

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET ELF (*EXTREMELY LOW FREQUENCY*) 300  $\mu$ T DAN 500  $\mu$ T TERHADAP PERUBAHAN JUMLAH MIKROBA DAN pH PADA PROSES FERMENTASI TAPE KETAN**

<sup>1)</sup>Kristian Rohmatul Sadidah, <sup>2)</sup>Sudarti, <sup>2)</sup>Agus Abdul Gani

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika

<sup>2)</sup> Dosen Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: [kris.tian53@rocketmail.com](mailto:kris.tian53@rocketmail.com)

**Abstract**

*Naturally, humans and other living things adapt to the radiation of electromagnetic waves coming from the sun and the use of electronic devices. The rapid development of technology and the use of electronic equipment cause the living things are exposed to the radiation of electromagnetic waves ELF (Extremely Low Frequency) whether it is consciously or not. Therefore, studies assessing the effects of exposure to ELF magnetic fields appear, one of them as the technology of food preservation and processing of fermentation products. Fermentation product which is often favored by the people is tape (fermented cassava). Generally, the durability of tape has a close relationship with the number of microbe especially acid-forming bacteria and pH value. The purpose of this study was to know the effect of 500 $\mu$ t and 300 $\mu$ t ELF magnetic fields to the change of microbes number and the pH on the fermentation process of sticky tape. The type of the study was experimental laboratories. The research design was a final observation type (subjects randomized post test only control group design). To calculate the number of microbes, it used dilution method and viewed with opti lab, while to test the degree of acidity (pH), it used receipts universal indicator. The results showed that 500 $\mu$ t and 300 $\mu$ t ELF magnetic fields exposure affect on the change in the number of microbes and the pH on the fermentation process of sticky tape. The highest decrease in the number of microbes was  $0.50 \times 10^{13}$  cells/mL with the 500  $\mu$ T intensity of exposure at the time of exposure 72 hours after fermentation. The highest increase in pH was 1.00 with the 500  $\mu$ T intensity of exposure at the time of exposure 24 hours after fermentation.*

**Key words:** *ELF magnetic fields, the number of microbes, pH*

**PENDAHULUAN**

Medan listrik dan medan magnet sudah ada sejak bumi kita ini terbentuk. Medan listrik dan medan magnet tersebut merupakan sumber terbentuknya gelombang elektromagnetik. Terdapat dua sumber gelombang elektromagnetik yaitu secara alamiah dan buatan. Sumber gelombang elektromagnetik secara alamiah dihasilkan oleh matahari dan bumi dalam bentuk spektrum gelombang, seperti gelombang mikro, gelombang radio, infra merah, cahaya

tampak, sinar ultraviolet, sinar X dan sinar gamma. Sedangkan sumber gelombang elektromagnetik buatan berasal dari sistem kabel dan peralatan listrik rumah tangga ketika dialiri listrik (Tribuana, N., 2000). Secara alamiah manusia dan makhluk hidup lainnya beradaptasi dengan radiasi gelombang elektromagnetik. Namun, pesatnya perkembangan teknologi dan pemakaian alat elektronika mengakibatkan makhluk hidup, disadari atau tidak akan terpapar oleh berbagai frekuensi gelombang elektromagnetik.

Setiap peralatan elektronika menghasilkan medan magnet ketika dialiri arus listrik. Hal ini sesuai dengan penelitian Oersted pada tahun 1819 bahwa arus listrik dapat menimbulkan medan magnet (Alonso dan Finn.,1994:128). Listrik yang dialirkan melalui peralatan elektronika yang bersumber dari PLN dengan frekuensi 50 Hz pada saat itu pula timbul medan listrik dan medan magnet. Perlu diketahui bahwa radiasi gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan medan listrik dan medan magnet tersebut memiliki spektrum sangat luas, mulai dari frekuensi ekstrem rendah hingga yang sangat tinggi. Arus listrik bolak-balik yang dihasilkan peralatan listrik menghasilkan medan elektromagnetik ELF (*Extremely Low Frequency*) dengan frekuensi 0 sampai dengan 300 Hz (Baafai, 2004). Sejak penggunaan alat elektronika menjadi gaya hidup modern, medan elektromagnetik tersebut ada di mana-mana. Topik hangat seputar paparan medan listrik dan medan magnet di lingkungan yang saat ini mulai dikaji dampaknya adalah efek paparan medan magnet ELF terhadap manusia, hewan dan tumbuhan (Dewi, R.A.C.,*et.al.* 2012). Anggapan tentang pengaruh buruk tingkat paparan medan magnet dari berbagai frekuensi bersifat non linier yaitu tingkat paparan dapat berpengaruh buruk atau baik tergantung oleh benda yang terpapar medan magnet tersebut. Menurut WHO, ambang batas paparan medan magnet ELF sebesar < 0,1 militesla (mT). Seiring dengan adanya penelitian-penelitian tersebut, mendorong peneliti untuk meninjau adakah pengaruh medan magnet ELF terhadap teknologi pengolahan atau pengawetan makanan melalui proses fermentasi. Salah satu proses fermentasi yang banyak digemari oleh masyarakat adalah produk berbahan dasar pati yaitu tapai (sering dieja sebagai tape).

Tape merupakan makanan selingan yang cukup populer di Indonesia dan Malaysia. Tape memiliki rasa manis dan sedikit mengandung alkohol, memiliki aroma yang menyenangkan, bertekstur lunak dan berair. Tetapi pada tape dapat pula timbul rasa asam (Hidayat, N.,*dkk.*,2006:111). Pembuatan

tape memanfaatkan proses fermentasi yang terdiri dari empat tahap penguraian, yaitu (1) molekul-molekul pati (amilum) akan dipecah menjadi gula-gula sederhana, merupakan proses hidrolisis enzimatis, (2) gula-gula yang terbentuk akan diubah menjadi alkohol, (3) alkohol akan diubah menjadi asam-asam organik oleh bakteri *Acetobacter* melalui proses oksidasi alkohol, (4) sebagian asam organik akan bereaksi dengan alkohol membentuk cita rasa tape yaitu ester (Hesseltine, 1979 dalam Putri, Y.N.,2007).

Umumnya keawetan tape mempunyai hubungan erat dengan jumlah mikroba utamanya bakteri pembentuk asam yang berkaitan erat pula dengan nilai pH (derajat tingkat keasaman). Perlu diketahui bahwa fermentasi tape menghasilkan senyawa asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) yang dapat disebabkan oleh aktivitas bakteri pembentuk asam. Dengan adanya teknologi medan magnet maka penurunan pH dapat dihambat yaitu dengan cara memindahkan energi dari medan magnet ke ion-ion dalam sel bakteri pembentuk asam dan akhirnya menyebabkan kematian sel. Selain itu, Sari, *dkk.* (2012) juga menyatakan bahwa teknologi medan magnet dapat memperbaiki kualitas serta memperpanjang umur simpan bahan pangan. Penggunaan medan magnet didasarkan pada aplikasi efek osilasi elektromagnetik terhadap pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme pembentuk asam. Apabila jumlah mikroorganisme pembentuk asam menurun, maka dapat menghambat penurunan pH.

Teknologi pengawetan pangan dengan paparan medan magnet tidak menyebabkan panas yang tinggi, sehingga tidak terjadi kehilangan dan kerusakan nutrisi pada bahan. Meskipun demikian, bukti tersebut belum meyakinkan bahwa medan magnet ELF akan berpengaruh terhadap proses pengawetan bahan pangan khususnya melalui proses fermentasi. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk mengungkap adanya efek yang ditimbulkan oleh paparan medan magnet ELF khususnya terhadap proses fermentasi tape ketan.

Intensitas paparan medan magnet ELF yang digunakan dalam penelitian ini 300

mikrotesla ( $\mu\text{T}$ ) dan 500 mikrotesla ( $\mu\text{T}$ ) dan medan listrik ELF pada intensitas tidak berbeda dengan medan listrik alamiah. Penggunaan intensitas tersebut didasarkan atas pertimbangan beberapa penelitian tentang dampak paparan medan magnet ELF, di antaranya: penelitian Hersa, V.T (2014) yang berjudul “Respon *Salmonella typhimurium* pada Bumbu Gado-gado terhadap Paparan ELF *Magnetic Field*” memberikan hasil bahwa pemberian medan magnet ELF 409,7  $\mu\text{T}$ , 536,3  $\mu\text{T}$ , dan 646,7  $\mu\text{T}$  selama 30 menit berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba dan menyebabkan kematian sel *Salmonella typhimurium*. Penelitian Rohma (2013) membuktikan bahwa kuat medan magnet 0,1 mT dengan lama paparan 15’36” dapat meningkatkan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kacang merah dan kacang buncis hitam. Penelitian yang dilakukan oleh Lai dan Singh (2004) pada sel otak tikus yang dipajan dengan medan magnet 60 Hz 0,1 – 0,5 mT selama 24 jam dan 48 jam menunjukkan adanya patah untai tunggal (single strand) DNA dan untai ganda (*double strand*) dalam jumlah yang banyak. Penelitian Sudarti (2002) menyimpulkan bahwa paparan medan elektromagnetik ELF pada intensitas rendah ( $< 0,1$  mT) secara kontinu tidak berpengaruh terhadap risiko leukimia pada tikus putih. Penelitian Wardhana (2008) menyimpulkan bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100  $\mu\text{T}$  secara intermiten 4 jam per hari selama 3 minggu tidak berpengaruh terhadap frekuensi detak jantung pada medium biologi mencit BALB/c.

Adapun pola desain penelitian seperti gambar 1. berikut.

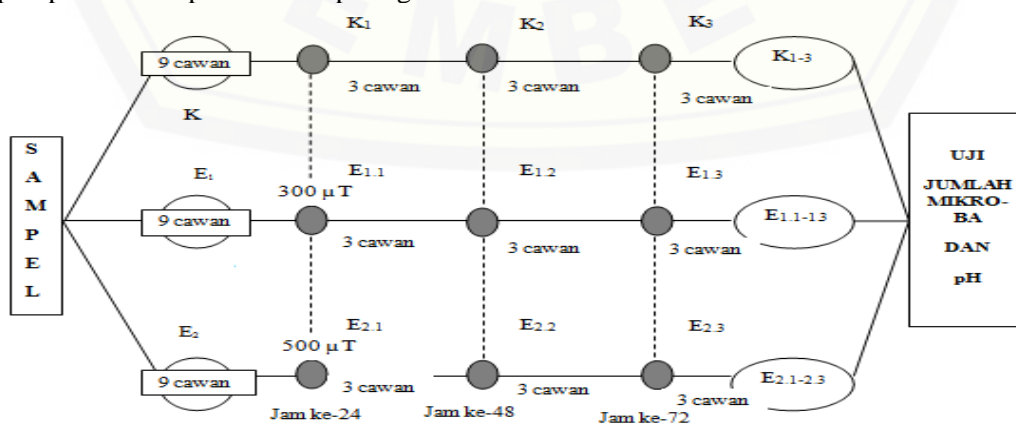
Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH pada Proses Fermentasi Tape Ketan”.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah:

- a) Apakah paparan medan magnet ELF 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap perubahan jumlah mikroba pada proses fermentasi tape ketan?,
  - b) Apakah paparan medan magnet ELF 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap perubahan pH pada proses fermentasi tape ketan?.
- Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  terhadap perubahan jumlah mikroba dan pH pada proses fermentasi tape ketan.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium dengan menggunakan desain penelitian *randomized subjects post test only control group design* di mana pembagian dua kelompok subjek penelitian dilakukan secara acak. Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 27 cawan ketan yang dicampur ragi tape, masing-masing cawan berisi 50 gram.



Gambar 1. Desain penelitian

Keterangan:

- K<sub>1-3</sub> : sampel kelompok kontrol tanpa paparan medan magnet ELF.
- E<sub>1.1</sub> : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 300  $\mu$ T dengan lama paparan 30' pada saat 24 jam setelah peragian
- E<sub>1.2</sub> : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 300  $\mu$ T dengan lama paparan 30' pada saat 48 jam setelah peragian
- E<sub>1.3</sub> : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 300  $\mu$ T dengan lama paparan 30' pada saat 72 jam setelah peragian
- E<sub>2.1</sub> : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 500  $\mu$ T dengan lama paparan 30' pada saat 24 jam setelah peragian
- E<sub>2.2</sub> : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 500  $\mu$ T dengan lama paparan 30' pada saat 48 jam setelah peragian
- E<sub>2.3</sub> : sampel kelompok eksperimen dengan paparan medan magnet 500  $\mu$ T dengan lama paparan 30' pada saat 72 jam setelah peragian

Pada penelitian ini perlakuan medan magnet ELF yang digunakan adalah a) input sumber tegangan PLN 220 Volt, kuat arus 5 A, dan frekuensi 50 Hz, dengan tegangan terpakai 7 volt dan kuat arus 125 A dan 700 A, b) intensitas paparan medan magnet ELF yang digunakan sebesar 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T dan c) lama paparan 30 menit setiap 24 jam,

48 jam dan 72 jam setelah peragian. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah penghitungan jumlah mikroba dan nilai pH. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, a) Alat: ELF *Electromagnetic Fields Sources*, indikator universal, neraca, tabung reaksi, gelas ukur, mikro pipet dan tip biru, alat/ruang penghitung dari Petroff-Hausser (*haemocytometer*), mikroskop *compound*, *vortex mixer* dan Opti lab, b) Bahan: beras ketan sebanyak 750 gram

(masing-masing cawan terdiri dari 50 gram ketan), ragi tape sebanyak 1 1/2 butir (ragi NKL), dan akuades steril sebanyak 2000 mL.

Penghitungan jumlah mikroba diawali dengan metode pelarutan dan selanjutnya menghitung jumlah mikroba yang terlihat di dalam opti lab. Tahapan untuk menghitung jumlah mikroba antara lain: a) Tape ketan yang telah diberi perlakuan, masing-masing diambil 1 gram dan dilarutkan dalam 9 mL akuades steril untuk dijadikan sampel masing-masing kelompok, b) Menyiapkan beberapa buah tabung yang berisi akuades steril sebanyak 9 mL. c) Masing-masing tabung kemudian ditambahkan 1 mL sampel yang akan diperiksa secara bertahap, yaitu: (1) 1 mL sampel ke dalam tabung pertama, hingga konsentrasi larutan di dalam tabung pertama menjadi  $10^{-1}$ , (2) 1 mL dari tabung pertama ke tabung kedua, hingga konsentrasi larutan di dalam tabung kedua menjadi  $10^{-1}$ , dan seterusnya sampai mencapai konsentrasi larutan terendah, d) Mengambil 1 mL sampel dari konsentrasi larutan terendah, selanjutnya dilakukan penghitungan sel mikroba di bawah alat/ruang hitung Petroff-Hausser dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum \text{sel/mL} = \text{Jumlah sel terhitung} \times \text{Jumlah kotak pada ruang penghitung yang dipergunakan untuk menghitung} \times \text{Pelarutan.}$$

Adapun untuk uji pH menggunakan indikator universal dengan cara mencelupkan indikator ke dalam air tape yang telah siap diuji dan nilai pH tape dapat dibaca langsung melalui perubahan warna indikator universal.

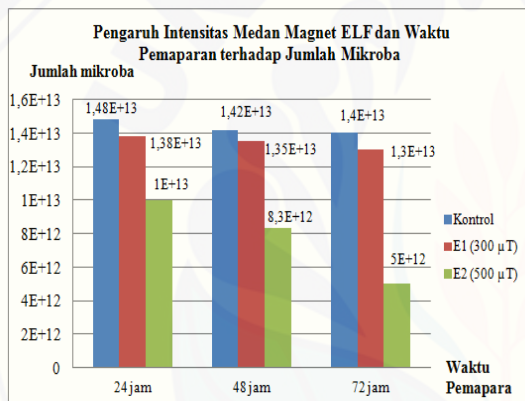
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan pengaruh paparan medan magnet ELF 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T terhadap jumlah mikroba baik kelompok kontrol maupun eksperimen dengan lama paparan 30' tersaji dalam tabel 1. berikut:

**Tabel 1.** Data pengaruh medan magnet ELF terhadap jumlah mikroba tape ketan

Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
Kel	Sel/mL	Sel/mL	Paparan 300 $\mu$ T			Paparan 500 $\mu$ T		
			Kel	Sel/mL	Sel/mL	Kel	Sel/mL	Sel/mL
K <sub>1</sub>	$1,80 \times 10^{13}$	$1,48 \times 10^{13}$	E <sub>1.1</sub>	$1,10 \times 10^{13}$	$1,38 \times 10^{13}$	E <sub>2.1</sub>	$0,80 \times 10^{13}$	$1,00 \times 10^{13}$
	$1,50 \times 10^{13}$			$1,70 \times 10^{13}$			$1,20 \times 10^{13}$	
	$1,15 \times 10^{13}$			$1,35 \times 10^{13}$			$1,00 \times 10^{13}$	
K <sub>2</sub>	$1,55 \times 10^{13}$	$1,42 \times 10^{13}$	E <sub>1.2</sub>	$1,35 \times 10^{13}$	$1,35 \times 10^{13}$	E <sub>2.2</sub>	$1,00 \times 10^{13}$	$0,83 \times 10^{13}$
	$1,25 \times 10^{13}$			$1,40 \times 10^{13}$			$0,80 \times 10^{13}$	
	$1,45 \times 10^{13}$			$1,30 \times 10^{13}$			$0,70 \times 10^{13}$	
K <sub>3</sub>	$1,40 \times 10^{13}$	$1,40 \times 10^{13}$	E <sub>1.3</sub>	$1,60 \times 10^{13}$	$1,30 \times 10^{13}$	E <sub>2.3</sub>	$0,45 \times 10^{13}$	$0,50 \times 10^{13}$
	$1,50 \times 10^{13}$			$1,20 \times 10^{13}$			$0,45 \times 10^{13}$	
	$1,30 \times 10^{13}$			$1,10 \times 10^{13}$			$0,60 \times 10^{13}$	

Selanjutnya hasil analisis tiap pengukuran tersebut digambarkan dalam bentuk diagram (gambar 2) berikut:



**Gambar 2.** Diagram pengaruh paparan medan magnet ELF dan waktu paparan terhadap jumlah mikroba tape ketan

Berdasarkan gambar 2, terdapat perbedaan jumlah mikroba pada masing-masing varian. Pada kelompok kontrol, ketika waktu paparan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah peragian masing-masing diperoleh jumlah rata-rata mikroba sebesar  $1,48 \times 10^{13}$  sel/mL,  $1,42 \times 10^{13}$  sel/mL dan  $1,40 \times 10^{13}$  sel/mL.

Pada kelompok eksperimen I (300  $\mu$ T), ketika waktu paparan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah peragian masing-masing diperoleh jumlah rata-rata mikroba sebesar  $1,38 \times 10^{13}$  sel/mL,  $1,35 \times 10^{13}$  sel/mL dan  $1,30 \times 10^{13}$  sel/mL.

Pada kelompok eksperimen II (500  $\mu$ T), ketika waktu paparan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah peragian masing-masing diperoleh jumlah rata-rata

mikroba sebesar  $1,00 \times 10^{13}$  sel/mL,  $0,83 \times 10^{13}$  sel/mL dan  $0,50 \times 10^{13}$  sel/mL. Berdasarkan data tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa dengan adanya perlakuan paparan medan magnet dapat menekan pertumbuhan jumlah mikroba tape. Jumlah rata-rata mikroba kelompok eksperimen I (300  $\mu$ T) dan eksperimen II (500  $\mu$ T) lebih sedikit dibandingkan kelompok kontrol. Selain itu, tampak pada waktu paparan 72 jam setelah peragian untuk kelompok eksperimen II dengan intensitas paparan medan magnet 500  $\mu$ T mengalami penurunan jumlah rata-rata mikroba tertinggi yaitu sebesar  $0,50 \times 10^{13}$  sel/mL.

Pemberian medan magnet ditujukan untuk menekan jumlah mikroba yang ada pada tape. Energi ditransfer secara khusus dari medan magnet ke ion-ion sel yang mengandung karbohidrat, protein, garam-garam seperti  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$ . Perpindahan energi ke ion menghasilkan peningkatan kecepatan serta aliran ion seperti  $Ca^{2+}$  melewati membran sel. Ion-ion membawa efek medan magnet dari daerah interaksi ke organ lainnya dan akan merusak protein dalam sel. Rusaknya protein dalam sel mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme sel, sehingga menyebabkan kematian sel. Akibatnya jumlah mikroba pada kelompok eksperimen I dan eksperimen II mengalami penurunan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa intensitas paparan medan magnet ELF 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T berpengaruh terhadap jumlah mikroba tape ketan.

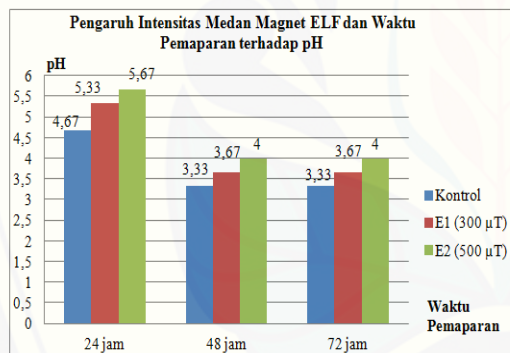
Penelitian ini juga mengkaji pengaruh medan magnet ELF terhadap nilai pH. Hasil pengamatan pengaruh paparan medan magnet ELF 300  $\mu\text{T}$  dan

500  $\mu\text{T}$  terhadap pH pada proses fermentasi tape ketan baik kelompok kontrol maupun eksperimen dengan lama paparan 30' tersaji dalam tabel 2. berikut:

**Tabel 2.** Data pengaruh medan magnet ELF terhadap pH tape ketan

No	Kelompok Kontrol			Kelompok Eksperimen					
	Kelom-pok	pH	$\bar{pH}$	Paparan 300 $\mu\text{T}$			Paparan 500 $\mu\text{T}$		
				Kelom-pok	pH	$\bar{pH}$	Kelom-pok	pH	$\bar{pH}$
1	K <sub>1</sub>	5	4,67	E <sub>1,1</sub>	6	5,33	E <sub>2,1</sub>	6	5,67
		4			5			6	
		5			5			5	
2	K <sub>2</sub>	3	3,33	E <sub>1,2</sub>	4	3,67	E <sub>2,2</sub>	4	4
		3			4			4	
		4			3			4	
3	K <sub>3</sub>	3	3,33	E <sub>1,3</sub>	4	3,67	E <sub>2,3</sub>	4	4
		4			3			4	
		3			4			4	

Hasil pengukuran pH oleh pengaruh paparan medan magnet ELF digambarkan dalam bentuk diagram (gambar 3) berikut:



**Gambar 3.** Diagram pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap jumlah pH tape ketan

Berdasarkan data hasil pengukuran pH diperoleh pengaruh intensitas paparan medan magnet ELF terhadap nilai pH. Pada kelompok eksperimen I dan eksperimen II memiliki nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Pada kelompok kontrol 24 jam setelah peragian diperoleh nilai rata-rata pH sebesar 4,67 dan mengalami peningkatan pada kelompok eksperimen I (300  $\mu\text{T}$ ) menjadi 5,33 dan eksperimen II (500  $\mu\text{T}$ ) sebesar 5,67. Sehingga peningkatan tertinggi yaitu pada kelompok eksperimen II sebesar 1,00.

Nilai pH pada waktu 48 jam dan 72 jam setelah peragian untuk masing-masing kelompok kontrol, eksperimen I, dan eksperimen II tidak mengalami perubahan. Pada kelompok kontrol memiliki nilai rata-rata pH sebesar 3,33, kelompok eksperimen I sebesar 3,67 dan kelompok eksperimen II memiliki nilai rata-rata pH sebesar 4. Hal ini menunjukkan bahwa pada pH rata-rata kelompok kontrol sebesar 3,33 mengalami peningkatan pH sebesar 0,34 pada kelompok eksperimen I dan pada kelompok eksperimen II juga mengalami peningkatan nilai pH sebesar 0,67.

Berdasarkan data yang diperoleh juga dapat menunjukkan hubungan antara jumlah mikroba dengan nilai pH. Jumlah mikroba merupakan indikator adanya bakteri pembentuk asam, sebagaimana telah diketahui bahwa keasaman pada tape dapat disebabkan oleh aktivitas bakteri pembentuk asam. Peran mikroba dalam tape terutama bakteri pembentuk asam yaitu mengandung protein yang merupakan salah satu nutrisi sel atau sebagai zat gizi organik yang berperan untuk pertumbuhan dan proses metabolisme sel. Protein tersebut akan digunakan oleh bakteri pembentuk asam untuk menghasilkan senyawa asam. Apabila jumlah mikroba

yang tumbuh banyak, maka jumlah bakteri pembentuk asam akan banyak dan dapat menurunkan pH tape. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan bahwa pada kelompok kontrol 24 jam memiliki jumlah mikroba paling tinggi dibandingkan kelompok eksperimen I dan eksperimen II sehingga memiliki nilai pH paling kecil.

Nilai pH pada waktu 48 jam dan 72 jam setelah peragian untuk masing-masing kelompok kontrol, eksperimen I, dan eksperimen II tidak mengalami perubahan nilai rata-rata pH. Hal ini dapat disebabkan oleh masa hidup mikroba dalam proses fermentasi yang berbeda-beda. Namun, hal ini tidak mempunyai pengaruh yang besar karena pada masing-masing kelompok memiliki nilai rata-rata pH yang berbeda. Pada kelompok kontrol baik pada waktu 48 jam maupun 72 jam memiliki jumlah mikroba yang lebih besar dibandingkan kelompok eksperimen I dan eksperimen II, sehingga memiliki nilai pH lebih kecil dibandingkan dengan kelompok eksperimen I dan eksperimen II. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah mikroba, maka semakin besar pula penurunan pH dan sebaliknya.

Berdasarkan data yang diperoleh, medan magnet ELF berpengaruh terhadap perubahan nilai pH, namun kurang signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor luar seperti temperatur, udara, zat yang digunakan dalam perlakuan, serta perlakuan pada saat pembuatan tape termasuk tangan manusia. Hal ini akan berpengaruh pula pada nilai pH (keasaman tape). Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian baik proses enzimatik maupun mikrobiologis. Faktor-faktor tersebut di atas kesemuanya berpengaruh terhadap perkembangan mikroba dan pH pada proses fermentasi dan harus adaimbangan antara faktor-faktor tersebut (Kartasapoetra, A.G., 1989:122-124).

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka dapat diambil

kesimpulan sebagai berikut: a) Paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) intensitas 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap perubahan jumlah mikroba pada proses fermentasi tape ketan. Penurunan jumlah mikroba tertinggi yaitu sebesar  $0,50 \times 10^{13}$  sel/mL terjadi pada perlakuan intensitas paparan 500  $\mu\text{T}$  pada waktu pemaparan 72 jam setelah peragian, b) Paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) intensitas 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap perubahan jumlah mikroba dan pH pada proses fermentasi tape ketan. Peningkatan nilai pH tertinggi yaitu sebesar 1,00 terjadi pada perlakuan 500  $\mu\text{T}$  pada waktu pemaparan 24 jam setelah peragian.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan antara lain: a) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek paparan medan magnet ELF menggunakan intensitas berbeda yaitu kurang dari 300  $\mu\text{T}$  atau lebih besar dari 500  $\mu\text{T}$ , b) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek paparan medan magnet ELF terhadap jenis makanan olahan yang lain, mengingat medan magnet ELF dapat dimanfaatkan sebagai teknologi pengolahan dan pengawetan makanan, c) Dalam melakukan penelitian, sebaiknya memperhatikan faktor-faktor luar seperti temperatur, udara, zat yang digunakan dalam perlakuan, serta perlakuan pada saat fermentasi berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M dan Finn, E.J. 1994. *Dasar-dasar Fisika Universitas (Jilid 2) Medan dan Gelombang*. Terjemahan oleh Lea Prasetyo dan Kusnul Hadi. Jakarta: Erlangga
- Baafai, U.S. 2004. Polusi dan Pengaruh Medan Elektromagnet terhadap Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Teknik Simetrika*. Vol. 2, No.2, Agustus 2003
- Dewi, R.A.C., Hariadi, Y.C., Nurhayati, A.Y. 2012. "Efek Medan Listrik DC

- Terhadap Dormansi dan Germinasi Benih Semangka (*Citrullus lanatus*)". Tidak Ditebitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Hersa, V.T. 2014. "Respon *Salmonella typhimurium* pada Bumbu Gado-gado terhadap Paparan *Extremely Low Frequency* (ELF) *Magnetic Field*". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Hidayat, N., Padaga, M.C., Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: ANDI
- Kartasapoetra, A.G. 1989. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Jakarta: BINA AKSARA
- Lai, H dan Singh, N. 2004. *Magnetic field-Induced DNA Strand Breaks in Brain Cells of the Rat*. *Environ. Health. Perspect. Jurnal*. 112(8) : 1-12.
- Putri, Y.N. 2007. "Mempelajari Pengaruh Penyimpanan Tape Ketan (*Oryza sativa glutinosa*) terhadap Daya Terima Konsumen". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Rohma, A. 2013. *Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Enzim  $\alpha$ -Amilase Pada Kecambah Kacang Merah Dan Kacang Buncis Hitam (*Phaseolus Vulgaris L.*)*. Lampung: Universitas Lampung
- 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*. Vol.13 No.2:78-87
- Sudarti dan Widajati, S.M.W. 2002. Resiko Leukimia pada Tikus Putih setelah Dipapar Medan Elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF). *Jurnal Saintifika*, 3 (2): 76-84
- Tribuana, N. 2000. *Pengukuran medan listrik dan medan magnet di bawah SUTET 500 kV* (online) <http://www.elektroindonesia.com/elktro/ener32a.html>. Diakses tanggal [29 Januari 2014]
- Wardhana, I.T. 2008. "Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Frekuensi Detak Jantung Medium Biologi pada Mencit BALB/c". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- WHO. 2007. Dr. Emilie van Devender, Acting Coordinator. Radiation and Environmental Health. *Environment Health Criteria*. Genewa: 21-27