



**ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW
FREKUENSI TERHADAP KEMATANGAN D KETAHANAN TAPE SINGKONG
(*Manihot esculenta*)**

**Adinda Nur Rahmadani¹⁾, Marcellina Putrianti Hidayat¹⁾, Ananda Muakhiroh¹⁾,
Devi Saragih²⁾, Firdha Kusuma Ayu Anggraeri³⁾**

Universitas Jember

Email : 230210103009@mail.unej.ac.id

ABSTRAK

Ilmu-ilmu fisika terkait erat dengan semua alam di alam semesta ini. Studi tentang fenomena alam disebut fisika. Fisika dapat dipahami dan diterima dari temuan studi, eksperimen, pengukuran, dan presentasi matematika. Ini disajikan secara langsung dan diubah menjadi bahasa matematika. Medan magnet adalah salah satu disiplin ilmu yang harus kita pahami. Salah satu teknologi alternatif yang dapat membantu pengawetan makanan tanpa mengurangi kualitas makanan adalah medan magnet ELF. Medan listrik dan magnet bergabung untuk membentuk gelombang elektromagnetik, yang berosilasi tanpa adanya media perantara. Gelombang ini adalah sumber medan magnet ELF.

Kata Kunci: Medan Magnet, ELF, Fisika

ABSTRACT

The sciences of physics are inextricably linked to all of nature in this universe. The study of natural phenomena is called physics. Physics can be comprehended and received from the findings of study, experiments, measurements, and mathematical presentations. It is presented in a straightforward manner and converted into mathematical language. The magnetic field is one of the disciplines that we must comprehend. One alternative technology that can aid in food preservation without compromising food quality is the ELF magnetic



field. Electric and magnetic fields combine to form electromagnetic waves, which oscillate in the absence of an intermediate medium. These waves are the source of ELF magnetic fields.

Keywords: magnetic field, ELF, physics

PENDAHULUAN

Salah satu ilmu yang memiliki hubungan kuat dengan kehidupan manusia adalah ilmu fisika (Harefa, 2019). Ilmu fisika adalah bidang ilmu alam yang berfokus pada studi struktur, perilaku, dan alam. Ilmu fisika berusaha untuk memahami prinsip dasar yang mengatur alam semesta dan menggunakan metode ilmiah untuk mengembangkan teori dan model yang menjelaskan berbagai aspek alam semesta. Ilmu fisika menjadi ilmu yang penting untuk bisa memahami dan mengembangkan ilmu pengetahuan lainnya dalam berbagai bidang. Karena ilmu-ilmu alam lainnya mempelajari sistem materi yang mengikuti fisika, ilmu fisika kadang-kadang disebut sebagai ilmu yang paling mendasar.

Karena gelombang elektromagnetik dapat melakukan perjalanan dalam ruang hampa tanpa memerlukan media atau perantara lainnya, mereka dapat diperbanyak dalam satu (Jumingin *et al.*, 2022). Muatan listrik yang berosilasi dan mengalami percepatan adalah dasar untuk gelombang elektromagnetik, yang juga dikenal sebagai muatan listrik yang dipercepat. (Trisanti dan Sudarti, 2021). Gelombang elektromagnetik memiliki bidang gelombang yang tegak lurus dengan gelombang magnetik (Rijal *et al.*, 2019:14) Gelombang elektromagnetik ini mencakup berbagai frekuensi, dari sinar gamma frekuensi tinggi hingga gelombang radio frekuensi rendah. Semua gelombang elektromagnetik memiliki karakteristik umum, termasuk propagasi kecepatan cahaya yang konstan di vakum, kemampuan merambat tanpa perlu medium fisik, dan sifat dualitas sebagai partikel (foton) dan gelombang.

Gelombang elektromagnetik ini terbentuk dari usikan medan magnet dan medan listrik. Dalam sebuah gelombang elektromagnetik yang menjalar adalah medan listrik E dan medan magnet B (Elisa *et al.*, 2023: 89). Medan magnet dan



medan listrik inilah yang merupakan pembentuk dari gelombang. Medan magnetik adalah medan vektor yang mengukur intensitas medan magnet pada suatu titik gelombang. Medan magnetik berfluktuasi secara periodik dan berinteraksi dengan medan listrik dalam gelombang elektromagnetik. Medan listrik adalah medan vektor yang mengukur intensitas medan listrik pada suatu titik dalam gelombang. Karena karakteristik obstructifnya, intensitas medan listrik turun ketika suatu benda menghalangi jalannya (Sulistiyowati *et al.*, 2023). Medan listrik juga berfluktuasi secara periodik, yang menciptakan gelombang elektromagnetik yang terdiri dari frekuensi, panjang gelombang, dan amplitudo yang berbeda.

Spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang berkisar dari 0 hingga 300 Hz dikenal sebagai gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah (Munawaroh dan Sudari, 2022). Medan listrik ELF tergolong radiasi nonionisasi dan memiliki spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi kurang dari 300 Hz (Kamila dan Sudari, 2022). Radiasi nonionisasi adalah jenis radiasi elektromagnetik yang tidak memiliki energi cukup tinggi untuk mengionisasi atom atau molekul. Ketika berinteraksi dengan sistem lain, radiasi ini non-termal karena energi medan magnet ELF yang sangat kecil. Medan magnet ELF memiliki banyak keunggulan dan hampir dapat menembus objek apa pun, yang merupakan salah satu karakteristiknya (Ariyani *et al.*, 2019). Medan listrik dan magnet bergabung untuk membentuk radiasi elektromagnetik yang dikenal sebagai ELF. Bahan bangunan merupakan salah satu unsur yang mudah mengurangi medan listrik yang dihasilkan oleh elektromagnetisme (ELF) (Wismaya dan Sugianto, 2022). Medan magnet ELF memiliki banyak manfaat, salah satunya di bidang pangan. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas lebih dari 500 μT berpotensi membunuh bakteri dan menghambat proliferasi suatu bakteri (Rahman *et al.*, 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Universitas Jember, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Gedung H, tepatnya di Laboratorium Fisika. Tahun pembelajaran 2023



menggunakan pembelajaran metode eksperimen. Metode eksperimen adalah pendekatan ilmiah di mana peneliti merancang dan melakukan serangkaian percobaan atau pengamatan sistem atau fenomena tertentu untuk mengumpulkan data empiris yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis atau teori tertentu. Tujuan dari metode eksperimen adalah untuk mengidentifikasi sebab-akibat, mengukur variabel, dan memahami fenomena dengan lebih baik (Azizah et al, 2021).

Praktikum kali ini dilakukan di laboratorium fisika untuk mengetahui medan magnet extremely low frequency (ELF) terhadap proses kematangan bahan pangan dengan alat yaitu generator medan magnet ELF, EMF-meter 1 buah, termometer, pH meter, gelas ukur, neraca/timbangan, nampan plastik, cawan, sarung tangan, penggaris. Adapun bahannya yaitu tape awal peragian 2 kg (2 hari sebelum matang). Selanjutnya menyiapkan 20 bungkus tape ketan (100gr/bungkus), kemudian membagi 2 kelompok, 10 bungkus merupakan kelompok kontrol dan 10 bungkus merupakan kelompok eksperimen dan menandai masing- masing bungkus dengan kertas label atau spidol permanen, kemudian meletakkan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada dua nampan yang berbeda, dilanjutkan memaparkan kelompok eksperimen terhadap medan magnet ELF. Selanjutnya menyimpan kedua kelompok tersebut dalam suhu ruangan dan mengamati bahan.

PEMBAHASAN

Radiasi gelombang elektromagnetik merupakan perambatan energi dalam bentuk gelombang yang tidak memerlukan medium untuk berpindah. Gelombang elektromagnetik terdiri dari kombinasi medan listrik dan medan magnet yang bergerak sejajar satu sama lain. Pada gelombang elektromagnetik ini terdapat beberapa konsep yang harus di ketahui. Konsep-konsep tersebut adalah spektrum elektromagnetik radiasi gelombang elektromagnetik memiliki spektrum yang mencakup berbagai panjang gelombang. Ada berbagai komponen untuk spektrum ini, termasuk gelombang tampak, ultraviolet, sinar-X, gamma, inframerah, dan radio. Setiap wilayah spektrum memiliki frekuensi dan panjang gelombang yang unik.



Frekuensi dan panjang gelombang membentuk ide kedua. Dalam gelombang, panjang gelombang (λ) adalah pemisahan antara dua puncak atau lembah berturut-turut. Jumlah gelombang yang bergerak melalui suatu tempat dalam satu detik dikenal sebagai frekuensi (f). Rumus $c = \lambda f$ menggambarkan hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan kecepatan cahaya (c).

Konsep selanjutnya yaitu kecepatan cahaya. Kecepatan cahaya dalam vakum adalah konstanta dan bernilai sekitar 3×10^8 meter per detik. Konsep ke empat yaitu sifat partikel dan gelombang. Radiasi elektromagnetik memiliki sifat ganda sebagai partikel (foton) dan gelombang. Sifat ini dijelaskan oleh teori kuantum. Ionisasi dan Non-ionisasi merupakan konsep yang harus di ketahui dalam materi ini. Radiasi elektromagnetik dapat menyebabkan ionisasi pada materi yang dilewatinya. Radiasi sinar-X dan sinar gamma adalah contoh radiasi ionisasi. Sebaliknya, radiasi seperti sinar ultraviolet dan tampak cenderung bersifat non-ionisasi.

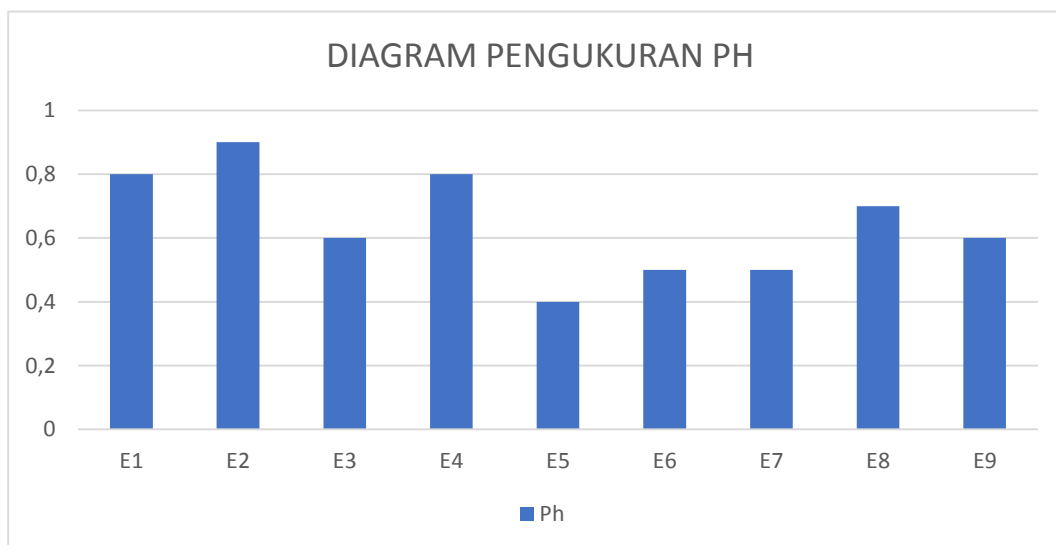
Konsep selanjutnya yaitu penggunaan radiasi dalam biologi. Radiasi elektromagnetik memiliki aplikasi dalam berbagai bidang biologi, seperti dalam teknik pencitraan medis (sinar-X dan MRI), fotosintesis (radiasi tampak), dan pengobatan kanker (terapi radiasi). Konsep terahir dalam materi ini yang harus diketahui yaitu bahaya dan proteksi radiasi. Paparan berlebihan terhadap radiasi elektromagnetik dapat berpotensi berbahaya. Oleh karena itu, penting untuk memiliki langkah-langkah proteksi, seperti menggunakan peralatan pelindung saat bekerja dengan sumber radiasi atau membatasi paparan terhadap radiasi di lingkungan sekitar.

Dalam praktikum pengaruh medan magnet sangat rendah frekuensi (ELF), kami menggunakan tiga variabel yaitu variabel terikat, variabel kontrol, dan variabel bebas. Variabel kontrol adalah variabel yang disesuaikan atau dikendalikan agar tidak mempengaruhi hasil eksperimen. Intensitas medan magnet ELF yang ditunjukkan dan jumlah sampel yang digunakan adalah variabel kontrol praktikum ini. Dalam suatu eksperimen, variabel bebas adalah variabel yang diubah atau dimanipulasi oleh peneliti. Variabel bebas praktikum ini yaitu sampel tape



kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Variabel terikat adalah variabel yang diukur atau diamati selama eksperimen untuk mengetahui apakah ada perubahan yang disebabkan oleh pengubahan variabel bebas. Parameter yang terikat dalam praktikum ini adalah ph tape, rasa, tingkat asam, rasa, tekstur, dan warna. Diagram yang menunjukkan nilai ph tape diberikan di bawah ini. Pada penelitian ini pembahasan elf sudah sesuai dengan literatur yang tercantum pada dasar teori pada jurnal Sulistiyowati, & Ulfah. Gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi 0 hingga 300 Hz disebut gelombang elektromagnetik. Ketika radiasi gelombang elektromagnetik ELF berinteraksi dengan suatu sistem, ia dapat memiliki dampak non-termal pada hal-hal biologis yang digunakan, yang berarti bahwa perubahan suhu tidak disebabkan.

Diagram Pengukuran pH



Tabel 1 Pengukuran pH

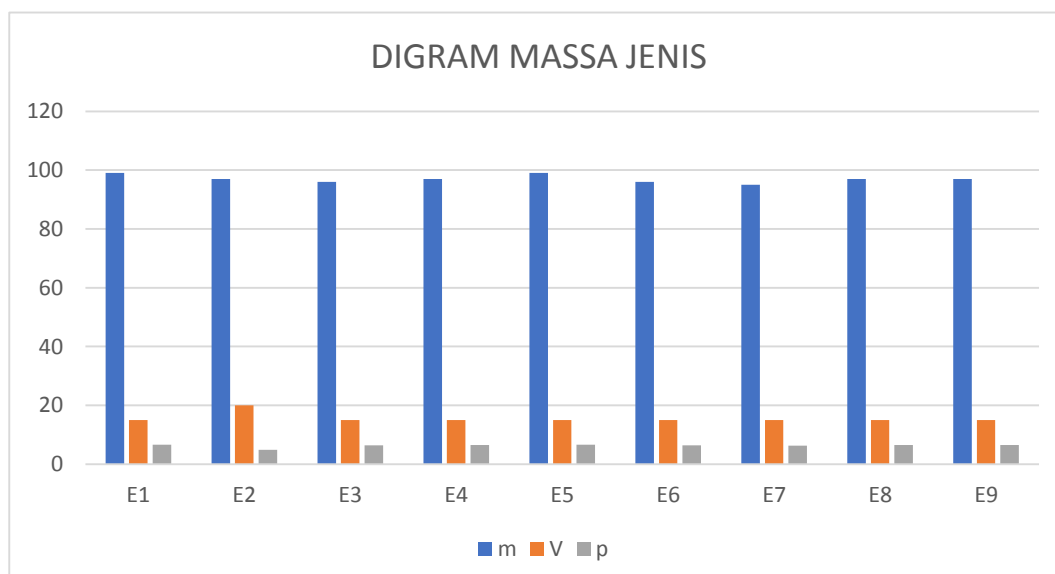
KELOMPOK KONTROL		KELOMPOK EKSPERIMEN	
K1	2,8	E1	0,8
K2	0,1	E2	0,9
K3	3,2	E3	0,6



K4	3,2	E4	0,8
K5	3,1	E5	0,4
K6	3,1	E6	0,5
K7	3,1	E7	0,5
K8	3,0	E8	0,7
K9	3,0	E9	0,6
K10	3,1	E10	-
pH rata-rata	2,77	pH rata-rata	0,64

Tabel 1 diatas menunjukkan sebuah data hasil pengukuran ph pada kelompok kontrol dan juga kelompok eksperimen. Pada kelompok kontrol kami menghitung rata-rata dengan menjumlah data K1 sampai K10 yang kemudian dibagi dengan banyak jumlah sampel hasilnya ph rata rata yaitu 2,77. Langkah yang sama juga dilakukan pada kelompok eksperimen yang menghasilkan ph rata-rata yaitu 0,64. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah presentase angkanya menandakan semakin tinggi ph nya atau semakin asam. Hal tersebut membuktikan bahwa radiasi medan magnet ELF mempercepat pematangan pada bahan pangan tape singkong.

Diagram Massa Jenis





Tabel Massa Jenis

KELOMPOK KONTROL				KELOMPOK EKSPERIMEN			
Nama Sampel	m	ΔV	ρ	Nama Sampel	m	ΔV	ρ
K1	96	15	6,4	E1	99	15	6,6
K2	95	15	6,3	E2	97	20	4,85
K3	97	15	6,46	E3	96	15	6,4
K4	97	15	6,46	E4	97	15	6,46
K5	97	20	4,85	E5	99	15	6,6
K6	97	15	6,46	E6	96	15	6,4
K7	98	15	6,53	E7	95	15	6,3
K8	98	15	6,53	E8	97	15	6,46
K9	96	20	4,8	E9	97	15	6,46
K10	96	19	6,4	E10	-	-	-
Massa jenis rata-rata			6,119	Massa jenis rata-rata			6,281

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengukuran massa jenis pada masing masing sampel kontrol dan eksperimen tape singkong dengan cara mencari rata-rata dan menjumlah data k1 sampai k10 yang kemudian dibagi dengan banyak jumlah sampel yaitu 10 dengan hasil rata rata massa jenis 6,119. Hal yang sama dilakukan pada kelompok eksperimen dengan hasil yaitu 6,28.

Tabel 3 aroma

Kelompok kontrol

SAMPel	NORMAL/KHAS			TIDAK ADA AROMA			BUSUK		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)



K1		√							
K2			√						
K3			√						
K4			√						
K5			√						
K6			√						
K7		√							
K8			√						
K9			√						
K10			√						

Tabel diatas menunjukkan mengenai penilaian aroma pada kelompok kontrol dengan nilai 1-3. Indikasi pada angka 1 menandakan aroma kurang, pada angka 2 menunjukkan bahwa aroma cukup dan pada angka 3 menunjukkan bahwa aroma tapenya sangat kuat. Dari tabel-tabel tersebut angka yang paling banyak yaitu 3 yang menunjukkan bahwa aroma tape yang dijadikan penelitian beraroma yang sangat kuat.

Tabel 4 aroma

Kelompok eksperimen

SAMPEL	NORMAL/KHAS			TIDAK ADA AROMA			BUSUK		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
E1	√								
E2	√								
E3				√					
E4				√					
E5				√					
E6				√					



E7	√								
E8	√								
E9	√								
E10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel diatas menunjukkan mengenai penilaian aroma pada kelompok eksperimen dengan nilai 1-3. Pada indikasi angka 1 menandakan aroma pada tape kurang, pada angka 2 berarti menunjukkan aroma cukup dan pada angka terakhir yaitu angka 3 menunjukkan bahwa aroma pada tape itu sangat kuat. Tabel diatas menunjukkan angka 1 normal/khas paling banyak dan angka 1 tidak ada aroma yang berarti aroma tape sedikit aman dibanding kelompok kontrol.

Tabel 5 tekstur

Kelompok kontrol

SAMPEL	PADAT			LEMBEK			BERAIR		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
K1		√							
K2		√							
K3				√				√	
K4		√							
K5				√				√	
K6				√				√	
K7				√				√	
K8		√		√			√		
K9									
K10				√			√		



Tabel diatas menunjukkan tekstur dari kelompok kontrol tape singkong setelah percobaan. Data tersebut menunjukkan hasilkan tape dengan tekstur yang dominan lembek dan berair, tetapi sedikit padat.

Tabel 6 tekstur

Kelompok eksperimen

SAMPEL	PADAT			LEMBEK			BERAIR		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
E1						√		√	
E2				√				√	
E3					√			√	
E4				√			√		
E5					√			√	
E6					√		√		
E7				√			√		
E8				√			√		
E9				√			√		
E10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel diatas menunjukkan tekstur dari kelompok eksperimen tape singkong setelah percobaan. menghasilkan tape dengan tekstur yang dominan lembek dan memiliki kadar air lebih banyak dibanding kelompok kontrol. hal ini karena semakin matang tape maka semakin banyak juga kadar airnya.

Tabel 7 rasa

Kelompok kontrol

SAMPEL	BAIK/KHAS			PAHIT			ASAM		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
K1		√						√	
K2	√				√				



K3	√				√				
K4	√				√				
K5	√				√				
K6	√				√				
K7		√						√	
K8	√				√				
K9	√				√				
K10	√				√				

Pada tabel diatas merupakan pengumpulan data yang menunjukkan rasa tape singkong yang telah diamati. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata tape singkong pada kelompok kontrol memiliki rasa yang normal dengan ditunjukkan angka 1. Akan tetapi rasa pada tape singkong pada kelompok kontrol ini terdapat rasa pahit yang ditunjukkan dengan angka 2 yang mengartikan bahwa pahit yang terdapat pada tape singkong ini lumayan terasa. Pada tape singkong kontrol ini juga terdapat rasa masam, akan tetapi hanya beberapa sampel tape.

Tabel 8 rasa

Kelompok eksperimen

SAMPSEL	PADAT			LEMBEK			BERAIR		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
E1		√		√			√		
E2		√		√			√		
E3	√				√				√
E4	√				√		√		
E5		√		√					√
E6	√				√		√		
E7		√		√			√		
E8		√		√				√	



E9		√		√				√	
E10		√		√			√		

Pada tabel rasa bagian eksperimen ini menunjukkan bahwa tape pada kelompok eksperimen ini memiliki rasa yang lebih beragam dari kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen ini menunjukkan rasa pada tape singkong yang kami teliti. Rasa pada tabel diatas ada 3 yaitu padat, lembek, dan barair. Pada tape singkong eksperimen yang kami teliti lebih dominan pada rasa yang sedikit padat, lumayan lembek, dan sedikit berair.

Pada radiasi medan maghnet *extremely low frequency* ini dapat digunakan pada kehidupan sehari-hari. Contoh peneraman elf ini yaitu dapat digunakan untuk komunikasi bawah tanah terutama pada tambang ataupun lingkungan di mana komunikasi radio atau gelombang mikro tidak dapat menembus dengan baik. Pemanfaatan lainnya yaitu digunakan sebagai pemantauan gempa bumi. Selain itu elf juga digunakan untuk penelitian atmosfer bumi yaitu untuk memahami perubahan dalam ionosfer dan efek cuaca ruang angkasa terhadap komunikasi dan navigasi. Pemanfaatan selanjutnya yaitu digunakan untuk teknologi navigasi dan pemetaan. Pada pemanfaatan ini elf digunakan untuk melacak posisi dan melakukan pemetaan di lingkungan di mana GPS atau teknologi navigasi konvensional tidak efektif. Selain itu elf juga digunakan dalam penelitian ilmiah termasuk studi tentang magnetosfer bumi, ionosfer, dan fenomena elektromagnetik lainnya di lingkungan alam.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut : 1. Paparan medan magnet ELF selama enam puluh menit berpengaruh terhadap ketahanan dan keawetan tape singkong. 2. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas 300 sangat berpengaruh terhadap kematangan tape singkong. 3. Tape singkong yang diberi paparan medan magnet



lebih tahan lama di bandingkan tape singkong yang tidak di beri paparan medan magnet Hal ini di karenakan medan magnet ELF dapat menghambat aktivitas bakteri yang dapat membuat makanan busuk. 4. tape singkong yang di teliti pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen tidak sama. Pada kelompok eksperimen rasa dari tape singkong ini lebih beragam dari pada tape singkong pada kelompok kontrol.

Berikut sarah dibuat berdasarkan hasil penelitian dan percakapan yang diikuti: 1. Dampak medan magnet ELF pada makanan yang diproduksi oleh tanaman dan dikonsumsi oleh masyarakat sekitar memerlukan penyelidikan lebih lanjut. 2. Intensitas dan durasi pengaruh pada tanaman target harus dipertimbangkan saat melakukan penelitian menggunakan gelombang elektromagnetik. 3. Penelitian di masa depan diantisipasi untuk meningkatkan produksi pita singkong.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, E., Sudarti, & Prastowo, S. H. (2019). Pengaruh Paparan Extremely Low Frequency Magnetic Field Terhadap pH Edamame. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8 (3), 132-136.
- Elisa, Syukri, M., & Herliana, F. (2023). *Konsep Gelombang & Penerapannya Dalam Kehidupan*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Harefa, A. R. (2019). Peran Ilmu Fisika Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Warta*, 13 (2), 1-10.
- Jumingin, Atina, Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik di Lingkungan Universitas PGRI Palembang. *Journal Online Of Physics*, 7 (2), 48-53.
- Kamila, B. S., & Sudarti. (2022). Potensi Pemanfaatan Radiasi Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Pada Proses Germinasi. *Jurnal Sains Agro*, 7 (2), 136-143.



- 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.
- Rahman, R. A., Sudarti, & Lesmono, A. D. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Massa Jenis Tomat Ranti. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8 (2), 241-245.
- Rijal, S., Barkey, R., Nursaputra, M., Ardiansah, T., Tahir, M. S., & Radeng, A. K. (2019). *Penginderaan Jauh Dalam Bidang Kehutanan*. Makassar: Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
- Sulistiyowati, A., Ulfah, A. Z., & Sudarti. (2023). Potensi Radiasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Penyakit Leukimia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9 (13), 123-131.
- Trisanti, D. D., & Sudarti. (2021). Analisis Kemampuan Multirepresentasi Verbal dan Tabel Tentang Konsep Spektrum Gelombang Elektromagnetik pada Mahasiswa Fisika. *Pancasakti Science Education Journal*, 6 (2), 46-51.
- Wismaya, H. S., & Sugianto, W. (2022). Radiasi Medan Elektromagnetik pada Jangkauan Frekuensi Sangat Rendah (Extremely Low Frequency) di Lingkungan Kampus Universitas PGRI Yogyakarta. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 8 (3), 1-6.