

# Analisis Potensi Pemanfaatan Radiasi Electromagnetic Extremely Low Frequency Untuk Meningkatkan Ketahanan Ikan

**Restu Dwi Setiyo Utami**

Universitas Jember

**Alifia Aminingrum**

Universitas Jember

**Zakiya El Firdausi**

Universitas Jember

**Sudarti Sudarti**

Universitas Jember

**Firdha Kusuma Ayu Anggraeni**

Universitas Jember

Alamat: Jl. Kalimantan Tegalboto No.37, Krajan Timur, Sumbersari, Kecamatan Sumbersari, kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

Korespondensi penulis: [restudwisetiyo774@gmail.com](mailto:restudwisetiyo774@gmail.com)

**Abstract.** *Electromagnetic waves are a combination of electric and magnetic fields. Electromagnetic waves can propagate through or without a medium. Extremely Low Frequency magnetic field has a frequency of <300 Hz. With this low frequency, ELF waves are able to penetrate several materials including soil, water and concrete well. One of the benefits of ELF waves is that they can be used to preserve food. Foodstuffs that are often found, often have limited durability or shelf life, ELF waves can be used to increase the durability or shelf life of foodstuffs such as tempeh, fruits and fish. ELF magnetic field (can extend the shelf life of fish by maintaining the pH of the fish. The ELF mechanism in increasing the shelf life of fish is by maintaining or maintaining the pH of the fish so that its shelf life is getting longer without physically damaging the fish so that it is still suitable for consumption. The method used in this research is literature study. Literature study is carried out by collecting various kinds of literature sources both national and international which are used to find data and research results. From the data obtained in the literature, it can be concluded that Extremely Low Frequency electromagnetic waves can increase the shelf life of fish by maintaining pH so that microbes do not easily multiply..*

**Keywords:** *electromagnetic waves, electromagnetic low frequency waves, ELF effect on fish pH.*

**Abstrak.** Gelombang elektromagnetik merupakan perpaduan dari medan listrik dan medan magnet. Gelombang elektromagnetik dapat merambat melalui atau tanpa adanya mediumambat. Medan magnet Extremely Low Frequency memiliki frekuensi < 300 Hz. Dengan frekuensi yang rendah ini, membuat gelombang ELF mampu menembus

beberapabahan diantaranya tanah, air hingga beton dengan baik. Salah satu manfaat dari gelombang ELF yaitu dapat dimanfaatkan untuk mengawetkan bahan pangan. Bahan pangan yang sering dijumpai, kerap memiliki daya tahan atau masa simpan yang terbatas, gelombang ELF ini dapat dimanfaatkan untuk menambah daya tahan atau masa simpan bahan makanan seperti tempe, buah buahan dan juga ikan. Medan magnet ELF (dapat memperpanjang masa simpan ikan dengan cara menjaga pH ikan. Mekanisme ELF dalam menambah daya simpan ikan yaitu dengan cara menjaga atau mempertahankan pH ikan agar daya simpannya semakin lama tanpa merusak fisik ikan sehingga masih layak konsumsi. Metode yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu study literatur. Study literatur dilakukan dengan mengumpulkan berbagai macam sumber literatur baik nasional maupun internasional yang digunakan untuk mencari data dan hasil penelitian. Dari data data yang diperoleh dalam literatur dapat ditarik kesimpulan dimana gelombang elektromagnetik Extremely Low Frekuensi dapat menambah usia simpan ikan dengan mempertahankan pH sehingga mikroba tidak mudah berkembang biak.

**Kata kunci:** gelombang elektromagnetik, elektromagnetic low frequency, pengaruh ELF terhadap pH ikan.

## LATAR BELAKANG

Tidak dapat dipungkiri bahwa semua bahan pangan lama kelamaan akan mengalami proses pembusukan atau dekomposisi. Proses pembusukan ini dapat menyebabkan banyak perubahan pada bahan pangan tersebut, mulai dari perubahan secara fisika maupun secara kimiawi. Pada perubahan fisik akibat pembusukan dapat diidentifikasi menggunakan indra manusia seperti tekstur, warna, aroma, dan rasa. Sedangkan perubahan secara kimiawi akibat pembusukan ditunjukkan dengan perubahan zat yang terkandung didalam bahan pangan tersebut. Zat yang terkandung pada bahan makanan dapat berupa delapan unsur, seperti vitamin, mineral, protein, serat, lemak, karbohidrat, air, dan kalsium. Perubahan zat yang terkandung akibat pembusukan dapat menyebabkan berkurangnya konsentrasi atau bahkan sampai bisa menghilangkan unsur nutrisi pada bahan pangan tersebut. Karakteristik fisik dan nutrisi dalam makanan adalah penyebab mikroorganisme terdapat dalam makanan. Selain itu, serangkaian faktor ekstrinsik dan intrinsik serta interaksinya juga menjadi penyebab mikroorganisme terdapat dalam makanan (Sulastri *et al.*, 2022).

Proses pembusukan dapat terjadi karena tumbuhnya mikroba pembusuk seperti ragi, jamur, atau bakteri. Kemudian mikroba tersebut akan mengeluarkan toksin yang dapat merusak struktur makanan sehingga menyebabkan makanan atau minuman menjadi basi. Mikroba penyebab pembusukan makanan dapat berkembangbiak lebih cepat apabila terdapat faktor penunjang. Faktor penunjang utamanya yaitu penyimpanan yang tidak tepat, seperti diletakkan di tempat dengan suhu yang lembap atau di paparan cahaya yang

berlebihan. Selain itu, penyebab cepatnya pertumbuhan mikroba juga dikarenakan kandungan air yang terlalu tinggi pada bahan makanan atau minuman.

Proses pembusukan atau dekomposisi pada bahan pangan dapat dicegah atau dapat diperlambat pembusukannya dengan berbagai cara. Cara pertama yaitu ada pengeringan makanan. Pengeringan makanan bertujuan untuk mengurangi kandungan air didalam makanan, sehingga mikroba tidak dapat mempercepat perkembangbiakkannya. Cara kedua yaitu dengan pengasapan. Proses pengasapan makanan juga memiliki tujuan yang sama dengan pengeringan makanan. Cara ketiga yaitu dengan bahan pengawet. Bahan pengawet alami yang sering digunakan masyarakat adalah gula dan garam. Makanan yang menggunakan bahan pengawet berupa garam disebut dengan asinan, sedangkan yang menggunakan bahan pengawet berupa gula biasa disebut manisan. Cara keempat yaitu dengan cara meletakkan makanan atau minuman di suhu yang ekstrem, bisa di suhu yang sangat panas atau suhu yang sangat dingin. Mikroba pembusukan dapat berkembangbiak apabila diletakkan di ruang dengan suhu optimal mikroba yaitu sekitar  $0 - 30^{\circ}\text{C}$ . Sehingga apabila bahan pangan diletakkan di ruangan dengan suhu  $80 - 90^{\circ}\text{C}$  atau suhu dibawah  $0^{\circ}$  dapat menyebabkan terhambatnya aktivitas mikroba, bahkan sampai bisa menghentikan mikroba untuk berkembangbiak. Cara keempat yaitu dengan menyimpan bahan pangan di tempat atau kemasan kedap udara. Kemasan dengan sistem kedap udara dapat menyebabkan mikroba tidak dapat hidup sehingga bahan makanan dapat lebih awet.

Selain cara yang telah disebutkan, dengan adanya perkembangan teknologi ditemukanlah cara lain yang dapat menghambat proses dekomposisi pada makanan dan minuman. Menurut World Health Organizations (WHO), disebutkan bahwa cara aman dalam pengawetan makanan yaitu melalui pengawetan iradiasi. Disebutkan bahwa makanan tidak akan mengandung racun maupun permasalahan gizi apabila penggunaan irradiasi pada makanan memanfaatkan dosis tertentu yang telah ditentukan (Widya Pangestika *et al.*, 2022). Cara tersebut yaitu dengan memanfaatkan paparan Extremely Low Frequency atau disebut dengan ELF. Medan magnet ELF sering dimanfaatkan diberagam bidang, seperti bidang pertanian, kesehatan, dan pangan. Pada bidang pangan, medan magnet ELF biasanya digunakan untuk proses fermentasi makanan dan sebagai penghambat proses pembusukan sehingga dapat memperpanjang daya simpan bahan pangan. Paparan ELF dapat dimanfaatkan pada bidang pangan dikarenakan paparan ELF memiliki kemampuan untuk mengendalikan pH pada makanan. Dengan intensitas dan lama paparan tertentu dapat menghasilkan rentang pH berbeda yang disesuaikan dengan

kebutuhan masing- masing. Menurut (Purnawati *et al.*, 2021) menyatakan bahwa pH (potensial Hidrogen) dapat menjadi acuan terkait perkembangbiakan mikroba dengan dimanfaatkannya gelombang elektromagnetik. Nilai pH pada makanan sangat berpengaruh terhadap masa simpan bahan makanan. Karena dengan adanya pH, dapat menentukan kebasaaan atau keasamaan bahan pangan. Masing-masing mikroorganismenya dalam keberlangsungan hidupnya pasti memiliki kisaran pH yang optimal untuk perkembangbiakkannya. Selain suhu optimal, perkembangbiakan mikroba juga dipengaruhi oleh pH bahan pangan. Mikroba dapat beraktivitas secara optimal sehingga dapat berkembangbiak dengan cepat ketika nilai pH pada rentang 4,6 – 7,0.

Paparan *Extremely Low Frequency* atau disebut dengan paparan ELF adalah spektrum gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi terendah yaitu lebih kecil dari 300 Hz. Paparan ELF termasuk kedalam radiasi non pengion, yang berarti medan magnet ELF tidak akan merubah molekul menjadi ion-ion apabila mengenai suatu bahan. Sehingga medan magnet ELF dapat dengan mudah menembus bahan tanpa mengionisasi bahan tersebut terlebih dahulu. Paparan ELF tidak dapat merubah suhu ketika berinteraksi atau berinduksi dengan sistem (efek non hermal), karena paparan ELF menghasilkan energi yang sangat kecil (Prihatin *et al.*, 2020). Karena tidak perlu untuk mengionisasi bahan terlebih dahulu, maka medan magnet ELF tidak memberikan efek yang dapat menyebabkan perubahan suhu. Cara kerja medan ELF yaitu dengan meningkatkan kadar kalsium intraseluler yang dapat menyebabkan kematian sel pada mikroba pembusuk makanan. Ketika medan magnet menembus suatu bahan akan terjadi interaksi atom-atom membran. Sehingga terjadinya peningkatan potensial membran yang berpengaruh pada kenaikan kalsium intraseluler. Mikroba akan sulit berkembangbiak apabila waktu pemaparan dan intensitas paparan ELF semakin besar.

Mekanisme kerja paparan ELF dalam penghambatan mikroba yaitu dengan memberikan energi dalam medan magnet ke dalam ion sel. Kecepatan aliran ion saat melewati membran akan meningkat akibat diberikannya energi tersebut. Sehingga medan magnet yang terkandung dalam ion tersebutlah yang akan menimbulkan protein mikroba rusak. Protein yang rusak tersebut dapat menyebabkan kematian mikroba akibat sistem metabolisme yang tidak stabil (Firdausi *et al.*, 2023). Dengan begitu medan magnet akan menyebabkan mikroba mati dan menjadi penghambat proses pembusukan.

Metode untuk memperpanjang daya simpan suatu makanan, bisa secara tradisional maupun secara modern. Semakin majunya ilmu pengetahuan akan menghasilkan temuan

baru yang akan mempermudah manusia. Salah satunya yaitu paparan radiasi ELF, dimana paparan ELF tersebut dimanfaatkan diberbagai bidang, salah satunya pada bidang pangan yang diketahui mampu mengendalikan pH makanan agar makanan memiliki daya simpan yang lebih panjang. Makanan dapat diketahui kelayakan untuk dikonsumsi dapat dilihat dari pH nya, salah satunya adalah ikan. Dengan mengetahui pH ikan, dapat ditentukannya kelayakan untuk pengonsumsi ikan tersebut. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan menganalisis potensi pemanfaatan radiasi electromagnetic extremely low frequency untuk meningkatkan ketahanan ikan dengan intensitas dan lama pemaparan yang efektif untuk memperpanjang daya simpan ikan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode *study literature*. *Study literature* didefinisikan sebagai kegiatan mengumpulkan data melalui membaca dan mengolah informasi yang didapat menjadi suatu tulisan. Maka dapat disimpulkan bahwa study literatur ialah kegiatan pengumpulan data melalui membaca berbagai sumber seperti buku atau jurnal terkait topik penelitian yang kemudian diolah untuk menjadi karya tulis. Peneliti melakukan penelitian ini untuk mengatasi permasalahan terkait daya simpan bahan pangan terkhusus ikan yang dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan paparan radiasi *Elektromagnetic Low Frequency*. Dalam penelitian digunakan berbagai sumber bacaan, seperti buku, jurnal dan artikel. Data yang akan digunakan berasal dari hasil penelitian terdahulu terutama dari hasil penelitian nasional.

Tahapan dalam menulis karya dengan menggunakan teknik pengumpulan data *study literature* yaitu dengan mencari berbagai sumber bacaan dan menggolongkannya kedalam beberapa kategori bergantung pada tingkat relevansinya terhadap topik yang diangkat. Kemudian pilih data pustaka yang terbit dalam 5 tahun kebelakang. Untuk mengetahui relevansi dari pustaka dengan topik yang diangkat, maka kita dapat membaca bagian abstrak lebih dahulu untuk memberikan penilaian. Informasi yang didapat diolah poin pentingnya dan tak lupa cantumkan catatan kaki dan daftar pustaka agar terhindar dari plagiasisme. Setelah itu peneliti dapat menarik kesimpulan dari informasi yan didapat serta dapat memberikan solusi dari permasalahan dalam penelitian yang diangkat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelombang elektromagnetik merupakan suatu bentuk radiasi yang terdiri atas perpaduan dua buah medan, yaitu medan Listrik dan juga medan magnet. Secara sederhana gelombang elektromagnetik merupakan sebuah getaran. Dimana getaran tersebut merambat membentuk grafik sinusoidal. Gelombang elektromagnetik merupakan salah satu contoh dari gelombang transversal. Pada proses perambatannya, gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium agar dapat merambat. Hal ini dikarenakan gelombang elektromagnetik dapat merambat pada ruang hampa (Utami *et al.*, 2023).

Terdapat beberapa koefisien yang dapat diukur dari suatu gelombang elektromagnetik yaitu mulai dari amplitude, Panjang gelombang, cepat rambat hingga frekuensi gelombang elektromagnetik. Adapun frekuensi gelombang elektromagnetik merupakan jumlah siklus atau jumlah getaran yang terjadi dalam satu satuan waktu tertentu pada gelombang elektromagnetik, frekuensi gelombang elektromagnetik sendiri diukur dalam satuan *Hertz* (Hz), yang merupakan siklus per detik. Frekuensi gelombang elektromagnetik sangat bergantung pada cepat rambatnya, dan juga Panjang gelombangnya. Gelombang elektromagnetik berbanding terbalik dengan panjang gelombangnya, Dimana jika frekuensi gelombang elektromagnetik semakin tinggi, maka Panjang gelombang elektromagnetik semakin pendek (Maula *et al.*, 2022).

Frekuensi gelombang elektromagnetik lah yang menentukan pembagian spektrum gelombang elektromagnetik. Spektrum gelombang elektromagnetik terdiri dari berbagai jenis dengan pembagian frekuensi yang berbeda. Dimulai dari gelombang radio, gelombang radio memiliki Panjang gelombang terbesar dan frekuensi terkecil dalam urutan spektrum gelombang, frekuensinya berkisar antara 102-108 Hz, yang kedua yaitu gelombang mikro dengan besar frekuensi yaitu diantara 108-1012Hz. Yang ketiga yaitu gelombang inframerah dengan frekuensi nya berkisar antara 1012-1014Hz. Selanjutnya yaitu Cahaya tampak, Cahaya tampak merupakan radiasi elektromagnetik yang dapat ditekisi oleh mata manusia dengan rentang frekuensi yaitu antara  $4 \times 10^{14}$ - $7,5 \times 10^{14}$ Hz. Yang kelima yaitu sinar ultraviolet, sinar ultraviolet memiliki frekuensi dengan rentang 1015-1016Hz, yang keenam yaitu sinar -X. sinar-X memiliki rentang frekuensi yaitu antara 1018-1019Hz, dan yang terakhir yaitu sinar gamma dengan Panjang gelombang terpendek dan frekuensi terbesar yaitu berkisar antara 1018-1020 Hz (Jannah *et al.*, 2020).

Gelombang elektromagnetik memiliki frekuensi yang beragam mulai dari yang kecil hingga frekuensi yang besar. Salah satu contoh gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang kecil yaitu <300 Hz yaitu gelombang elektromagnetik ELF (*Extremly Low Frequency*). Gelombang elektromagnetik *Extremly Low Frequency* (ELF) memiliki frekuensi yang jauh lebih rendah daripada gelombang radio, televisi ataupun gelombang mikro yang biasanya digunakan dalam proses komunikasi. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, medan magnet ELF atau yang kerap disebut gelombang elektromagnetik ELF memiliki frekuensi yang sangat rendah sehingga berbanding terbalik dengan Panjang gelombangnya yang sangat Panjang. Dengan panjang gelombang yang besar ini, memungkinkan gelombang elektromagnetik ELF dapat menembus benda benda atau medium medium seperti tanah, air serta bahan bahan padat lainnya dengan sangat baik. Selain dapat menembus bahan bahan padat dengan baik, gelombang elektromagnetik juga memiliki jangkauan yang luas sehingga memungkinkan gelombang ini untuk dimanfaatkan pada beberapa bidang kehidupan (Shabitna *et al.*, 2023).

Penelitian sebelumnya banyak membahas pemanfaatan gelombang elektromagnetik *Extremly Low Frequency* (ELF) pada bidang pangan. Gelombang elf memiliki beberapa sifat atau karakteristik yaitu dapat memancarkan radiasi ion dan radiasi non pengion. Pada beberapa penelitian membahas bahwa gelombang elektromagnetik ELF dengan frekuensi tertentu memiliki potensi untuk mengawetkan ikan tanpa merusak fisik dari ikan tersebut. Hal tersebut dapat terjadi karena gelombang elektromagnetik *Extremly Low Frequency* (ELF) dapat menghambat pertumbuhan mikroba dalam bahan pangan sehingga dapat menambah daya tahan bahan pangan tersebut (Utoyo *et al.*, 2023).

Kualitas suatu bahan makanan dapat dilihat dari nilai pH bahan makanan tersebut. Ketika ikan dibiarkan di udara terbuka dalam kurun waktu yang lama, maka nilai pH ikan akan mengalami perubahan atau dalam hal ini meningkat secara drastis dari nilai pH awal. Hal tersebut dapat memicu pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme/bakteri penyebab pembusukan. Tingkat kesegaran ikan dapat dilihat dari nilai pH ikan tersebut. Ketika ikan masih dalam kondisi segar (*fase pre-rigor mortis*) yaitu keadaan otot ikan yang masih lentur atau ikan telah berada pada *fase rigor mortis* yaitu kondisi ikan setelah mati selama 8 jam. Hal ini dapat dijadikan acuan apakah bahan makanan tersebut masih layak atau tidak untuk dikonsumsi oleh tubuh manusia (Fitria *et al.*, 2022).

Ikan memiliki kadar air yang cukup tinggi. Kandungan air yang terdapat dalam ikan yaitu berkisar antara 70-80% dari berat daging ikan tersebut. Dengan kadar air yang tinggi ini, mendorong mikroba yang dapat mempercepat pembusukan ikan. Keberadaan mikroba mikroba ini harus dihambat salah satunya menggunakan paparan medan magnet *Extremly Low Frequency* (ELF). Intensitas paparan yang dibutuhkan untuk meningkatkan ketahanan ikan ini cukup bervariasi mulai dari  $600\mu T$ ,  $900\mu T$ ,  $1200\mu T$ . intensitas paparan ini dapat mempengaruhi kadar air dalam ikan sehingga volume dan massa jenis ikan akan mengalami perubahan. Perubahan massa jenis yang terjaga dapat mempengaruhi lamanya daya simpan ikan. Dalam beberapa kasus diketahui intensitas medan magnet ELF yang efektif untuk menjaga massa jenis serta volume dan juga kadar air yaitu sebesar  $1200\mu T$ . Hal tersebut dapat terjadi karena dengan memberikan paparan elf terhadap ikan dapat menekan pertumbuhan serta aktivitas mikroorganisme yang dapat mempercepat pembusukan (Rahman *et al.*, 2022)

Selain intensitas paparan yang harus diperhatikan, menurut beberapa penelitian, waktu atau lamanya paparan ELF juga berpengaruh terhadap daya simpan ikan. Intensitas serta lamanya paparan dapat menyebabkan terjadinya perubahan masaa jenis dari suatu bahan termasuk ikan. Dengan lama paparan yang diperhatikan, maka kesegaran ikan akan terjaga. Lamanya paparan dapat menentukan naik turunnya massa jenis ikan. Massa jenis ikan sendiri bergantung pada kadar air dan juga volume. Dengan memperhatikan lamanya paparan medan magnet ELF maka kita dapat mengetahui intensitas serta lama waktu yang efektif untuk menjaga kesegaran ikan (Astutik *et al.*, 2022)

Ada beberapa tanda yang dapat dilihat secara langsung oleh mata untuk memastikan tingkat kesegaran ikan. Beberapa diantaranya insang ikan yang berwarna merah segar, aroma ikan yang tidak amis, mata yang bersih (bening), warna pupil mata (kehitaman) dan masih banyak lagi (Elsavana *et al.*, 2022). Kondisi ikan akan mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu, hal ini ditandai dengan perubahan warna insang menjadi keabuan, berlendir, dan berbau anyir, sisik ikan menjadi lengket pada kulit dan ditutupi lendir yang jernih. Menurut (Suprayitno, 2020), ikan segar akan memiliki daging berwarna cerah dan segar serta tekstur daging yang kenyal, sementara ketika daging ikan mulai berbau busuk (anyir) merupakan tanda bahwa daging ikan sudah tidak dalam kondisi segar. Selain itu, kondisi ikan yang mengapung ketika diletakkan didalam air juga dapat dijadikan tanda kondisi ikan sudah tidak segar (*fresh*).



Tabel 1. Pengaruh paparan radiasi Elektromagnetik *Extremely Low Frequency* terhadap jenis ikan

Bahan	Intensitas	Hasil	Sumber Referensi
Ikan Lele	Intensitas ELF sebesar 1000 $\mu T$ dalam rentang waktu 30 menit dan 60 menit.	Pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan dapat dicegah secara optimal.	Fitria <i>et al.</i> , 2022
Ikan Pindang	Intensitas paparan ELF sebesar 600 $\mu T$ dalam kurun waktu 120 menit.	Pertumbuhan dan perkembangan bakteri pada ikan pindang dapat ditekan dengan baik.	Elsavana <i>et al.</i> , 2022
Ikan Bandeng	Pemberian intensitas paparan ELF sebesar 730,56 $\mu T$ dalam kurun waktu 30 menit sebanyak 2 kali paparan.	Kenaikan nilai pH Ikan Bandeng akan melambat.	Nurhasanah <i>et al.</i> , 2018
Vannamei Shrimp	Pemberian intensitas ELF sebesar 500 $T$ .	Pertumbuhan bakteri <i>Salmonella</i> dapat ditekan. Namun, pertumbuhan bakteri <i>E.coli</i> belum mampu dicegah dengan dosis paparan tersebut.	Sudarti <i>et al.</i> , 2021
Chicken Meat	Pemberian paparan ELF dalam kurun waktu 45-60 menit dengan intensitas 900 $\mu T$ .	Kualitas daging ayam dapat bertahan hingga 12 jam.	Sudarti <i>et al.</i> , 2023
Ikan Nila	Paparan ELF dengan intensitas 500 $\mu T$ dalam kurun waktu tertentu.	Nilai pH Ikan Nila akan bertahan dalam keadaan awal (hanya sedikit berubah).	Ashari <i>et al.</i> , 2023
Tuna Meat	Paparan ELF sebesar 1000 $\mu T$ dalam kurun waktu 15 menit.	Kondisi Ikan Tuna dapat bertahan selama sekitar 5 jam.	Sudarti <i>et al.</i> , 2022
Cow's Milk	Medan magnet ELF dengan intensitas 500 $\mu T$ dalam rentang waktu 60 menit.	Umur simpan susu sapi dapat bertahan hingga 10-15 jam, serta dapat menekan perkembangan	Sudarti <i>et al.</i> , 2022

Bahan	Intensitas	Hasil	Sumber Referensi
		bakteri <i>Salmonella</i> . Namun, dengan dosis tersebut belum mampu menekan pertumbuhan bakteri <i>E.Coli</i> .	
Ikan Kembung	Pemberian paparan ELF sebesar $1200 \mu T$ dalam kurun waktu 120 menit.	Kualitas Ikan Kembung dapat terjaga serta dapat menekan perkembangan bakteri penyebab pembusukan.	Rahayu <i>et al.</i> , 2023
Ikan Trout Pelangi	Pemberian paparan medan magnet elektromagnetik dengan frekuensi 15 Hz dan induksi magnetic $0,5 \mu T$ .	Terjadi peningkatan kinerja pertumbuhan, kekuatan antioksidan total dan struktur gastrointestinal pada Ikan trout Pelangi.	Nofouzi <i>et al.</i> , 2016
Ikan Mas	Radiasi ELF dengan frekuensi 50 Hz dalam kurun waktu tertentu.	Indeks pertumbuhan ikan mengalami peningkatan.	Khoshroo <i>et al.</i> , 2017
Udang Vaname	Pemberian paparan ELF dengan dosis $300 \mu T$ dalam rentang waktu 1 jam 30 menit.	Peningkatan nilai pH udang dapat ditekan.	Qumairohet <i>et al.</i> , 2021

Berdasarkan *review artikel* dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa gelombang Eelektromagnetik Low Frekuensi dapat berpengaruh terhadap beberapa indikator seperti nilai ph, dimana nilai pH yang stabil akan menambah waktu simpan suatu bahan bahan. Ketika ikan dibiarkan di udara terbuka dalam waktu lama, maka pH ikan akan mengalami peningkatan sehingga akan merusak kualitas daging ikan tersebut. Namun, ketika bahan makanan atau ikan dipapari dengan gelombang magnet Elektromagnetik Low Frekuensi, maka kenaikan pH makanan akan berjalan lebih lambat (nilai pH terjaga pada kondisi awal) sehingga bahan makanan akan mengalami pembusukan dalam waktu yang lebih lambat atau daya simpan bahan makana akan lebih lama. Penggunaan paparan gelombang

ELF pada bahan makanan dengan intensitas tertentu tidak akan merusak kondisi dari bahan tersebut, melainkan dapat membantu meningkatkan waktu simpannya.

## **KESIMPULAN**

ELF memiliki kemampuan untuk mengendalikan pH pada makanan, sehingga menjadi satu opsi cara dalam meningkatkan masa simpan bahan makanan. Intensitas paparan ELF yang dianggap efektif untuk menjaga massa serta volume dan juga kadar air yaitu sebesar  $1200 \mu T$ . Intensitas paparan ELF dapat mempengaruhi kadar air dalam ikan sehingga volume dan massa jenis ikan akan mengalami perubahan. Perubahan massa jenis yang terjaga dapat mempengaruhi lamanya daya simpan ikan. Lama paparan disesuaikan dengan besarnya intensitas medan magnet ELF, agar ikan tetap segar dengan masa simpan yang lebih lama. Dengan demikian, paparan ELF dapat menekan proses perkembangbiakan mikroba penyebab pembusukan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ashari, B., Jumingin, J., & Atina, A. (2023). Lamanya paparan medan magnet Elf (Extremely Low Frequency)  $500 \mu t$  terhadap pH pada proses fermentasi beksam ikan nila. *Journal Online Of Physics*, 8(2), 7-11.
- El Firdausi, Z. (2023). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) dalam Proses Fermentasi Tape. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran* | E-ISSN: 3026-6629, 1(2), 211-216.
- Elsavana, N. I. D., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2022). Alternatif Pengawetan Ikan Pindang Layang (*Decapterus russelli*) Berbantuan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) Indikator pH (Derajat Keasaman). *Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 8(1), 48-56.
- Fitria, A., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet Elf Intensitas  $600 Mt$  Dan  $1000 Mt$  Terhadap Perubahan Nilai Ph Pada Daging Ikan Lele (*Clarias SP.*). *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(1), 139-142.
- Janah, A. F., Nurbaiti, U., & Fianti, F. (2020). Pengaruh Warna Dan Bentuk Lampu Terhadap Tingkat Kenyamanan Manusia Di Ruang Tidur. *EnviroScienteeae*, 16(1), 7-11.
- Kasanah, N., Chandhani, E. D., Prabandari, A. M., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2023). Analisis pemahaman mahasiswa pendidikan fisika universitas jember terkait teknik irradiasi sinar gamma pada pengawetan makanan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(4), 146-152.

- Kirana, D. A., Fitriana, D., Hanif, W., Susanto, M. I., Sorbo, O. A., & Adhi, P. M. (2022). Pengaruh Variasi Wadah Dan Suhu Terhadap Pembusukan Buah Semangka Potong (*Citrullus Lanatus*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 17(1), 23-28.
- Maula, M. I. (2022). Analisis Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika terhadap Sinar Inframerah sebagai Gelombang Elektromagnetik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 7(3), 198-203.
- Mohammadi-Zadeh Khoshroo, M., Shamsaie Mehrjan, M., Samiee, F., Soltani, M., & Hosseini Shekarabi, S. P. (2017). Impacts of extremely low-frequency electromagnetic fields (50-Hz) on growth performance and survival rate of common carp, *Cyprinus carpio* fingerlings.
- Munawaroh, W. (2022). Potensi paparan gelombang elektromagnetik extremely low frequency (elf) dalam meningkatkan ketahanan pangan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 17(2), 23-27.
- Nofouzi, K., Sheikhzadeh, N., Mohamad-Zadeh Jassur, D., Ashrafi Helan, J., Shahbazfar, A. A., Tukmechi, A., ... & Mahmoudi, R. (2016). Effects of low frequency electromagnetic fields on growth, total antioxidant activity and morphology of the intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 8(1), 18-24.
- Nurhasanah, N., Sudarti, S., & 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.
- Pangestika, W., Abrian, S., Maulid, D. Y., Arumsari, K., Putra, S., Windiarti, F. F., & Herawati, V. (2022). Pengaruh Iradiasi Gamma dan Penyimpanan Dingin terhadap Kandungan Proksimat, pH, dan ALT Filet Ikan Jenaha. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(1), 80-87.
- Prihatin, W. N., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2020). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Biomassa Tanaman Edamame. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 8(3).
- 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.
- Qumairoh, U., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2021). Pengaruh paparan medan magnet extremely low frequency terhadap derajat keasaman (pH) udang vaname. *Eksakta: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 6(2), 155-161.
- 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 Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 9(1), 42-47.
- Rohmandhoni, A. D. (2022). *Pengaruh intensitas paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pertumbuhan dan produktivitas kedelai (Glycine max L. Merril)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

- Rorong, J. A., & Wilar, W. F. (2021). Keracunan makanan oleh mikroba. *Techno Science Journal*, 2(2), 47-60.
- Shabitna, F. S. (2023). Pemanfaatan Gelombang Elektromagnet Extremely Low Frequency (Elf) Dalam Ketahanan Pangan. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), 1037-1040.
- Sudarti, K. L., Permatasari, E., & 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). *J. Sci. Sci. Educ*, 3(1), 36-44.
- Sudarti, S., Permatasari, E., Ratnasari, I., & Laili, S. N. (2022). 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*, 5(2), 73-79.
- Sudarti, S., Sari, L. D., Permatasari, E., & Ardiani, T. (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.
- Sulastri, E., Andriani, C., Zainudin, M., Wardhani, S., Astriani, M., & Ariyanto, E. (2022). Peran Mikrobiologi Pada Industri Makanan. *Indobiosains*, 1-8.
- Suprayitno, E. (2020). Kajian kesegaran ikan di pasar tradisional dan modern Kota Malang. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(2), 289-295.
- Utami, R. D. S., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik pada WX Radar System untuk Mrnghindari Loss off Aircraft Control. *Journal of Creative Student Research*, 1(6), 384-394.
- Utoyo, E. B., Syahdilla, M. I., Ma'ruf Al Bawani, A., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2023). Potensi extremely low frequency pada pengawetan ikan dalam industri pengolahan ikan. *CERMIN: Jurnal Penelitian*, 7(1), 96-105.