

Pengaruh Medan Magnet Elf Dengan Intensitas 750 μ T Terhadap Ketahanan Tape Singkong Matang

Selvania Ramadhani¹, Nolita Andina Charitya Dewi², Fidhia Zulfa Riana³, Dafa Maulana Fahrezi^{4*}, Karinda Permata Khoirunnizah⁵, Fa'ulya Nurmala Arva⁶, Septia Rachma Wulansari⁷, Yushardi⁸, Dyah Arum Arimurti⁹

^{1,2,3,4,5,6}Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember

⁷Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember

^{8,9}Dosen Pendidikan Fisika, Universitas Jember

Email Corespondent*: fahrezidafa104@gmail.com

Abstract

Extremely Low Frequency (ELF) waves are electromagnetic wave radiation with a very low range, which is between 0 and 300 Hz. The application of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic fields can inhibit the growth of microorganisms that cause damage to the food industry, thus helping to maintain an optimal pH value in food products. This Extremely Low Frequency (ELF) wave research was conducted and laboratory experimental research method which aims to determine the effect of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field on pH resistance, density, aroma, texture and taste in cooked sigkong tape food. The magnetic field intensity we used in this study was 750 μ T with two groups of subjects to be observed, namely the experimental group and the control group. The main tools and materials needed in Extremely Low Frequency (ELF) wave research are cooked cassava tape and EMF-meter to measure electromagnetic radiation. The results of the study in the experimental group had a higher pH than the control group so that Extremely Low Frequency (ELF) electromagnetic wave radiation affected the aroma, texture, and taste of the cooked cassava tape. The experimental group had better resistance when compared to the control group.

Keywords: ELF waves, Radiation, Intensity, EMF-meter, Cooked cassava tape

Abstrak

Gelombang Extremely Low Frequency (ELF) merupakan radiasi gelombang elektromagnetik dengan rentang yang sangat rendah, yaitu antara 0 hingga 300 Hz. Penerapan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan pada industri pangan, sehingga membantu mempertahankan nilai pH yang optimal pada produk makanan. Penelitian gelombang Extremely Low Frequency (ELF) ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap ketahanan pH, massa jenis, aroma, tekstur dan rasa pada bahan pangan tape singkong matang. Intensitas medan magnet yang kami gunakan pada penelitian ini sebesar 750 μ T dengan dua kelompok subjek yang akan di amati yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Alat dan bahan utama yang dibutuhkan pada penelitian gelombang Extremely Low Frequency (ELF) yaitu tape singkong matang dan EMF-meter untuk mengukur radiasi elektromagnetik. Hasil penelitian pada kelompok eksperimen memiliki pH lebih tinggi daripada kelompok kontrol sehingga radiasi gelombang elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) mempengaruhi aroma, tekstrur, dan rasa tape singkong matang tersebut. Hasil penelitiannya kelompok eksperimen memiliki ketahanan yang lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Kata Kunci: Gelombang ELF, Radiasi, Intensitas, EMF-meter, Tape singkong matang

PENDAHULUAN

Extremely Low Frequency (ELF) dalam konteks fisika dan teknologi merujuk pada gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi yang sangat rendah, yaitu antara 0

hingga 300 Hz. Gelombang ini termasuk dalam kategori radiasi non-pengion, artinya tidak memiliki energi yang cukup untuk melepaskan elektron dari atom dan menyebabkan ionisasi (Munawaroh &

Sudarti, 2022). Medan elektromagnetik terbentuk dari interaksi muatan listrik, medan magnet dan medan listrik (Anisa & Sudarti, 2024). Medan magnet ELF tidak hanya terbatas pada aliran listrik melalui kabel, tetapi juga dihasilkan oleh gelombang yang dipancarkan perangkat elektronik (Setiani *et al.*, 2023). Aliran listrik yang menjadi sumber daya berbagai perangkat elektronik secara tidak terhindarkan menghasilkan medan magnet. Interaksi antara arus listrik dan medan magnet ini menjadi perhatian utama karena seiring dengan meningkatnya penggunaan perangkat elektronik, intensitas paparan medan magnet di lingkungan juga turut meningkat (Qumairoh *et al.*, 2021).

Salah satu manfaat yang diberikan oleh medan magnet elektromagnetik adalah dalam bidang pangan dan fermentasi seperti contohnya pada tempe, tape dan fermentasi lainnya. Penerapan medan magnet ELF pada intensitas tertentu dalam industri pangan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan, sehingga membantu mempertahankan nilai pH optimal pada produk makanan (Faridawati *et al.*, 2023). *Extremely low frequency* (ELF) dengan intensitas frekuensi tertentu memiliki manfaat yang berbeda-beda. Hal ini berpotensi meningkatkan kualitas produk fermentasi dan berkontribusi pada ketahanan pangan. Medan magnet ELF dapat merangsang pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi. Penerapan medan magnet dalam proses pengawetan pangan tidak menginduksi peningkatan suhu yang signifikan. Hal ini dapat mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan produksi metabolit yang diinginkan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa medan magnet ELF dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen tertentu misalnya pada bakteri *Escherichia coli*, sehingga meningkatkan keamanan pangan produk fermentasi (Nuriyah *et al.*, 2022). Produk fermentasi yang dihasilkan dengan bantuan medan magnet ELF umumnya memiliki kualitas yang lebih baik,

seperti rasa yang lebih enak, tekstur yang lebih baik, dan kandungan nutrisi yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan mekanisme pengawetan yang lebih berfokus pada manipulasi sifat molekuler bahan pangan akibat interaksi dengan medan magnet, bukan pemanasan langsung. Proses fermentasi yang lebih cepat dan efisien dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya produksi. Penelitian yang dilakukan pada kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap ketahanan aroma, tekstur dan rasa pada bahan pangan yaitu tape singkong matang. Penelitian ini dibutuhkan karena dapat meningkatkan keamanan pangan, mengoptimalkan proses pengolahan dan meningkatkan kualitas produk, memastikan konsistensi tekstur dan rasa tape singkong matang.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan membagi subjek penelitian berupa tape singkong matang menjadi dua kelompok, yaitu ada subjek sebagai kontrol dan lainnya menjadi subjek eksperimen. Metode eksperimen merupakan pendekatan pengajaran yang melibatkan mahasiswa dalam melakukan percobaan untuk membuktikan dan memverifikasi kebenaran teori yang telah dibahas (Saputri *et al.*, 2024). Tujuan eksperimen laboratorium yaitu meneliti pengaruh perlakuan tertentu terhadap suatu permasalahan dengan perlakuan yang berbeda. Penelitian dilakukan di laboratorium fisika dasar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember pada tanggal 12 November 2024 pukul 06.00 hingga 08.40 WIB. Pendekatan penelitian ini yaitu kuantitatif yang cenderung menggunakan analisis atau pengamatan secara mendalam.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang bisa memperkuat dan memberikan bukti terkait pengaruh paparan medan magnet *extremely low frequency* (ELF). Radiasi ELF berperan

dalam mempertahankan pH yang mampu membantu proses ketahanan suatu makanan. Alat yang digunakan dalam eksperimen ini berupa generator medan magnet ELF, EMF-meter 1 buah, termometer, pH meter, gelas ukur, neraca/timbangan, nampan plastik, cawan, sarung tangan, dan penggaris. Bahan percobaan kali ini adalah 1 kg tape singkong matang dengan 2 subjek yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, seperti pada Gambar 1. dan Gambar 2. dibawah ini, lalu plastik ziploc ukuran besar, kertas label, dan spidol permanen.



Gambar 1. Kelompok kontrol tape singkong matang



Gambar 2. Kelompok eksperimen tape singkong matang

Penelitian ini mengkaji pengaruh frekuensi ELF sebesar $750 \mu\text{T}$ dan lama paparan yang efektif untuk ketahanan makanan terutama pada tape singkong matang.

Langkah kerja percobaan medan magnet ELF terhadap tape singkong matang yaitu sebagai berikut. Langkah awal, menyiapkan bahan percobaan berupa 20 bungkus tape singkong matang (50gr/bungkus). Membagi bahan menjadi 2 kelompok, yaitu 10 bungkus sebagai kelompok eksperimen (E) dan 10 lainnya sebagai kelompok kontrol (K). Menandai bungkus masing-masing kelompok dengan kertas label dan spidol permanen. Selanjutnya, meletakkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada dua wadah berupa nampan yang berbeda.

Memberi paparan medan magnet ELF pada kelompok eksperimen, sementara untuk kelompok kontrol diletakkan pada ruang biasa. Terakhir, menyimpan kedua kelompok tersebut pada suhu ruangan. Lalu, mengamati keduanya setelah dua hari dilakukan pemaparan. Penelitian ini dilakukan selama 48 jam (2 hari).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian gelombang elektromagnetik medan ELF ini terdapat 2 subjek tape singkong matang, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen diberi paparan oleh medan magnet ELF di suatu laboratorium dengan menggunakan alat EMF-Meter seperti pada Gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Kelompok eksperimen diberi paparan medan magnet ELF menggunakan EMF-Meter.

Pertama, kami melakukan penelitian pada pengaruh medan ELF terhadap pH. Pengukuran terhadap pH, untuk kelompok kontrol memperoleh rata-rata pH sebesar 2,84 dengan (K-1), (K-2), (K-3) memiliki pH 2,9 lalu (K-4) memiliki pH 2,7 dan (K-5) memiliki pH 2,8. Kelompok eksperimen memperoleh rata-rata pH sebesar 2,9 dengan (E-1) memiliki pH 3 lalu (E-2), (E-3), (E-5) memiliki pH 2,9 dan (E-4) memiliki pH 2,8 yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengukuran pH tape singkong matang

Kelompok Kontrol		Kelompok Eksperimen	
Nama kelompok	Jumlah pH	Nama kelompok	Jumlah pH
K-1	2,9	E-1	3
K-2	2,9	E-2	2,9
K-3	2,9	E-3	2,9
K-4	2,7	E-4	2,8
K-5	2,8	E-5	2,9
Rata-rata pH	2,84	Rata-rata pH	2,9

Berdasarkan Tabel 1. diketahui rata-rata pH tape singkong matang kelompok kontrol dan kelompok eksperimen memiliki pH yang rendah dan termasuk pH asam. Kelompok eksperimen memiliki pH asam yang lebih tinggi sebesar 0,006 karena dengan adanya paparan medan magnet ELF dengan intensitas 750 μ T dapat mempercepat proses kematangan tape singkong sehingga terdapat adanya peningkatan metabolisme dan aktivitas mikroorganisme yang lebih baik di bawah pengaruh medan magnet ELF, sehingga mengurangi akumulasi asam yang biasanya terjadi selama fermentasi. Hal tersebut membantu menjaga keseimbangan mikroba, mengurangi produksi asam, dan menyebabkan pH tetap stabil atau bahkan meningkat.

Selain untuk mengetahui perbedaan pH antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol kami juga melakukan penelitian pada pengukuran massa jenis. Tape singkong matang kelompok kontrol dan eksperimen yang kami gunakan sebesar 5 gram dengan air sebanyak 30 ml. Rumus yang digunakan untuk mengukur massa jenis yaitu $\rho = \frac{m}{\Delta v}$ dimana $\Delta v = v_1 - v_0$ dengan satuan gram/ml. Berdasarkan hasil penelitian ini, pada tape singkong matang kelompok kontrol (K) sampel K-1, K-2, K-3, K-4, K-5 dan pada kelompok eksperimen (E) sampel E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 diperoleh data pengukuran massa jenis yang sama. Dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengukuran massa jenis tape singkong matang.

Kelompok kontrol				Kelompok eksperimen			
Nama Sampel	m (g/r)	Δv (gr/ml)	ρ (kg/m ³)	Nama Sampel	m	Δv	ρ (kg/m ³)
K-1	5	10	0,5	E-1	5	10	0,5
K-2	5	10	0,5	E-2	5	10	0,5
K-3	5	10	0,5	E-3	5	10	0,5
K-4	5	10	0,5	E-4	5	10	0,5
K-5	5	10	0,5	E-5	5	10	0,5
Rata-rata		0,5		Rata-rata		0,5	

Berdasarkan Tabel 2. diatas diperoleh pengukuran rata-rata massa jenis yang sama yaitu 0,5. Hal ini dapat terjadi karena tidak adanya faktor eksternal yang mempengaruhi

prosesnya, sehingga rata-rata massa jenisnya tidak berbeda. Kelompok kontrol biasanya mengalami fermentasi yang beragam akibat dari aktivitas fermentasi yang melibatkan lebih dari satu jenis mikroorganisme, seperti alkohol yang dihasilkan dari aktivitas ragi, jamur atau mikroba lain yang ikut berperan dalam proses pemecahan gula pada tape, sehingga dapat memiliki karakteristik rasa, aroma, dan tekstur yang bervariasi. Hal ini disebabkan karena efek medan ELF terhadap proses fermentasinya seragam. Medan ELF berperan dalam menciptakan lingkungan yang lebih konsisten dan terkontrol untuk kelompok eksperimen, seperti kandungan alkohol yang dihasilkan, tekstur tape dan rasa yang lebih seragam, sehingga hal ini yang menyebabkan fermentasi singkong menjadi lebih seragam dan tidak adanya faktor lain yang bervariasi sehingga hasil rata-rata massa jenis tape akan sama. Hal ini dapat dilihat hasil pengukuran massa jenis pada tape singkong yang terpapar medan magnet ELF dan yang tidak terpapar, tidak terdapat perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet ELF tidak mempengaruhi nilai massa jenis pada tape singkong matang.

Hal lain yang kami teliti pada penelitian ini selain pH dan massa jenis adalah indikator ketahanan yang mencakup 3 indikator yaitu aroma, teksur dan rasa. Pertama yaitu perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada indikator aroma. Terdapat tiga skala penilaian untuk aroma, tekstur dan rasa yang dapat menjadi acuan yaitu skala 1 hingga 3. Skala 1 menunjukkan aromanya kurang, skala 2 menunjukkan aroma cukup, dan skala 3 menunjukkan aroma sangat. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Aroma tape singkong matang kelompok eksperimen dan kontrol

Sampel	Normal / Khas			Busuk		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
E-1	✓					
E-2	✓					
E-3						

E-4
E-5
K-1
K-2
K-3
K-4
K-5

Kelompok kontrol K-1 dan K-5 menunjukkan bahwa aroma tape tersebut memiliki aroma yang cukup normal/khas. Sampel K-2 menunjukkan bahwa tape tersebut memiliki aroma yang tidak terlalu busuk. Sampel K-3 dan K-4 menunjukkan bahwa tape tersebut memiliki aroma yang cukup busuk. Sampel K-1 dan K-5 tergolong pada indikasi 1 yang berarti memiliki aroma yang normal/khas dan memiliki karakteristik yang baik. Sedangkan pada K-2, K-3, dan K-4 berada pada indikasi 2 dan 3 yang menandakan bahwa aroma tape singkong tersebut beraroma busuk. Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa kelompok kontrol lebih banyak pada indikasi 3. Hal ini bisa disebabkan oleh proses fermentasi yang tidak tepat atau sudah terkontaminasi oleh sesuatu.

Kelompok eksperimen merupakan kelompok yang telah terkena medan ELF, pada E-1 dan E-2 menunjukkan bahwa aroma tape singkong tersebut tergolong kurang normal/khas. E-3 menunjukkan bahwa aroma tape tersebut masih tergolong cukup normal/khas. Hasil penilaian dari ketiga eksperimen tersebut tergolong normal dengan sampel yang berada pada indikasi 1. Sampel E-4 dan E-5 menunjukkan bahwa tape singkong tersebut beraroma tidak terlalu busuk. Hal tersebut karena adanya masalah dalam proses fermentasi dan sudah terkontaminasi oleh bakteri yang menyebabkan aroma tape tersebut menjadi tidak sedap dan tidak layak konsumsi. Tabel tersebut menunjukkan bahwa tape singkong kelompok eksperimen lebih dominan pada aroma yang normal / khas dibanding dengan kelompok kontrol.

Setelah aroma, indikator ketahanan yang kami teliti adalah tekstur. Sampel E-1 tape singkong matang memiliki tekstur kurang lembek. Sampel E-2 tape singkong

matang memiliki tekstur cukup padat. Sampel E-3 tape singkong matang bertekstur cukup lembek. Sampel E-4 tape singkong matang memiliki tekstur kurang padat. Sampel E-5 tape singkong matang bertekstur cukup padat sama seperti sampel E-2. Sampel K-1 tape singkong matang bertekstur cukup lembek. Sampel K-2 dan K-3 tape singkong matang bertekstur sangat lembek. Sampel K-4 tape singkong matang bertekstur cukup padat, sedangkan K-5 tape singkong matang bertekstur kurang padat.

Tabel 4. Tekstur tape singkong matang kelompok eksperimen dan kontrol

Sampel	Padat			Lembek		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
E-1				✓		
E-2		✓				
E-3					✓	
E-4	✓					
E-5		✓				
K-1					✓	
K-2						✓
K-3						✓
K-4		✓				
K-5	✓					

Berdasarkan Tabel 4. di atas hasil pengamatan tekstur tape singkong matang kelompok eksperimen dominan padat, walaupun terdapat beberapa tape singkong matang yang memiliki tekstur lembek. Hal tersebut dipengaruhi oleh proses hidrolisis atau penguraian pati menjadi glukosa saat diberi paparan ELF. Singkong yang terlalu tua atau dengan tingkat kematangan yang tinggi, memiliki kandungan pati lebih keras sehingga sulit terurai oleh enzim. Adanya oksigen juga dapat menyebabkan proses terganggu, maka ketika proses berlangsung harus dalam kondisi wadah tertutup/tidak terdapat oksigen sedangkan hasil pengamatan tekstur tape singkong matang kelompok kontrol dominan lembek, meskipun terdapat beberapa tape singkong matang yang bertekstur padat. Hal tersebut dikarenakan lama waktu proses hidrolisis pati menjadi glukosa yang pada kelompok kontrol tidak dipengaruhi ELF. Proses peragian awal yang tidak merata juga dapat menyebabkan ketahanan tape singkong matang berbeda.

Indikator terakhir yang kami teliti adalah indikator ketahanan rasa terhadap kelompok kontrol (K) dan kelompok eksperimen (E) tape singkong matang. Sampel K-1 rasanya cukup pahit. Pada K-2 rasanya cukup baik/khas. Sampel K-3, K-4, dan K-5 termasuk pada indikasi asam dimana K-3 memiliki rasa yang sangat asam, dan pada K-4 dan K-5 memiliki rasa cukup asam. Sampel E-1 rasanya cukup baik/khas. Sampel E-2 dan E-3 rasanya sangat baik/khas. Pada sampel E-1 hingga E-3 tergolong pada indikasi baik/khas. Sampel E-4 rasanya sedikit pahit dan pada sampel E-5 rasanya cukup asam.

Tabel 5. Rasa tape singkong kelompok eksperimen dan kontrol

Sampel	Baik/khas		Pahit		Asam	
	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(2)	P(3)
E-1	✓					
E-2		✓				
E-3		✓				
E-4			✓			
E-5						
K-1				✓		
K-2	✓					
K-3						
K-4						
K-5						

Berdasarkan Tabel 5. di atas pada kelompok kontrol rata-rata memiliki rasa yang asam hal ini dikarenakan tape singkong matang kelompok kontrol berada pada suhu ruang dan tidak mendapatkan paparan medan magnet ELF. Suhu ruang dapat mempercepat pembusukan pada tape singkong kelompok kontrol karena bakteri akan tumbuh dengan baik di suhu yang normal. Selain itu, kelompok kontrol memiliki pH yang lebih rendah daripada kelompok eksperimen, hal itu menyebabkan rasa tape singkong matang menjadi asam dan cenderung pahit. Kelompok eksperimen memiliki rasa yang rata-rata baik/normal artinya pada kelompok eksperimen tidak terjadi banyak perubahan karena adanya paparan medan magnet ELF yang menyebabkan tape mempertahankan rasa normal dan cenderung manis lebih baik daripada kelompok kontrol yang tidak mendapatkan paparan medan magnet ELF.

Selain itu pH kelompok eksperimen memiliki pH lebih tinggi daripada kelompok kontrol, sehingga rasa pada kelompok eksperimen tidak terlalu asam.

KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai pengaruh gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap ketahanan tape menunjukkan hasil yang signifikan. Gelombang ELF diaplikasikan pada tape singkong matang dengan intensitas 750 μ T selama satu jam. Tape singkong matang yang terpapar ELF memiliki pH rata-rata 2,9 sedangkan kelompok kontrol menunjukkan pH 2,84, keduanya sama-sama termasuk dalam kondisi asam. Namun, pada tape singkong kelompok eksperimen memiliki pH asam lebih tinggi daripada kelompok kontrol sebesar 0,06. Selain itu, kondisi fisik tape singkong kelompok eksperimen memiliki ketahanan yang lebih baik dimana untuk aroma masih tergolong normal, tekstur dominan padat, dan rasanya cenderung normal. Sedangkan, kondisi fisik tape singkong matang kelompok kontrol memiliki aroma yang cenderung busuk, teksturnya cenderung lembek, dan rasanya cenderung asam. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa radiasi ELF efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga memperpanjang ketahanan penyimpanan tape dan menjaga kualitas fisiknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, M., & Sudarti (2024). Potensi Radiasi Medan Magnet Elf Untuk Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Kajian Multidisipliner*, 8(6).
- Faridawati, D., Maulida, R. Y., & Sudarti, S. (2023). Potensi Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Untuk Meningkatkan Kualitas Fermentasi. *Eduproxima (Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA)*, 5(2), 199-204.
- Munawaroh, W., & Sudarti. (2022). Potensi Paparan Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (Elf) Dalam

- Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 17(2), 23-27.
- Nuriyah, S., Sudarti, S., & Bektiarso, S. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Nilai Ph Cabai Merah Kecil (*Capsicum Frutescens* L). *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 45-51.
- Qumairoh, U., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) Terhadap Derajat Keasaman (Ph) Udang Vaname. *Jurnal Fisika Unand*, 10(1), 55-61.
- Saputri, C. A., Rakhmawati, E. A., & Palupi, C. (2024). Peningkatan Pengetahuan Siswa Sekolah Dasar tentang Bahan Tambahan Pangan Berbahaya dengan Metode Eksperimen Laboratorium. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 2(4), 359-363.