

POTENSI EXTREMELY LOW FREQUENCY PADA PENGAWETAN IKAN DALAM INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN***POTENTIAL OF EXTREMELY LOW FREQUENCY IN FISH PRESERVATION IN THE FISH PROCESSING INDUSTRY***

Ega Bonansyah Utoyo¹⁾, Muhammad Ivan Syahdilla²⁾, Amar Ma'ruf Al Bawani³⁾, Sudarti⁴⁾, Trapsilo Prihandono⁵⁾

¹²³⁴⁵Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember

⁴Email: sudarti.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara maritim yang terletak di antara dua benua dan dua samudra yang memiliki hasil tangkapan ikan yang melimpah. Industri pengolahan ikan merupakan salah satu usaha untuk mengolah hasil tangkapan ikan yang melimpah. Industri pengolahan ikan membutuhkan jumlah ikan segar yang cukup banyak. Untuk itu diperlukan metode penyimpanan dan pengawetan yang tepat untuk menjaga kualitas ikan. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif yaitu dengan menggunakan *article review*. Adapun bentuk penyajian data menggunakan tabel dan dijelaskan secara deskriptif. Berdasarkan hasil *article review* didapat bahwa medan magnet *extremely low frequency* (ELF) pada intensitas tertentu dapat menghambat perkembangan mikroorganisme yang dapat menyebabkan ikan busuk. Selain itu, medan magnet ELF memiliki efek non-termal sehingga tidak merusak kandungan nutrisi ikan. Berdasarkan hal tersebut maka medan magnet *extremely low frequency* (ELF) memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengawet ikan dalam industri pengolahan ikan. Diperlukan penelitian lebih lanjut agar medan magnet ELF dapat diimplementasikan dalam industri pengolahan ikan.

Kata kunci: ELF, Pengawetan Ikan, Pengolahan Ikan

ABSTRACT

Indonesia is a maritime country located between two continents and two oceans that have abundant fish catches. The fish processing industry is one of the efforts to process abundant fish catches. The fish processing industry requires a large amount of fresh fish. For this reason, proper storage and preservation methods are needed to maintain fish quality. This research uses descriptive research methods, namely by using article review. The form of data presentation uses tables and is explained descriptively. Based on the results of the article review, it is found that the extremely low frequency (ELF) magnetic field at a certain intensity can inhibit the development of microorganisms that can cause rotten fish. In addition, the ELF magnetic field has a non-thermal effect so it does not damage the nutritional content of the fish. Based on this, the extremely low frequency (ELF) magnetic field has the potential to be used as a fish preservative in the fish processing industry. Further research is needed so that the ELF magnetic field can be implemented in the fish processing industry.

Keywords: ELF, Fish Preservation, Fish processing

PENDAHULUAN

Potensi produksi ikan di Indonesia yang merupakan negara maritim sangat besar. Kondisi geografis yang strategis dan keanekaragaman biota laut sebagai salah satu keunggulan kompetitif yang tidak dimiliki oleh beberapa negara lain (Rifaldi & Usman, 2020). Peluang pasar perikanan di Indonesia tidak terlepas dari ketersediaan bahan baku komoditas ikan baik dari segi kualitas ikan atau kuantitas ikan. Ikan merupakan produk usaha yang mudah mengalami pembusukan dan cepat rusak apabila pengolahan yang dilakukan tidak benar. Untuk menjaga kualitas ikan dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya melalui proses pengawetan.

Pengawetan ikan merupakan usaha yang dilakukan agar komposisi protein pada ikan bertahan sehingga ikan tidak cepat busuk (Yulia & Sunartaty, 2021). Pengawetan ikan dapat dilakukan secara konvensional dan modern. Pengawetan secara konvensional, seperti penggaraman, pemindangan ikan, dan lain – lain. Berdasarkan penelitian dari (Wahab et al., 2019), pengawetan menggunakan metode konvensional membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Kemudian, pengawetan secara modern dapat dilakukan dengan menggunakan medan magnet berfrekuensi rendah atau *extremely low frequency* (ELF) yang menerapkan konsep gelombang elektromagnetik.

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium perantara untuk merambat. Gelombang ini merupakan kombinasi antara dari medan listrik dan medan magnet dengan posisi medan magnet yang tegak lurus dengan medan listrik (Nur et al., 2022). Gelombang elektromagnetik memiliki radiasi dengan spektrum yang sangat luas (Ma'rufiyanti et al., 2014). Gelombang elektromagnetik tidak dapat dilihat, dirasakan, atau diraba. Alat indera kita tidak bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan gelombang elektromagnetik kecuali cahaya tampak. Seringkali gelombang elektromagnetik dianggap memberikan dampak yang membahayakan dan tidak baik bagi sebagian besar orang, namun pada kenyataannya gelombang elektromagnetik sangat memberikan dampak positif bagi manusia. Salah satu manfaat gelombang

elektromagnetik dapat diketahui dalam bidang pangan, seperti membantu proses pengawetan dengan melakukan inaktivasi mikroorganisme patogen dengan mengurangi jumlah bakteri pembusuk, seperti yang dilakukan oleh (Sari et al., 2018), bakteri pembusuk berkurang sebesar 99,45% di dalam proses pengawetan sari buah apel menggunakan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF).

Salah satu dampak dari pemanfaatan medan magnet ELF yaitu dapat menginaktivasi bakteri sehingga dapat diterapkan dalam bidang pangan. Sehingga medan magnet ELF dapat dimanfaatkan sebagai salah satu metode pengawetan makanan yang berfungsi untuk menghambat perkembangan satu mikroorganisme. Jika dibandingkan dengan metode pengawetan makanan lainnya, salah satu kelebihan dari medan magnet ELF yaitu dapat meminimalisir kerugian yang diakibatkan pada perubahan sifat fisik dan sensorik makanan (Nurhasanah et al., 2018).

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa paparan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) memberikan dampak baik dalam proses pengawetan pada makanan. Hal ini juga berlaku pada proses pengawetan pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi paparan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) terhadap pengawetan ikan dalam industri pengolahan ikan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif, melalui *article review*. Sehingga data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder yang diperoleh dari berbagai artikel yang relevan dengan tema penelitian dan sebagian besar data merupakan hasil eksperimen *extremely low frequency* (ELF) terhadap ketahanan ikan. Adapun lingkup artikel yang gunakan yaitu mengenai intensitas medan magnet *extremely low frequency* (ELF) dan durasi waktu medan magnet yang diberikan pada bahan pangan khususnya ikan. Untuk sumber referensi artikel yang digunakan adalah berasal dari google scholar dan PubMed yang terindeks Sinta dan Scopus. Adapun pada penulisan artikel ini data disajikan dalam bentuk tabel dan dijelaskan secara deskriptif.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan magnet *Extremely low frequency* (ELF) untuk mengawetkan bahan pangan

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang dengan bentuk komponen medan listrik dan medan magnet sebagai rambatannya, sehingga kecepatan rambatannya sangat tinggi tanpa adanya medium atau zat perantara (Priatam et al., 2021). Salah satu jenis gelombang elektromagnetik adalah gelombang magnet *extremely low frequency* (ELF). *Extremely low frequency* (ELF) merupakan salah satu dari spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi sebesar 0-300 Hz. Gelombang ini terbentuk oleh arus listrik yang mengalir melalui konduktor dan merambat melalui medium transmisi yang berbeda-beda, seperti udara, air, atau logam (Kanza et al., 2020). Radiasi dan energi yang menyertai dari medan magnet ELF tergolong sebagai medan magnet dengan intensitas rendah.

Gelombang magnet *extremely low frequency* (ELF) biasanya dihasilkan oleh sumber-sumber buatan manusia, seperti jaringan listrik dan komunikasi nirkabel. Jaringan listrik dengan tegangan tinggi dapat menghasilkan gelombang magnet ELF yang kuat dan dapat menyebar ke seluruh wilayah sekitarnya. Gelombang magnet ELF juga digunakan dalam berbagai aplikasi industri, seperti pengolahan makanan, pembuatan kertas, dan produksi baja. (Situmorang et al., 2020).

Pada dasarnya medan magnet *extremely low frequency* (ELF) memiliki beberapa sifat yaitu bersifat non-pengion dan memiliki efek non termal karena energi yang ditimbulkan oleh medan magnet *extremely low frequency* (ELF) sangat kecil (Nur et al., 2022). Selain itu, medan magnet *extremely low frequency* (ELF) dapat menembus bahan biologis (Munawaroh & Sudarti, 2022). Hal ini menyebabkan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) berpotensi sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme yang bertanggung jawab terhadap pembentukan asam yang dapat membusukkan bahan makanan seperti ikan dan buah-buahan. Prinsip kerja paparan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) yaitu mempengaruhi ion-ion yang terdapat pada mikroorganisme pembentuk asam sehingga metabolisme dalam mikro organisme tersebut akan terganggu. Ion yang dimaksud adalah ion kalsium (Uswatun & Sudarti, 2022).

Ion kalsium sangat mudah terpengaruh oleh medan magnet dan bersifat paramagnetik. Peningkatan energi dari medan magnet yang ditransfer ke ion kalsium (Ca^{2+}) akan meningkatkan kecepatan aliran ion tersebut melalui membran sel. Akibatnya, ion-ion yang terpengaruh oleh medan magnet dapat merusak struktur protein dalam sel dan menghambat aktivitas metabolisme pada mikroorganisme. Gangguan dalam proses metabolisme ini dapat menyebabkan kegagalan dalam pembentukan energi, sehingga mikroorganisme akan mengalami hambatan dalam aktivitas sel seperti reproduksi, respirasi, dan lain-lain. Dampaknya adalah mikroorganisme tersebut akan mati (Ghausia et al., 2017). Prinsip inilah yang digunakan pada untuk mengawetkan bahan pangan menggunakan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) .

Terdapat beberapa penelitian yang membuktikan bahwa paparan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) dapat memperpanjang masa simpan dan dapat menjaga kondisi fisik bahan pangan. Menurut penelitian Nuriyah et al (2022), menunjukkan bahwa nilai pH cabai merah dapat dipertahankan dengan cara memaparkan cabai merah dengan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) berintensitas $600 \mu\text{T}$ selama 30 menit. Menurut Rahman dan Sudarti (2021), Jambu air yang dipapar oleh medan magnet berintensitas $500 \mu\text{T}$ dapat mempertahankan kualitas fisik dan mempertahankan kondisi pH sehingga pembusukan tidak terjadi dalam waktu singkat. Selain itu, Saletnik et al (2022) menemukan bahwa buah apel yang disimpan dalam kotak yang memancarkan paparan medan magnet berintensitas 200 mT mampu memperpanjang usia penyimpanannya serta mampu mempertahankan kondisi fisiknya. Selain itu derajat keasaman, medan magnet ELF mampu menurunkan pertumbuhan bakteri, dibuktikan dalam penelitian oleh (Astuti et al., 2020), medan magnet ELF mampu menurunkan pertumbuhan bakteri hingga 73%.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang telah disebutkan sebelumnya maka pengawetan ikan dengan memaparkan magnet *extremely low frequency* (ELF) dengan intensitas tertentu dapat dimungkinkan. Hal ini dikarenakan adanya kesamaan prinsip kerja antara pengawetan bahan pangan dalam bentuk sayuran atau buah-buahan dan ikan secara umum. Prinsip kerja yang dimaksud adalah

medan *extremely low frequency* (ELF) mempengaruhi ion-ion yang terdapat pada mikroorganisme pembentuk asam khususnya ion kalsium sehingga metabolisme dalam mikroorganisme tersebut akan terganggu. Hal ini mengakibatkan mikroorganisme penyebab pembusukan akan mati.

Pemanfaatan magnet *Extremely low frequency* (ELF) untuk mengawetkan ikan

Penggunaan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) telah dilakukan oleh beberapa penelitian yang memberikan pengaruh yang baik pada proses pengawetan ikan. Penggunaan medan magnet ELF dengan intensitas $700 \mu T$ dan $1000 \mu T$ dalam pengawetan ikan tuna mampu mempertahankan nilai pH pada daging ikan (Laksmiari et al., 2022). Hal ini ditunjukkan dengan tabel dibawah ini :

Tabel 1. Paparan Medan Magnet ELF Terhadap PH Ikan Tuna

Intensitas Medan Magnet ELF	Waktu Paparan (Menit)	pH Setelah 0 Jam Paparan	pH Setelah 5 Jam Paparan	pH Setelah 10 Jam Paparan	pH Setelah 15 Jam Paparan
Kontrol ($0 \mu T$)	0	5,83	6,11	6,19	6,36
$700 \mu T$	15	5,83	5,91	6,04	6,12
$700 \mu T$	30	5,83	5,96	6,09	6,17
$700 \mu T$	45	5,83	5,97	6,09	6,20
$1000 \mu T$	15	5,83	5,83	6,01	6,10
$1000 \mu T$	30	5,83	5,93	6,10	6,21
$1000 \mu T$	45	5,83	6,01	6,08	6,21

Sumber : Laksmiari et al., 2022

Medan magnet *extremely low frequency* (ELF) juga dapat memberikan pengaruh terhadap massa jenis ikan. Massa jenis ikan dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan bakteri pada tubuh ikan. Berdasarkan penelitian Rahayu et al (2023) dengan ikan yang tidak diberikan paparan medan magnet *extremely low frequency* (ELF) memiliki massa jenis yang lebih tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan tabel dibawah ini :

Tabel 2. Paparan Medan Magnet ELF Terhadap Massa Jenis Ikan

Nilai Massa Jenis Jam Ke-	Kelompok				
	Kontrol	700 μT (60')	700 μT (120')	1200 μT (60')	1200 μT (120')
0	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
8	1,11	1,23	1,27	1,21	1,12
20	1,61	1,59	1,52	1,56	1,39

Sumber : Rahayu *et al.*, 2023

Berdasarkan tabel yang telah dipaparkan di atas maka dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF dapat menjaga massa jenis ikan dan mampu menjaga nilai pH ikan. Apabila pH ikan terjaga maka dapat menunjukkan bahwa mikroorganisme pembusuk ikan tidak aktif bekerja. Ketika massa jenis ikan tidak berubah secara signifikan maka dapat diketahui bahwa aktivitas mikroorganisme terhambat sehingga massa jenis. Kedua hal tersebut dapat menjadi penyebab ikan memiliki usia simpan menjadi lebih panjang atau lebih awet dibandingkan kondisi normal.

Potensi Dalam Industri Pengolahan Ikan

Industri pengolahan ikan merupakan suatu usaha untuk mengolah ikan mentah atau ikan setengah jadi menjadi ikan yang siap untuk di konsumsi oleh konsumen. Dalam industri pengolahan ikan diperlukan ikan dalam jumlah yang banyak sebagai bahan baku industri. Ikan dalam jumlah besar ini diperlukan tempat penyimpanan yang cukup besar pula dan perlu metode khusus dalam menyimpan ikan agar tidak mengalami kebusukan. Pengawetan merupakan salah satu cara agar ikan tidak busuk sekaligus menjaga kualitas daging ikan. Selain itu, metode pengawetan yang tidak dapat merusak kandungan nutrisi dari ikan merupakan metode pengawetan yang dibutuhkan dalam pengolahan ikan.

Pengawetan ikan menggunakan medan magnet ELF merupakan salah satu metode yang dapat digunakan secara efektif dalam mengawetkan ikan. Pengawetan menggunakan medan magnet ELF memiliki potensi untuk diterapkan dalam industri pengolahan ikan dikarenakan terdapat beberapa kelebihan. Adapun kelebihan yang paling menonjol adalah pengawetan ikan dengan menggunakan medan magnet ELF tidak merusak nutrisi dalam ikan. Hal ini dikarenakan medan

magnet *extremely low frequency* (ELF) medan magnet *extremely low frequency* (ELF) bersifat non-pengion dan memiliki efek non-termal serta dapat menembus bahan biologis (Munawaroh & Sudarti, 2022). Efek non-termal inilah yang membuat kandungan nutrisi ikan terjaga.

KESIMPULAN

Medan magnet *extremely low frequency* (ELF) memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengawet ikan dalam industri pengolahan ikan. Medan magnet ELF pada intensitas tertentu dapat menghambat perkembangan mikroorganisme yang dapat menyebabkan ikan busuk. Selain itu, Medan magnet ELF memiliki efek non-termal sehingga tidak merusak kandungan nutrisi ikan. Diperlukan penelitian lebih lanjut agar medan magnet ELF dapat diimplementasikan dalam industri pengolahan ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, L. P., Warsa, A., Wulandari, P., & Kusumasari, S. (2020). A potency of ELF magnetic field utilization to the process of milkfish preservation (*chanos chanos*) A potency of ELF magnetic field utilization to the process of milkfish preservation (*chanos chanos*). *Journal of Physics: Conference Series*, 1465, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012005>
- Ghausia, A. N., Sudarti, & Supriadi, B. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Ph Dan Daya Hantar Listrik Minuman Susu Fermentasi Sebagai Indikator Kadaluarsa. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(3), 74–78.
- Kanza, N. R. F., Sudarti, S., & Maryani, M. (2020). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Ph Dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Fermentasi Basah Kopi Liberika (*Coffea Liberica*) Dengan Penambahan A-Amilase. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 315. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3294>
- Laksmiari, K., Permatasari, E., & Ningtyas, F. W. (2022). *Analysis of Exposure to*

an Extremely Low Frequency (ELF) 700 μ T and 1000 μ T Magnetic Fields in Tuna Meat (Euthynnus Affinis C).
<https://doi.org/10.29303/jossed.v3i1.1366>

Ma'rufiyanti, P., Sudarti, & Gani, A. A. (2014). PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET ELF (EXTREMELY LOW FREQUENCY) 300 μ T DAN 500 μ T TERHADAP PERUBAHAN KADAR VITAMIN C DAN DERAJAT KEASAMAN (PH) PADA BUAH TOMAT. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(3), 278–284.

Munawaroh, W., & Sudarti. (2022). Potensi Paparan Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 17(2), 23–27.
<https://doi.org/10.26623/jtphp.v17i2.5096>

Nur, S. U. K., Sudarti, S., & Subiki, S. (2022). Pengaruh paparan medan magnet extremely low frequency (elf) terhadap derajat keasaman (ph) buah tomat. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 73.
<https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8395>

Nurhasanah, Sudarti, & Supriadi, B. (2018). Analisis Medan Magnet ELF terhadap Nilai pH Ikan dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng (Chanos chanos). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 116–122.

Nuriyah, S., Sudarti, S., & Bektiarso, S. (2022). Pengaruh paparan medan magnet extremely low frequency (elf) terhadap nilai ph cabai merah kecil (Capsicum frutescens L). *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 45–51. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8367>

Priatam, P. P. T. D., Zambak, M. F., Suwarno, & Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54.
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Rahayu, W., Sudarti, S., & Bektiarso, S. (2023). Analisis ph dan massa jenis ikan kembung setelah di papar medan magnet extremely low frequency (ELF). *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 9(1), 42–47. <https://doi.org/10.31764/ORBITA.V9I1.14127>

- Rahman, & Sudarti. (2021). Pengaruh paparan medan magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500 μ T Terhadap pH, Massa Jenis, dan Kualitas Fisik Jambu Air. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 2(2), 45–66. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v2i2.5687>
- Rifaldi, R., & Usman, M. (2020). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi volume ekspor ikan tuna indonesia (Analysis Of Factors Affecting The Volume Of Indonesian Tuna Exports). *JFP Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(2), 180–191.
- Saletnik, B., Zagula, G., Saletnik, A., Bajcar, M., Słysz, E., & Puchalski, C. (2022). Method for Prolonging the Shelf Life of Apples after Storage. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/app12083975>
- Sari, L. D., Prihandono, T., & Sudarti. (2018). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500 μ T dan 700 μ T terhadap Derajat Keasaman (pH) Daging Ayam. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018, 11 Maret 2018*, 3, 195–199.
- Situmorang, R. A., Mislan, & Rinaldi, A. (2020). Analisis Radiasi Medan Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Seluler Berdasarkan Variasi Daya Baterai. *Geosains Kutai Basin*, 3, 0–4.
- Uswatun, U., & Sudarti. (2022). Potensi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Guna Meningkatkan Ketahanan Usia Simpan Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 7(2), 70–74.
- Wahab, I., Kore, J., & M Nur, R. (2019). Perbandingan proses pengasapan ikan cakalang menggunakan alat konvensional dan lemari pengasapan di desa daruba pantai kabupaten pulau morotai. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 14(2), 33–38. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v14i2.3499>
- Yulia, R., & Sunartaty, R. (2021). Pengawetan ikan tongkol menggunakan abu pelepah kelapa sebagai alternatif pengawet alami. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2649–2655. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3827>