

## Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 500 $\mu$ T terhadap pH, Massa Jenis, dan Kualitas Fisik Tahu Sutera

Nurul Mega Astutik<sup>1\*</sup>, Sudarti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Fisika Fisika, FKIP Universitas Jember,  
Jember 68121, Indonesia

\*e-mail: [nurulmegaa2411@gmail.com](mailto:nurulmegaa2411@gmail.com)

Received: 02 Januari 2021. Accepted: 30 Januari 2021. Published: Februari 2021

### Abstrak

Tahu sutera merupakan salah satu jenis produk olahan tahu yang memiliki kandungan air tinggi, sehingga membuat tahu sutera bersifat mudah rusak atau busuk. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pH, massa jenis, dan kualitas fisik pada tahu sutera. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan desain rancang acak lengkap (RAL). Sampel pada penelitian adalah 51 tahu sutera dengan 15 sampel untuk kelompok kontrol dan 36 sampel untuk kelompok eksperimen. Kelompok kontrol adalah kelompok yang tidak diberi paparan medan magnet ELF, sedangkan kelompok eksperimen adalah kelompok yang diberi paparan medan magnet ELF intensitas 500  $\mu$ T dengan variasi lama paparan 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF berpengaruh pada pH, massa jenis, dan kualitas fisik tahu sutera. Paparan medan magnet mampu menghambat pertumbuhan bakteri dalam tahu sutera, sehingga menyebabkan nilai pH tahu sutera meningkat dan massa jenis tahu sutera menurun. Paparan medan magnet ELF selama 90 menit efektif dalam menghambat proses pembusukan fisik tahu sutera.

**Kata Kunci:** medan magnet, *Extremely Low Frequency* (ELF), tahu sutera

## *Effects of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field 500 $\mu$ T on pH, Density, and Physical Quality of Silk Tofu*

### Abstract

*Silk tofu is a type of tofu processed product that has a high water content, thus making silken tofu easily damaged or rotten. Therefore, a study was conducted to examine the effects of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic fields on pH, density, and physical quality of silk tofu. This study used an experimental research type with a completely randomized design (CRD). The samples in this study was 51 silk tofu with 15 samples for the control group and 36 samples for the experimental group. The control group is the group that is not exposed to the ELF magnetic field, while the experimental group is the group that is exposed to the ELF magnetic field with an intensity of 500  $\mu$ T with variations in exposure time of 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. The results showed that exposure to an ELF magnetic field had an effect on pH, density, and physical quality of silken tofu. Exposure to a magnetic field was able to inhibit the growth of bacteria in silken tofu, causing the pH value of silken tofu to increase and the density of silken tofu to decrease. Exposure to the ELF magnetic field for 90 minutes was effective in inhibiting the physical decay process of silken tofu.*

**Keywords:** magnetic field, *Extremely Low Frequency* (ELF), silk tofu

### PENDAHULUAN

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang medan listrik dan medan

magnet yang dalam perambatannya tidak memerlukan suatu medium perantara. Adanya gelombang elektromagnetik,

kuat medan listrik dan medan magnet di tiap tempat yang dilewati gelombang elektromagnetik berubah-ubah terhadap waktu. Medan magnet dapat menembus hampir semua material, sedangkan medan listrik tidak mampu melakukan hal tersebut (Young, 2012). Medan magnet dan medan listrik adalah sumber terbentuknya gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik berasal dari matahari dan bumi dalam bentuk spektrum gelombang yang meliputi sinar gamma, sinar X, sinar ultraviolet, sinar tampak, inframerah, gelombang radio, gelombang mikro, sistem kabel, dan peralatan yang berenergi listrik (Tribuana, 2000).

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan jenis medan magnet yang memiliki frekuensi sangat rendah yaitu mulai dari 0 Hz sampai 300 Hz. Pemanfaatan medan magnet ELF memberikan dampak positif dalam bidang pangan berdasarkan beberapa penelitian, antara lain menurut Kristinawati, et al (2015) paparan medan magnet ELF dengan intensitas 100  $\mu\text{T}$  selama 5 menit berpengaruh terhadap penurunan nilai pH dan penurunan kadar air pada proses pembuatan keju *cream cheese*. Selanjutnya, Ridawati (2017) menyatakan bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 300  $\mu\text{T}$  selama 5 menit berpengaruh terhadap nilai pH dan DHL pada susu fermentasi. Kemudian, penelitian Sadidah (2015) yang mengkaji paparan medan magnet ELF menggunakan intensitas 500  $\mu\text{T}$  selama 30 menit berpengaruh terhadap jumlah mikroba dan nilai pH pada proses fermentasi tape ketan.

Tahu merupakan produk yang berasal dari hasil penggumpalan protein kacang-kacangan. Konsumsi tahu rata-rata per orang per tahun di Indonesia sekitar 8,50 kg (SUSENAS, 2009). Jumlah ini lebih besar empat kali lipat dibandingkan dengan tingkat konsumsi daging ayam atau daging sapi. Hal ini disebabkan oleh harga tahu yang lebih

terjangkau daripada harga daging. Salah satu jenis olahan tahu yaitu tahu sutera yang mempunyai tekstur sangat lembut dibanding tahu biasa. Pembuatan tahu sutera menggunakan salah satu bahan penggumpal yang bernama *Glucono Delta Lacton* (GDL) sebagai koagulan tahu. Disamping harganya yang murah dan rasanya yang enak, kandungan gizi dan protein dalam tahu sutera juga cukup tinggi. Selain itu, tahu sutera juga mempunyai daya cerna yang sangat tinggi karena serat dan karbohidrat yang terkandung di dalamnya bersifat larut dalam air dan sebagian besar terbuang pada proses pembuatannya. Dengan daya cerna sekitar 95%, tahu sutera dapat dikonsumsi dengan aman oleh semua golongan umur (Gusnadi, 2020). Tahu sutera memiliki tekstur yang sangat rapuh. Bahan makanan ini cepat rusak karena memiliki kadar air dan protein tahu yang tinggi, sehingga masa simpan tahu pada suhu ruang ( $27^{\circ}\text{C}$ ) hanya dapat bertahan 1-2 hari saja. Setelah lebih dari sehari, maka rasa tahu akan menjadi asam dan terjadi perubahan warna, aroma, dan tekstur sehingga tidak layak untuk dikonsumsi.

Kondisi demikian menimbulkan pemikiran bahwa perlunya dilakukan sebuah penelitian mengembangkan pemanfaatan medan magnet ELF yang dapat menghambat mikroorganisme pada bahan pangan, dengan objek yang akan digunakan dalam penelitian adalah tahu sutera. Peneliti mencoba mengkaji pengaruh intensitas medan magnet dan lama paparan terhadap pH, massa jenis, dan kualitas fisik tahu sutera.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian medan magnet ELF pada tahu sutera dilakukan di Laboratorium Fisika Lanjut, Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Penelitian

dilakukan untuk mengetahui dampak paparan medan magnet ELF 500  $\mu$ T terhadap pH, massa jenis, dan kualitas fisik pada tahu sutera. Desain penelitian yang digunakan adalah desain Rancang Acak Lengkap (RAL) atau *randomized subject post test only control group design*. Pada penelitian ini, terdapat pembagian antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen secara acak. Kelompok eksperimen yaitu kelompok yang dipapar medan magnet ELF dengan intensitas 500  $\mu$ T serta lama paparan medan magnet ELF yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Untuk setiap sampel diamati setelah 8 jam, 16 jam, 24 jam, dan 32 jam.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi CT (*Current Transformator*) sebagai penghasil medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*), EMF Tester sebagai alat untuk mengukur besar medan magnet yang dihasilkan oleh CT, pH meter digunakan sebagai alat untuk mengukur pH sampel, alu dan mortal yang digunakan sebagai alat untuk menghaluskan sampel, dan neraca digital untuk mengukur massa jenis sampel. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu larutan aquades untuk melarutkan sampel, larutan buffer dengan pH 7,00 untuk mengkalibrasi pH meter, dan styrofoam sebagai wadah pembungkus sampel.

Prosedur dalam penelitian ini yaitu menyiapkan tahu sutera terlebih dulu, kemudian membagi tahu sutera menjadi dua kelompok, 5 bungkus sampel untuk kelompok kontrol dan 24 bungkus sampel untuk kelompok eksperimen. Masing-masing sampel berisi 3 tahu sutera yang berukuran sama. Kemudian diberikan perlakuan dengan memapari medan magnet ELF selama 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Pengukuran pH, massa jenis, dan kualitas fisik dilakukan pada jam ke-0 (sebelum pemaparan), jam ke-8, jam ke-16, jam ke-24, dan jam ke-32 setelah pemaparan. Tahap selanjutnya yaitu analisa data hasil pengamatan dengan metode analisis deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

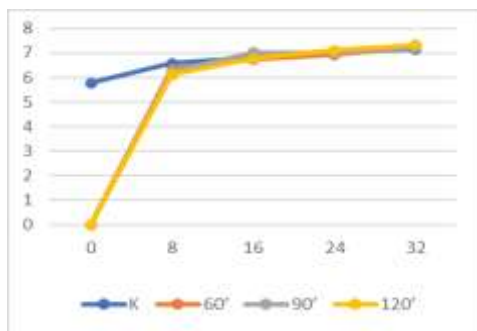
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF 500  $\mu$ T dengan variasi lama paparan 60 menit, 90 menit, dan 10 menit terhadap pH, massa jenis, dan kualitas fisik tahu sutera. Pengukuran pH dilakukan di laboratorium Pendidikan Fisika Universitas Jember. Rata-rata nilai pH tahu sutera sebelum dan setelah dipapar medan magnet ELF 500  $\mu$ T diberikan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Data Rata-rata Nilai Ph Tahu Sutera

Kelompok		Rata-Rata Nilai pH				
		0	8	16	24	32
Kontrol	K	5,77	6,58	6,83	7,04	7,16
Eksperimen	60'	-	6,36	6,74	6,92	7,23
	90'	-	6,23	7,02	7,01	7,23
	120'	-	6,13	6,77	7,12	7,33

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai pH tahu sutera untuk kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Perbedaan rata-rata nilai pH tahu sutera untuk kelompok Kontrol dan kelompok Eksperimen diberikan pada gambar 1.

Berdasarkan gambar 1, diketahui bahwa nilai pH tahu sutera memiliki perbedaan antara nilai rata-rata pH tahu sutera kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen.



**Gambar 1.** Grafik Rata-rata Nilai Ph Tahu Sutera

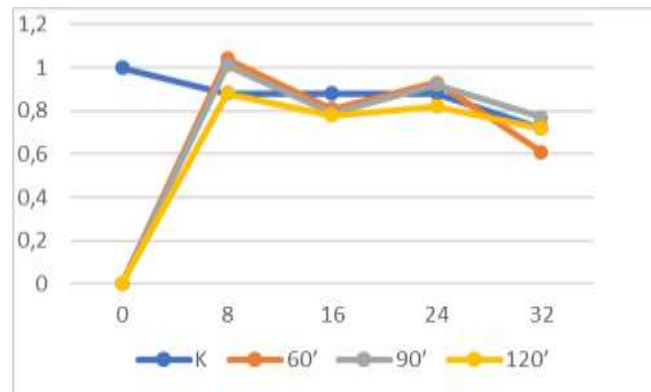
Kelompok eksperimen memiliki nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok ekperimen. Pada jam ke-0 (sebelum paparan), pH memiliki nilai sebesar 5,77. Selanjutnya pada kelompok kontrol lain, yaitu jam ke 8 sampai jam ke-32 nilai pH mengamali peningkatan. Pada kelompok eksperimen, nilai pH yang berada di bawah kelompok kontrol terdapat pada kelompok eksperimen dengan lama paparan 60 menit (jam ke-8, jam ke-16), lama paparan 90 menit (jam ke-8, dan lama paparan 120 menit (jam ke-8, jam ke-16). Sedangkan nilai pH yang berada di atas kelompok kontrol, yaitu terdapat pada kelompok eksperimen dengan lama paparan 60 menit (jam ke-24, jam ke-32), lama paparan 90 menit (jam ke-16, jam ke-24, jam ke-32), dan lama paparan 120 menit (jam ke-24, jam ke-32). Peningkatan nilai pH pada kelompok eksperimen dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan pada intensitas 500  $\mu$ T semua berada diatas kelompok kontrol, yaitu paparan 60' jam ke-32 sebesar 7,23; paparan 90' jam ke-16 sebesar 7,0 dan jam ke-32 sebesar 7,23; dan paparan 120' jam ke-24 sebesar 7,12 dan jam ke-32 sebesar 7,33.

Peningkatan nilai pH tahu sutera disebabkan oleh adanya paparan medan magnet ELF yang dikenakan pada tahu sutera, sehingga berpengaruh pada pertumbuhan bakteri dalam tahu sutera. Penelitian Leitao dan Rios (2000) menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, nilai derajat keasaman yang dihasilkan oleh sampel semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan bakteri yang tergantung pada lama penyimpanannya. Semakin lama waktu penyimpanan, maka semakin banyak pula pertumbuhan bakteri yang disebabkan oleh adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme. Oleh karena itu dapat menyebabkan pembusukkan pada bahan pangan. Selain itu, menurut Kimestri (2015), adanya interaksi antara medan magnet dan sel dapat menghambat aktivitas metabolisme bakteri pembentuk asam. Sehingga, adanya paparan medan magnet yang dikenakan pada tahu sutera dapat mematikan mikroba patogen akibat kerusakan struktur protein yang ada dalam sel. Kerusakan protein inilah yang menghambat proses metabolisme sel.

Berdasarkan data pengamatan, diketahui bahwa paparan medan magnet ELF pada tahu sutera mampu menambah keefektifan menghambat pertumbuhan bakteri. Sehingga, nilai rata-rata pH tahu sutera mengalami peningkatan lebih kecil dari kelompok kontrol. Selain itu, lama paparan dari medan magnet juga mempengaruhi nilai pH tahu sutera. Semakin lama waktu paparan, maka nilai penurunan pH akan semakin kecil. Berikut adalah tabel dan grafik hasil pengukuran massa jenis tahu sutera sebelum dan setelah dilakukan paparan medan magnet ELF:

**Tabel 2.** Data Rata-rata Massa Jenis Tahu Sutera

Kelompok	Rata-Rata Nilai Massa Jenis	Rata-Rata Nilai Massa Jenis				
		0	8	16	24	32
Kontrol	K	1	0,88	0,88	0,88	0,72
Eksperimen	60'	-	1,04	0,81	0,93	0,61
	90'	-	1,01	0,79	0,92	0,77



Gambar 2. Grafik Rata-rata Massa Jenis Tahu Sutera

Tabel 2 diatas menunjukkan nilai massa jenis tahu sutera kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Dari tabel 2 diketahui jika kelompok kontrol yang tidak mendapat paparan medan magnet memiliki massa jenis yang lebih besar karena mengalami penurunan massa jenis yang sedikit. Sedangkan tahu sutera pada kelompok eksperimen yang mendapat paparan medan magnet mengalami penurunan massa jenis yang cukup signifikan.

Berdasarkan gambar 2, diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai massa jenis tahu sutera antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Massa jenis tahu sutera kelompok kontrol lebih besar daripada kelompok eksperimen. Pada jam ke-0 (sebelum pemaparan), massa jenis tahu sutera sebesar 1 gram. Selanjutnya, pada kelompok kontrol jam ke 8 sampai jam ke-24 massa jenis tahu sutera tidak mengalami penurunan, yaitu sebesar 0,88 gram dan massa jenis tahu sutera pada jam ke-32 sebesar 0,72. Pada kelompok eksperimen, massa jenis tahu sutera mengalami penurunan yang signifikan, yaitu pada paparan 60 menit, massa jenis tahu sutera menurun dari 1,04 gram hingga 0,61 gram. Pada paparan 90 menit, massa jenis tahu sutera mengalami penurunan dari 1,01 gram hingga 0,77 gram. Pada paparan 120 menit, massa jenis tahu sutera juga mengalami penurunan dari 0,88 gram hingga 0,72 gram. Penurunan massa jenis tahu sutera pada kelompok eksperimen dapat dilihat dari grafik yang

menunjukkan pada intensitas 500  $\mu\text{T}$  massa jenis tahu sutera mengalami penurunan lebih tinggi daripada kelompok kontrol, sehingga diketahui bahwa tahu sutera yang tidak diberi paparan medan magnet memiliki massa jenis yang lebih besar daripada tahu sutera yang diberi paparan medan magnet.

Volume erat kaitannya dengan jumlah kadar air yang terkandung dalam tahu sutera tersebut. Semakin banyak kadar air yang terkandung dalam makanan, maka proses pembusukan akan lebih mudah. Hal ini disebabkan oleh jumlah mikroba yang memiliki kesempatan untuk tumbuh dalam bahan pangan yang memiliki jumlah air (Supardi dan Sukanto, 1999). Paparan medan magnet ELF dapat mencegah tumbuhnya bakteri pada tahu sutera karena mampu mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Sesuai dengan data pada tabel 2 yang menunjukkan bahwa massa jenis tahu sutera pada kelompok eksperimen lebih kecil daripada kelompok kontrol, maka proses pembusukan tahu sutera kelompok eksperimen lebih lama daripada kelompok kontrol. Hal ini disebabkan oleh turunnya kadar air dalam tahu sutera dapat menghambat berkembangnya bakteri pembusuk, sehingga tahu sutera akan lebih bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama.

Hasil pengamatan kualitas fisik pada tahu sutera menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup jauh

antara tahu sutera yang tidak dipapar medan magnet ELF dan tahu sutera yang dipapar medan magnet ELF. Hal ini terlihat pada kualitas fisik tahu sutera yang meliputi warna, tekstur, aroma, dan lendir yang dihasilkan oleh tahu sutera. Kelompok kontrol (tidak dipapar medan magnet) menunjukkan bahwa tahu sutera pada jam ke-0 memiliki warna yang sangat putih, tekstur keras namun lembut, sangat beraroma tahu, dan tidak berlendir serta berair. Kelompok kontrol pada jam ke-8 menunjukkan tahu sutera sudah mengalami sedikit perubahan, yaitu warna tahu yang berwarna putih biasa, tekstur mulai agak lunak, aroma tahu tidak begitu kuat, namun tidak menghasilkan lendir dan berair. Hal ini juga berlaku ketika pengamatan tahu sutera kelompok kontrol pada jam ke-32 yang menunjukkan banyak perubahan, dimana tahu sudah berwarna sangat kekuningan, teksturnya sangat lunak, aroma sangat busuk, dan mengeluarkan banyak lendir dan air. Sedangkan untuk kelompok eksperimen, kualitas fisik tahu sutera yang dihasilkan berbeda dengan kelompok kontrol. Pada pemaparan 60 menit, jam ke-8 dan jam ke-16 tahu sutera masih berwarna putih, tekstur masih keras namun lembut, beraroma tahu, dan tidak berlendir dan berair. Pada pemaparan 90 menit dan jam ke-8 dan jam ke-16 memiliki kualitas yang baik, karena terlihat bahwa tahu sutera masih berwarna sangat putih, tekstur keras namun lembut, beraroma tahu, dan belum mengeluarkan lendir dan air. Pada pemaparan 120 menit jam ke-8 terlihat bahwa tahu sutera mengalami perubahan pada tekstur yang mulai agak lunak daripada jam ke-8 pada pemaparan 90 menit. Pada kelompok eksperimen pemaparan 60 menit, 90 menit, maupun 120 menit pada jam ke-24 dan jam ke-32 menunjukkan bahwa tahu sudah mulai mengalami proses pembusukan karena warna tahu mulai menguning, teksturnya lunak, sedikit beraroma busuk, dan berlendir serta berair.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diketahui bahwa tahu sutera yang diberi pemaparan medan magnet ELF selama 90 menit cukup efektif untuk mempertahankan kualitas fisik tahu sutera. Karena data pengamatan menunjukkan bahwa kualitas fisik tahu sutera pada pemaparan selama 90 menit jam ke-8 lebih baik daripada kualitas fisik tahu pada pemaparan selama 60 menit dan 10 menit. Tidak hanya pada jam ke-8, namun pada jam ke-16, jam ke-24, dan jam ke-32, hasil pengamatan kualitas fisik yang diberi paparan selama 90 menit menunjukkan warna, tekstur, aroma, dan lendir yang lebih baik daripada waktu paparan lainnya. Hal ini disebabkan oleh adanya pemaparan medan magnet ELF yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri pada tahu sutera sehingga berdampak pada kualitas fisik tahu sutera itu sendiri.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada intensitas 500  $\mu$ T berpengaruh para nilai pH, massa jenis, dan kualitas fisik tahu sutera. Adanya paparan medan magnet menyebabkan peningkatan nilai pH tahu sutera dan penurunan massa jenis tahu sutera. Paparan medan magnet ELF dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada tahu sutera, sehingga proses pembusukan juga terhambat.

## **Ucapan Terima Kasih**

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Sudarti, M. Kes atas semua saran dan bimbingan yang diberikan selama ini serta semua pihak yang telah mendukung.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik. 2009. *Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) Tahun 2009*. Jakarta: BPS.
- Gusnadi, Dendi. 2020. Analisis Daya Terima Konsumen pada Inovasi Produk Unbaked *Cheese Cake* Berbasis Tahu Sutura. *Jurnal Ilmiah Hospitality*. 9 (1): 49-50.
- Kimestri, A. B. 2015. *Pengawetan Bahan Pangan dengan Teknik Nontermal*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Kristinawati, Andika. (2015). *Pengaruh Medan Magne ELF (Extremely Low Frequency) Terhadap pH dan Kadar Air pada Proses Pembuatan Keju Jenis Cream Cheese* (Skripsi, Universitas Jember).
- Leitao dan Rios. 2000. Microbiological and Chemical Canges in Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosebergii*) Stored Under Refrigeration. *Brazil Journal Microbiology*. 31 (3): 178-183.
- Ridawati, S. 2017. *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Minuman Susu Fermentasi Sebagai Indikator Kadaluarsai* (Skripsi, Universitas Jember).
- Sadidah, K. R., Sudarti, dan A. A. Gani. 2015. 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. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4(1): 1-8.
- Supardi, Imam dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Erlangga.
- Sari, Lutfiana D. 2018. *Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Massa Jenis dan Derajat Keasaman pada Daging Ayam* (Skripsi, Universitas Jember).
- Young, Hugh D. 2012. *College Physics 9<sup>th</sup> Edition*. San Fransisco: Pearson Education, Inc.