana dampak paparan medan magnet terhadap kandungan karbohidrat pada susu kedelai?
4. Bagaimana dampak paparan medan magnet terhadap kandungan kalsium pada susu kedelai?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*
2. Untuk mengetahui dampak paparan medan magnet terhadap kandungan protein pada susu kedelai
3. Untuk mengetahui dampak paparan medan magnet terhadap kandungan karbohidrat pada susu kedelai
4. Untuk mengetahui dampak paparan medan magnet terhadap kandungan kalsium pada susu kedelai

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan inovasi dan wawasan baru mengenai metode alternatif untuk menghambat pertumbuhan bakteri dalam pengolahan susu kedelai sebagai produk pangan nabati yang lebih aman, lebih baik, dan memiliki nilai gizi yang lebih tinggi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bakteri yang digunakan adalah *Escherichia coli*.
2. Sumber medan magnet yang digunakan adalah kumparan solenoida.
3. Sampel yang digunakan adalah susu kedelai steril.
4. Kerapatan fluks magnet yang digunakan adalah 0,6 mT; 0,7 mT ; 0,8 mT dan 0,9 mT dengan lama paparan 5 menit dan 10 menit dan 15 menit setiap paparan.
5. Penelitian ini fokus pada jumlah bakteri *Escherichia coli* yang masih aktif setelah dipapari medan magnet pada susu kedelai.
6. Kualitas susu kedelai dinilai berdasarkan kadar protein, karbohidrat dan kalsium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Magnet

Kawat yang dialiri listrik dapat menciptakan medan magnet. Pada tahun 1820, seorang ilmuwan Denmark bernama Hans Christian Oersted (1777-1857) melakukan sebuah eksperimen yang menarik. Dalam eksperimennya, ia menggunakan sebuah kompas jarum untuk menunjukkan bahwa ketika arus listrik mengalir melalui seutas kawat, jarum kompas yang ditempatkan di dekat medan magnetik yang dihasilkan oleh kawat tersebut akan mengalami deviasi dari arah utara-selatan. Dari hasil eksperimennya, disimpulkan bahwa di sekitar kawat yang dialiri arus listrik, terbentuk medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh kawat yang dialiri arus ini dikenal sebagai induksi magnetik. (Ardiansyah et al., n.d.).

Medan magnet adalah wilayah di sekitar magnet di mana pengaruh tarik atau tolak antar magnet masih dapat terasa. Secara umum, medan magnet mengelilingi bagian-bagian kutub magnet. Medan magnet ini terbentuk oleh garis-garis fluks imajiner yang timbul dari pergerakan partikel bermuatan listrik, seperti proton yang berputar atau elektron yang mengalir melalui kawat dalam bentuk sirkuit elektronik (Nurdyasnyah & Andiek, 2015). Medan magnet berasal dari pergerakan muatan listrik, dan kekuatannya diukur dalam ampere per meter (A/m), atau sering dinyatakan dalam satuan kerapatan fluks yang disebut mikrottesla (μT). Berbeda dengan medan listrik yang muncul saat perangkat diaktifkan atau ketika arus listrik mengalir, medan magnet timbul dari arus listrik yang mengalir. Semakin besar arus yang mengalir, semakin besar pula kekuatan medan magnetnya. Tidak seperti

medan listrik, medan magnet tidak dipengaruhi oleh bangunan atau kabel, sehingga mampu menembus jaringan dan struktur bangunan. (Wulansari & Handayani, n.d.).

Kerapatan fluks magnet, yang disimbolkan sebagai B dalam satuan Tesla, dan kuat medan magnet, disimbolkan sebagai H, merupakan fokus dari penelitian ini. Dalam konteks ini, intensitas medan magnet diukur melalui kerapatan fluks magnet (B), yang diukur dalam satuan Tesla. Selain satuan Tesla, terdapat juga satuan Gauss yang dapat dipergunakan untuk menilai intensitas medan magnet. Meskipun satuan Tesla lebih umum digunakan saat ini, satuan Gauss tetap dikenal dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi, khususnya dalam industri. Perlu dicatat bahwa satu Tesla setara dengan 10.000 Gauss, memungkinkan konversi yang mudah antara kedua satuan ini (Munthe et al., 2018).

$$B = \frac{\phi}{A} \quad (2.1)$$

Dalam Al-Quran telah dijelaskan mengenai medan magnet yang terdapat dalam QS. Al-Hadid Ayat 25

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ ۚ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ

شَدِيدٌ وَمَنَافِعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ ۚ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya : “*Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Dan Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan, hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa.*”

Takwil firman Allah pada ayat yang mengandung arti “*Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan, hebat dan banyak manfaat bagi manusia*”. Yang dijelaskan pada tafsir Ath-Thabari Jilid 24, Abu Ja’far berkata Makna dari ayat ini adalah bahwa Allah telah menciptakan berbagai keperluan bagi manusia yang dapat

mereka memanfaatkan untuk menjalani kehidupan mereka di dunia. Salah satu contohnya adalah besi, suatu bahan yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pembuatan pedang dan perisai, sehingga manusia dapat menghadapi musuh-musuh mereka.

Selain itu, Yunus menceritakan kepada kami, ia berkata: Ibnu Wahab memberitahukan kepada kami, ketika Ibnu Zaid Menafsirkan Firman Allah yang mengandung arti tersebut, ia berkata, "Di antara kekuatan yang dapat dihasilkan oleh besi adalah pedang dan senjata tajam lainnya, yang digunakan untuk berperang. Sedangkan manfaat lainnya untuk selain perang adalah untuk bercocok tanam, menggali sesuatu, dan untuk berbagai keperluan lainnya."

Dalam kedua makna tersebut kita bisa mencermati sifat besi yang diungkapkan didalamnya. Besi dikenal memiliki sifat magnetik, dan ini telah dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai bidang, termasuk teknologi dan industri. Kita juga dapat mencermati bagaimana sifat-sifat besi yang dinyatakan dalam ayat tersebut dapat mencakup sifat-sifat fisika, termasuk sifat magnetiknya. Ketika besi telah terbentuk menjadi magnet (magnetisasi), itu sendiri dapat mempengaruhi benda-benda di sekitarnya dan menciptakan apa yang disebut medan magnet. Medan magnet ini dapat menarik atau menolak benda-benda yang memiliki sifat magnetik.

Medan magnet statis berinteraksi dengan partikel yang memiliki muatan yang bergerak, seperti ion, dan juga dengan momen magnetik (dipol) yang timbul akibat pergerakan orbital atau rotasi elektron dalam atom. Interaksi dengan muatan sering disebut sebagai interaksi elektrodinamik, sedangkan interaksi dengan momen magnetik disebut sebagai interaksi magnetomekanik (Swerdlow, 2008).

2.1.1 Gaya pada Arus Listrik dalam Medan Magnet

Arus listrik adalah gerakan partikel bermuatan positif, dan ketika arus listrik mengalir, ia mengalami gaya sebagai hasil dari medan magnet. Arah gaya ini ditentukan dengan menggunakan aturan tangan kanan, di mana arah arus listrik digunakan sebagai gantinya untuk vektor kecepatan. Besar ΔF_M dari gaya pada sebuah kawat ΔL yang tidak panjang yang mengalirkan arus I ditentukan oleh (Bueche, 2006):

$$\Delta F_M = I (\Delta L) B \sin \theta \quad (2.2)$$

Dimana θ adalah sudut antara arus I dan arah medan. Untuk kawat lurus dengan panjang L dalam suatu medan magnet homogen. Persamaan ini menjadi (Bueche, 2006):

$$F_M = ILB \sin \theta \quad (2.3)$$

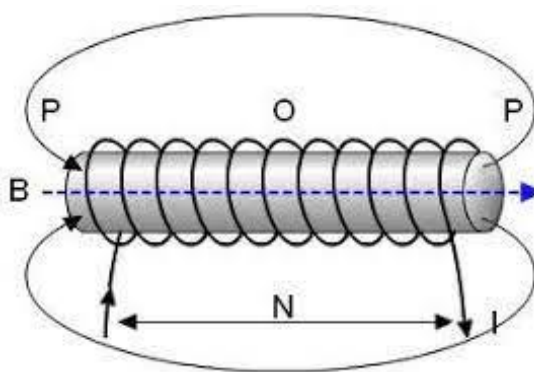
Gaya pada kawat menjadi nol saat kawat sejajar dengan arah medan magnet. Gaya mencapai nilai maksimumnya ketika medan magnet bersilangan secara tegak lurus dengan kawat. Hal ini mirip dengan prinsip yang berlaku pada muatan yang bergerak, di mana gaya magnetik selalu tegak lurus terhadap bidang yang dibentuk oleh kawat dan arah medan magnetnya (Bueche, 2006).

Gaya Lorentz adalah fenomena dalam ilmu fisika yang muncul ketika ada muatan listrik yang bergerak atau ada aliran arus listrik dalam keberadaan medan magnetik. Ketika penghantar mengalirkan arus listrik dan berada dalam medan magnetik, ini akan menghasilkan gaya yang disebut gaya magnetik atau dikenal sebagai gaya Lorentz. Arah dari gaya Lorentz ini selalu tegak lurus dengan arah arus listrik yang kuat dan arah medan magnetik, dan

mengikuti arah pergerakan muatan listrik sehubungan dengan medan magnetik (Halliday, 1996).

2.1.2 Medan Magnet dari Kumparan Solenoida

Solenoida adalah sekelompok lilitan berurutan dari kawat melingkar yang ketika arus listrik mengalir melaluinya, akan menciptakan medan magnet serupa dengan yang dihasilkan oleh magnet berbentuk silinder memanjang seperti yang diperlihatkan dalam gambar 2.1 (Soedoyo, 2004).



Gambar 2.1 Kumparan Solenoida

Induksi magnet di bagian tengah solenoida menunjukkan keseragaman yang nyata. Ini digambarkan oleh garis-garis induksi yang sejajar dan berjarak merata. Di bagian tengah, terdapat garis-garis induksi yang mengindikasikan sedikitnya kebocoran induksi magnet. Ketika solenoida memiliki panjang yang sangat besar, induksi magnet di bagian tengahnya dapat dianggap seragam. Ketika lilitan solenoida cukup rapat, kita dapat mengabaikan kebocoran sehingga induksi magnet di luar kumparan dapat dianggap nol (Sutrisno, 1983).

Dalam konteks terbatas, (Kong et al., 2013) mengungkapkan bahwa induksi magnetik B adalah tetap dan merata, yang merupakan kondisi kerja ideal untuk flow meter elektromagnetik. Jarak antara semua garis ini

sebenarnya sama. Di luar solenoid, garis-garis fluks magnetik membentang ke luar dan kemudian melengkung kembali membentuk lingkaran tertutup yang memanjang (Farley & Price, 2001). Sebagai akibatnya, kerapatan fluks magnetik di sisi dalam solenoid jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sisi luar. Karena medan magnet yang seragam dihasilkan di pusat solenoid, medan magnet yang terbentuk di luar solenoid menjadi lebih lemah dan divergen. Untuk meningkatkan medan magnet solenoid, inti dapat ditempatkan di bagian tengah kumparan.

Salah satu karakteristik medan magnet adalah kemampuannya untuk dengan mudah melewati berbagai bahan atau material. Ini disebabkan magnet tidak terhambat oleh bahan atau material tertentu, sehingga memungkinkannya untuk menembus berbagai jenis bahan (Shobriyyah, 2019). Selain itu, medan magnet juga bisa diperoleh dengan mudah menggunakan peralatan sederhana seperti kumparan yang dialiri arus listrik. Perlu dicatat bahwa medan magnet dan medan listrik adalah dua jenis medan yang berbeda dan tidak bergantung satu sama lain. Kedua jenis medan ini dapat dihitung secara terpisah (Shobriyyah, 2019). Dalam penelitian ini, digunakan kumparan solenoida sebagai sumber medan magnet, yang ketika arus listrik mengalirinya, akan menghasilkan medan magnet. Kumparan solenoida terdiri dari sebuah lilitan kawat yang melingkar dan induksi magnet yang dihasilkan memiliki keseragaman. Medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida akan berubah arah (bolak-balik) ketika arus listrik (I) yang mengalir melalui solenoida berubah arah. Dengan mengubah arah arus listrik, maka dapat mengubah arah medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida.

Ketika arus listrik mengalir melalui solenoida, komponen tersebut akan menunjukkan karakteristik medan magnet. Posisi kutub-kutub medan magnet dalam solenoida dipengaruhi oleh arah arus dalam setiap lilitannya. Ini karena garis-garis medan magnet akan berasal dari kutub utara magnet dalam solenoida.

Berikut adalah rumus induksi magnet pada ujung solenoida

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{2l} \quad (2.4)$$

Induksi magnet ditengah solenoida

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{l} \mu_0 \cdot i \cdot n \quad (2.5)$$

Keterangan :

l = panjang solenoida (m)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7} \cdot \text{T} \cdot \text{m/a}$)

i = arus pada solenoida (A)

N = banyaknya lilitan

n = banyaknya lilitan persatuan panjang (N/l)

Dalam rumus tersebut, dapat disimpulkan bahwa B hanya bergantung pada jumlah lilitan per satuan panjang, n , dan arus I . Medan ini tidak dipengaruhi oleh posisi di dalam solenoida, sehingga nilainya seragam. Ini prinsip berlaku pada solenoida takhingga, meskipun pendekatan ini juga berlaku dengan baik untuk titik-titik yang jauh dari ujung solenoida yang sebenarnya (Jati, 2009).

Untuk menghitung medan magnet yang disebabkan oleh distribusi arus yang sangat simetris, kita direkomendasikan untuk menggunakan Hukum Ampere. Hukum Ampere mirip dengan Hukum Gauss dalam konteks medan

listrik, namun perbedaannya adalah kita tidak lagi menggunakan integral permukaan tertutup; sebaliknya, kita menggunakan integral lintasan tertutup. Hukum Ampere dinyatakan dengan menggambarkan integral garis B yang mengelilingi lintasan tertutup (Young & Freedman, 2003).

2.1.3 Interaksi Medan Magnet terhadap Susu Kedelai

Pemanfaatan medan magnet ELF sangat luas dan termasuk dalam berbagai bidang, termasuk dalam bidang pangan, di mana efek medan magnet ELF dapat digunakan untuk menonaktifkan bakteri. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2012), teknologi medan magnet bisa diterapkan untuk menonaktifkan mikroorganisme patogen, seperti mengurangi populasi mikroba hingga 99,45% dalam proses pengawetan sari buah apel (*Mallus sylvestris* Mill). Selain itu, medan magnet ELF dengan intensitas 646.7 μT dan paparan selama 30 menit mampu mengurangi populasi *Salmonella* Typhimurium pada makanan Gado-Gado. Dalam hal ini, terjadi penurunan sebesar 56% pada bumbu Gado-Gado dan 17% pada sayurannya (Sudarti, 2016).

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa pH ikan bandeng mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Hal ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa semakin lama ikan disimpan, semakin banyak bakteri yang berkembang di dalamnya. Penyimpanan yang berkepanjangan menyebabkan peningkatan aktivitas mikroorganisme, yang akhirnya menyebabkan peningkatan pH dan memicu proses pembusukan. Perubahan ini juga dipengaruhi oleh variasi strain bakteri yang berbeda selama fase lag pertumbuhan mereka (Fojt et al., 2004). Fase lag adalah periode di mana

bakteri beradaptasi dengan lingkungan baru mereka. Faktor-faktor seperti komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel dalam inokulum awal, dan karakteristik fisiologis mikroorganisme memengaruhi fase ini. Setiap strain bakteri menunjukkan respons yang berbeda terhadap medan magnet ELF, dengan intensitas, frekuensi, dan durasi paparan yang berbeda (Bayır et al., 2015).

2.1.4 Pengaruh Medan Magnet terhadap Bakteri *Eschericia coli*

Medan magnet memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan dan reproduksi sel. Medan magnet frekuensi rendah dengan intensitas rendah memengaruhi sel dan jaringan, sementara medan magnet frekuensi rendah dengan intensitas tinggi dapat merusak membran sel mikroba dan organel mikroba (Liu et al., 2017). Paparan medan magnet ELF dengan intensitas sekitar 700 μT memiliki kemampuan untuk menghambat perkembangbiakan bakteri. Di sisi lain, paparan medan magnet ELF dengan intensitas rendah (di bawah 600 μT) mampu merangsang pertumbuhan bakteri, yang pada akhirnya akan mempercepat pertumbuhan bakteri (Handayani, n.d.).

2.2 Bakteri

Pada akhir abad ke-20, terjadi kemajuan yang sangat signifikan dalam penerapan mikrobiologi dalam bidang pertanian. Penemuan mengenai peran mikroba dalam tanah yang dapat memberikan manfaat atau potensi bahaya terhadap pertumbuhan tanaman menjadi hal yang sangat penting. Salah satu contohnya adalah penemuan bakteri pengikat nitrogen dari udara, yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Selain itu, penemuan berbagai mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada berbagai jenis tanaman juga menjadi hal yang

penting, karena hal ini memungkinkan pengembangan metode pencegahan yang efektif (Rini & Rohmah, 2020).

2.2.1 Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* seringkali menjadi penyebab keracunan makanan dan juga berperan sebagai penunjuk kondisi sanitasi. Kehadiran *Escherichia coli* dalam makanan bisa menggambarkan adanya masalah dalam praktik sanitasi lingkungan. Umumnya, *Escherichia coli* ini berkoloni di saluran pencernaan manusia dan hewan (Biswas et al., 2010), dan dapat dengan mudah menyebar dari habitat aslinya melalui air dan makanan sebagai perantara (Perreten, 2005). Dalam situasi tertentu, *Escherichia coli* dapat menyebabkan infeksi, terutama pada individu dengan sistem kekebalan yang lemah atau saat perlindungan alami dalam saluran pencernaan terganggu. Bahkan *Escherichia coli* yang tidak bersifat patogen dapat mengakibatkan infeksi (Huang et al., 2006).

Tatacara penulisan nama bakteri *Escherichia coli* terdiri dari dua kata. Nama pertama menunjukkan tingkatan Genus, penulisannya pada huruf awal ditulis dengan huruf capital sedangkan nama kedua menunjukkan tingkatan spesies, penulisannya dengan huruf kecil dan dicetak miring (italic).

Kingdom/dunia: Prokaryotae

Divisi : *Gracillicutes*

Klas : *Scotobacteria*

Ordo : *Eubacteriales*

Famili : *Entobacteriaceae*

Genus : *Escherichia*

Spesies : *Escherichia coli*

2.3 Kedelai

Kedelai adalah salah satu jenis bahan pangan yang dapat memberikan asupan gizi yang penting bagi masyarakat. Dalam kelompok tanaman pangan, kedelai berada di peringkat ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai berperan sebagai tanaman yang mengisi peran penting di antara tanaman utama, yaitu padi dan jagung. Tanaman kedelai telah menjadi makanan yang umum dikonsumsi di berbagai belahan dunia karena kemampuannya untuk dengan mudah berkembang dan menyebar. Kedelai awalnya berasal dari dataran Cina bagian Timur laut dan telah ada di Indonesia sejak tahun 1776. Tanaman kedelai kemudian ditanam oleh kelompok-kelompok petani kecil di Indonesia (Suryandari, 2021).

Kedelai adalah salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Ini disebabkan oleh tingkat protein yang lebih tinggi dalam kedelai dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, dan bahan pangan lainnya. Selain itu, kedelai memiliki sifat mudah rusak dan berbusuk, yang dapat menyebabkan penurunan mutu atau kualitasnya seiring berjalannya waktu. Kondisi ini mendorong produsen kedelai untuk menciptakan produk berbasis kedelai, termasuk susu kedelai (Wardani et al., 2011).

Menurut (Rohmah & Saputro, 2016) klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Sub Kelas	: <i>Archichlamydeae</i>
Ordo	: <i>Rosale</i>
Sub Ordo	: <i>Leguminosae</i>
Family	: <i>Leguminosae</i>

Genus : *Glycine*
Sub Genus : *Glycine*
Spesies : *Glycine max L. Merrill*

2.3.1 Susu Kedelai

Kedelai adalah salah satu jenis komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein yang lebih tinggi dalam kedelai jika dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, dan bahan pangan lainnya. Kedelai juga rentan terhadap kerusakan dan pembusukan, sehingga mutu atau kualitasnya dapat menurun dengan cepat. Kondisi ini mendorong produsen kedelai untuk mengembangkan produk-produk yang menggunakan kedelai sebagai bahan baku, salah satunya adalah susu kedelai (Wardani et al., 2011).

Susu kedelai merupakan produk olahan yang dihasilkan dari ekstraksi kedelai. Protein dalam susu kedelai memiliki susunan asam amino yang hampir identik dengan susu sapi, sehingga susu kedelai sering digunakan sebagai alternatif bagi individu yang memiliki alergi terhadap protein hewani. Susu kedelai adalah minuman yang kaya gizi, terutama dari segi kandungan proteinnya. Selain itu, susu kedelai mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks (kecuali B12), dan air. Harganya lebih ekonomis dibandingkan dengan susu hewani. Pembuatan susu kedelai dapat dilakukan dengan peralatan sederhana dan teknologi yang mudah diakses, tanpa memerlukan keterampilan khusus, sehingga dapat diproduksi di rumah oleh siapa saja. Selain untuk konsumsi pribadi, susu kedelai juga memiliki potensi sebagai bisnis yang menjanjikan jika dikelola dengan baik. Kendala utama yang dihadapi oleh produsen susu kedelai

adalah kerentanannya terhadap perubahan kualitas jika tidak disimpan dalam kondisi dingin. Susu kedelai yang rusak dapat dikenali melalui perubahan bau, warna, rasa, atau tekstur, serta pemisahan antara air dan endapan kedelai (Riamah et al., 2023).

2.3.1.1 Protein

Protein (yang berasal dari kata Yunani "protos" yang berarti yang paling pertama) adalah senyawa organik yang kompleks dengan bobot molekul yang tinggi, terdiri dari monomer-monomer asam amino yang saling terhubung melalui ikatan peptida. Protein memegang peran kunci dalam struktur dan fungsi seluruh makhluk hidup dan virus (Nisah et al., 2021).

Protein merupakan salah satu kategori makronutrien yang memiliki peran yang lebih signifikan dalam pembentukan biomolekul daripada perannya sebagai sumber energi jika dibandingkan dengan makronutrien lainnya, seperti lemak dan karbohidrat. Keunikan lain dari protein adalah komposisi kimianya yang melibatkan unsur nitrogen (N), selain karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan sulfur (S). Protein juga menjadi komponen makromolekul yang paling melimpah dalam sel, mencapai hampir setengah dari berat kering sel tersebut. Protein ini juga berbentuk polimer yang tersusun dari asam amino yang terhubung satu sama lain melalui ikatan peptida dengan berat molekul yang tinggi. Terdapat variasi dalam jenis protein, dari yang sederhana yang hanya mengandung asam-asam amino hingga protein yang kompleks yang mengandung komponen

tambahan selain asam-asam amino, seperti dalam protein heme, glikoprotein, dan lipoprotein (Wahjuni, 2014).

2.3.1.2 Karbohidrat

Karbohidrat memiliki peran yang penting dalam kehidupan sehari-hari, karena merupakan salah satu sumber nutrisi yang esensial bagi manusia dan hewan. Terdapat beberapa jenis karbohidrat yang memiliki signifikansi, seperti monosakarida, disakarida, oligosakarida, dan polisakarida (Nurfadilah et al., 2019).

Karbohidrat adalah sekelompok senyawa yang dapat diuraikan menjadi polisakarida, aldehida, dan keton. Pada tumbuhan, terdapat karbohidrat berupa amilum atau pati. Pati adalah polimer yang terdiri dari monomer glukosa, yang dihubungkan dalam rantai serupa dengan maltosa, seperti amilosa dan amilopektin. Amilosa dapat menghasilkan warna biru, sementara amilopektin akan menghasilkan warna merah ungu saat direaksikan dengan iodine (Nurcahyani, 2019).

Dalam ilmu gizi, karbohidrat yang penting dibagi menjadi dua kategori, yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana terdiri dari monosakarida, yang merupakan unit dasar molekul karbohidrat, disakarida, yang terbentuk dari dua monosakarida yang terikat bersama, dan oligosakarida, yang merupakan rantai pendek gula yang terdiri dari galaktosa, glukosa, dan fruktosa. Di sisi lain, karbohidrat kompleks terdiri dari polisakarida, yang terdiri dari lebih dari dua unit monosakarida yang terikat bersama, serta serat yang juga disebut sebagai polisakarida nonpati. Selain berperan dalam

penyediaan energi, karbohidrat juga memiliki berbagai fungsi lain dalam tubuh. Salah satunya adalah memberikan rasa manis pada makanan, mengurangi penggunaan protein sebagai sumber energi, mengatur metabolisme lemak, dan membantu dalam proses pencernaan dan pengeluaran feses (Siregar, 2014).

Sebagai penentu bentuk dalam proses fermentasi, Karbohidrat memiliki peran penting dalam proses fermentasi dan memberikan karakteristik khas pada hasil olahan yang disukai oleh konsumen. Saat dipanaskan pada suhu tinggi, karbohidrat dapat mengalami transformasi menjadi karamel yang memberikan aroma khusus. Memberikan Rasa Manis pada Makanan, Karbohidrat mengandung mono dan disakarida yang dapat digunakan sebagai pemanis dalam makanan (Sediaoetama, 2010).

2.3.1.3 Kalsium

Kalsium, yang berasal dari bahasa Latin *calcium* dan diberi simbol Ca dalam tabel periodik, adalah elemen dasar yang berasal dari kapur. Kalsium memiliki peran krusial dalam tubuh manusia, karena menjadi mineral yang paling melimpah dan dibutuhkan dalam sebagian besar proses biologis (Kridiana, 2012). Salah satu peranan penting kalsium dalam tubuh adalah sebagai nutrisi yang mendukung pertumbuhan dan pengembangan fungsi motorik yang optimal. Orang dewasa membutuhkan sekitar 1 gram kalsium setiap harinya. Kekurangan kalsium selama masa pertumbuhan dapat mengakibatkan masalah seperti gangguan pertumbuhan tulang, osteoporosis, dan osteomalasia (Nieves, 2005).

Sumber utama kalsium dalam makanan terutama terdapat dalam produk susu dan turunannya, seperti keju atau yogurt. Sumber-sumber kalsium yang bukan berasal dari susu juga memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan kalsium, baik yang bersifat hewani maupun nabati. Sumber-sumber kalsium yang diperoleh dari sumber hewani meliputi susu, udang, kuning telur, daging sapi, sarden, dan ikan yang dimakan dengan tulang, termasuk ikan kering yang dapat diandalkan sebagai sumber kalsium yang baik. Di sisi lain, sumber-sumber kalsium yang berasal dari tumbuhan mencakup sereal, berbagai jenis kacang-kacangan seperti tahu dan tempe, serta berbagai jenis sayuran hijau yang juga dapat diandalkan sebagai sumber kalsium yang baik. Namun, penting untuk diingat bahwa ada beberapa jenis makanan yang mengandung senyawa seperti serat, fitat, dan oksalat yang dapat menghambat penyerapan kalsium (Almatsier, 2009).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini dikategorikan penelitian eksperimental. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengumpulkan data pengamatan mengenai bagaimana medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Esherichia coli* serta dampaknya terhadap kandungan protein, karbohidrat, dan kalsium dalam susu kedelai. Penelitian ini dilaksanakan sebagai bagian dari usaha untuk meningkatkan keamanan pangan dengan melakukan sanitasi pada bahan pangan.

3.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan rancangan acak kelompok. Perlakuan yang digunakan merupakan kombinasi antara kerapatan fluks magnet pada kumparan selenoida sebesar 0 mT(kontrol) (B1); 0,6 mT (B2); 0,7 mT (B3); 0,8 mT (B4) ; 0,9 mT (B5) dan lama paparan 0 menit (T1), 5 menit (T2), 10 menit (T3) dan 15 menit (T4) setiap paparan. Setiap percobaan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dijadikan sebagai kelompok.

Tabel 3. 1 Kombinasi Perlakuan (Kerapatan Fluks Magnet dan Lama Paparan Medan Magnet).

Kerapatan Fluks Magnet (B)	Lama Paparan (T)			
	T1	T2	T3	T4
Kontrol				
B2	B2 T1	B2 T2	B2 T3	B2 T4
B3	B3 T1	B3 T2	B3 T3	B3 T4
B4	B4 T1	B4 T2	B4 T3	B4 T4
B5	B5 T1	B5 T2	B5 T3	B5 T4

3.4 Variabel

Variabel dalam penelitian ini ada 2, bebas dan terikat. Untuk variabel bebas yakni intensitas kerapatan fluks magnet (T) dan lama paparan medan magnet (menit). Variabel terikatnya yakni jumlah bakteri *Escherichia coli*, kadar protein, karbohidrat serta kalsium pada susu kedelai.

3.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada Bulan November 2023 - Selesai. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika Jurusan Fisika dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat

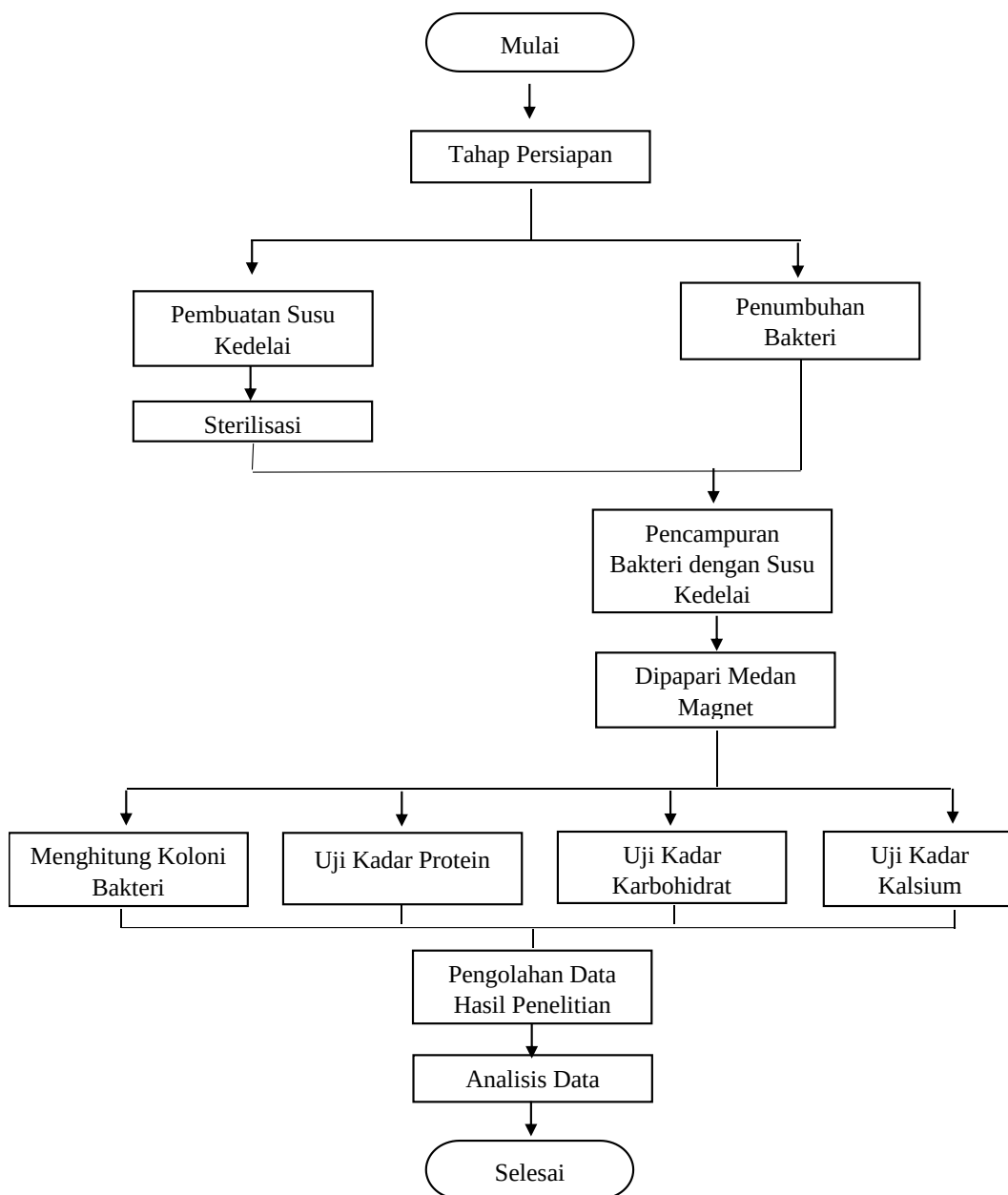
- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Kumpan Solenoida | 13. Timbangan analitik |
| 2. Power Supply | 14. Blender |
| 3. Multimeter Digital | 15. Jarum ose |
| 4. Teslameter | 16. Erlenmeyer 250 ml |
| 5. Kabel Penghubung | 17. Botol kecil berukuran 20 ml |
| 6. Spektrofotometer UV-Vis | 18. Blue tip |
| 7. Autoklaf | 19. Mikropipet |
| 8. Inkubator | 20. Cawan petri |
| 9. Coloni counter | 21. Gelas ukur 50 ml |
| 10. Vortex | 22. Pembakar Bunsen |
| 11. Hotplate | 23. Pengaduk kaca (spatula) |
| 12. Laminar Air Flow | 24. Pipet tetes |

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 25. Korek api | 28. Rak tabung reaksi. |
| 26. Botol semprot | 29. Tabung reaksi. |
| 27. Beaker glass 500 ml | |

3.6.2 Bahan

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1. Bakteri <i>Escherichia coli</i> | 13. Reagen Biuret |
| 2. Media NA | 14. Reagen mureksid |
| 3. Media NB | 15. Asam sulfat |
| 4. Susu kedelai steril | 16. Fenol 5% |
| 5. Aquades | 17. Serbuk BSA |
| 6. Alkohol 70% | 18. Serbuk CaCl_2 |
| 7. Plastik klip | 19. Serbuk Glukosa |
| 8. Tisu | 20. Serbuk Na Oksalat |
| 9. Spirtus | 21. NaOH |
| 10. Kapas | 22. Ethanol 96% |
| 11. Aluminium Foil | 23. Kertas |
| 12. Plastik Wrap | 24. Wadah plastik |

3.7 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Tahap Persiapan

Tahap ini merupakan langkah awal yang harus dilakukan sebelum dimulai penelitian. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :Sterilisasi peralatan yang digunakan dalam penelitian. Sterilisasi dilakukan dengan cara

melapisi peralatan menggunakan aluminium foil dan menempatkannya dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan 15 psi selama 15 menit.

1. Menyiapkan sampel penelitian berupa pembuatan susu kedelai. Pembuatan susu kedelai melibatkan serangkaian tahapan yang terstruktur. Tahap pertama adalah penyortiran biji kedelai untuk memilih yang berkualitas baik. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap pencucian guna menghilangkan kotoran yang mungkin melekat pada biji kedelai. Setelah itu, biji kedelai direndam untuk mempermudah pelepasan kulit ari, yang diikuti oleh proses penggilingan. Penggilingan dilakukan dengan menggunakan air dalam perbandingan 1:8, yaitu 1 kg kedelai untuk setiap 8 liter air. Perbandingan ini menghasilkan kekentalan yang mirip dengan susu sapi dan tingkat protein yang tinggi. Tahap selanjutnya adalah penyaringan, yang bertujuan untuk mengambil sari kedelai yang akan menjadi bahan dasar susu kedelai. Terakhir, proses pemanasan dilakukan pada tahap akhir pembuatan susu untuk mematikan semua organisme yang bersifat patogen dan beberapa mikroorganisme lainnya. Dengan demikian, proses ini menjamin kebersihan dan keamanan susu kedelai yang dihasilkan.

2. Pembuatan media NA (*Nutrient Agar*)

Pertama, sebanyak 50 ml larutan aquades ditambahkan ke dalam 0,56 gram media NA (merk Oxoid) dan dipanaskan di atas hot plate hingga homogen, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf. Kedua, tuangkan campuran tersebut ke dalam tabung reaksi steril, letakkan secara miring, dan biarkan hingga mengeras.

3. Pembuatan Media NB (*Nutrien Broth*):

Pertama, 50 ml larutan aquades dicampurkan dengan 0,65 gram media NB, kemudian dipanaskan di atas hot plate hingga larut sepenuhnya. Kedua, media NB yang telah homogen dimasukkan ke dalam botol erlenmeyer, ditutup dengan kapas, dan kemudian disterilisasi.

4. Penumbuhan Bakteri *Escherichia coli*

Pembuatan media penumbuhan bakteri dimulai dengan mengambil satu ose kultur bakteri *Escherichia coli*, lalu menggoreskannya ke media NA padat dalam tabung reaksi. Tabung tersebut kemudian diinkubasi selama 24 jam. Setelah bakteri tumbuh dengan baik, bakteri tersebut diinokulasi ke dalam media NB dan diinkubasi lagi selama 24 jam. Seluruh proses ini dilakukan dengan sangat hati-hati untuk mencegah kontaminasi, dengan cara mendekatkan mulut botol erlenmeyer atau tabung reaksi ke api bunsen.

7. Mencampur bakteri dengan susu kedelai

Dalam proses pencampuran bakteri, langkah pertama mensterilkan semua alat yang akan digunakan. Kedua, suntikkan kultur bakteri *Escherichia coli* sebanyak 1% dari volume sampel susu kedelai steril 20 ml. Ketiga, tempatkan sampel yang telah disiapkan ke dalam inkubator selama 24 jam.

3.8.2 Tahap Perlakuan

Dalam tahap ini pemaparan menggunakan medan magnet dilakukan. Sumber medan magnet yang digunakan adalah kumparan solenoida yang terhubung dengan catu daya atau power supply. Kumparan solenoida yang

digunakan dalam penelitian terdiri dari 100 lilitan kawat tembaga dengan diameter kawat 2 mm. Sampel susu kedelai ditempatkan di tengah-tengah kumparan solenoida untuk diberi paparan medan magnet. Variasi kerapatan fluks magnet meliputi 0mT, 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT dan 0,9 mT. Kerapatan fluks magnet diatur sesuai dengan kebutuhan dengan mengatur kuat arus. Paparan medan magnet dilakukan selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Setelah paparan medan magnet, bakteri yang terdapat pada susu kedelai diinkubasi pada suhu rendah antara 5-7°C selama 24 jam.



Gambar 3.2 Kumparan Solenoida dan Sumber Arus

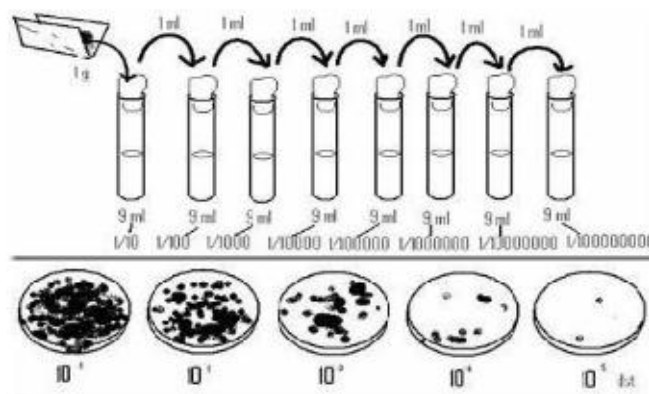
3.8.3 Tahap Pengumpulan Data

Sebelum perhitungan jumlah koloni bakteri, langkah awal yang harus dilakukan adalah proses pengenceran. Proses pengenceran bertujuan untuk mengurangi atau memperkecil jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan sehingga memudahkan proses perhitungan koloni bakteri selanjutnya.

a. Dilusi (pengenceran)

Langkah pertama adalah menyiapkan sampel, cawan petri sebanyak jumlah sampel, dan tabung reaksi berisi 9 ml aquades, serta blue tip yang telah disterilkan. Selain itu, disiapkan juga kapas, bunsen, korek api, tisu, mikro pipet, dan media

NA steril. Ambil 1 ml sampel dan pipetkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml aquades steril, kemudian homogenkan menggunakan vortex untuk menghasilkan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya, 1 ml suspensi dari tabung reaksi pertama dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua yang berisi 9 ml aquades untuk menghasilkan pengenceran 10^{-2} . Ulangi proses ini hingga mencapai pengenceran 10^{-9} . Suspensi pada pengenceran 10^{-9} kemudian dituangkan sebanyak 1 ml ke dalam cawan petri steril dan ditambahkan media NA cair sebagai media analisis. Semua langkah ini dilakukan di dekat api bunsen atau secara aseptik. Setelah media mengeras, cawan petri diletakkan terbalik dengan tutup di bawah. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24 jam.



Gambar 3.3 Proses Pengenceran Dalam Metode TPC

b. Perhitungan Koloni Bakteri

Data yang diperoleh dari penelitian ini meliputi jumlah koloni bakteri yang masih aktif setelah dipapari medan magnet dengan berbagai variasi kerapatan fluks magnet dan lama paparan. Jumlah koloni bakteri dihitung menggunakan *colony counter* dengan cara menempatkan cawan petri di atasnya, kemudian koloni tersebut diberi tanda dengan spidol untuk menghindari kesalahan. Jumlah bakteri yang telah dihitung dicatat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pengolahan Data Jumlah Bakteri

Perlakuan		Jumlah Sel Bakteri (10 ⁹ CFU/ml)			Jumlah Rata-Rata (10 ⁹ CFU/ml)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3	
Kontrol	5				
	10				
	15				
0,6	5				
	10				
	15				
0,7	5				
	10				
	15				
0,8	5				
	10				
	15				
0,9	5				
	10				
	15				

c. Uji Kadar Protein

Dalam penelitian ini, analisis konsentrasi protein dilakukan menggunakan teknik biuret dengan spektrofotometer UV-Vis. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Larutan (BSA) protein sebanyak 4 ml ditambah dengan reagen biuret sebanyak 6 ml, kemudian didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang.
2. Diukur absorbansi intensitas warna ungu dari larutan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 540 nm.
3. Kurva standar dibuat secara seri dengan menggunakan larutan protein serum albumin (BSA), dengan rentang misalnya dari 0,1 hingga 1,0 %.
4. Regresi kurva standar digunakan untuk menentukan kadar protein:

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

$$x = \frac{y-b}{a} \times fp \quad (3.2)$$

$$Kadar\ Protein = \frac{x}{C\ sampel} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana : x = konsentrasi protein

y = nilai absorbansi

a = slope pada persamaan kurva standar

b = intercept pada persamaan kurva standar

fp = faktor pengenceran

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

5. Kadar protein yang terukur kemudian dicatat pada tabel 3.3

Tabel 3. 3 Tabel Uji Kadar Protein

Perlakuan		Kadar Protein (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3	
Kontrol	5				
	10				
	15				
0,6	5				
	10				
	15				
0,7	5				
	10				
	15				
0,8	5				
	10				
	15				
0,9	5				
	10				
	15				

d. Uji Kadar Karbohidrat

Dalam penelitian ini, analisis konsentrasi karbohidrat dilakukan menggunakan metode asam fenol dengan spektrofotometer UV-Vis. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Dibuat kurva standar glukosa dalam berbagai konsentrasi. Ditambahkan 1 mL fenol dengan konsentrasi 0,05 mg/mL serta 5 mL asam sulfat 98%. Campuran ini kemudian didiamkan selama 10 menit, dan diambil satu mililiter untuk dimasukkan dalam kuvet, nilai absorbansi sampel pada panjang gelombang 485 nm.
2. Penentuan kadar glukosa dalam sampel, susu kedelai sebanyak 2mL dimasukkan dalam labu ukur berukuran 100 mL. Beberapa tetes Pb asetat jenuh ditambahkan sambil diaduk, dan campuran dibiarkan mengendap. Kemudian, campuran tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring. Selanjutnya, filtratnya diuji dengan menambahkan beberapa tetes Na oksalat untuk memeriksa keberadaan kelebihan Pb. Filtrat dikatakan bebas dari Pb jika penambahan Na oksalat tidak menghasilkan endapan putih. Jika terbentuk endapan putih, lakukan penyaringan sekali lagi.
3. Selanjutnya, diambil 1 mL dari larutan sampel yang telah diencerkan dan dimasukkan ke dalam sebuah tabung reaksi. Kemudian, ditambahkan 1 mL fenol dengan konsentrasi 0,05 mg/mL dan 5 mL asam sulfat 98%. Campuran tersebut dibiarkan tidak terganggu selama 10 menit, dan nilai absorbansi sampel yang telah diencerkan diukur pada panjang gelombang 485 nm.

4. Data absorbansi yang diperoleh dari UV-Vis dimasukkan ke dalam regresi kurva standar $y = ax - b$. Dengan y merupakan absorbansi nilai sampel dan x merupakan konsentrasi glukosa.
5. Ditentukan konsentrasi glukosa menggunakan kurva standar. Dihitung kadar % glukosa menggunakan rumus

$$\% \text{ glukosa} = \frac{\text{Konsentrasi glukosa}}{\text{Konsentrasi sampel}} \times 100\% \quad (3.4)$$

6. Kadar karbohidrat yang terukur kemudian dicatat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Tabel Uji Kadar Karbohidrat

Perlakuan		Kadar Karbohidrat (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3	
Kontrol	5				
	10				
	15				
0,6	5				
	10				
	15				
0,7	5				
	10				
	15				
0,8	5				
	10				
	15				
0,9	5				
	10				
	15				

e. Uji Kadar Kalsium

1. Dimasukkan sampel susu kedelai sebanyak 2,5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL.
2. Ditambahkan 1 mL larutan mureksid, 2 mL NaOH 0,1 N dan aquades sampai tanda batas

3. Larutan diaduk hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan absorbansinya dibaca pada gelombang 520 nm.
4. Kadar kalsium dapat dihitung dari konsentrasi tersebut dengan rumus sebagai berikut:

$$\% = \frac{C \times V \times P}{W} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan:

C = konsentrasi larutan sampel (mg/mL)

V = volume larutan sampel (mL)

Fp = faktor pengenceran

W = berat sampel (gram)

10. Kadar kalsium yang terukur kemudian dicatat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Tabel Uji Kadar Kalsium

Perlakuan		Kadar Kalsium (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3	
Kontrol	5				
	10				
	15				
0,6	5				
	10				
	15				
0,7	5				
	10				
	15				
0,8	5				
	10				
	15				
0,9	5				
	10				
	15				

3.9 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, metode analisis data yang digunakan adalah dengan menggunakan perangkat lunak *IBM SPSS Statistic*. Untuk mengetahui dampak paparan medan magnet terhadap kelompok eksperimen, diperlukan prosedur uji faktorial. Jika hasil analisis menyimpulkan bahwa paparan medan magnet memiliki efek yang signifikan pada kelompok eksperimen, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*).

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil analisis menggunakan IBM SPSS Statistic adalah sebagai berikut: jika nilai $SIG > 0.05$, dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada pengaruh dari medan magnet, sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan. Sebaliknya, jika nilai $SIG < 0.05$, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang ditimbulkan dari medan magnet, dan karenanya terdapat perbedaan yang signifikan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.1 Jumlah bakteri *Escherichia coli*

Dalam penelitian ini, digunakan bakteri *Escherichia coli* sebagai objek penelitian. Pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* digunakan sebagai indikator untuk mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet dan lama paparan terhadap kemampuan bakteri untuk berkembang. Bakteri yang digunakan diawali dengan proses peremajaan pada media NA (*Natrium Agar*). Setelah di inkubasi selama 24 jam, bakteri tersebut diinokulasi pada media NB (*Nutrient Broth*) dan di inkubasi selama 18 jam. Setelah bakteri tumbuh yang ditandai dengan kekeruhan media NB, sejumlah 1% dari bakteri diambil dan dicampur dengan susu kedelai yang telah disiapkan dan disterilisasi sebelumnya, lalu inkubasi dilakukan selama 24 jam.

Pemaparan medan magnet menggunakan kumparan solenoida yang dialiri arus listrik dari power supply. Paparan menggunakan variasi kerapatan fluks magnet yaitu 0,6mT; 0,7mT; 0,8mT; dan 0,9mT dan variasi waktu paparan selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Variasi kerapatan fluks magnet didapatkan dengan mengubah-ubah arus yang masuk dan diukur dengan teslameter.

Setelah sampel dipapari medan magnet menggunakan kumparan solenoida, sampel diinkubasi pada suhu rendah sekitar 5°C - 8°C selama 24 jam untuk memastikan homogenitas setiap sampel. Kemudian, pengenceran dilaksanakan dalam *Laminar Air Flow* (LAF) hingga mencapai tingkat pengenceran 10^{-9} . Sebanyak 1 ml suspensi diambil dengan menggunakan

mikropipet, lalu tuangkan ke dalam cawan petri. Kemudian, suspensi tersebut disiram dengan media NA sebagai media analisis, dengan gerakan mengaduk seperti angka delapan. Setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C di dalam inkubator. Langkah terakhir adalah menghitung jumlah koloni bakteri menggunakan alat *colony counter*. Setelah mendapatkan jumlah koloni, jumlah bakteri dihitung dengan menggunakan rumus yang sesuai.

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

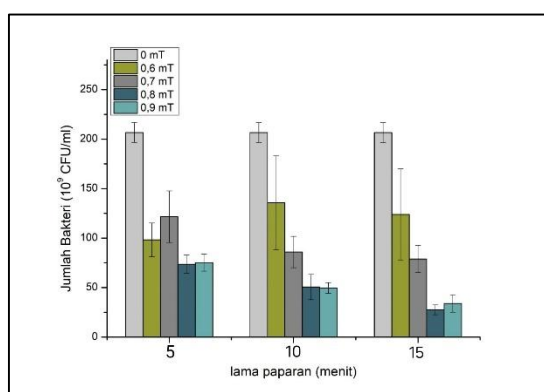
Sehingga diperoleh data jumlah sel bakteri pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Data Hasil Jumlah Bakteri

Perlakuan		Jumlah Sel Bakteri (10 ⁹ CFU/ml)			Jumlah Rata-Rata
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama	1	2	3	(10 ⁹ CFU/ml)
Kontrol	5	220	204	196	206,66 ± 9,9
	10	220	204	196	206,66 ± 9,9
	15	220	204	196	206,66 ± 9,9
0,6	5	121	94	80	98,33 ± 17,01
	10	198	83	126	135,66±47,44
	15	186	76	110	124 ± 45,98
0,7	5	142	85	138	121,66 ± 25,97
	10	82	69	107	86 ± 15,76
	15	67	72	98	79 ± 13,58
0,8	5	61	83	77	73,66 ± 9,28
	10	34	65	53	50,66 ± 12,76
	15	29	33	21	27,66 ± 4,98
0,9	5	85	64	77	75,33 ± 8,65
	10	57	44	48	49,66 ± 5,43
	15	43	37	22	34 ± 8,83

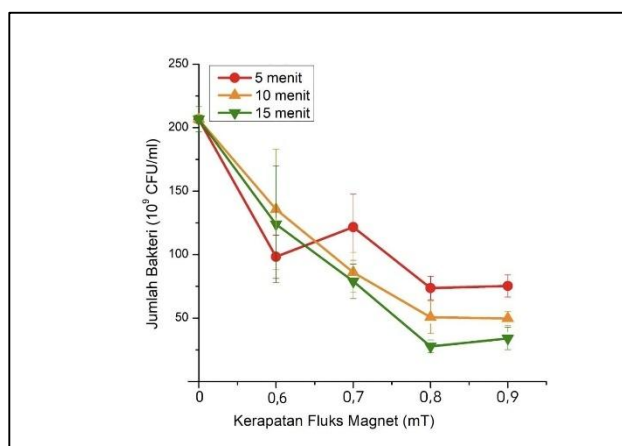
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa paparan medan magnet dapat mempengaruhi jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*. Jumlah rata-rata bakteri sebelum dipapari medan magnet adalah 206,66 ± 9,9 CFU/ml. Setelah dilakukan pemaparan dengan medan magnet, bakteri mengalami penurunan. Pada saat

intensitas 0,6mT jumlah bakteri mengalami fase naik turun. Ketika sampel diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,6mT selama 5 menit jumlah bakteri menurun menjadi $98,33 \pm 17,01$ CFU/ml, tetapi mengalami kenaikan menjadi $135,66 \pm 47,44$ CFU/ml pada saat lama paparan 10 menit, setelah itu menurun lagi pada lama paparan 15 menit menjadi $124 \pm 45,98$ CFU/ml. Untuk perlakuan paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,7mT – 0,9mT menunjukkan bahwa jumlah bakteri masing-masing mengalami penurunan secara signifikan. Pada saat kerapatan fluks magnet 0,7mT selama 5 menit jumlah bakteri yang masih aktif adalah $121,66 \pm 25,97$ CFU/ml. Kemudian mengalami penurunan seiring bertambahnya kerapatan fluks magnet dan lama paparan. Ketika paparan dinaikkan pada paparan tertinggi yaitu pada 0,9 mT dengan lama pemaparan 5 menit jumlah koloni yang masih aktif yaitu $7.5,33 \pm 8,65$ CFU/ml. Kemudian mengalami penurunan pada saat lama pemaparan 10 menit dan 15 menit dengan jumlah bakteri yang masih aktif secara berturut-turut yaitu $49,66 \pm 5,43$ CFU/ml dan $34 \pm 8,83$ CFU/ml. Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa semakin besar dan semakin lama pemaparan maka jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang masih aktif berkurang.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh lama paparan terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli*.

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh lama paparan medan magnet terhadap jumlah bakteri. Pada paparan kontrol 0 menit, jumlah bakteri untuk semua kerapatan fluks magnet hampir sama, sekitar 200×10^9 CFU/ml, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada awal paparan. Pada paparan 5 menit, terlihat penurunan jumlah bakteri yang signifikan pada semua fluks medan magnet dibandingkan dengan kontrol (0 mT). Penurunan terbesar terlihat pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT. Pada paparan 10 menit, penurunan jumlah bakteri semakin signifikan pada semua fluks medan magnet dibandingkan dengan kontrol. Semakin tinggi kerapatan fluks magnet, semakin besar penurunan jumlah bakteri yang diamati. Pada paparan 15 menit, grafik yang sama berlanjut, dengan jumlah bakteri yang paling sedikit pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli*.

Pada Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh kerapatan fluks magnet (mT) terhadap jumlah bakteri pada berbagai lama paparan. Jumlah koloni bakteri tertinggi terdapat pada paparan kontrol, menunjukkan bahwa tidak ada efek medan magnet tanpa paparan waktu. Pada paparan 5 menit, jumlah bakteri mulai menurun seiring peningkatan kerapatan fluks magnet, terutama setelah diberi

paparan kerapatan fluks magnet 0,6 mT sampai 0,9 mT. Pada paparan 10 menit, penurunan jumlah bakteri lebih cepat seiring peningkatan kerapatan fluks magnet dibandingkan lama paparan 5 menit, dengan penurunan maksimum pada 0,8 mT. Pada paparan 15 menit, penurunan jumlah bakteri paling signifikan terlihat, dengan penurunan maksimum pada 0,8 mT.

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

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	654243,667 ^a	15	43616,244	66,912	,000
Kerapatan Fluks Magnet	146581,689	4	36645,422	56,218	,000
Lama	3276,311	2	1638,156	2,513	,098
Kerapatan Fluks Magnet * Lama	7840,578	8	980,072	1,504	,198
Error	19555,333	30	651,844		
Total	673799,000	45			

Dari tabel hasil analisis uji faktorial diatas, kerapatan fluks magnet menunjukkan pengaruh nyata terhadap penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli*, dengan nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha(0,05)$, yaitu 0,000. Namun, lama paparan dan interaksi antara keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata, dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,098 dan 0,198, sehingga dapat dikatakan lebih besar dari $\alpha (0,05)$. Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut DMRT pada kerapatan fluks magnet saja untuk membandingkan rata-rata masing kelompok data guna mengetahui pengaruh kerapatan fluks magnet paling signifikan.

Tabel 4. 3 Hasil uji DMRT intensitas terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*

Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Jumlah Bakteri (CFU/ml)	Notasi Huruf
0,8	50,67	a
0,9	53,00	a
0,7	95,56	b
0,6	119,33	b
0 (kontrol)	206,67	c

Notasi yang menggunakan huruf sama menunjukkan bahwa perlakuan tersebut tidak berbeda signifikan, sedangkan notasi dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara perlakuan tersebut. Berdasarkan tabel 4.3, perlakuan dengan fluks 0 mT (kontrol) dan 0,6 mT memiliki notasi huruf yang berbeda, menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut berbeda signifikan. Perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,6 mT dan 0,7 mT memiliki notasi huruf yang sama, menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda signifikan. Pada perlakuan 0,7 mT dan 0,9 mT, notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara keduanya. Sedangkan, perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,9 mT dan 0,8 mT memiliki notasi huruf yang sama, menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda signifikan. Kerapatan fluks magnet sebesar 0 mT menghasilkan jumlah koloni bakteri paling besar, yang dinotasikan dengan huruf c.

4.1.2 Kadar Protein

Pembuatan kurva standar protein dilakukan menggunakan larutan BSA (*Bovine Serum Albumin*), dengan lima variasi konsentrasi berbeda. Absorbansi setiap larutan kemudian diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai absorbansi meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan standar. Dari kurva

standar yang telah dibuat, diperoleh persamaan 4.2, yang kemudian digunakan untuk menghitung kadar protein menggunakan persamaan 4.4 :

$$Y = 0,00084x + 0.03336 \quad (4.2)$$

$$x = \frac{y-b}{a} \times fp \quad (4.3)$$

$$Kadar\ Protein = \frac{x}{C\ sampel} \times 100\% \quad (4.4)$$

Dimana : x = konsentrasi protein pada sampel

y = nilai absorbansi sampel

a = slope pada persamaan kurva standar

b = intercept pada persamaan kurva standar

fp = faktor pengenceran

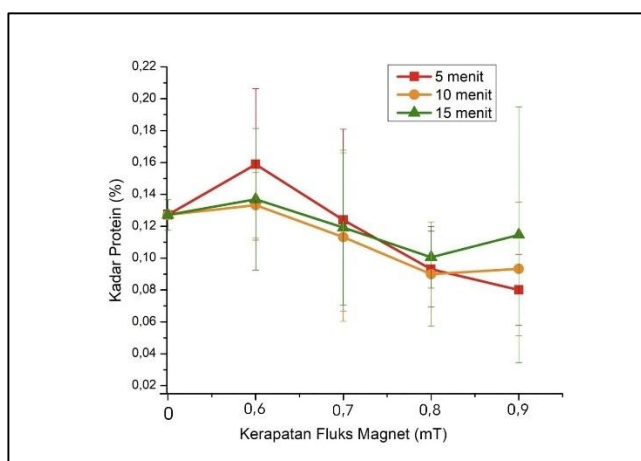
$C\ sampel$ = konsentrasi sampel (mg/mL)

Tabel 4. 4 Data Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Protein (%) Susu Kedelai

Perlakuan		Kadar Protein (%)			Jumlah Rata2 (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Pemaparan	1	2	3	
Kontrol	5 menit	0,1138	0,1361	0,1314	0,127 ± 0,010
	10 menit	0,1138	0,1361	0,1314	0,127 ± 0,010
	15 menit	0,1138	0,1361	0,1314	0,127 ± 0,010
0,6	5 menit	0,2245	0,1141	0,1379	0,159 ± 0,047
	10 menit	0,1582	0,1340	0,1076	0,133 ± 0,021
	15 menit	0,1995	0,1001	0,1111	0,137 ± 0,044
0,7	5 menit	0,2019	0,0674	0,1025	0,124 ± 0,057
	10 menit	0,1838	0,0564	0,0995	0,113 ± 0,053
	15 menit	0,1721	0,0549	0,1305	0,119 ± 0,049
0,8	5 menit	0,1198	0,0620	0,0974	0,093 ± 0,024
	10 menit	0,1251	0,0465	0,0983	0,090 ± 0,033
	15 menit	0,1120	0,0733	0,1162	0,101 ± 0,019
0,9	5 menit	0,0885	0,0495	0,1022	0,080 ± 0,022
	10 menit	0,1406	0,0388	0,1004	0,093 ± 0,042
	15 menit	0,2162	0,0201	0,1076	0,115 ± 0,080

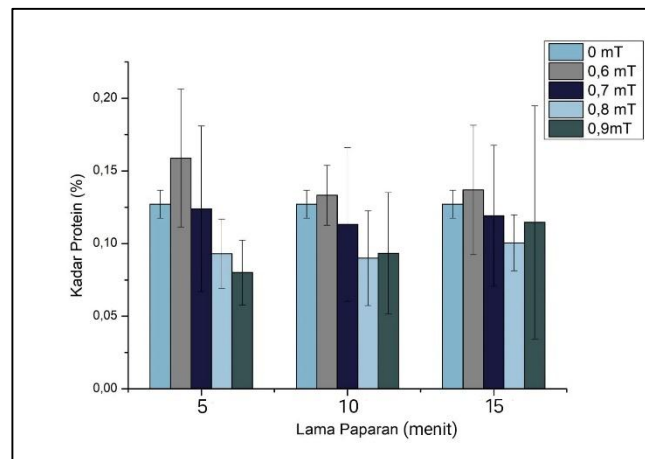
Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa, kadar protein tanpa perlakuan adalah 0,127%. Setelah dikenai perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,6 mT

selama 5, 10, dan 15 menit, terjadi peningkatan berturut-turut menjadi 0,159%, 0,133%, dan 0,137%. Namun, saat terpapar dengan kerapatan fluks magnet 0,7 mT hingga 0,9 mT selama 5, 10, dan 15 menit, terjadi penurunan kadar protein dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar protein (%)

Pada Gambar 4.3 diatas menunjukkan pengaruh kerapatan fluks magnet (mT) terhadap kadar protein pada berbagai lama paparan. Pada lama paparan selama 5 menit, terjadi peningkatan pada grafik saat saat kontrol sampai 0,6 mT, namun terjadi penurunan yang signifikan ketika kerapatan fluks magnet mencapai 0,7 mT hingga 0,9 mT. Pada lama paparan selama 10 dan 15 menit, terdapat sedikit peningkatan pada grafik pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT, diikuti oleh penurunan pada rentang 0,7 mT hingga 0,8 mT, dan kemudian mengalami peningkatan kembali pada kerapatan fluks magnet 0,9 mT.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh lama paparan terhadap kadar protein (%)

Pada Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh lama paparan medan magnet terhadap kadar protein. Pada paparan 0 menit (kontrol), kadar protein untuk semua tingkat kerapatan fluks magnet hampir sama, sekitar 1,2 %, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada tanpa paparan. Pada paparan 5 menit, terjadi penurunan kadar protein yang signifikan pada semua kerapatan fluks magnet kecuali pada 0,6mT melonjak naik dibandingkan dengan kontrol. Penurunan terbesar terlihat pada kerapatan fluks magnet 0,9 mT. Pada paparan 10 menit dan 15 menit, grafik menunjukkan fluktuasi dengan penurunan terbesar pada 0,8mT.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Faktorial pada hasil uji kadar protein(%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	62,069 ^a	15	4,138	17,257	,000
Lama	,053	2	,026	,110	,197
kerapatan fluks magnet	1,532	4	,383	1,597	,896
Lama * kerapatan fluks magnet	,279	8	,035	,145	,996
Error	7,194	30	,240		
Total	69,263	45			

Pada tabel analisis data statistik diatas menunjukkan bahwa faktor kerapatan fluks magnet dan lama paparan tidak menunjukkan pengaruh signifikan

terhadap kadar protein susu kedelai, dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,197 dan 0,896, yang keduanya lebih besar dari α (0,05). Nilai signifikansi interaksi antara keduanya adalah 0,996, yang juga lebih besar dari α (0,05) sehingga H_0 diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa interaksi antara kedua faktor tersebut tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar protein susu kedelai, sehingga uji lanjut tidak diperlukan.

4.1.3 Kadar Karbohidrat

Kurva standar untuk karbohidrat dibuat dengan menggunakan lima variasi konsentrasi yang berbeda. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS, dan nilai y yang diperoleh adalah $y = 37,65023x + 0,16325$. Nilai absorbansi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan standar. Larutan baku standar dibuat dengan melarutkan 10 mg glukosa ke dalam 100 mL akuades. Dari larutan baku standar ini, larutan standar glukosa dengan enam tingkat konsentrasi yang berbeda disiapkan. Sebanyak 2 mL larutan standar glukosa kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan direndam dalam air. Selanjutnya, 1 mL fenol 0,05 g/mL dan 5 mL asam sulfat pekat 98% (dilakukan di dalam ruang asam). Campuran homogen ini kemudian diaduk menggunakan vortex mixer. Setelah itu, tabung reaksi ditempatkan di dalam penangas air mendidih selama 15 menit. Absorbansi standar kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum, yaitu 485 nm.

Pengujian sampel susu kedelai dilakukan setelah proses paparan dan inkubasi selama 24 jam. Sebanyak 2 ml sampel susu kedelai diambil dan kemudian diencerkan dengan 100 ml akuades, menghasilkan konsentrasi sampel sebesar 20 ppm. Langkah berikutnya adalah menambahkan beberapa tetes (1-3 tetes) Pb asetat jernih sambil diaduk, dan campuran dibiarkan hingga terjadi

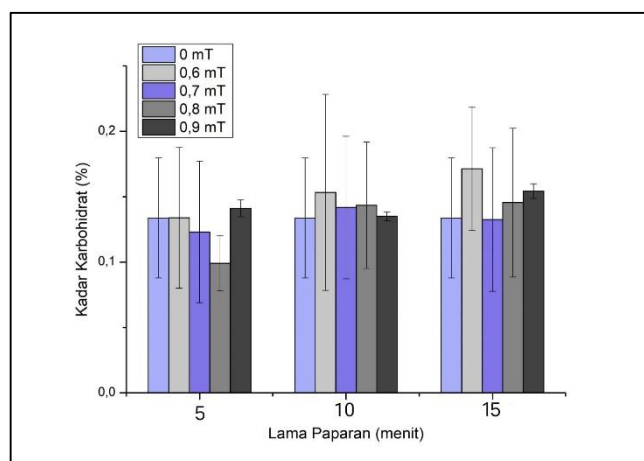
pengendapan. Campuran tersebut kemudian disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu, beberapa tetes Na Oksalat ditambahkan pada filtrat untuk memeriksa kelebihan Pb. Indikator bahwa filtrat bebas dari Pb adalah ketika tidak terbentuk endapan putih ketika Na Oksalat ditambahkan. Jika terbentuk endapan putih, dilakukan penyaringan kembali. Selanjutnya, diambil 1 ml dari larutan sampel yang telah dipreparasi dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian, ditambahkan 1 mL fenol dan 5 mL asam sulfat 98% (dilakukan di dalam ruang asam). Campuran dihomogenkan menggunakan vortex mixer, lalu ditempatkan di dalam penangas air mendidih selama 15 menit. Setelah didinginkan, proses pengujian dilanjutkan. Dari kurva standar yang telah dibuat, diperoleh persamaan yang kemudian digunakan untuk menghitung kadar protein menggunakan persamaan 4.5 :

$$\% \text{ glukosa} = \frac{\text{Konsentrasi glukosa}}{\text{Konsentrasi sampel}} \times 100\% \quad (4.5)$$

Tabel 4. 6 Data Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kadar Karbohidrat (%) Susu Kedelai

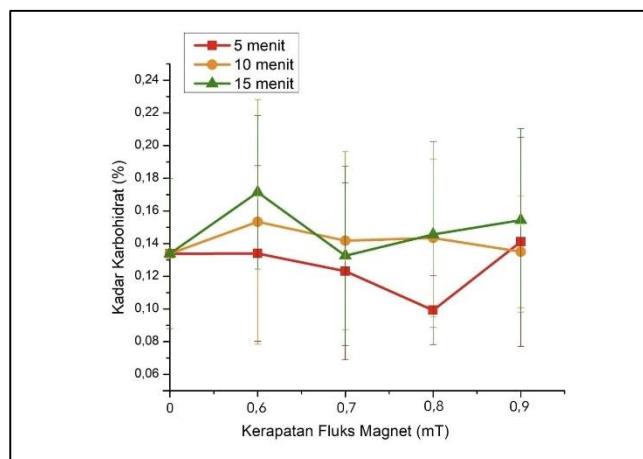
Perlakuan		Kadar Karbohidrat (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3	
Kontrol	5	0,1978	0,1110	0,0926	0,1338 ± 0,046
	10	0,1978	0,1110	0,0926	0,1338 ± 0,046
	15	0,1978	0,1110	0,0926	0,1338 ± 0,046
0,6	5	0,2100	0,0954	0,0966	0,1340 ± 0,054
	10	0,2588	0,1087	0,0924	0,1533 ± 0,075
	15	0,2354	0,1553	0,1235	0,1714 ± 0,047
0,7	5	0,1979	0,0714	0,0999	0,1231 ± 0,054
	10	0,2187	0,0986	0,1080	0,1418 ± 0,055
	15	0,2088	0,0815	0,1074	0,1326 ± 0,055
0,8	5	0,1280	0,0783	0,0913	0,0992 ± 0,021
	10	0,2082	0,0922	0,1300	0,1435 ± 0,048
	15	0,2260	0,1069	0,1036	0,1455 ± 0,057
0,9	5	0,2314	0,1021	0,0898	0,1411 ± 0,064
	10	0,1827	0,1193	0,1031	0,1350 ± 0,034
	15	0,2337	0,1151	0,1141	0,1543 ± 0,056

Dari Tabel 4.6, nilai kadar karbohidrat tanpa perlakuan adalah 0,1338%. Setelah dikenai perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,6 mT selama 5, 10, dan 15 menit, terjadi peningkatan berturut-turut menjadi 0,1340%; 0,1533%; dan 0,1714%. Pada paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,7 mT, terjadi penurunan pada 5 menit paparan, namun naik kembali pada 10 dan 15 menit paparan. Pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT, terjadi kenaikan yang signifikan. Sedangkan pada intensitas 0,9 mT, terjadi penurunan kadar pada paparan 5 hingga 10 menit tetapi kembali naik pada paparan 15 menit.



Gambar 4.5 Grafik pengaruh lama paparan terhadap kadar karbohidrat (%)

Pada Gambar 4.5 diatas menunjukkan grafik mengalami penurunan yang signifikan saat lama paparan 5 menit, tetapi pada kerapatan fluks magnet 0,9mT terjadi kenaikan yang cukup tinggi. Pada lama paparan 10 menit, grafik menunjukkan luktiasi pada setiap tingkat kerapatan fluks magnet. Hal serupa terjadi pada paparanada lama paparan 15 menit, di mana grafik juga mengalami fluktuasi.



Gambar 4.6 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar karbohidrat (%)

Gambar 4.6 menunjukkan grafik mengalami kenaikan pada lama paparan 15 menit saat kerapatan fluks magnet kontrol hingga 0,6 mT, namun mengalami penurunan pada saat kerapatan fluks magnet mencapai 0,7 mT, diikuti peningkatan yang signifikan pada 0,8mT dan 0,9mT. Pada lama paparan 10 menit, grafik menunjukkan fluktuasi. Pada lama paparan 5 menit, terjadi penurunan yang cukup signifikan. Tetapi pada saat 0,9 mT mengalami peningkatan yang cukup drastis.

Tabel 4. 7 Hasil Analisis uji faktorial Pada hasil uji kadar karbohidrat (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,009 ^a	15	,001	14,394	,000
kerapatan fluks magnet	3,359E-5	4	8,398E-6	,208	,932
Lama	3,614E-5	2	1,807E-5	,447	,644
kerapatan fluks magnet * Lama	3,705E-5	8	4,631E-6	,115	,998
Error	,001	30	4,041E-5		
Total	,010	45			

Tabel 4.7 hasil analisis data statistik diatas menunjukkan bahwa faktor kerapatan fluks magnet dan lama paparan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar karbohidrat susu kedelai, dengan nilai signifikansi masing-masing

sebesar 0,932 dan 0,644, yang keduanya lebih besar dari α (0,05). Nilai signifikansi interaksi antara kerapatan fluks magnet dan lama paparan juga sebesar 0,998, yang juga lebih besar dari α (0,05). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa interaksi antara kedua faktor tersebut tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar karbohidrat susu kedelai, sehingga uji lanjut tidak diperlukan.

4.1.4 Kadar Kalsium

Larutan baku standar dibuat dengan melarutkan 10 mg CaCl_2 ke dalam 10 mL akuades. Selanjutnya, larutan reagen mureksid disiapkan dengan menimbang 0,1g dan mengencerkannya ke dalam 10 mL akuades, kemudian ditambahkan 20 mL etanol 96%. Dari larutan ini, larutan standar kalsium. Sebanyak 5 mL larutan standar kalsium kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, dilakukan pengukuran absorbansi (Abs) standar menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum, yaitu 520 nm. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS, dan nilai y yang diperoleh adalah $y = 1,4625x + 0,9415$. Nilai absorbansi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan standar.

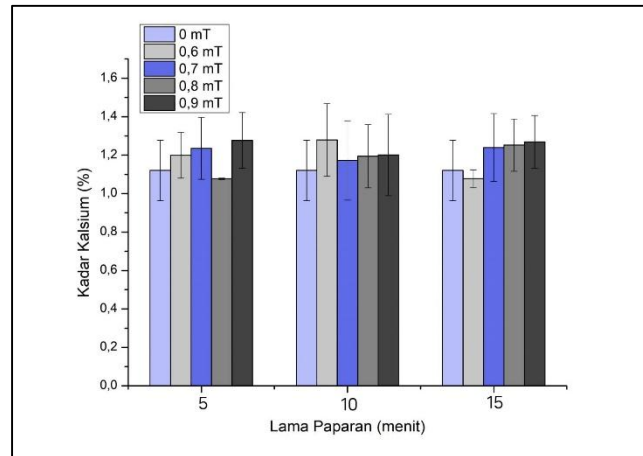
Setelah proses pemaparan dan inkubasi selama 24 jam, pengujian sampel susu kedelai dilakukan. Sebanyak 2,5 ml sampel susu kedelai diambil dan kemudian dicampur dengan 1 ml larutan mureksid yang telah disiapkan dan 2 ml NaOH. Kemudian, 5 ml campuran tersebut dipipet ke dalam tabung reaksi untuk dilanjutkan dengan proses pengujian. Setelah pengujian menggunakan alat uji Spektrofotometer UV-Vis, nilai absorbansi diperoleh dan dihitung kadar kalsium menggunakan persamaan 4.5:

$$\% \text{ kalsium} = \frac{C \times V \times P}{W} \times 100\% \quad (4.5)$$

Tabel 4. 8 Data pengaruh paparan medan magnet terhadap kadar kalsium(%)

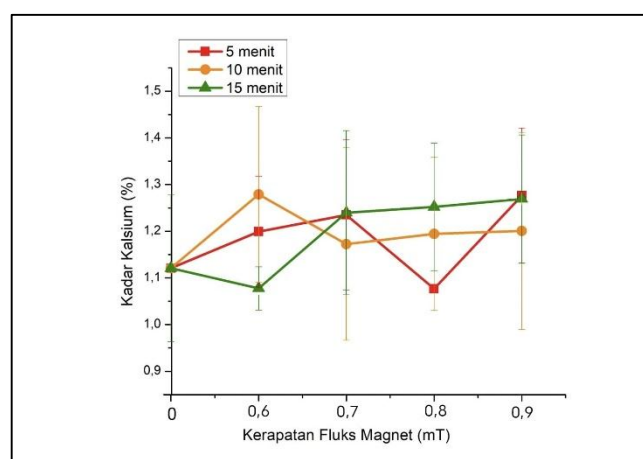
Perlakuan		Kadar Kalsium (%)			Jumlah Rata-Rata (%)
Kerapatan Fluks Magnet (mT)	Lama Paparan (menit)	1	2	3	
Kontrol	5	0,9863	1,0349	1,3409	1,1207 ± 0,157
	10	0,9863	1,0349	1,3409	1,1207 ± 0,157
	15	0,9863	1,0349	1,3409	1,1207 ± 0,157
0,6	5	1,1534	1,0820	1,3621	1,1991 ± 0,119
	10	1,1360	1,1557	1,5450	1,2789 ± 0,188
	15	1,0270	1,1390	1,0668	1,0776 ± 0,046
0,7	5	1,1045	1,1390	1,4615	1,2350 ± 0,161
	10	1,0370	1,0168	1,4638	1,1725 ± 0,206
	15	1,0634	1,1762	1,4794	1,2397 ± 0,176
0,8	5	1,0786	1,0715	1,0801	1,0767 ± 0,004
	10	1,0388	1,1231	1,4213	1,1944 ± 0,164
	15	1,1691	1,1430	1,4444	1,2521 ± 0,136
0,9	5	1,1635	1,1844	1,4810	1,2763 ± 0,145
	10	0,9744	1,1453	1,4827	1,2008 ± 0,211
	15	1,2256	1,1272	1,4549	1,2692 ± 0,137

Tabel 4.8 diatas menunjukkan bahwa kadar kalsium tanpa perlakuan adalah 1,1207%. Setelah diberi perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,6 mT selama 5 menit dan 10 menit, terjadi peningkatan kadar secara berturut-turut menjadi 1,1991% dan 1,2789%, namun pada paparan selama 15 menit terjadi penurunan menjadi 1,078%. Pada paparan dengan kerapatan fluks magnet 0,7 mT, terjadi kenaikan pada 5 menit ke 15 menit, namun turun pada 10 menit. Pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT, terjadi penurunan dibanding nilai kontrol saat 5 dan 10 menit. Sedangkan pada kerapatan fluks magnet 0,9 memiliki kenaikan dibanding nilai kontrol.



Gambar 4.7 Grafik pengaruh lama paparan terhadap kadar kalsium(%)

Dari Gambar 4.7 terlihat bahwa grafik kadar kalsium dalam sampel susu kedelai mengalami peningkatan dibandingkan dengan kondisi tanpa paparan. Pada paparan selama 5 menit, terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada setiap tingkat kerapatan fluks magnet kecuali pada 0,8 mT, di mana terjadi penurunan. Pada paparan selama 10 menit, terjadi peningkatan yang cukup signifikan, namun terdapat peningkatan yang lebih rendah pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT. Pada paparan selama 15 menit, terjadi sedikit penurunan pada 0,6 mT, namun kemudian terjadi peningkatan yang cukup signifikan.



Gambar 4.8 Grafik pengaruh kerapatan fluks magnet terhadap kadar kalsium (%)

Gambar 4.8 menunjukkan grafik yang mengalami peningkatan setelah paparan dibandingkan dengan nilai kontrol. Pada paparan selama 5 menit, terjadi peningkatan yang cukup signifikan, namun terdapat penurunan yang cukup drastis pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT. Pada paparan selama 10 menit, grafik mengalami fluktuasi. Pada paparan selama 15 menit, terjadi penurunan pada 0,6 mT, namun kemudian terjadi peningkatan yang signifikan pada kerapatan fluks magnet 0,7 mT hingga 0,9 mT.

Tabel 4. 9 Hasil Analisis uji faktorial Pada hasil uji kadar kalsium

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,159 ^a	15	,011	119,825	,000
kerapatan fluks magnet	,000	4	5,136E-5	,579	,678
Lama	3,110E-6	2	1,555E-6	,018	,983
kerapatan fluks magnet * Lama	,000	8	3,973E-5	,448	,882
Error	,003	30	8,864E-5		
Total	,162	45			

Berdasarkan hasil analisis data diatas menunjukkan bahwa faktor kerapatan fluks magnet dan lama paparan tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar kalsium dalam susu kedelai, dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,678 dan 0,983, yang keduanya lebih besar dari α (0,05). Nilai signifikansi interaksi antara intensitas dan durasi paparan juga sebesar 0,882, yang juga lebih besar dari α (0,05). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa interaksi antara kedua faktor tersebut tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar kalsium dalam susu kedelai, sehingga uji lanjut tidak diperlukan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli*

Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara perlakuan pemaparan medan magnet terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada sampel susu kedelai. Semakin besar intensitas dan lama paparan yang diterima, maka jumlah bakteri *Escherichia coli* dalam susu kedelai akan semakin menurun.

Jumlah bakteri *Escherichia coli* yang diberi paparan medan magnet dengan kerapatan fluks magnet 0,6mT, 0,7mT, 0,8mT 0,9mT dan dengan lama pemaparan 5 menit, 10 menit dan 15 menit mempunyai jumlah koloni bakteri yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok bakteri tanpa paparan medan magnet.

Pada tabel data 4.1 menunjukkan jumlah koloni tanpa pemaparan sebesar 206,66 CFU/ml. Dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya intensitas maka relatif semakin berkurang pertumbuhan bakteri yang aktif. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama bakteri *Escherichia coli* terpapar medan magnet dalam susu kedelai, jumlah energi yang diterima oleh bakteri juga meningkat. Akibatnya, bakteri *Escherichia coli* yang masih aktif dalam susu kedelai mengalami penurunan.

Tetapi pada pemaparan 0,6 mT bakteri yang masih aktif tidak menurun secara signifikan, bahkan masih ada proses pertumbuhan pada intensitas tersebut. Menurut teori bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas sekitar 700 mT memiliki kemampuan untuk menghambat perkembangbiakan bakteri. Di sisi lain, paparan medan magnet ELF dengan intensitas rendah (di bawah 600 mT) mampu merangsang pertumbuhan bakteri, yang pada akhirnya akan mempercepat

pertumbuhan bakteri (Handayani, n.d.). Dari teori tersebut dapat dikatakan bahwa pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT masih tergolong intensitas rendah yang bisa menyebabkan pertumbuhan pada bakteri *Escherichia coli*.

Kematian mikroba akibat paparan medan magnet disebabkan oleh kerusakan pada struktur sel mikroba, seperti membran sel. Secara alami, membran sel mikroba dapat memperbaiki diri, namun dengan intensitas paparan medan magnet yang tinggi, kerusakan berupa lubang tidak dapat diperbaiki, sehingga menyebabkan kematian mikroba (Raso & Barbosa-Cánovas, 2003). Paparan medan magnet ELF menghambat pertumbuhan bakteri dengan mentransfer energi dari medan magnet ke ion-ion pada bakteri pembentuk asam, sehingga menyebabkan kematian sel bakteri.

Medan magnet menyebabkan energi gerak listrik dan menghasilkan efek biologis yang berbeda pada organisme. perubahan kekuatan arus induksi dan peningkatan efek medan magnet dapat merusak morfologi normal serta fungsi sel dan menjadikan sel bakteri tersebut tidak aktif akibat sel yang tidak dapat menahan efek medan magnet (Nur et al., 2022). Menurut teori yang dikemukakan oleh (Sudarti et al., 2022), penghambatan bakteri melalui paparan medan magnet ELF juga telah dibuktikan dalam penelitian (Sadidah & Ghani, 2015) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF QAMW 0,3 Hz selama 90 menit dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* hingga 42,3%.

Berdasarkan hasil uji DMRT, perlakuan dengan kerapatan fluks magnet 0,8mT terbukti optimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada intensitas 0,8mT, jumlah koloni bakteri tercatat lebih rendah dibandingkan dengan sampel kontrol, yaitu sebesar

50,67 $\pm$ 12,76 CFU/ml. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh (GD et al., 2013) mengatakan bahwa penurunan jumlah koloni selaras dengan bertambahnya kuat medan magnet.

4.2.2 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Protein

Dari analisis data tersebut, terlihat bahwa kadar protein tanpa paparan medan magnet dan yang telah diberi bakteri adalah 1,27%. Kadar ini meningkat pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT menjadi 1,59%. Namun, kadar protein menurun pada kerapatan fluks magnet 0,7mT hingga 0,9mT dengan nilai rata-rata sebesar 0,8007%. Penurunan kadar protein ini disebabkan oleh sifat protein yang sangat rentan terhadap denaturasi. Denaturasi protein dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti pH, suhu, pelarut alami, logam berat, garam, dan radiasi radioaktif. (Damongilala, 2021). Sehingga hal ini dapat dikatakan bahwa pemaparan medan magnet tidak memiliki efek signifikan terhadap kandungan kadar protein (%) pada susu kedelai.

Sebagaimana dijelaskan oleh (Sudarti et al., 2022) sifat sifat medan magnet yang non-ionizing dan non-thermal sehingga tidak mempengaruhi kandungan gizi (kadar protein) susu. Teknologi pengawetan pangan menggunakan paparan medan magnet tidak menghasilkan panas yang tinggi, sehingga nutrisi pada bahan tidak hilang atau rusak.(Sadidah & Ghani, 2015).

Berdasarkan hasil analisis data, nilai signifikansi antara kerapatan fluks, lama paparan dan interaksi keduanya memiliki nilai $p = 0,000 > \alpha (0,05)$, sehingga dapat dikatakan tidak ditemukan pengaruh nyata antara intensitas, lama paparan dan interaksi antar keduanya terhadap kadar protein pada susu kedelai. Pada penelitian (Van Impe et al., 2018) mengenai medan magnet yang dikutip

oleh (Nur et al., 2022) hal ini disebabkan karakteristik medan magnet ELF salah satunya adalah non-ionizing artinya radiasi ELF tidak mempengaruhi materi biologis pada buah dan hanya berinteraksi dengan bakteri patogen. Medan magnet memiliki efek bakterisida yang luar biasa pada jumlah bakteri.

4.2.3 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Karbohidrat

Karbohidrat sering disebut sebagai glukosa karena glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang langsung digunakan oleh tubuh sebagai sumber energi, dan banyak karbohidrat kompleks diubah menjadi glukosa selama proses pencernaan. Glukosa juga memiliki peran kunci dalam berbagai jalur metabolik, menjadikannya representasi penting untuk karbohidrat dalam konteks fisiologis dan biokimia. Vitamin C, juga dikenal sebagai asam askorbat, memiliki struktur kimia yang serupa dengan glukosa. Kedua molekul ini memiliki keterkaitan dalam jalur metabolisme. Pada beberapa organisme, vitamin C dapat dihasilkan dari glukosa melalui serangkaian reaksi enzimatik.

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa paparan medan magnet berpengaruh terhadap kenaikan kadar karbohidrat dalam susu kedelai. Nilai kadar kalsium tanpa paparan sebesar 0,0133%. Kemudian mengalami peningkatan yang signifikan dari kondisi awal pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT dengan nilai rata-rata kadar menjadi 0,01529%. Terjadinya peningkatan kadar karbohidrat karena semakin besar intensitas medan magnet yang diberikan untuk mempengaruhi aktivitas bakteri *Escherichia coli* pada susu kedelai guna menghambat proses pembusukan dan mempertahankan kadar kalsium pada susu kedelai.

Kemudian mengalami penurunan nilai kadar pada kerapatan fluks magnet 0,7 mT dan 0,8 mT saat lama pemaparan 5 menit dengan nilai kadar dibanding kontrol. Penurunan kadar vitamin C dalam buah yang matang juga disebabkan oleh keberadaan enzim penghambat, yang menghalangi pembentukan vitamin C dari D-glukosa, sukrosa, fruktosa, dan D-galaktosa. (Kartasapoetra, 1989), Enzim penghambat tersebut termasuk askorbat oksidase, fenolase, sitokrom oksidase, dan peroksidase, yang memicu proses oksidasi dan mengaktifkan enzim-enzim oksidatif.

Kemudian pada kerapatan fluks magnet 0,9mT mengalami kenaikan kadar karbohidrat yang cukup signifikan nilai rata2 tertinggi pada lama paparan 15 menit. Sesuai pendapat Sari (2012) yang dikutip dari jurnal (Ma'rufiyanti et al., 2021) menyatakan bahwa medan magnet mampu meningkatkan aktivitas enzim, sehingga proses pembentukan gula sederhana juga meningkat. Pada penelitian (Fuad et al., 2018) menyatakan bahwa medan magnet memiliki manfaat antara lain meningkatkan kandungan nutrisi (karbohidrat) pada tanaman.

Berdasarkan hasil analisis data, nilai signifikansi antara intensitas, lama paparan dan interaksi keduanya memiliki nilai $p = 0,000 > \alpha (0,05)$ sehingga tidak ditemukan pengaruh nyata antara intensitas, lama paparan dan interaksi antar keduanya terhadap kadar karbohidrat pada susu kedelai. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Novitasari, 2019) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat tanaman dari benih lama yang diinduksi kuat medan magnet tidak berpengaruh nyata.

4.2.4 Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Kadar Kalsium

Kalsium merupakan mineral penting yang esensial untuk berbagai fungsi fisiologis, seperti menjaga kesehatan tulang dan gigi, mengatur kontraksi otot, mentransmisikan impuls saraf, dan pembekuan darah. Asupan yang memadai dari kalsium melalui pola makan yang seimbang sangat penting untuk menjaga kesehatan secara keseluruhan. Kalsium (Ca), juga dikenal sebagai zat kapur, adalah mineral yang paling melimpah dalam tubuh (Shita & Sulistyani, 2015).

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa medan magnet tidak ada pengaruh dengan kadar kalsium pada susu kedelai. Nilai kadar kalsium tanpa paparan sebesar 1,121%. Kemudian mengalami peningkatan yang signifikan dari kondisi awal pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT menjadi 1,279% saat lama paparan 10 menit. Penambahan konsentrasi kalsium meningkat seiring dengan peningkatan kerapatan fluks magnet yang diterapkan untuk memengaruhi aktivitas bakteri *Escherichia coli* dalam susu kedelai. Hal ini bertujuan untuk menghambat proses pembusukan dan menjaga tingkat kalsium dalam susu kedelai. Pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT saat 15 menit dan 0,8 mT saat 5 menit kadar kalsium mengalami penurunan, dengan nilai rata-rata kadar sebesar 1,078% dan 1,077%. Menurut penelitian (Damayanti, 2023), penurunan kadar magnesium dalam jahe kembali terjadi karena penggunaan banyak variasi larutan selama eksperimen yang menguji kandungan magnesium, sehingga magnesium dalam jahe tidak terdeteksi.

Berdasarkan hasil analisis data, nilai signifikansi antara intensitas, lama paparan dan interaksi keduanya memiliki nilai $p = 0,000 > \alpha (0,05)$ sehingga

tidak ditemukan pengaruh nyata antara kerapatan fluks magnet, lama paparan dan interksi antar keduanya terhadap kadar kalsium pada susu kedelai.

4.2.5 Kajian Keislaman

Makanan yang kita konsumsi berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh dan pikiran kita. Bagi umat Islam, pentingnya mengonsumsi makanan yang halal dan baik (*thayyib*) tidak hanya merupakan kewajiban beribadat, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang signifikan. Makanan yang halal dan baik mencakup aspek-aspek kehalalan menurut syariat Islam dan aspek kesehatan serta kualitas yang baik. Maka dari itu kita harus teliti dalam memilih makanan yang akan dikonsumsi. Salah satu ayat Al Quran yang membahas tentang pernyataan tentang makanan adalah. Seperti dalam firman Allah SWT QS. Abasa (80):24.

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ (٢٤)

“*maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya*”(QS. Abasa (80):24).

Ayat di atas menjelaskan agar manusia memperhatikan makanannya. Ini ditunjukkan melalui kata "perhatikanlah" (يَنْظُرُ) dan "makanannya" (طَعَامِهِ). Kata "يَنْظُرُ" berasal dari kata "نَظَرَ" yang berarti melihat dengan indera penglihatan kemudian merenungkannya serta memahaminya dengan akal.

Dalam kitab tafsir Al-Tabari menyatakan bahwa ayat tersebut mengajak untuk melihat, merenungi, dan memperhatikan kandungan gizi dari setiap makanan yang diperlukan manusia. Penafsiran Fakhr al-Din al-Razi juga menunjukkan bahwa ayat ini mendorong untuk lebih selektif dalam memilih

makanan dan minuman yang bergizi bagi tubuh manusia (*halal tayyiban*) (Putri, 2015).

Dalam ayat tersebut, makanan yang baik (*tayyiban*) juga merujuk pada makanan yang bersih, sehat, dan bebas dari kontaminasi berbahaya, termasuk bakteri patogen. Hal ini juga merupakan langkah untuk memastikan bahwa makanan tidak terkontaminasi oleh bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Salah satu jenis bakteri patogen yang bisa menyebabkan penyakit adalah bakteri *Escherichia coli*. Dengan menjaga kebersihan makanan dan proses penyajiannya, risiko kontaminasi oleh bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dapat diminimalkan. Salah satu metode inovatif dalam proses pengolahan makanan untuk mengawetkan dan menonaktifkan bakteri agar tidak membahayakan kesehatan adalah dengan menggunakan medan magnet pada intensitas tertentu.

Medan magnet sendiri adalah fenomena fisika, sedangkan pengetahuan dan teknologi yang berkembang dari pemahaman tentang medan magnet mencakup berbagai aplikasi praktis yang sangat penting dalam kehidupan modern. Ini mencerminkan bagaimana manusia bisa memanfaatkan fenomena alam yang telah diciptakan oleh Allah untuk kebaikan dan kemajuan umat manusia, sesuai dengan firman Allah dalam Surat Al-Jasyah Ayat 13.

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمُوتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُونَ ۝

“Dia telah menundukkan (pula) untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir.”

Ayat ini menyatakan bahwa seluruh isi langit dan bumi akan ditundukkan al-khaliq bagi umat manusia dengan teknologi, yang akan diberikan kepada mereka yang mau menggunakan akal pikirannya. Dalam Al-Qur'an, kata 'ilm, atau pengetahuan digunakan baik untuk ilmu-ilmu kealaman maupun jenis ilmu yang lain. Al Qur'an telah mendorong kita memikirkan keagungan alam semesta ini, serta telah memberikan dasar penelitian ilmiah. Ilmu alam merupakan pengetahuan yang diperoleh atau diambil melalui observasi dan penelitian ilmiah terhadap apa yang diteliti (Fitriyani & Siva, 2023).

Dikutip dari kitab Tafsir as-Sa'di karya Syaikh Abdurrahman bin Nashir as-Sa'di, seorang pakar tafsir abad ke-14, semua yang ada di langit dan di bumi, seperti matahari, bulan, bintang, meteor, dan lainnya di langit serta berbagai macam binatang, tumbuh-tumbuhan, buah-buahan, dan berbagai macam barang tambang, telah dipersiapkan untuk kepentingan dan kebutuhan pokok manusia. Semua karunia dan kebaikan tersebut mengharuskan manusia untuk mencurahkan segala daya upaya dalam mensyukuri nikmat Allah dan menggerakkan pikiran dalam merenungkan tanda-tanda kebesaran serta hikmah yang diciptakan Allah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat Allah dan sebagai penggunaan akal pikiran dalam bidang teknologi (Thariq et al., 2023).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan dampaknya terhadap kandungan protein, karbohidrat dan kalsium pada susu kedelai dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Paparan medan magnet pada kerapatan fluks magnet 0,6 mT, 0,7 mT, 0,8 mT, dan 0,9 mT selama paparan 5, 10, dan 15 menit masing-masing mampu menekan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dalam susu kedelai. Penurunan jumlah bakteri mencapai puncaknya pada kerapatan fluks magnet 0,8 mT saat paparan selama 15 menit, dengan jumlah bakteri mencapai 27.109 CFU/ml.
2. Paparan medan magnet tidak memengaruhi persentase kadar protein dalam susu kedelai, hal ini disebabkan karena kadar protein dipengaruhi oleh sifat protein yang sangat rentan terhadap denaturasi.
3. Paparan medan magnet juga tidak memengaruhi persentase kadar karbohidrat pada susu kedelai, disebabkan sifat medan magnet yang non-ionizing dan non-thermal sehingga tidak mempengaruhi kandungan gizi susu kedelai.
4. Paparan medan magnet juga tidak memengaruhi presentase kadar kalsium pada susu kedelai, disebabkan sifat medan magnet yang non-ionizing dan non-thermal sehingga tidak mempengaruhi kandungan gizi susu kedelai.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Diperlukan penelitian tambahan mengenai penonaktifan bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode pemaparan yang bervariasi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap bakteri patogen lain yang terdapat dalam susu kedelai.
3. Diperlukan studi lanjutan tentang efek gabungan dari intensitas dan durasi paparan medan magnet terhadap kandungan nutrisi lain dalam susu kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhari, I. Z. (2021). *Korelasi Sertifikasi Halal Pada Keberkahan Bisnis*. Insania.
- Almatsier, S. (2009). Prinsip dasar ilmu gizi Edisi Revisi. *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*.
- Ardiansyah, Abd. A., Ardianti, R., & Nana. (n.d.). *Medan Magnet*.
- Astawan, M. (2004). *Kandungan Gizi Aneka Bahan Makanan*. PT Gramedia.
- Bayır, E., Bilgi, E., Şendemir-Ürkmez, A., & Hameş-Kocabaş, E. E. (2015). The effects of different intensities, frequencies and exposure times of extremely low-frequency electromagnetic fields on the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 34(1), 14–18.
- Biswas, S., Parvez, M., Shafiquzzaman, M., Nahar, S., & Rahman, M. (2010). Isolation and characterization of *Escherichia coli* in ready-to-eat foods vended in Islamic University, Kushtia. *Journal of Bio-Science*, 18(1), 99–103.
- Bueche, F. J. (2006). *Fisika Universitas*. Erlangga.
- Damayanti, E. (2023). *Pengaruh induksi medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap produktivitas, kandungan vitamin C, Magnesium, dan Kadar Protein (Zingiber Officinale)*.
- Damongilala, L. J. (2021). *Kandungan gizi pangan ikani*.
- EbrahimPour, K. B. (2012). Study the effects of high and low frequencies pulsed square electromagnetic fields on the logarithmic growth of the e. Coli. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.; Volume, 1*, 26–29.
- Farley, J., & Price, R. H. (2001). Field just outside a long solenoid. *American Journal of Physics*, 69(7), 751–754. <https://doi.org/10.1119/1.1362694>
- Fitriyani, A., & Siva, D. A. N. (2023). Integrasi Islam Dan Ilmu Pengetahuan. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(3), 531–536.
- Fojt, L., Strašák, L., Vetterl, V., & Šmarda, J. (2004). Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, *Leclercia adecarboxylata* and *Staphylococcus aureus*. *Bioelectrochemistry*, 63(1–2), 337–341.
- Fuad, F., Sudarti, S., & Harijanto, A. (2018). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *FKIP E-PROCEEDING*, 3(1), 46–51.

- GD, N. D., Astuti, S. D., & Yasin, M. (2013). Potensi Induksi Medan Magnet Eksternal untuk Efektivitas Fotoinaktivasi Bakteri Patogen. *Journal of Physics and Application (Jurnal Fisika Dan Terapannya)*, 1(3), 1–8.
- Halliday, D. (1996). *Fisika Jilid 1*. Erlangga.
- Halliday, D., & Resnick, R. (n.d.). *Fisika*. Erlangga.
- Handayani, R. D. (n.d.). *TANAMAN CABAI MERAH BESAR*.
- Huang, D. B., Mohanty, A., DuPont, H. L., Okhuysen, P. C., & Chiang, T. (2006). A review of an emerging enteric pathogen: Enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Journal of Medical Microbiology*, 55(10), 1303–1311.
- Ilmia, A., & Ridwan, A. H. (2023). Tafsir Qs. Al-Baqarah Ayat 168 dan Korelasinya Dengan Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal. *Komitmen: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 4(2), 193–202.
- Jati, B. M. (2009). *Fisika Dasar Untuk Ilmu Komputer & Informatika*. CV Andi Offset.
- Kartasapoetra, A. (1989). *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Bina Aksara.
- Kong, L., Du, S., & Li, Y. (2013). Study on the Distribution of the Magnetic Field of Circular and Square Exiting Coils in Electromagnetic Flow Meter. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 10(1), 278.
- Kridiana, O. (2012). Faktor Risiko Osteoporosis Pada Wanita Pascamenopause (Studi di Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang). *Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang*, 1–93.
- Liu, Z., Gao, X., Zhao, J., & Xiang, Y. (2017). The sterilization effect of solenoid magnetic field direction on heterotrophic bacteria in circulating cooling water. *Procedia Engineering*, 174, 1296–1302.
- Ma'rufiyanti, P., Sudarti, S., & Gani, A. A. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300µt dan 500µt Terhadap Perubahan Kadar Vitamin C dan Derajat Keasaman (pH) pada Buah Tomat. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(3), 277–284.
- Molita, A. D., Ramadhian, R., & Lisiswanti, R. (2019). Uji Kualitas Mikrobiologi Pada Minuman Susu Kedelai Bermerek dan Tidak Bermerek di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Medula*, 9(1), 83–88.
- Munthe, N., Gultom, S., Sitorus, T. B., Nasution, D. M., & Lubis, Z. (2018). PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PRESTASI MESIN DIESEL STASIONER SATU SILINDER. *Jurnal Dinamis*, 6(2).

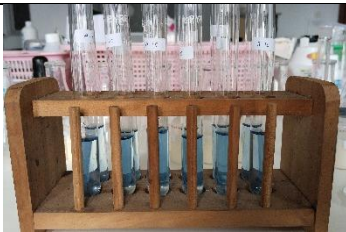
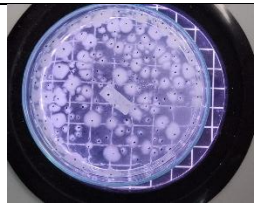
- Murdiati, T. B. (2006). Jaminan keamanan pangan asal ternak dari kandang hingga piring konsumen. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 25(1), 22–30.
- Mursalim. (2018). *Pemeriksaan Angka Lempeng Total Bakteri pada Minuman Sari Kedelai yang Diperjualbelikan di Kecamatan Manggala Kota Makassar*. 1(1), 56–61.
- Nieves, J. W. (2005). Osteoporosis: The role of micronutrients. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5), 1232S-1239S.
- Nisah, K., Afkar, M., & Sa'diah, H. (2021). ANALISIS KADAR PROTEIN PADA TEPUNG JAGUNG, TEPUNG UBI KAYU DAN TEPUNG LABU KUNING DENGAN METODE KJEDHAL. *AMINA*, 1(3), 108–113. <https://doi.org/10.22373/amina.v1i3.46>
- Novitasari, V. (2019). *Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) dari Benih Lama yang Diinduksi Kuat Medan Magnet 0, 1 mT, 0, 2 mT dan 0, 3 mT*.
- Nur, S. U. K., Sudarti, S., & Subiki, S. (2022). Pengaruh paparan medan magnet extremely low frequency (elf) terhadap derajat keasaman (ph) buah tomat. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 8(1), 73–78.
- Nurchayani, E. (2019). Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Menggunakan Metode Fenol-Sulfur Secara In Vitro. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4(1), 73–80.
- Nurdyasnyah, N., & Andiek, W. (2015). *Inovasi teknologi pembelajaran*.
- Nurfadilah, N., Yuntarso, A., & Herawati, D. (2019). Perbandingan Metode Standar Nasional Indonesia Dan Non Standar Nasional Indonesia Dalam Penentuan Kadar Karbohidrat Total. *Jurnal SainHealth*, 3(2), 37–41.
- Perreten, V. (2005). Resistance in the food chain and in bacteria from animals: Relevance to human infections. *Frontiers in Antimicrobial Resistance: A Tribute to Stuart B. Levy*, 446–464.
- Purnomo, H., & Adiono. (2009). *Ilmu Pangan*.
- Purwanegara, G., Trsinawati, C. Y., & Srianta, I. (2017). Pengaruh waktu pengukusan jagung kuning dan pemanasan susu kedelai jagung terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik produk. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)*, 12(2), 81–86.
- Putri, F. (2015). *Kenikmatan Pangan Dalam Al-Qur'an (Studi Penafsiran Surat „Abasa Ayat 24-32)*.
- Raso, J., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2003). *Nonthermal preservation of foods using combined processing techniques*.

- Riamah, Bratha, S. D., Irwan, M., & Erika. (2023). *Pengaruh pemberian susu kedelai terhadap penurunan tekanan dara pada lansia dengan hipertensi*. NEM.
- Rini, C. S., & Rohmah, J. (2020). Buku Ajar Mata Kuliah Bakteriologi Dasar. *Umsida Press*, 1–108.
- Rohmah, E. A., & Saputro, T. B. (2016). Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan Pada Perlakuan Cekaman Genangan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2).
- Sadidah, K. R., & Ghani, A. A. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300 μ T dan 500 μ T Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH Pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(1), 1–8.
- Sari, E. K. N., Susilo, B., & Sumarlan, S. H. (2012). Proses pengawetan sari buah apel (*Mallus sylvestris* Mill) secara non-termal berbasis teknologi oscillating magneting field (OMF). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 78–87.
- Sediaoetama, A. D. (2010). *Ilmu Gizi*. PT. Dian Rakyat.
- Segatore, B., Setacci, D., Bennato, F., Cardigno, R., Amicosante, G., & Iorio, R. (2012). Evaluations of the effects of extremely low-frequency electromagnetic fields on growth and antibiotic susceptibility of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Microbiology*, 2012.
- Shita, A. D. P., & Sulistyani, S. (2015). Pengaruh kalsium terhadap tumbuh kembang gigi geligi anak. *Stomatognatic-Jurnal Kedokteran Gigi*, 7(3), 40–44.
- Shobriyyah, P. A. A. (2019). *Pengaruh paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap perkecambahan benih wijen (Sesamum Indicum L)*.
- Sirait, E. U. (2009). *Hygiene Sanitasi Pengolahan dan Pemeriksaan Escherichia coli Dalam Susu Kedelai Pada Usaha Kecil Di Kota Medan*. Fakultas Kesehatan Masyarakat.
- Siregar, N. S. (2014). *KARBOHIDRAT*. 13 (2), 38–44.
- Soedjojo, D. (2004). *Fisika Dasar*. ANDI.
- Sudarti. (2010). *Risiko limposit pada tikus putih setelah dipapar medan magnet mextremely low frequency (ELF)*. 3(2), 76–84.
- Sudarti, S. (2016). *Utilization of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field is as Alternative Sterilization of Salmonella typhimurium In Gado-Gado*.

- Sudarti, S., Nurhayati, N., Ruriani, E., & Hersa, V. T. (2014). *Prevalence of Salmonella Typhimurium on Gado-Gado Seasoning by Treatment of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field*.
- Sudarti, S., Permatasari, E., Ratnasari, I., & Laili, S. N. (2022). Physical Quality of Cow's Milk by Exposure to Magnetic Fields Extremely Low Frequency (ELF) 300 μ T and 500 μ T by inhibiting Salmonella and Escherichia Coli Growth. *Indonesian Review of Physics*, 5(2), 73–79.
- Suryandari, K. U. (2021). *Olahan Kedelai*. PT Bumi Aksara.
- Sutrisno. (1983). *Seri Fisika Dasar*. ITB.
- Swerdlow, A. J. (2008). *Static Magnetic Field. London: The Health Protection Agency*. 11-26.
- Thariq, M., Aziz, F. A. A., & Widayoko, A. (2023). PEMANFAATKAN LIMBAH PENGILINGAN PADI BERUPA DEDAK DAN BEKATUL DENGAN MENAMBAHKAN TEPUNG TULANG SEBAGAI BISKUIT PAKAN TERNAK. *Jurnal Integrasi Sains Dan Qur'an (JISQu)*, 2(02), 182–188.
- Van Impe, J., Smet, C., Tiwari, B., Greiner, R., Ojha, S., Stulić, V., Vukušić, T., & Režek Jambrak, A. (2018). State of the art of nonthermal and thermal processing for inactivation of micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 125(1), 16–35.
- Wahjuni, S. (2014). *DASAR - DASAR BIOKIMIA*. Udayana University Press.
- Wardani, N. K., Setiawan, B., & Shinta, A. (2011). ANALISIS SIKAP DAN PERILAKU PEMBACA SURAT KABAR TERHADAP IKLAN SUSU KEDELAI. *HABITAT*, 22(2), 135–159.
- Winarti, S. (2010). Makanan fungsional. *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 137–165.
- Wulansari, M., & Handayani, R. D. (n.d.). *Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping*.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2003). *Fisika Universitas edisi kesepuluh jilid 2*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Penelitian

 Sterilisasi Alat	 Pemanasan susu kedelai	 Media NA
		
Pembuatan kurva standart protein, karbohidrat dan kalsium		
 Pemaparan Medan Magnet	 Pengenceran	 Perhitungan Bakteri

Lampiran 2. Data Hasil Penelitian

• Protein

Fluks	Lama Pemaparan	Absorbansi			Konsentrasi Sampel			% Protein			Rata2
		U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	
0	5	0,0716	0,0791	0,0775	45,5238	54,4524	52,5476	0,1138	0,1361	0,1314	0,127
	10	0,0716	0,0791	0,0775	45,5238	54,4524	52,5476	0,1138	0,1361	0,1314	0,127
	15	0,0716	0,0791	0,0775	45,5238	54,4524	52,5476	0,1138	0,1361	0,1314	0,127
0,6	5	0,1088	0,0717	0,0797	89,8095	45,6429	55,1667	0,2245	0,1141	0,1379	0,159
	10	0,0865	0,0784	0,0695	63,2619	53,6190	43,0238	0,1582	0,1340	0,1076	0,133
	15	0,1004	0,067	0,0707	79,8095	40,0476	44,4524	0,1995	0,1001	0,1111	0,137
0,7	5	0,1012	0,056	0,0678	80,7619	26,9524	41,0000	0,2019	0,0674	0,1025	0,124
	10	0,0951	0,0523	0,0668	73,5000	22,5476	39,8095	0,1838	0,0564	0,0995	0,113
	15	0,0912	0,0518	0,0772	68,8571	21,9524	52,1905	0,1721	0,0549	0,1305	0,119
0,8	5	0,0736	0,0542	0,0661	47,9048	24,8095	38,9762	0,1198	0,0620	0,0974	0,093
	10	0,0754	0,049	0,0664	50,0476	18,6190	39,3333	0,1251	0,0465	0,0983	0,090
	15	0,071	0,058	0,0724	44,8095	29,3333	46,4762	0,1120	0,0733	0,1162	0,101
0,9	5	0,0631	0,05	0,0677	35,4048	19,8095	40,8810	0,0885	0,0495	0,1022	0,080
	10	0,0806	0,0464	0,0671	56,2381	15,5238	40,1667	0,1406	0,0388	0,1004	0,093
	15	0,106	0,0401	0,0695	86,4762	8,0238	43,0238	0,2162	0,0201	0,1076	0,115

• Karbohidrat

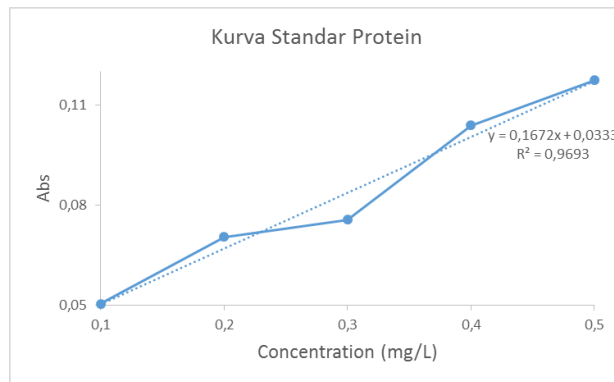
Fluks	Lama Pemaparan	Absorbansi			Konsentrasi Sampel			% Karbo			Rata2
		U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	
0	5	1,6529	0,9991	0,8604	0,0396	0,0222	0,0185	0,1978	0,1110	0,0926	0,1338
	10	1,6529	0,9991	0,8604	0,0396	0,0222	0,0185	0,1978	0,1110	0,0926	0,1338
	15	1,6529	0,9991	0,8604	0,0396	0,0222	0,0185	0,1978	0,1110	0,0926	0,1338
0,6	5	1,7443	0,8813	0,8903	0,0420	0,0191	0,0193	0,2100	0,0954	0,0966	0,1340
	10	2,1122	0,9817	0,859	0,0518	0,0217	0,0185	0,2588	0,1087	0,0924	0,1533
	15	1,9358	1,3328	1,0933	0,0471	0,0311	0,0247	0,2354	0,1553	0,1235	0,1714
0,7	5	1,6532	0,7012	0,9154	0,0396	0,0143	0,0200	0,1979	0,0714	0,0999	0,1231
	10	1,8104	0,9058	0,9762	0,0437	0,0197	0,0216	0,2187	0,0986	0,1080	0,1418
	15	1,7356	0,7772	0,9721	0,0418	0,0163	0,0215	0,2088	0,0815	0,1074	0,1326
0,8	5	1,1271	0,7525	0,8511	0,0256	0,0157	0,0183	0,1280	0,0783	0,0913	0,0992
	10	1,7307	0,8574	1,1425	0,0416	0,0184	0,0260	0,2082	0,0922	0,1300	0,1435
	15	1,8653	0,9685	0,9437	0,0452	0,0214	0,0207	0,2260	0,1069	0,1036	0,1455
0,9	5	1,9058	0,9324	0,8394	0,0463	0,0204	0,0180	0,2314	0,1021	0,0898	0,1411
	10	1,5389	1,0619	0,9397	0,0365	0,0239	0,0206	0,1827	0,1193	0,1031	0,1350
	15	1,9233	1,0299	1,0222	0,0467	0,0230	0,0228	0,2337	0,1151	0,1141	0,1543

• Kalsium

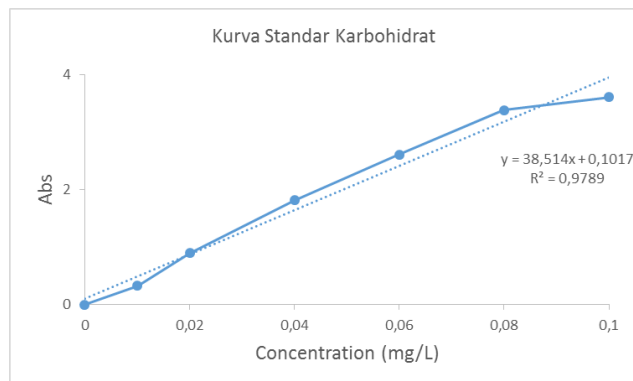
Fluks	Lama Pemaparan	Absorbansi			Konsentrasi Sampel			% Kalsium			Rata2
		U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	
0	5	1,6627	1,6983	1,922	0,4931	0,5175	0,6704	0,9863	1,0349	1,3409	1,1207
	10	1,6627	1,6983	1,922	0,4931	0,5175	0,6704	0,9863	1,0349	1,3409	1,1207
	15	1,6627	1,6983	1,922	0,4931	0,5175	0,6704	0,9863	1,0349	1,3409	1,1207
0,6	5	1,7849	1,7327	1,9375	0,5767	0,5410	0,6810	1,1534	1,0820	1,3621	1,1991
	10	1,7722	1,7866	2,0713	0,5680	0,5778	0,7725	1,1360	1,1557	1,5450	1,2789
	15	1,6925	1,7744	1,7216	0,5135	0,5695	0,5334	1,0270	1,1390	1,0668	1,0776
0,7	5	1,7492	1,7744	2,0102	0,5523	0,5695	0,7307	1,1045	1,1390	1,4615	1,2350
	10	1,6998	1,685	2,0119	0,5185	0,5084	0,7319	1,0370	1,0168	1,4638	1,1725
	15	1,7191	1,8016	2,0233	0,5317	0,5881	0,7397	1,0634	1,1762	1,4794	1,2397
0,8	5	1,7302	1,725	1,7313	0,5393	0,5357	0,5400	1,0786	1,0715	1,0801	1,0767
	10	1,7011	1,7628	1,9808	0,5194	0,5616	0,7106	1,0388	1,1231	1,4213	1,1944
	15	1,7964	1,7773	1,9977	0,5845	0,5715	0,7222	1,1691	1,1430	1,4444	1,2521
0,9	5	1,7923	1,8076	2,0245	0,5817	0,5922	0,7405	1,1635	1,1844	1,4810	1,2763
	10	1,654	1,779	2,0257	0,4872	0,5726	0,7413	0,9744	1,1453	1,4827	1,2008
	15	1,8377	1,7658	2	0,6128	0,5636	0,7275	1,2256	1,1272	1,4549	1,2692

Lampiran 3. Analisis Kurva Standar

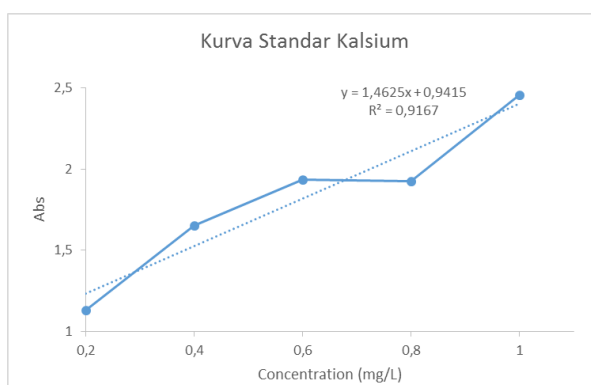
- **Protein**



- **Karbohidrat**



- **Kalsium**



Lampiran 4. Hasil uji SPSS

- **Bakteri *Escherichia coli***

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Bakteri					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	654243,667 ^a	15	43616,244	66,912	,000
Intensitas	146581,689	4	36645,422	56,218	,000
Lama	3276,311	2	1638,156	2,513	,098
Intensitas * Lama	7840,578	8	980,072	1,504	,198
Error	19555,333	30	651,844		
Total	673799,000	45			

a. R Squared = ,971 (Adjusted R Squared = ,956)

Duncan ^{a,b}				
Intensitas	N	Subset		
		1	2	3
4	9	50,67		
5	9	53,00		
3	9		95,56	
2	9		119,33	
1	9			206,67
Sig.		,859	,076	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 766,806.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.
b. Alpha = 0,05.

- **Protein**

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Protein					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,623 ^a	15	,042	17,293	,000
Intensitas	,015	4	,004	1,613	,197
Lama	,001	2	,000	,110	,896
Intensitas * Lama	,003	8	,000	,145	,996
Error	,072	30	,002		
Total	,695	45			

a. R Squared = ,896 (Adjusted R Squared = ,845)

- **Karbohidrat**

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Karbohidrat					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,009 ^a	15	,001	14,394	,000
Intensitas	3,359E-5	4	8,398E-6	,208	,932
Lama	3,614E-5	2	1,807E-5	,447	,644
Intensitas * Lama	3,705E-5	8	4,631E-6	,115	,998
Error	,001	30	4,041E-5		
Total	,010	45			

a. R Squared = ,878 (Adjusted R Squared = ,817)

- **Kalsium**

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Kalsium					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	63,826 ^a	15	4,255	119,910	,000
Intensitas	,083	4	,021	,582	,678
Lama	,001	2	,001	,018	,983
Intensitas * Lama	,127	8	,016	,448	,882
Error	1,065	30	,035		
Total	64,890	45			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,975)



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200604110010
Nama : ALVI RAHMA FADILA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : RUSLI,M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : "PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET UNTUK MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN DAMPAKNYA TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN, KARBOHIDRAT DAN KALSIMUM PADA SUSU KEDELAI"

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	28 Agustus 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi pengajuan judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	30 Agustus 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi BAB I	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	16 Oktober 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi BAB I, II, III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	15 November 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	29 November 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	11 Januari 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	30 Januari 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	26 Februari 2024	RUSLI,M.Si	Konsultasi Integrasi Al Qur'an	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
	22 Mei 2024	RUSLI,M.Si	Konsultasi Integrasi Al Qur'an	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	23 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi Bab IV, V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	27 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi BAB IV, V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	31 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi BAB IV, V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2


RUSLI,M.Si



Malang,

Dosen Pembimbing


Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si