



## Analisis Pengaruh Pemanfaatan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Proses Pengolahan Pengawetan Bahan Baku Makanan

Kevin Cahya Andilla Unwaru<sup>1</sup> Aulia Wulansari Agustin<sup>1</sup> Yesica Listian  
Adelia<sup>1</sup> Sudarti<sup>1</sup> Firdha Kusuma Ayu Anggraeni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

### Abstract

Received: 3 Oktober 2024  
Revised: 13 Oktober 2024  
Accepted: 29 Oktober 2024

Indonesia is known as an island country that has many types of abundant food, consisting of the agricultural sector, the fisheries sector and the industrial sector. However, foodstuffs are often prone to spoilage due to their nature of being easily contaminated by microorganisms. Some reliable solutions in making food durable and long-lasting are the use of ELF magnetic fields. This research has the aim of analyzing the effect of ELF exposure on several food ingredients. The research method used is the article review type literature study method with a total of 30 articles consisting of scientific journals or relevant research journals. The result of the research that has been done is that ELF magnetic field exposure to several food ingredients has great potential to increase the durability of food ingredients by paying attention to the level of intensity of ELF magnetic field exposure and can maintain the quality of its physical condition during the preservation process.

**Keywords:** ELF, magnetic field, food preservation

(\*) Corresponding Author: [kevincahya653@gmail.com](mailto:kevincahya653@gmail.com)

**How to Cite:** Unwaru, K. C., Agustin, A., Adelia, Y., Sudarti, S., & Anggraeni, F. K. (2025). Analisis Pengaruh Pemanfaatan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Proses Pengolahan Pengawetan Bahan Baku Makanan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(1.C), 90-100. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11362>

## PENDAHULUAN

Negara Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan dengan cakupan wilayah yang sangat beragam, dari daerah yang kecil hingga daerah yang luas, dari daerah yang datar, berbukit serta bergunung, dimana di dalamnya mempunyai banyak keanekaragaman jenis produk pangan lokal, baik dari hasil produksi pertanian, hasil produk laut, dan lain sebagainya (Abidin et al., 2020). Pada umumnya, produk pangan seringkali sangat rentan terhadap pembusukan karena sifat alaminya yang mudah tercemar oleh mikroorganisme baik dalam jumlah sedikit maupun banyak yang berasal dari lingkungan sekitar, misalnya dari udara, debu, kotoran dan lain-lain. Praktik pengawetan makanan menjadi sangat penting dilakukan untuk memperpanjang masa simpan produk pangan dan mencegah dari kerusakan mikrobiologis yang bisa saja terjadi (Setiarto, 2020).

Pengawetan makanan merupakan suatu metode atau teknik yang digunakan pada komponen bahan baku makanan untuk memperpanjang daya umur simpan pangan, menghambat pertumbuhan mikroorganisme, serta untuk mempertahankan sifat kimia dan fisika pangan. Dalam industri pangan, pengawetan makanan merupakan aspek penting yang dilakukan untuk menghasilkan produk makanan yang mempunyai kualitas tinggi. Teknik atau metode pengawetan makanan banyak jenis-jenisnya seperti melalui pengeringan, pendinginan, pengasapan, dan lain sebagainya (Setiarto, 2020). Salah satu metode pengawetan makanan yang semakin populer yaitu dengan memanfaatkan medan

magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Medan magnet ELF merupakan contoh teknologi alternatif yang digunakan dalam proses pengawetan makanan tanpa merusak atau menurunkan kualitasnya. Medan magnet ELF ini merupakan penerapan konsep gelombang elektromagnetik (Rahayu et al, 2023).

Gelombang elektromagnetik adalah fenomena alam yang memainkan peran krusial dalam kehidupan kita sehari-hari. Gelombang elektromagnetik merupakan perpaduan harmonis antara medan listrik dan medan magnet yang tegak lurus dan merambat di ruang hampa udara. Gelombang ini dikenal sebagai spektrum elektromagnetik yang dibagi dalam berbagai bentuk, mulai dari gelombang radio yang dapat menjangkau jarak jauh hingga sinar-X yang dapat menembus materi dengan kekuatannya (Iswardani et al., 2023). James Clerk Maxwell merupakan ilmuwan fisika abad ke-19 yang berhasil memformulasikan teori elektromagnetisme yang mendasari keberadaan gelombang elektromagnetik. Teorinya yang revolusioner ini membuka pintu bagi pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena alam seperti cahaya, radio, dan sinar-X. Gelombang elektromagnetik ini mempunyai panjang gelombang yang berbeda-beda. Panjang gelombang berkisar dari gelombang radio dengan panjang gelombang yang panjang hingga sinar gamma dengan panjang gelombang yang sangat pendek (Utami et al., 2022).

Gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) memiliki frekuensi yang berkisar antara 0 - 300 Hz merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang tergolong sebagai radiasi non-pengion. Energi dari medan magnet ELF yang sangat kecil menghasilkan efek non-termal, artinya tidak menyebabkan perubahan suhu ketika berinteraksi dengan suatu sistem atau menginduksi sistem tersebut (Rahman dan Sudarti, 2021). Gelombang elektromagnetik ELF memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang, sebagai contoh di bidang kesehatan, pertanian dan pangan . beberapa penelitian sebelumnya telah banyak membahas pengaruh yang disebabkan oleh medan magnet ELF, sebagai contoh di bidang pangan yakni dapat menjadi patokan dalam proses kenaikan pH (*potensial Hidrogen*) makanan. Medan magnet ELF juga memiliki manfaat lainnya. Salah satu manfaat dari medan magnet ELF adalah kemampuannya untuk menonaktifkan bakteri dan menaikkan PH, sehingga dapat diaplikasikan di bidang pangan sebagai metode pengawetan makanan. Medan magnet ELF memiliki kelebihan dalam meminimalkan kerusakan sifat fisik dan sensorik makanan dibandingkan dengan metode pengawetan lainnya. Dengan demikian, medan magnet ELF menjadi alternatif yang menjanjikan untuk pengawetan makanan (Nurhasanah et al., 2018).

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas, medan magnet ELF memiliki manfaat dalam bidang pangan karena dapat mencegah perkembangan bakteri pada suatu makanan. Dalam hal ini peneliti mencoba menganalisis pengaruh medan magnet ELF lebih lanjut dengan melakukan penelitian terkait pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada proses pengawetan bahan makanan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur tipe *article review* dengan jumlah artikel yang akan direview adalah sebanyak 30 artikel yang terbit

dari tahun 2018-2024. Metode studi literatur merupakan sebuah metode yang menekankan pada proses untuk melakukan evaluasi dan analisis artikel ilmiah maupun artikel penelitian. Metode article review juga komponen dari penelitian akademis yang digunakan untuk mengidentifikasi sumber literatur yang relevan dengan penelitian yang akan dilanjutkan (Faridawati et al., 2023). Pengambilan data penelitian ini menggunakan teknik mengumpulkan data atau sumber data yang relevan dan sudah teruji kebenarannya mengenai konsep medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) yang dikenal memiliki peranan menghambat bakteri pembusukan sehingga kualitas bahan makanan akan tetap terjaga kesegarannya dan terhindar dari pembusukan. Data yang didapatkan dari hasil eksperimen pengaruh penggunaan medan magnet ELF pada pengolahan pengawetan makanan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini kami membahas topik proses pengolahan pengawetan makanan dengan paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) menggunakan intensitas 300  $\mu\text{T}$  - 1500  $\mu\text{T}$  pada waktu tertentu memiliki dampak yang signifikan yaitu mengalami penonaktifan mikroorganisme patogen dan mengurangi jumlah bakteri dan mikroba secara keseluruhan.

Setelah melakukan review artikel dari beberapa sumber jurnal, terdapat penelitian yang menunjukkan tentang bahan makanan yang dapat diawetkan menggunakan paparan medan magnet ELF dengan intensitas antara 300  $\mu\text{T}$  - 1500  $\mu\text{T}$ . Berikut beberapa penelitian yang menunjukkan pengaruh paparan medan magnet pada tabel berikut :

**Tabel 1.** Penelitian Pengaruh Medan Magnet ELF pada Bahan Makanan

Bahan Baku Makanan		Dampak	Sumber Rujukan
Ikan	Bandeng	Paparan medan magnet ELF sebesar 880 $\mu\text{T}$ selama 2 x 30' terbukti efektif dalam menekan pertumbuhan bakteri pada ikan bandeng.	Sudarti et al., 2019
	Nila	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 500 $\mu\text{T}$ mempunyai pengaruh yang besar pada jumlah pH dari bekasam ikan nila	Ashari et al., 2023
	Pindang layang	Paparan medan magnet ELF sebesar 600 $\mu\text{T}$ dan durasi waktu 120 menit dapat menahan penekanan pertumbuhan bakteri dimana dapat menjaga kestabilan jumlah pH pada ikan pindang layang	Elsavana et al., 2022
	Udang Vaname	Paparan medan magnet ELF sebesar 300 $\mu\text{T}$ serta 500 $\mu\text{T}$ dalam waktu 90 menit berpengaruh terhadap penurunan tingkat pertumbuhan bakteri dan juga dapat membentuk mikroorganisme asam yang dapat	Sudarti et al., 2021

		menghambat kenaikan jumlah pH pada udang	
	Lele	Paparan medan magnet ELF sebesar 1000 $\mu$ T dalam jangka waktu 30 hingga 60 menit sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme.	Fitria et al., 2022
	Tuna	Paparan medan magnet ELF sebesar 700 dan 1000 $\mu$ T mampu menghambat proses peningkatan pH dan mempertahankan kesegaran tekstur daging ikan tuna hingga 9 jam penyimpanan	Laksmiari et al., 2022
	Kembung	Paparan medan magnet ELF sebesar 700 dan 1200 $\mu$ T dalam waktu 60 hingga 120 menit dapat berpengaruh terhadap peningkatan massa jenis dan jumlah pH ikan kembung	Rahayu et al., 2023
Sayur	Sawi	Paparan medan magnet ELF sebesar 300 dan 600 $\mu$ T dalam waktu 60 menit sangat berpengaruh dalam meningkatkan efektivitas mikroorganisme dan enzim selulosa.	Djoyowasito et al., 2019
	Jamur Tiram	Paparan medan magnet ELF sebesar 900 $\mu$ T dalam waktu 60 menit mampu menjaga pH dan ketahanan jamur tiram.	Yuniarta et al., 2022
	Cabai Merah Kecil	Cabai merah kecil yang diberi paparan medan magnet ELF sebesar 600 $\mu$ T dalam waktu 30 menit dapat menjaga jumlah pH.	Nuriyah et al., 2022
	Edamame	Paparan medan magnet ELF sebesar 1000 $\mu$ T dalam waktu 60 menit berpengaruh besar dalam mencegah perkembangan mikroorganisme sehingga nilai pH tetap terjaga.	Ariyani et al., 2019
	Cabai Rawit Hijau	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T dalam waktu 120 menit berpengaruh terhadap pH serta kualitas fisik cabai rawit hijau.	Nuriyah dan Sudarti., 2022
Buah	Anggur Merah	Anggur merah yang terpapar medan magnet ELF sebesar 900 $\mu$ T dalam waktu 2x30 serta 2x45 menit mampu mempertahankan pH dan vitamin C yang stabil.	Sudarti et al., 2022

	Tomat	Paparan medan magnet ELF 600 serta 1000 $\mu$ T dalam waktu 30, 60, dan 90 menit mampu mengubah pH tomat akibat mikroorganisme patogen.	Nur et al., 2022
	Tomat Ranti	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 600 $\mu$ T selama 100 menit mampu mempengaruhi besar massa jenis tomat ranti.	Rahman et al., 2022
	Naga Merah	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 600 $\mu$ T selama 60 menit efektif dalam menjaga kualitas buah naga khususnya pada bagian daging buahnya.	Lutfiyah et al., 2022
	Anggur Hitam	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 300 dan 500 $\mu$ T memiliki pengaruh pada pH anggur hitam.	Niati et al., 2021
	Jambu Air	Paparan medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T dalam waktu 90 menit dapat mempunyai pengaruh pada jumlah pH, kualitas fisik, dan bobot dari jambu air.	Rahman dan Sudarti, 2021
Kedelai	Tahu Sutera	Paparan medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T mampu mengubah jumlah pH, berat jenis, dan ketahanan tahu sutera.	Astutik dan Sudarti, 2021
	Tempe	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T mampu mengubah populasi mikroba, pH, kelembaban, dan kualitas sensoris dari sampel tempe setelah pemaparan.	Putrawan et al., 2022
	Tape Ketan Merah	Paparan medan magnet ELF sebesar 100 $\mu$ T mampu menaikkan jumlah pH tape ketan dan menghambat pertumbuhan bakteri	Setiawan et al., 2023
	Tape Singkong	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 300 $\mu$ T sangat berdampak terhadap ketahanan atau daya simpan serta kematangan tape singkong.	Rahmadani et al., 2023
Minuman	Susu Fermentasi	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 100 $\mu$ T maupun 200 $\mu$ T mampu menaikkan jumlah pH minuman susu yang di fermentasi.	Ghausia et al., 2020
	Susu Sapi	Paparan medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T dalam waktu 60 menit mampu meningkatkan umur simpan	Sudarti et al., 2022

		susu sapi dan mampu menekan perkembangbiakan bakteri <i>Salmonella sp.</i>	
	Susu Kedelai	Paparan medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T berpotensi meningkatkan ketahanan susu kedelai.	Sudarti dan Widjayanti, 2021
Bahan makanan lain	Roti Tawar	Paparan medan magnet ELF sebesar 500 $\mu$ T dan 700 $\mu$ T masing-masing selama 60 menit mampu mencegah turunnya jumlah pH di roti tawar.	Setyawati et al., 2021
	Krim keju kacang tanah	Paparan dari medan magnet ELF sebesar 0,1 dan 0,2 mT mampu menaikkan jumlah pH serta nilai kadar air pada saat pengolahan krim keju kacang tanah.	Apriani et al., 2021
	Daging Ayam	Paparan medan magnet ELF sebesar 900 $\mu$ T dapat meningkatkan ketahanan daging ayam.	Sudarti et al., 2023

Pengawetan makanan dengan menggunakan medan magnet melibatkan penerapan dari konsep medan magnet untuk memperpanjang umur simpan produk makanan. Cara ini cukup membantu untuk mengawetkan makanan dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan menunda proses oksidasi. Penggunaan medan magnet dalam suatu proses pengawetan makanan memberikan hasil yang sangat menjanjikan dalam industri makanan. Metode pengawetan makanan dengan memanfaatkan adanya medan magnet ELF dilakukan dengan cara menggunakan efek elektromagnetik untuk menghambat pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme berbahaya yang sifatnya dapat merusak bahan pangan (Nurhasanah et al., 2018). Mekanisme kerja mikroorganisme jika terkena paparan medan magnet ELF yaitu sel pembentuk asam di mikroorganisme mempunyai ion kalsium yang selalu bergerak, rentan dipengaruhi oleh medan magnet, serta mengalami metabolisme. Ion kalsium mudah dipengaruhi oleh medan magnet karena sifat paramagnetiknya. Energi yang dipancarkan oleh medan magnet akan bergerak ke ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) menyebabkan kecepatan aliran ion ( $Ca^{2+}$ ) dalam melintasi membran sel meningkat. Ion yang terpengaruhi medan magnet ini yang dapat merusak struktur protein di dalam sel, sehingga mikroorganisme terhambat untuk melakukan aktivitas metabolisme, hambatan tersebut yang menyebabkan mikroorganisme mati. Jika proses metabolisme terganggu maka produksi energi akan terganggu dan juga proses seluler seperti reproduksi mikroba dan respirasi akan terganggu (Uswatun dan Sudarti, 2022).

Medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) merupakan teknologi pengawetan makanan yang tergolong baru. Metode ini menarik perhatian karena potensinya dalam menjaga keamanan dan kualitas bahan pangan. Namun, penggunaan ELF dalam pengawetan makanan memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Beberapa kelebihan yang dimiliki medan magnet ELF dalam proses pengawetan makanan diantaranya yaitu mengawetkan tanpa panas tinggi, prosesnya cepat dan sangat efisien, dan minim dampaknya terhadap

lingkungan, dibandingkan metode konvensional seperti sterilisasi dan pasteurisasi yang menggunakan panas tinggi, ELF dapat menghambat pertumbuhan mikroba perusak makanan pada suhu ruang atau dingin. Hal ini membantu mempertahankan cita rasa, tekstur, dan kandungan nutrisi asli makanan menjadi lebih baik. Pengawetan makanan menggunakan ELF umumnya membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan metode tradisional. Proses pengawetan ELF tidak menggunakan bahan kimia tambahan dan tidak akan menghasilkan limbah berbahaya. ELF berpotensi diaplikasikan pada berbagai jenis makanan, mulai dari daging, ikan, buah, hingga produk olahan susu (Nurhasanah et al., 2018).

Selain memiliki kelebihan, medan magnet ELF juga memiliki kekurangan dalam dalam proses pengawetan makanan. Beberapa diantaranya yaitu teknologi baru dengan penelitian terbatas, belum ada regulasi yang sangat jelas, kurangnya infrastruktur pendukung, dan efektivitas terhadap mikroba tertentu. ELF masih tergolong teknologi baru dalam dunia pengawetan makanan. Penelitian terkait efektivitas dan keamanan penggunaannya pada jangka panjang masih belum luas. ELF digolongkan sebagai inovasi, belum ada standarisasi dan regulasi yang pasti terkait penggunaan ELF dalam pengawetan makanan. Hal ini menimbulkan keraguan terkait keamanannya bagi konsumen. Penerapan teknologi ELF membutuhkan infrastruktur khusus yang belum dimiliki secara menyeluruh oleh pelaku industri pangan, sehingga dapat menjadi kendala dalam segi adopsi teknologi ini. Beberapa studi menunjukkan bahwa ELF mungkin kurang efektif terhadap jenis mikroba tertentu yang tahan terhadap medan elektromagnetik (Utoyo et al., 2023).

Hasil penelitian yang diperoleh pada tabel bagian atas menunjukkan bahwasanya paparan medan magnet ELF mempunyai pengaruh dalam memperpanjang umur simpan dari berbagai jenis bahan pangan. Bahan pangan yang terkena paparan medan magnet ELF akan memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan bahan pangan yang tanpa terkena paparan medan magnet ELF. Besarnya intensitas dan lama waktu paparan medan magnet ELF yang digunakan pada tabel bagian atas berbeda-beda, dikarenakan setiap jenis bahan pangan tersebut mempunyai karakteristik tersendiri. Selain itu, beberapa data pada tabel di atas menunjukkan bahwa keadaan fisik bahan pangan tersebut dapat dipertahankan jika terkena paparan medan magnet ELF.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan analisis yang kami lakukan menggunakan hasil penelitian sebelumnya tentang pengaruh ELF ialah paparan medan magnet ELF mempunyai pengaruh yang signifikan dalam mengawetkan bahan makanan. Medan magnet ELF dapat berpengaruh mengawetkan makanan dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dilakukan dengan cara menggunakan efek elektromagnetik sehingga dapat menambah umur simpan jenis makanan tersebut serta dapat mempertahankan kualitas kondisi fisiknya pada saat dilakukan proses pengawetan. Untuk melakukan pengawetan makanan dengan menggunakan medan magnet ELF, besarnya intensitas serta lama waktu paparan yang akan digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik dari jenis bahan pangan tersebut.

Konsep pengawetan makanan menggunakan paparan medan magnet ELF perlu dikaji lebih lanjut pada bahan makanan yang memiliki potensi untuk diawetkan serta diharapkan artikel review ini dapat bermanfaat bagi seluruh kalangan masyarakat dan memberikan wawasan dan pengetahuan secara sistematis dan terstruktur.

## REFERENCES

- Abidin, Z., Purnomo, dan C. Pradhana. 2020. *Keanekaragaman Hayati Sebagai Komoditas Berbasis Autentitas Kawasan*. Jombang: Fakultas Pertanian Universitas KH.A. Wahab Hasbullah.
- Apriani, E., Suparno, S., Munawaroh, A., dan Rahmatullah, R. 2021. Proses pembuatan krim keju kacang tanah dengan memanfaatkan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*. 2(3): 112-119. DOI:<https://journal.publication-center.com/index.php/ijast/article/view/1265>.
- Ashari, B., Jumingin, J., dan Atina, A. 2023. Lamanya Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500  $\mu$ T Terhadap pH Pada Proses Fermentasi Bekasam Ikan Nila. *Journal Online Of Physics*. 8(2): 7-11. DOI: <https://doi.org/10.22437/jop.v8i2.20413>.
- Astutik, N. M. dan Sudarti. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500  $\mu$ T terhadap pH, Massa Jenis, dan Kualitas Fisik Tahu Sutera. *Jupiter: Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya*. 2(2): 45-51. DOI:<https://doi.org/10.31851/jupiter.v2i2.5687>.
- Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., Lutfi, M., dan Maulidiyah, A. 2019. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L*). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7(1): 8-19. DOI:<https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2019.007.01.2>.
- Elsavana, N. I. D., Sudarti, dan T. Prihandono. 2022. Pengawetan Ikan Pindang Layang (*Decapterus russelli*) berbantuan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*. 3(3): 48-56. DOI:<http://dx.doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.14743>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.29100/.v5i2.4208>.
- Fitria, A., Sudarti, dan T. Prihandono. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF Intensitas 600 $\mu$ T dan 1000 $\mu$ T Terhadap Perubahan Nilai pH Pada Daging Ikan Lele (*Clarias SP.*). *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 8(1): 139-142. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8611>.
- Ghausia. A., Sudarti, dan B. Supriadi. 2020. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 100  $\mu$ T dan 200  $\mu$ T terhadap pH Sebagai Indikator Ketahanan Minuman Susu Fermentasi. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*. 8(3): 74-78.

- Iswardani, F. A., Sudarti, dan Yushardi. 2023. Analisis Studi Literatur Pemanfaatan Gelombang (ELF) Bagi Industri Pertanian. *Jurnal Sains Riset (JSR)*. 13(1): 15-21. DOI: <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i1.847>.
- Khumairoh, A. N., Agustin, D., Azizah, S. A., Maula, M. I., dan Anggraeni, F. K. A. 2023. Analisis Pengaruh paparan medan elf intensitas 400 ut terhadap rasa tape ketan. *Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi*. 1(9): 41-50. DOI:<https://doi.org/10.3785/koohesi.v1i9.965>.
- Laksmiari, K., Permatasari, E. and Ningtyas, F.W. 2022. Analysis of Exposure to an *Extremely Low Frequency* ( ELF ) 700  $\mu$ T and 1000  $\mu$ T Magnetic Fields in Tuna Meat (*Euthynnus Affinis C*). *Journal of science and science Education*. 1(3), 36-44. DOI:<https://doi.org/10.29303/jossed.v3i1.1366>.
- Lutfiyah, I., Sudarti, dan S. Bektiarso. 2022. Analisis Perubahan PH dan Tekstur Daging Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Oleh Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 8(1): 143-149. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8609>
- Niati, E. W., Sudarti, dan Yushardi. 2021. Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Nilai pH Buah Anggur Hitam. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 7(1): 155-158. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4641>.
- Nurhasanah, Sudarti, dan Supriadi, B. 2018. Analisis Medan Magnet E LF terhadap Nilai pH Ikan dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng (Chanos chanos). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7(2): 116–122. DOI: <https://doi.org/10.19184/jpf.v7i2.8004>.
- Nuriyah, S. dan Sudarti. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500 $\mu$ T Terhadap pH dan Kualitas Fisik Cabai Rawit Hijau. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (Jupiter)*. 3(3): 48-52. DOI:<https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i2.7224>.
- Nuriyah, S., Sudarti, dan S. Bektiarso. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Nilai Ph Cabai Merah Kecil (*Capsicum Frutescens L*). *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 8(1): 45-51. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8367>.
- Putrawan, A. A., A. D. Arindra, R. A. A. Nanda, N. N. A. Na'ilufari, Yushardi, F. K. A. Anggraeni, dan I. L. Meilina. 2023. The Effect Of Exposure To Extremely Low Frequency Magnetic Fields On Tempe Fermentation. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*. 7(2): 128-137. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiituj.v7i1.29750>.
- Sudarti, Qumairoh, U., & Prihandono, T. (2022). The effectiveness of exposure to magnetic fields of extremely low frequency 300T and 500T in inhibiting the proliferation of pathogenic bacteria to increase physical resistance of vannamei shrimp. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2165, No. 1, p. 012038). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/2165/1/012038
- [20] Rahayu, W., Sudarti, dan S. Bektiarso. 2023. Analisis pH dan Massa jenis Ikan Kembung Setelah di Papar Medan Magnet Extremely Low Frequency

- (ELF). *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 9(1): 47. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v9i1.14127>.
- Rahmadani, A. N., M. P. Hidayati, A. Muakhiroh, D. Saragih, dan F. K. A. Anggraeni. 2023. Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frekuensi Terhadap Kematangan Dan Ketahanan Tape Singkong (Manihot Esculenta). *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*. 01(09): 21-31. DOI:<https://doi.org/10.3785/kohesi.v1i9.961>.
- Rahman, R. A., dan Sudarti, S. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 500  $\mu$ T terhadap Derajat Keasaman (pH), Massa Jenis, dan Kualitas Fisik Jambu Air. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika*. 2(2): 62-66. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/jippf.v2i2.47149>.
- Rahman, R. A., Sudarti, dan A. D. Lesmono. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Massa Jenis Tomat Ranti. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 8(2): 241-245. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11428>.
- Setiarto, R. H. B. 2020. *Teknologi Pengawetan Pangan Dalam Perspektif Mikrobiologi*. Bogor: Guepedia.
- Setiawan, S. M. A. D., N. P. Alfiyanti, V. D. Novianti, F. K. A. Anggraeni, Yushardi, dan A. M. Prabandari. 2023. A Study Of The Maturity Process Of Red Gutty Ketan Food Ingredients In Terms Of The Taste: Extremely Low Frequency Magnetic Field Radiation. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*. 8(3): 379-384. DOI:<https://doi.org/10.59052/edufisika.v8i3.30301>.
- Setyawati, Y., Sudarti, S., dan Lesmono, AD. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH Roti Tawar. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*. 7(2): 299-404. DOI:<https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5369>.
- Sudarti, B. Supriadi, Subiki, A. Harijanto, Nurhasanah, dan Z. R. Ridlo. A Potency Of ELF Magnetic Field Utilization To The Process Of Milkfish Preservation (*Chanos chanos*). *Journal of Physics: Conference Series*. 1465(1): 1-6. DOI:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1465/1/012005>.
- Sudarti, E. Permatasari, F. W. Ningtyias, N. M. Mina, dan K. Laksmiari. 2022. Analysis of Vitamin C Resistance in Red Grapes (*Vitis vinifera*) After Exposure to Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Fields Intensity 700 uT and 900 uT. *JPPIPA: Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 8(2): 620-626. DOI: [10.29303/jppipa.v8i2.1386](https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1386).
- Sudarti, E. Permatasari, I. Ratnasari, dan S. N. Laili. Physical Quality of Cow's Milk by Exposure to Magnetic Fields Extremely Low Frequency (ELF) 300 $\mu$ T and 500 $\mu$ T by inhibiting *Salmonella* and *Escherichia Coli* Growth. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*. 5(2): 73-79. DOI: <https://doi.org/10.12928/irip.v5i2.5064>
- Sudarti, S. Bektiarso, L. D. Sari, E. Permatasari, dan D. Helianti. 2023. Resistance of Broiler Meat Through Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields of 700  $\mu$ T and 900  $\mu$ T Intensities and Safety Risks to Health. In *2nd International Conference on Science Education and Sciences 2022 (ICES)*

- 2022) (pp. 98-112). Atlantis Press. DOI:[https://doi.org/10.2991/978-94-6463-232-3\\_11](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-232-3_11)
- Sudarti, dan O. D. Widjayanti. 2021. An analysis of soy milk physical resistance exposed to extremely low frequency (ELF) magnetic fields of 300  $\mu$ T and 500  $\mu$ T intensities. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*. 10(2): 287-297. DOI: [10.24042/jipf\\_al\\_biruni.v10i2.9917](https://doi.org/10.24042/jipf_al_biruni.v10i2.9917).
- Utami, L. S., J. Sabaryati, dan Zulkarnain. 2022. *Sejarah Fisika*. Cetakan Pertama. Malang: Ahlimedia Press.
- Uswatun dan Sudarti. 2022. Potensi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Guna Meningkatkan Ketahanan Usia Simpan Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*. 7(2): 70-74. DOI: <https://doi.org/10.30869/jtpg.v7i2.957>
- Utoyo, E. B., M. I. Syahdilla, A. M. A. Bawani, Sudarti, dan T. Prihandono. 2023. Potensi Extremely Low Frequency Pada Pengawetan Ikan Dalam Industri Pengolahan Ikan. *CERMIN: Jurnal Penelitian*. 7(1): 96-105. DOI:[https://doi.org/10.36841/cermin\\_unars.v7i1.2893](https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v7i1.2893).
- Yuniarta, E., Sudarti, S., dan Anggraeni, F. K. A. 2022. Analisis Ketahanan Fisik Jamur Tiram Oleh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Intensitas 600  $\mu$ T dan 900  $\mu$ T. *Jurnal Fisika Unand*, 11(3), 299-305. DOI:<https://doi.org/10.25077/jfu.11.3.299-305.2022>.