

THE EFFECT OF INTENSITY AND LONG EXPOSURE TO EXTREMELY LOW FREQUENCY MAGNETIC FIELD ON DENSITY OF SILK TOFU

Nurul Mega Astutik, Sudarti, Albertus Djoko Lesmono

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, nurulmegaa2411@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh intensitas dan lama paparan medan magnet ELF terhadap massa jenis tahu sutera. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel penelitian terdiri dari 5 sampel kelompok kontrol (tanpa paparan medan magnet ELF) dan 36 sampel kelompok eksperimen (diipapar medan magnet ELF intensitas 600 μ T, 900 μ T, dan 1200 μ T selama 50 menit, 100 menit, dan 150 menit). Pengukuran data hasil penelitian dilakukan pada jam ke-0 sebelum pemaparan dan jam ke-10, ke-20, ke-30, dan ke-40 setelah pemaparan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat mempengaruhi perubahan nilai massa jenis tahu sutera. Hal tersebut dibuktikan dengan grafik nilai massa jenis pada pengukuran kelompok kontrol yang menurun lebih tajam dibandingkan kelompok eksperimen yang cenderung mempertahankan nilai massa jenis. Intensitas medan magnet ELF yang efektif mempertahankan nilai massa jenis tahu sutera yaitu pada 1200 μ T dengan lama paparan 100 menit.

Abstract

This study aims to examine the effect of intensity and duration of exposure to the ELF magnetic field on the density of silken tofu. The type of research used is experimental research with Completely Randomized Design (CRD). The research sample consisted of 5 samples of the control group (without exposure to the ELF magnetic field) and 36 samples of the experimental group (exposed to ELF magnetic fields of 600 μ T, 900 T, and 1200 T for 50 minutes, 100 minutes, and 150 minutes). Measurement of research data was carried out at 0 hours before exposure and at 10, 20, 30, and 40 hours after exposure. The results showed that exposure to the ELF magnetic field could affect changes in the density value of silken tofu. This is evidenced by the graph of the density value in the control group measurement which decreased more sharply than the experimental group which tended to maintain the density value. The intensity of the ELF magnetic field which is effective in maintaining the density value of silken tofu is at 1200 μ T with an exposure time of 100 minutes.

Kata kunci: Medan magnet ELF; Tahu sutera; Massa jenis

Pendahuluan

Tahu merupakan suatu produk pangan yang berasal dari hasil penyarian kedelai yang digiling dengan penambahan air berupa gumpalan protein kedelai. Tingkat konsumsi tahu sebagai makanan di Indonesia sangat tinggi dan cenderung meningkat tiap tahunnya (Awifa et al., 2016). Tahu terdiri dari beberapa jenis, salah satunya yaitu tahu sutera. Tahu sutera atau tofu merupakan jenis tahu yang bertekstur sangat lembut dibandingkan dengan tahu biasa. Selain memiliki harga yang murah dan rasa yang enak, kandungan gizi dan protein yang dimiliki tahu sutera juga cukup tinggi. Tahu memiliki kandungan gizi terutama mutu protein yang setara dengan daging. Selain sebagai sumber protein, tahu juga mengandung lemak, vitamin, dan mineral (Sarwono & Saragih, 2004).

Tahu memiliki kandungan air sekitar 80%-88%. Semakin banyak kandungan air dalam bahan pangan maka proses pembusukan juga semakin cepat berlangsung (Supardi & Sukanto, 1999).

Umumnya, tahu hanya memiliki masa simpan selama 1-2 hari saja. Setelah lebih dari sehari, tahu akan mengalami perubahan rasa dan kualitas fisik yang meliputi warna, aroma, dan tekstur yang menunjukkan terjadinya pembusukan pada tahu sehingga tidak dapat dikonsumsi. Terkait dengan masa simpan tahu yang singkat, maka perlu pengawetan untuk memperpanjang masa simpan tahu (Indrawijaya et al., 2017). Namun, masih banyak oknum nakal yang menambahkan bahan pengawet berbahaya untuk menambah masa simpan tahu seperti formalin, rodhamin B, boraks, dan lain-lain (Syarifaini et al., 2014). Penggunaan

bahan pengawet yang bukan untuk makanan tentu berbahaya untuk kesehatan, karena bahan tersebut kemungkinan beracun dan menyebabkan kematian (Manoe, et al 2019).

Pemanfaatan medan magnet ELF mulai banyak digunakan untuk mengatasi berbagai permasalahan di bidang pangan (Sudarti et al., 2021). Medan magnet ELF merupakan salah satu spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi sangat rendah yaitu kurang dari 300 Hz. Medan magnet ELF bersifat tidak terhalangi atau dapat menembus benda hampir berbagai materi. Sumber gelombang elektromagnetik ini dapat dihasilkan oleh perangkat elektronik yang sering digunakan pada kegiatan sehari-hari, seperti pada kabel listrik, saluran listrik, dan lain-lain (Sudarti, 2010).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa teknologi medan magnet ELF dapat memberikan dampak yang positif dalam bidang pangan, yaitu penelitian oleh Sudarti et al. (2020) yang membuktikan bahwa pemberian paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 700 μT - 900 μT pada ikan bandeng segar dapat mengurangi pertumbuhan bakteri hingga 73% dan paparan 880 μT dalam 2 \times 30 menit dapat mengurangi pertumbuhan bakteri hingga 62% pada 5 jam setelah paparan. Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui bahwa paparan medan magnet ELF berperan dalam proses pengawetan ikan bandeng segar. Penelitian selanjutnya menjelaskan bahwa paparan medan magnet ELF intensitas 700 μT berpengaruh terhadap massa jenis daging ayam. Semakin tinggi intensitas dan lama paparan yang diberikan pada daging ayam, maka massa jenis daging ayam juga semakin besar karena terjadi penyusutan volume (Sari, 2018). Terdapat pula penelitian mengenai paparan medan magnet ELF dengan besar intensitas 150 μT , 300 μT , dan 450 μT yang berpengaruh terhadap massa jenis otak pada tikus putih, dimana besar intensitas medan magnet ELF mempengaruhi jumlah kerusakan sel otak pada tikus putih. Penelitian Masyuroh (2015) mengenai paparan medan magnet ELF terhadap massa jenis otak tikus putih dapat bermanfaat di bidang kesehatan. Kemudian, penelitian pemaparan medan magnet ELF dengan intensitas 300 μT dan 500 μT selama 60 menit dan 120 menit dapat mempengaruhi nilai pH, massa

jenis, dan kualitas fisik dari buah anggur hitam. Pemberian paparan medan magnet ELF tersebut dapat memperpanjang umur simpan buah anggur hitam (Niati, 2021).

Massa jenis merupakan salah satu sifat penting dari suatu bahan yang berkaitan dengan massa dan volume bahan. Semakin tinggi kadar air, maka proses pembusukan akan lebih mudah karena adanya aktivitas mikroba dalam bahan pangan. Untuk menghambat aktivitas bakteri dalam bahan, maka perlu dilakukan pengurangan kadar air yang mempengaruhi volume dan massa jenis suatu bahan. Pengurangan kadar air tersebut dapat dilakukan dengan penggunaan paparan medan magnet ELF pada bahan pangan. Berdasarkan uraian di atas, peneliti mencoba mengkaji tentang pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas 600 μT , 900 μT , dan 1200 μT selama 50 menit, 100 menit, dan 150 menit akan memberikan dampak atau tidak terhadap massa jenis tahu sutera.

Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni di Laboratorium ELF, Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel pada penelitian yaitu tahu sutera yang dibeli langsung dari tempat produksi tahu sutera di daerah Patrang, Jember. Jumlah sampel dalam penelitian sebanyak 41 sampel yang berisi 5 buah tahu sutera pada tiap sampel. Seluruh sampel dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol sebanyak 5 sampel dan kelompok eksperimen sebanyak 36 sampel. Kelompok eksperimen yaitu kelompok yang dipapar medan magnet ELF dengan intensitas 600 μT , 900 μT , dan 1200 μT serta lama paparan 50 menit, 100 menit, dan 150 menit. Pengukuran massa jenis dilakukan pada jam ke-10, jam ke-20, jam ke-30, dan jam ke-40 setelah proses pemaparan. Tiap pengukuran sampel dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

Alat dan bahan dalam penelitian ini adalah Current Transformer (CT) sebagai sumber medan magnet ELF, EMF Tester untuk memastikan besar

intensitas medan magnet ELF yang digunakan, neraca digital untuk mengukur massa sampel, gelas beaker sebagai wadah untuk mencampur cairan dengan sampel, strong water, aquades, air aqua asli, serta kotak plastik untuk wadah sampel. Prosedur penelitian diawali dengan menyiapkan sampel tahu sutera, kemudian dibersihkan dengan strong water untuk menghilangkan bahan pengawet yang terdapat pada tahu sutera. Selanjutnya, tahu sutera diwadahi satu per satu dalam kotak plastik dan diberi air aqua asli hingga tahu sutera terendam. Selanjutnya, untuk kelompok kontrol disimpan pada ruangan dengan suhu ruang ($\pm 29^{\circ}\text{C}$) dan kelompok eksperimen diberi perlakuan dengan dipapar medan magnet ELF 600 μT , 900 μT , dan 1200 μT selama 50 menit, 100 menit, dan 150 menit.

Tahap selanjutnya yaitu pengambilan data yang dilakukan mulai jam ke-0 sebelum pemaparan, jam ke-10, jam ke-20, jam ke-30, dan jam ke-40 setelah pemaparan. Pengukuran massa jenis dilakukan dengan mengukur massa tahu sutera menggunakan neraca digital, kemudian mengukur volume akhir tahu sutera dengan menambahkan tahu ke dalam aquades pada gelas beaker. Massa jenis diukur melalui perhitungan dengan membagi massa tahu sutera dan volume akhir tahu sutera. Penelitian menggunakan metode analisis deskriptif. Analisis statistik menggunakan Microsoft Office Excel 2016 dan IBM SPSS Statistic 23. Teknik analisa data menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dengan penggunaan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a). Hipotesis nol (H_0) membuktikan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan eksperimen, dan hipotesis alternatif (H_a) membuktikan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kriteria pengujian *Kruskal-Wallis* yaitu H_a ditolak dan H_0 diterima apabila nilai Asymp. Sig. (2-tailed) > 0,05. Pengolahan data hasil penelitian dan grafik pengaruh paparan medan magnet ELF antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen menggunakan Microsoft Excel 2016.

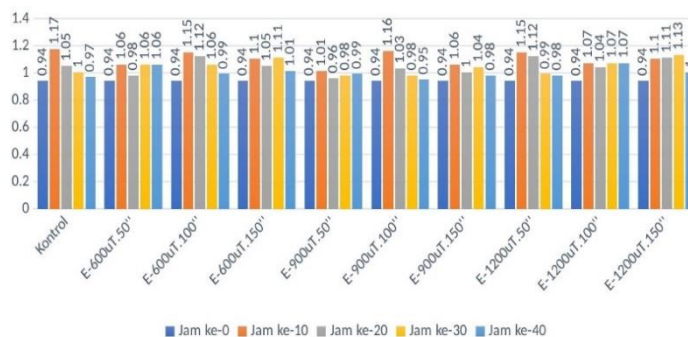
Hasil dan Pembahasan

Pengukuran massa jenis pada sampel tahu sutera dilakukan mulai jam ke-0 sebelum pemaparan medan magnet ELF, kemudian pengukuran dilanjutkan pada jam ke-10, jam ke-20, jam ke-30, dan jam ke-40 setelah dipapar medan magnet ELF dengan tiga kali pengulangan pada masing-masing pengukuran. Berikut adalah data nilai massa jenis rata-rata tahu sutera ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata massa jenis tahu sutera

Kelompok	Nilai Rata-Rata Massa Jenis Tahu Sutera				
	Jam ke-0	Jam ke-10	Jam ke-20	Jam ke-30	Jam ke-40
Kontrol	0,94	1.17	1.05	1.00	0.97
E-600 μT .50'	0,94	1.06	0.98	1.06	1.06
E-600 μT .100'	0,94	1.15	1.12	1.06	0.99
E-600 μT .150'	0,94	1.10	1.05	1.11	1.01
E-900 μT .50'	0,94	1.01	0.96	0.98	0.99
E-900 μT .100'	0,94	1.16	1.03	0.98	0.95
E-900 μT .150'	0,94	1.06	1.00	1.04	0.98
E-1200 μT .50'	0,94	1.15	1.12	0.99	0.98
E-1200 μT .100'	0,94	1.07	1.04	1.07	1.07
E-1200 μT .150'	0,94	1.10	1.11	1.13	1.00

Berdasarkan data pada tabel 1, diketahui bahwa nilai rata-rata massa jenis pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen berbeda. Perbedaan nilai massa jenis digambarkan oleh diagram batang pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik nilai massa jenis rata-rata tahu sutera

Pengukuran massa jenis rata-rata tahu sutera pada jam ke-0 adalah 0,94 untuk kelompok kontrol dan kelompok eksperimen memiliki nilai rata-rata massa jenis yang paling kecil. Pada jam ke-10, nilai massa jenis kelompok kontrol dan kelompok

eksperimen mengalami kenaikan daripada jam ke-0. Rata-rata massa jenis kelompok kontrol mengalami kenaikan cukup tinggi yaitu 1,17 dan menjadi massa jenis tertinggi dibandingkan massa jenis kelompok eksperimen. Massa jenis kelompok eksperimen terkecil yaitu 1,01 pada intensitas 900 μ T selama 50 menit, sedangkan massa jenis tertinggi yaitu 1,16 pada intensitas 900 μ T selama 100 menit. Pada jam ke-20, nilai massa jenis rata-rata pada kelompok eksperimen intensitas 600 μ T selama 100 menit dan intensitas 1200 μ T selama 50 menit menjadi massa jenis tertinggi dibandingkan kelompok lain, yaitu 1,12. Pengukuran pada jam ke-30 menunjukkan bahwa nilai massa jenis rata-rata kelompok eksperimen intensitas 1200 μ T selama 150 menit mengalami kenaikan, yaitu 1,13 dan menjadi massa jenis tertinggi pada jam ke-30 dibandingkan dengan kelompok eksperimen yang memiliki nilai massa jenis rata-rata terkecil 0,98 pada intensitas 900 μ T selama 50 menit dan 100 menit. Pengukuran massa jenis selanjutnya pada jam ke-40, nilai massa jenis rata-rata kelompok kontrol yaitu 0,97 dan massa jenis rata-rata kelompok eksperimen intensitas 900 μ T selama 100 menit menjadi massa jenis terkecil yaitu 0,95.

Analisa data dilakukan dengan menggunakan aplikasi *IBM SPSS Statistic 23*. Analisa data dilakukan dengan uji *Kruskal-Wallis* untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan terhadap hasil nilai rata-rata massa jenis kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hasil pengujian nilai massa jenis rata-rata tahu sutera dapat dilihat pada tabel output berikut.

Tabel 2. Hasil uji *Kruskal-Wallis*

	Massa Jenis Jam ke-10	Massa Jenis Jam ke-20	Massa Jenis Jam ke-30	Massa Jenis Jam ke-40
Chi-Square	35.214	42.537	44.23	38.193
df	9	9	9	9
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000

Tabel 2 data pengukuran massa jenis pada jam ke-10, jam ke-20, jam ke-30, dan jam ke-40 setelah pemaparan memiliki nilai signifikansi 0.000 atau Sig.<0,05. Hal ini berarti bahwa hipotesis

penelitian H_a diterima dan H_0 ditolak, sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarkelompok.

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, diketahui bahwa nilai massa jenis rata-rata tahu sutera mengalami peningkatan dan penurunan, baik pada kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen. Grafik pada gambar 1 menunjukkan adanya penurunan dengan selisih yang cukup besar pada kelompok kontrol dan pada kelompok eksperimen intensitas 900 μ T selama 50 menit dan intensitas 1200 μ T selama 100 menit cenderung dapat mempertahankan nilai massa jenis rata-rata tahu sutera. Penurunan nilai massa jenis pada kelompok kontrol disebabkan oleh aktivitas bakteri yang terdapat dalam tahu sutera, sedangkan naik turunnya massa jenis tahu sutera pada kelompok eksperimen dipengaruhi oleh pemberian paparan medan magnet ELF yang dapat menekan aktivitas bakteri pada tahu sutera.

Analisa data hasil pengukuran massa jenis tahu sutera dengan uji *Kruskal-Wallis* pada tabel 2, menunjukkan bahwa nilai signifikansi data pengukuran massa jenis pada jam ke-10, jam ke-20, jam ke-30, dan jam ke-40 setelah pemaparan adalah 0.000 atau kurang dari 0,05 (Sig.<0,05). Hal tersebut dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara massa jenis tahu sutera kelompok kontrol terhadap kelompok eksperimen (E-600 μ T.50”, E-600 μ T.100”, E-600 μ T.150”, E-900 μ T.50”, E-900 μ T.100”, E-900 μ T.150”, E-1200 μ T.50” E-1200 μ T.100”, dan E-1200 μ T.150”) pada pengukuran jam ke-10, ke-20, ke-30, dan ke-40. Berdasarkan hasil penelitian, kelompok kontrol mengalami penurunan secara signifikan dibandingkan kelompok eksperimen yang cenderung mengalami penurunan dan kenaikan massa jenis selama pengukuran.

Perubahan nilai massa jenis dapat terjadi karena pemberian paparan medan magnet ELF yang mempengaruhi aktivitas bakteri pada tahu sutera. Medan magnet ELF dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan sel dan menyebabkan adanya perubahan biologis pada organisme (Grubner, 2011). Penelitian Qumairoh et al. (2021) menunjukkan bahwa interaksi medan magnet ELF

dapat menekan aktivitas pertumbuhan bakteri dengan mentransfer energinya ke membran sel hingga terjadi kerusakan sktruktur fungsi dalam sel.

Tahu sutera memiliki jumlah kadar air yang cukup besar. Jumlah air ini menentukan jenis mikroba yang dapat tumbuh dalam tahu sutera. Menurut Kasmadharja (2008), peningkatan kadar air dipengaruhi oleh air bebas yang dihasilkan dari aktivitas mikroba. Paparan medan magnet ELF dapat menghambat aktivitas bakteri dengan mengurangi kandungan air dalam tahu sutera. Perubahan kadar air dapat mempengaruhi volume dan massa jenis tahu sutera. Menurunnya kadar air yang terkandung dalam tahu sutera akan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk pada tahu sutera, sehingga tahu sutera dapat bertahan lebih lama (Sari, 2018).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penurunan dan peningkatan aktivitas bakteri yang terkandung dalam tahu sutera menyebabkan naik dan turunnya nilai rata-rata massa jenis tahu sutera. Pemberian paparan medan magnet ELF terbukti dapat mempengaruhi nilai massa jenis tahu sutera. Paparan medan magnet ELF intensitas 1200 μT selama 100 menit cenderung mampu mempertahankan nilai massa jenis tahu sutera.

Kesimpulan

Hasil penelitian dan pembahasan menunjukkan bahwa paparan radiasi medan magnet ELF dengan intensitas 600 μT , 900 μT , dan 1200 μT selama 50 menit, 100 menit, dan 150 menit dapat mempengaruhi nilai rata-rata massa jenis tahu sutera. Hal ini ditunjukkan oleh grafik kelompok kontrol yang mengalami penurunan yang cukup besar, sedangkan kelompok eksperimen mengalami peningkatan dan penurunan secara perlahan dengan selisih perbedaan yang kecil. Intensitas yang efektif untuk menghambat perubahan nilai massa jenis tahu sutera yaitu intensitas 1200 μT selama 100 menit. Hal ini terjadi karena adanya pemberian paparan medan magnet ELF yang menyebabkan perubahan biologis organisme dan menekan aktivitas pertumbuhan bakteri sehingga mengurangi

kandungan air yang terkandung pada tahu sutera. Tingginya intensitas dan lama paparan medan magnet ELF menyebabkan massa jenis tahu sutera semakin besar karena volumenya menyusut.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan paparan medan magnet ELF dengan intensitas dan lama paparan yang bervariasi, serta menggunakan sampel yang berbeda.

Referensi

- Awifa, M., Joni M. M. A., & Agus S. (2016). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Konsumen dalam Pembelian Produk Tahu di Kabupaten Jember. *Jurnal Pamator*, 9 (1), 30-40.
- Greubner, S. J. *Peningkatan Poliferasi Kultur Sel Punca Mesenkim Asal Darah Tepi Melalui Pemaparan Medan Magnet Disk Permanen 200 mT Selama Dua dan Empat Jam Per Hari*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Indrawijaya, B., Arista P., & Sri A. M. (2017). Uji Organoleptik dan Tingkat Ketahanan Produk Tahu Berpengawet Kitosan. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 1 (2), 1-7.
- Kasmadharja, H. (2008). *Ayam Berbumbu dalam Kemasan Polipropilen Rigid*. Teknik Agroindustri Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Manoe, J. A., Indriati A. T. H., & Agus S. (2019). Uji Organoleptik Produk Tahu Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Tahu di Kabupaten Kupang. *Timorese Journal of Public Health*, 1 (2), 96-108.
- Masyuroh, E. I. (2015). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 150 μT , 300 μT , 450 μT Terhadap Massa Jenis Otak pada Tikus Putih*. Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember, Jember.
- Niati, E. W. (2021). *Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Massa Jenis, pH, dan Ketahanan Fisik Buah Anggur Hitam*. Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember, Jember.

- Qumairoh, U., Sudarti, & Trapsilo P. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) Terhadap Derajat Keasaman (pH) Udang Vaname. *Jurnal Fisika Unand*, 10 (1), 55-61.
- Sari, L. D. (2018). *Pengaruh Intensitas Medan Magnet Terhadap Massa Jenis dan Derajat Keasaman pada Daging Ayam*. Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember, Jember.
- Sarwono, B., & Yan P. S. (2004). *Membuat Aneka Tahu*. Depok: Penebar Swadaya.
- Sudarti, Bambang S., Subiki, Alex H., Nurhasanah, & Z. R. Ridlo. (2020). A Potency of ELF Magnetic Field Utilization to the Process of Milkfish Prservation (*chanos chanos*). *Journal of Physics: Conference Series*. doi:10.1088/1742-6596/1465/1/012005.
- Sudarti, Handoko, & Karina L. (2021). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Massa Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum. L*). *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10 (1): 15-21.
- Supardi, L., & Sukamto. (1999). *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Erlangga.
- Syarfaini, & Muhammad R. (2014). Analisis Kandungan Formalin pada Tahu di Pasar Tradisional Kota Makassar Tahun 2014. *Al-Sihah: Public Health Science Journal*, 9 (1), 1-11