

Pengaruh Radiasi Medan Elektromagnet ELF Terhadap Intensitas Kematangan Tape Singkong Mentah

Fanisya Naisilla Putri¹, Andini Aszahra Putri¹, Elga Anggunia¹, Febtiana Ines Valerina¹, Prifki Andreansyah¹, Anindia Rimadhani¹, Roifatul Masruroh², Sudarti², Yushardi², Dyah Arum Arimurti², Habibah Khusna Baihaqi².

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

^{1, 2, 3, 4, 5}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Email Coresponden: 240210103007@mail.unej.ac.id

Abstract

Extremely Low Frequency (ELF) field is a spectrum of electromagnetic waves with frequencies below 300 Hz, consisting of electric and magnetic field components. This study aims to examine the effect of ELF fields on the maturity process of foodstuffs, especially cassava tape, which is fermented using yeast. Experiments were conducted by exposing raw cassava tape to an ELF magnetic field with an intensity of 300 μ T for $\pm$ 20 minutes. The analysis included pH, density measurements, as well as observations of aroma, texture, and taste (sweet, sour, bitter) before and after exposure. The results showed that the ELF field affected the fermentation speed and physical characteristics of the tape, such as softer texture, color, and resistance to moisture and temperature. Tape exposed to ELF fields had significant changes compared to tape without exposure, such as faster fermentation and better resistance to spoilage. These changes are thought to be caused by modification of the molecular structure of the material due to interaction with the magnetic field. These findings demonstrate the potential of ELF fields as a non-thermal method to accelerate the maturation of food ingredients, increasing the efficiency of food processing in industry. This technology can be applied to optimize product quality, including texture, taste and aroma of cassava tape.

Keywords: ELF Electromagnetic Field, Tape, Fermentation, And Product Quality.

Abstrak

Medan Extremely Low Frequency (ELF) adalah spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi di bawah 300 Hz, terdiri dari komponen medan listrik dan medan magnet. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh medan ELF terhadap proses kematangan bahan pangan, khususnya tape singkong, yang difermentasi menggunakan ragi. Eksperimen dilakukan dengan memaparkan tape singkong mentah pada medan magnet ELF berintensitas 300 μ T selama $\pm$ 20 menit. Analisis meliputi pengukuran pH, massa jenis, serta pengamatan aroma, tekstur, dan rasa (manis, asam, pahit) sebelum dan setelah paparan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan ELF mempengaruhi kecepatan fermentasi dan karakteristik fisik tape, seperti tekstur yang lebih lembut, warna, dan daya tahan terhadap kelembapan serta suhu. Tape yang terpapar medan ELF memiliki perubahan signifikan dibandingkan tape tanpa paparan, seperti fermentasi yang lebih cepat dan ketahanan lebih baik terhadap pembusukan. Perubahan ini diduga disebabkan oleh modifikasi struktur molekul bahan akibat interaksi dengan medan magnet. Temuan ini menunjukkan potensi medan ELF sebagai metode non-termal untuk mempercepat pematangan bahan pangan, meningkatkan efisiensi pengolahan pangan di industri. Teknologi ini dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kualitas produk, termasuk tekstur, rasa, dan aroma tape singkong.

Kata Kunci: Medan Elektromagnetik ELF, Tape, Fermentasi, Dan Kualitas Produk.

PENDAHULUAN

Ilmu fisika memiliki keterkaitan yang erat dengan kehidupan manusia, terutama dalam memahami struktur, perilaku, dan fenomena alam (Rahmadani *et al*, 2023). Pesatnya perkembangan penggunaan perangkat elektronik dalam kehidupan sehari-hari meningkat, mengakibatkan kebutuhan energi listrik semakin meningkat. Hal tersebut menyebabkan peningkatan

paparan berbagai frekuensi gelombang elektromagnetik di lingkungan sekitar. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat tanpa memerlukan medium, termasuk di ruang hampa. Sumber gelombang elektromagnetik terbagi menjadi gelombang elektromagnetik alami dan buatan. Gelombang elektromagnetik alami merupakan hasil dari bumi dan matahari dengan mencakup

berbagai jenis gelombang seperti seperti sinar X, sinar gamma, infra merah, sinar UV, cahaya tampak, gelombang radio dan gelombang mikro. Gelombang elektromagnetik buatan merupakan hasil dari pengoperasian sebuah alat dan sistem kabel menggunakan tenaga listrik (Firdausi *et al*, 2023).

Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik (E) dan medan magnet (B) yang berfluktuasi dan menjalar melalui ruang, membawa energi dari satu lokasi ke lokasi lain. Gelombang elektromagnetik terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang bergerak secara tegak lurus satu sama lain. Radiasi gelombang elektromagnetik terbagi menjadi radiasi yang memiliki frekuensi tinggi dengan energi yang cukup untuk memecah ikatan elektron, dan menghasilkan elektron bebas. Sebaliknya, radiasi yang memiliki frekuensi rendah dan tidak cukup energi untuk memecah ikatan elektron (Sari *et al*, 2018). Medan magnet ELF adalah bagian dari spektrum elektromagnetik dengan frekuensi rendah, yaitu 0-300 Hz. Pemanfaatan medan magnet ELF sangat luas, termasuk dalam industri pangan. Medan magnet ELF dapat mempercepat proses fermentasi dan juga dapat menaikkan efisiensi dalam proses fermentasi dengan cara menurunkan pH (Faridawati *et al*, 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik mempengaruhi mikroorganisme pada bahan pangan. Penelitian yang dilakukan oleh Astuti dan Sudarti (2021) menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik dalam frekuensi tertentu berdampak signifikan pada pertumbuhan bakteri dalam produk makanan. Intensitas dan durasi paparan memainkan peran penting dalam efektivitasnya. Jenis mikroorganisme yang terpapar juga mempengaruhi hasil fermentasi, dengan beberapa bakteri lebih rentan terhadap paparan ini. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik dapat memperlambat penurunan pH dan menghambat pertumbuhan bakteri, yang

berpotensi meningkatkan ketahanan dan masa simpan produk pangan (Irwandi *et al*, 2024).

Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh radiasi medan ELF terhadap intensitas kematangan tape singkong. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen, yang dimana dilakukan dengan menggunakan beberapa alat dan bahan. Alat yang digunakan seperti generator medan magnet ELF, EMF-meter, pH meter, neraca digital, nampan plastik, gelas ukur, sarung tangan, kertas label, dan plastik ziplock. Sebaliknya, bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa tape singkong yang masih mentah sebanyak 2 □□.

METODE

Penelitian tentang radiasi medan magnet ELF pada tape mentah biasanya melibatkan pengukuran dan analisis medan magnet yang dihasilkan oleh tape. Metode pengukuran yang sering digunakan meliputi penggunaan medan magnet, seperti magnetometer, untuk mendeteksi dan mengukur kekuatan medan magnet pada berbagai titik di sekitar tape. Penelitian ini dilakukan secara langsung di laboratorium fisika dasar FKIP Gedung 3 Universitas Jember pada hari Selasa, 12 November 2024. Salah satu manfaat radiasi medan *Electromagnet Extremely Low Frequency* (ELF) dapat digunakan untuk mengurangi bakteri yang ada dalam makanan, meningkatkan umur simpannya. Efek radiasi medan elektromagnetik rentang ELF juga dapat mempertahankan tingkat keasaman makanan, meningkatkan umur simpannya (Shabitna, 2023).

Tujuan khusus dari penelitian ini yaitu untuk menentukan metode penelitian yang terdapat pada. Jenis tape yang tersusun menggunakan proses digital, kecepatan putaran, jenis dan material yang menyusun tape. Beberapa variabel penelitian yang umum dipelajari merupakan, faktor-faktor yang berasal dari lingkungan. Pada dasarnya pengolahan makanan yang efektif dengan

cara mengawetkan, dengan cara menggunakan medan magnet ELF sangat penting dalam hal ini, diantaranya mencegah dalam pembusukan. Medan magnet ELF, teknologi alternatif, dapat membantu proses pengawetan makanan tanpa mengurangi kualitasnya. Ketika medan magnet diterapkan, paparan medan magnet ELF merusak struktur sel dan menyebabkan kematian sel bakteri patogen. Paparan medan magnet ini meningkatkan keamanan produk makanan karena mencegah bakteri dan menonaktifkan bakteri (Shabitna, 2023).

Penelitian ini bertujuan yang di mana singkong mentah diberikan perlakuan paparan medan elektromagnetik. Ketika terdapat aliran arus listrik, maka setiap peralatan elektronik dapat menimbulkan medan magnet. Medan magnet timbul karena adanya arus listrik sehingga pemanfaatan peralatan listrik berperan penting dalam peningkatan medan listrik di lingkungan dan intensitas paparan medan magnet. Beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam medan magnet yaitu, power supply yang dimana alat ini digunakan sebagai penghantar arus listrik, nampan yang digunakan sebagai wadah dalam penelitian, dan bahan yang digunakan yaitu singkong yang mentah merupakan bahan utama dalam penelitian (Kurniasari *et al.*, 2024).

Metode penelitian ini, sebagai mana kita harus menyiapkan beberapa alat dan bahan yang telah ditentukan dalam ELF yang menggunakan bahan utama yaitu tape singkong mentah, pastikan tape singkong tersebut sudah dikasih ragi tape dan singkong yang sudah di kasih ragi tape ditaruh dalam wadah yang dimana wadah itu dikasih beberapa angka, yang mana angka tersebut sebagai perbedaan tape yang terkena medan magnet dan tape yang tidak terkena medan magnet. Tape yang terkena medan magnet cenderung rasanya asam dan pahit yang dimana proses tersebut kurangnya kematangan dalam tape hal ini menyebabkan terganggunya pembusukan dalam tape singkong, dan dimana tape yang tidak terkena medan magnet cenderung manis dan

agak asam yang dimana terjadinya, kematangan pada tape yang terlalu lama dalam wadah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Radiasi elektromagnetik adalah fenomena fisika yang melibatkan kombinasi medan listrik dan medan magnet yang saling berinteraksi. Medan listrik dan medan magnet ini bergerak melalui ruang, membentuk gelombang yang dapat merambat dengan kecepatan cahaya. Proses ini memungkinkan radiasi elektromagnetik untuk membawa energi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Radiasi elektromagnetik mencakup berbagai jenis gelombang, mulai dari gelombang radio yang memiliki panjang gelombang paling panjang, hingga sinar gamma yang memiliki panjang gelombang paling pendek. Fenomena ini memiliki peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, termasuk komunikasi, pemanasan, dan pencahayaan. Berdasarkan metode yang digunakan dalam praktikum ini, yang dimana pada pengamatan tape singkong mentah dibagi menjadi 2 kelompok yaitu, kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, sehingga didapatkan data hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 1 pengamatan pengukuran pH tape singkong mentah menggunakan pH meter

Kelompok kontrol		Kelompok eksperimen	
K-1	2,0	E-1	2,0
K-2	2,0	E-2	2,0
K-3	2,1	E-3	2,0
K-4	2,1	E-4	2,2
K-5	2,1	E-5	2,2
Rata-rata ph	2,06	Rata-rata ph	2,08

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti yang ada pada tabel dengan rata rata 2,06 pada kelompok kontrol dan 2,08 pada kelompok eksperimen. dari hasil data yang diperoleh, menunjukkan bahwasanya medan magnet

ELF ini dapat mempercepat pematangan pada bahan tape singkong. Pada perhitungan pH tape singkong kontrol, dimana pada K-1 hingga K-5 mendapatkan nilai rata-rata pH 2,06 dimana untuk mendapatkannya yaitu dengan cara menghitung pH dari K-1 sampai

K-5 lalu dibagi dengan banyaknya jumlah sampel. lalu pada kelompok eksperimen dilakukan cara yang sama seperti pada kelompok kontrol dimana nilai rata-rata pada E-1 sampai E-10 memiliki rata-rata 2,08.

Tabel 2. Pengukuran massa jenis tape singkong mentah pada kelompok kontrol

Kelompok kontrol				Kelompok eksperimen			
Nama Sampel	m	Δv	ρ	Nama Sampel	m	Δv	ρ
K-1	9	10	0,9	E-1	9	10	0,9
K-2	6	5	1,2	E-2	10	10	1
K-3	10	9	1,1	E-3	10	10	1
K-4	8	10	0,8	E-4	8	9	0,8
K-5	11	10	1,1	E-5	13	9	1,4
Rata-rata massa jenis			1,02	Rata-rata massa jenis			1,02

Berdasarkan tabel pengamatan 2, mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda. Hasil massa dengan selisih menunjukkan adanya faktor yang mempengaruhi pH tape singkong mentah. Dimana pada tape kontrol 1 mempunyai massa 0,9, K-2 mempunyai massa 1,2, K-3 bermassa 1,1, K-4 mempunyai massa 0,8 dan K-5 memiliki massa 1,1. hasil rata rata dari massa tersebut yaitu 1,02. kemudian untuk massa pada tape kelompok eksperimen dimana pada E-1 bermassa 0,9, E-2 bermassa 1, E-3 bermassa 1, E-4 mempunyai massa 0,8 dan pada E-5 bermassa 1,4. Sehingga pada nilai hasil rata rata yang telah didapatkan yaitu 1,02.

Berdasarkan tabel 3 dimana angka 1 dapat diartikan bahwa aroma pada P(1) kurang, kemudian pada P(2) menandakan bahwa aroma tersebut cukup dan pada P(3) diartikan bahwa aroma tersebut sangat khas dengan aroma tape pada umumnya. pada sampel E-1 yang memberikan aroma kurang, E-2 memiliki aroma yang cukup, E-3 memberikan aroma yang kurang, sama halnya pada aroma yang diberikan E-4, dan

pada E-5 dengan aroma yang cukup. pada hasil tabel di atas menunjukkan P(1) ini lebih dominan. jadi dapat disimpulkan bahwa aroma pada tape kelompok eksperimen ini biasa saja.

Tabel 3. Pengukuran aroma pada kelompok eksperimen tape singkong mentah

Sampel	Normal/khas			Tidak ada aroma			Busuk		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1 E-									
2 E-									
3 E-									
4 E-									
5 E-									

Berdasarkan tabel 4 dimana pada P(2) menandakan aroma yang cukup ada/ cukup terasa pada P(3) diartikan bahwa aroma tersebut sangat khas dengan aroma tape pada umumnya. pada K-1 ini memperoleh aroma yang cukup atau terasa, pada K-2 memberikan aroma yang sangat khas pada tape umumnya, pada sampel tape K-3 sampai k-5 ini menunjukkan aroma yang sama yaitu cukup atau terasa. jadi, pada hasil tabel di atas menunjukkan bahwa aroma pada tape lebih dominan pada P(2) yang dapat disimpulkan bahwa aroma pada tape kelompok kontrol itu cukup ada atau terasa. Tabel 4. Pengukuran aroma pada kelompok kontrol tape singkong mentah

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)
K-1		✓							
K-2			✓						
K-3		✓							
K-4		✓							
K-5		✓							

Tabel 5. Pengukuran tekstur kelompok eksperimen tape singkong mentah

Sampel	Padat			Lembek			Berair		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)
E-1								✓	

Berdasarkan tabel 6 pengukuran pada tekstur kelompok kontrol pada tape singkong, menunjukkan bahwasanya tekstur pada tape singkong ini lebih dominan pada tekstur

E-2	✓								
E-3		✓							
E-4	✓								
E-5		✓							

Berdasarkan tabel pengamatan 5 yakni pengukuran pada tekstur tape singkong, pada bagian kelompok eksperimen ini memiliki tekstur yang padat. Hal ini terjadi karena tape singkong sudah mengalami medan elektromagnetik ELF. Pada K-1 dimana tape mempunyai tekstur yang lumayan berair, K-2 memiliki tekstur yang masih sangat padat seperti bentuk awal, K-3 tape bertekstur keras namun pada bagian tertentu bertekstur lembek, K-4 tekstur tape ini tergolong keras atau tidak lembek sama sekali, kemudian pada K-5 beberapa bagiannya bertekstur lembek namun dominan bertekstur keras. Tekstur yang dihasilkan tape dengan paparan medan ELF sedikit berbeda dengan tape yang tidak mengalami paparan medan ELF karena pH yang dihasilkan pada tape tersebut berbeda walaupun dicoba pada jam yang sama.

Tabel 6. Pengukuran tekstur kelompok kontrol tape singkong mentah

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

yang lembek dan berair tetapi masih ada yang padat. seperti yang ditunjukkan pada k-1 yang memiliki tekstur padat, k-2 dengan tekstur lembek, k-3 dengan tekstur berair, k-

4 dengan tekstur lembek, dan k-5 menunjukkan tekstur berair. Hal tersebut terjadi karena tape singkong ini tidak melewati/ mengalami medan elektromagnetik ELF.

Tabel 7. Pengukuran rasa pada kelompok eksperimen tape singkong mentah

Sampel	Baik/khas			Pahit			Asam		
	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)	P(1)	P(2)	P(3)

Berdasarkan tabel 7 pada pengukuran rasa untuk kelompok eksperimen ini menunjukkan bahwa rasa yang didapat lebih beragam dari kelompok kontrol. pada E-1 ini memberikan rasa yang baik atau khas, pada E-2 memberikan rasa yang pahit, pada E-3 memberikan rasa yang asam, E-4 yang memberikan rasa yang cukup baik atau khas, dan pada E-5 memberikan rasa yang pahit. jadi pada tape kelompok eksperimen ini dominan menunjukkan rasa yang pahit.

Tabel 8. Pengukuran rasa pada kelompok kontrol

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

Berdasarkan tabel 8 yaitu pengukuran rasa yang dilakukan pada kelompok kontrol menunjukkan hasil rasa yang dominan pada rasa asam dan cenderung pahit. Akan tetapi rasa tape singkong pada kelompok kontrol ini terdapat rasa asam dan pahit yang ditunjukkan dengan angka 3 yang mengartikan bahwa pahit yang terdapat pada tape singkong ini sangat terasa. Pada tape

E-1				✓					
E-2					✓				
E-3						✓			
E-4			✓						
E-5				✓					

singkong kontrol ini juga terdapat rasa masam, akan tetapi hanya satu sampel tape.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa tujuan eksperimen ini adalah untuk mengkaji pengaruh medan elektromagnetik pada frekuensi sangat rendah (ELF) terhadap kematangan dan ketahanan tape singkong mentah. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa paparan medan ELF dapat mempengaruhi proses kematangan tape singkong, baik dari segi tekstur, warna, maupun daya tahan terhadap faktor eksternal seperti kelembapan dan suhu. Tape singkong yang dipaparkan oleh medan ELF cenderung menunjukkan perubahan dalam kecepatan fermentasi dan karakteristik fisiknya, seperti kelembutan dan ketahanan terhadap pembusukan, dibandingkan dengan tape singkong yang tidak dipaparkan medan ELF. Namun, efek yang ditimbulkan oleh medan ELF terhadap ketahanan dan kematangan tape singkong dapat bervariasi tergantung pada intensitas dan durasi paparan medan elektromagnetik tersebut. Pengaruh radiasi medan elektromagnetik frekuensi rendah *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap intensitas kematangan tape singkong mentah menunjukkan bahwa eksposur ELF dapat mempengaruhi proses fermentasi dan perubahan sifat fisikokimia tape singkong. Intensitas dan durasi paparan ELF terbukti memodulasi aktivitas mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan dalam fermentasi, sehingga mempercepat atau memperlambat waktu

kematangan tape. Selain itu, radiasi ELF juga berpotensi mempengaruhi struktur enzim dan metabolisme pati menjadi gula, yang berdampak pada kadar alkohol, gula reduksi, serta tekstur tape.

DAFTAR PUSTAKA

- El Firdausi, Z. (2023). Pengaruh paparan medan magnet extremely low frequency (elf) dalam proses fermentasi tape. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran| E-ISSN: 3026-6629*, 1(2), 211-216.
- 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.
- Ferlita, S. A., Wulandari, I. T., Sari, N. L., Sudarti, S., & Mahmudi, K. (2024). Potensi Pemanfaatan Medan Magnet ELF Untuk Meningkatkan Ketahanan Daging. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 138-146.
- Irwandi, D. R., Azizah, C. D. N., Maharani, A. D. A., Yushardi, Y., Anggraeni, F. K. A., Meilina, I. L., & Cahyani, V. D. (2024). Pengaruh paparan medan magnet elf (extremely low frequency) 500 μ terhadap proses kematangan tape singkong. *Jurnal Sains Riset*, 14(1), 1-9.
- Kurniasari, S., Virna, R., Akuba, K. R., & Paputungan, D. T. (2024). Pengukuran Radiasi Medan Elektromagnetik ELF pada Bohlam yang Berbeda Warna. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(2), 816-820.
- Rahmadani, A. N., Hidayat, M. P., Muakhiroh, A., Saragih, D., & Anggraeri, F. K. A. (2023). Analisis dampak paparan medan magnet extremely low frekuensi terhadap kematangan dan ketahanan tape singkong (*Manihot esculenta*). *Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(9), 21-30.
- Shabitna, F. S. (2023). Pemanfaatan Gelombang Elektromagnet Extremely Low Frequency (Elf) Dalam Ketahanan Pangan. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(2), 1037-1040.
- Sari, I. K., Sudarti, S., & Prastowo, S. H. B. (2019). Aplikasi paparan medan magnet extremely low frequency (ELF) terhadap nilai derajat keasaman (pH) tape singkong. *FKIP e-Proceeding*, 3(2), 19-25.