



Jenis Artikel: *original research*

Pengawetan Ikan Pindang Layang (*Decapterus russelli*) berbantuan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF)

Nur Izza Diana Elsavana¹, Sudarti Sudarti¹, Trapsilo Prihandono¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember

Corresponding e-mail: elsavana12@gmail.com

KATA KUNCI: Medan Magnet ELF, pH, Ikan Pindang Layang, Pengawetan

Diserahkan: 20 Nov 2021
Direvisi: 10 Des 2021
Diterima: 25 Des 2021
Diterbitkan: 24 Jan 2022
Terbitan daring: 24 Jan 2022

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian paparan medan magnet ELF (extremely low frequency) dengan sampel ikan pindang layang (*Decapterus russelli*) yang notabennya telah mengalami pengawetan secara tradisional dengan indikator pembusuk yaitu pH atau derajat keasaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap pH Ikan Pindang Layang. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan metode eksperimen laboratorium yang menggunakan desain penelitian randomizes subjects post-test only control group. Analisis data menggunakan software IBM Statistic SPSS 23 dengan uji Kruskal wallis. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF intensitas 600 T selama 120 menit berpotensi mempertahankan nilai pH ikan pindang layang.

1. Pendahuluan

Sektor perikanan merupakan salah satu komoditas penyumbang pendapatan negara sekaligus sebagai komoditas bagi ketersediaannya protein hewani masyarakat. Namun, Ikan adalah salah satu bahan pokok makanan yang sering mengalami kerusakan atau perishable food dikarenakan mengandung protein tinggi. Salah satu ikan yang sering mengalami kerusakan yaitu ikan layang. Memiliki nama latin *Decapterus russelli*, ikan layang merupakan ikan pelagis yang tersebar di seluruh lautan di Indonesia salah satunya di Puger Jember Jawa Timur. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember (2017) Kabupaten Jember tepatnya Puger mampu menghasilkan produksi ikan layang sebesar 396,53 ton. Ikan pindang layang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti protein 47%, karbohidrat 1,80 gram, energi sebesar 7,30%, lemak 4,20 gram, mineral 18% dan fosfor 15%, vitamin B1 10% (Nadya, 2022) dan ikan ini sering digunakan sebagai bahan pemindangan.

Pemindangan sendiri merupakan Teknik yang dilakukan untuk memperpanjang daya simpan ikan dengan cara merebus dalam suasana bergaram sehingga menyebabkan terjadinya proses pengurangan kadar air pada ikan (Hidayat et al., 2020). Walaupun merupakan proses pengawetan ikan pindang layang memiliki daya simpan yang rendah yaitu hanya mampu bertahan hingga 2 hari pada suhu ruangan. Hal ini karena masih adanya mikroorganisme yang tumbuh pada suasana bergaram sebesar 20-30% yaitu bakteri jenis halofilik ekstrim *micrococcus* (Mulyawan et al., 2019).

Telah banyak dilakukan alternatif pengawetan pada ikan pindang layang seperti penambahan asap cair pada ikan pindang (Manurung et al., 2017), penambahan oven steam pada ikan pindang jenis tongkol (Hidayat et al., 2020) dan penambahan asap cair tempurung kelapa pada ikan pindang layang (Himawati et al., 2018). Beberapa contoh diatas merupakan alternatif pengawetan ikan pindang layang, namun kebanyakan masih menggunakan pengawetan secara termal. Pengawetan secara termal merupakan pengawetan makanan yang dapat merubah tekstur, rasa dan kandungan gizi pada keadaan asli ikan (Listanti et al., 2021). Maka dari itu diperlukan alternatif pengawetan secara non termal seperti penggunaan medan magnet ELF.

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang terjadi akibat medan magnet dan medan listrik yang berisolasi dengan kuat. Medan magnet dan medan listrik merupakan komponen penghasil gelombang elektromagnetik. Keduanya memiliki karakteristik yang berbanding terbalik, dimana medan listrik memiliki karakteristik terhalangi yang berarti intensitas medan listrik mengalami penurunan apabila terhalang oleh suatu benda. Sedangkan medan magnet memiliki karakteristik tidak mudah terhalangi atau mampu menembus materi dengan mudah dan juga memindahkan energi sangat kecil (Dermawan et al., 2018). Gelombang elektromagnetik dalam perambatannya tidak memerlukan medium sehingga gelombang elektromagnetik juga dapat disebut radiasi elektromagnetik dengan berbagai macam gelombang elektromagnetik yang dibedakan berdasarkan frekuensi yang ada pada gelombang tersebut. Pada penelitian ini gelombang elektromagnetik yang digunakan yaitu gelombang elektromagnetik extremely low frequency (ELF) yaitu memiliki frekuensi yang sangat rendah. Medan magnet ELF dapat dimanfaatkan dalam pengawetan pada bahan pangan dikarenakan medan magnet ELF dalam pengawetannya tidak merubah baik sifat sensorik maupun sifat makannya (Nurhasanah et al., 2018).

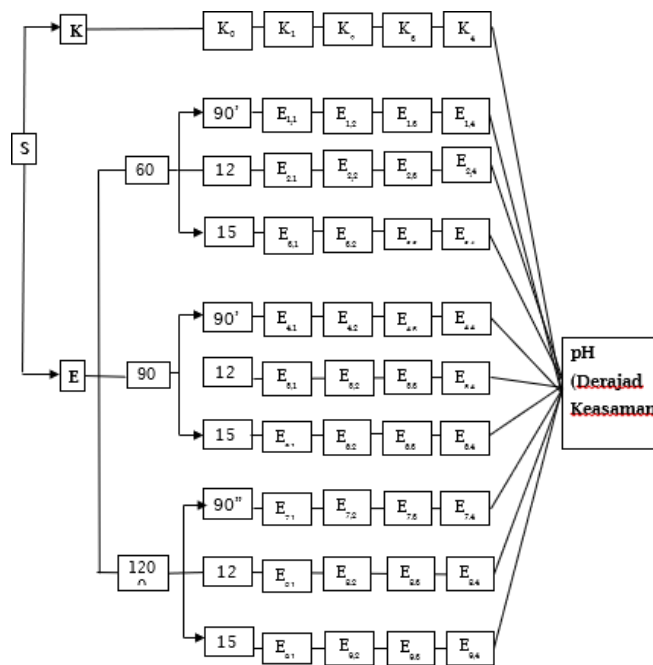
Pancaran energi yang rendah pada medan magnet ELF menyebabkan efek non termal saat diaplikasikan pada materi biologis. Dengan sifatnya yang mampu merusak membrane seluler baik pada fungsi fisiologisnya maupun komunikasi dari sel ke sel dan dalam pergerakannya medan magnet ELF mampu merubah ion Ca^{2+} ekstraseluler yang semula lambat menjadi cepat saat melewati membrane sel (Ridawati et al., 2017). Penggunaan medan magnet ELF telah banyak digunakan khususnya dalam pengawetan makanan. Penerapan medan magnet ELF pada pengawetan bahan makan telah banyak dilakukan oleh peneliti namun menggunakan variasi intensitas dan lama paparan yang berbeda untuk mengetahui yang terbaik dalam memperpanjang daya simpan bahan makanan.

(Mina et al., 2018) dalam penelitiannya dengan memapar buah anggur dengan medan magnet ELF intensitas $700\mu T$ dan $900\mu T$ selama 30 dan 60 menit sehingga diperoleh kesimpulan bahwa medan magnet ELF dapat mempertahankan kapasitansi buah anggur. Penelitian yang dilakukan oleh (Qumairoh et al., 2021) menunjukkan penggunaan medan magnet ELF mampu memperpanjang daya simpan udang vaname pada indikator pH. Setelah mengkaji beberapa materi diatas peneliti ingin meneliti secara mendalam dengan

melakukan penelitian alternatif pengawetan pada ikan pindang layang berbantuan sinar medan magnet ELF. Tujuan yang diharapkan oleh penelitian adalah mengetahui ada tidaknya pengaruh medan magnet ELF intensitas $600\mu\text{T}$, $900\mu\text{T}$ dan $1200\mu\text{T}$ waktu 90, 120 dan 150 menit dengan indikator pH (derajat keasaman) ikan pindang layang.

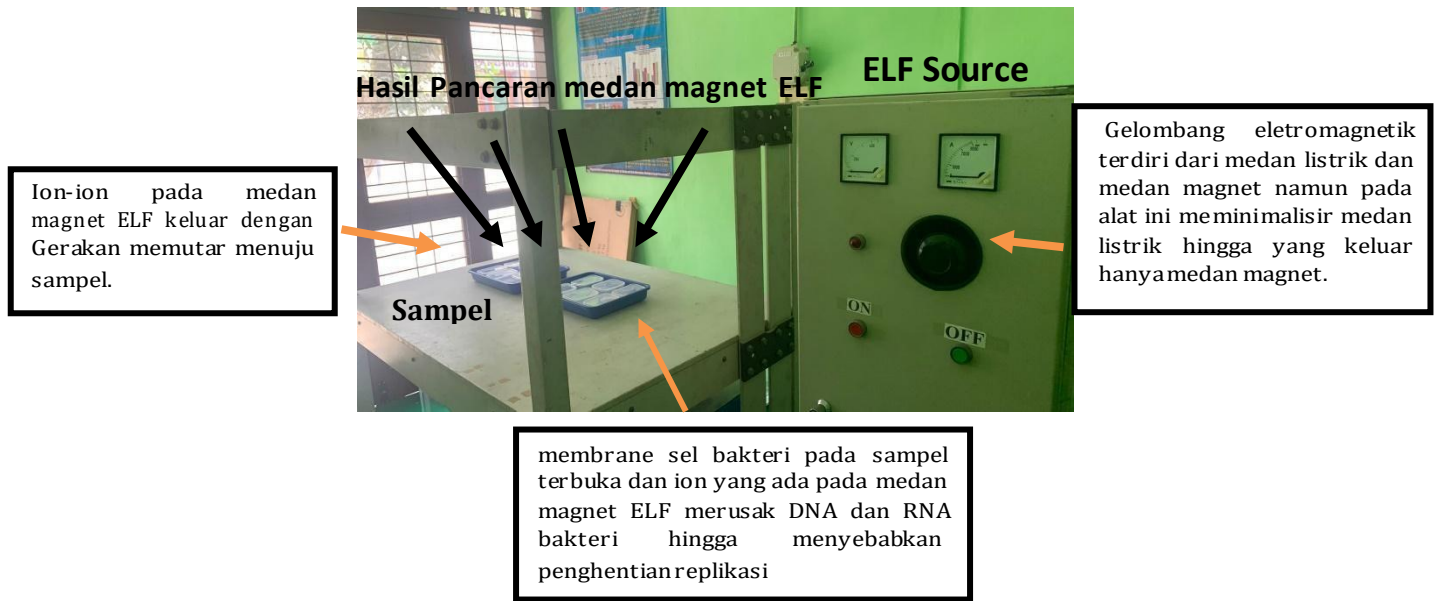
2. Metode

Penelitian bertempat di Lab ELF UNEJ FKIP Prodi Pendidikan Fisika Gedung 3 pada bulan Juni 2022. Menggunakan jenis penelitian eksperimen dan RAL (Rancangan Acak Lengkap) pada desainnya. Sampel dibagi atas dua kelompok besar yaitu control dan eksperimen. kelompok kontrol tanpa perlakuan sedangkan eksperimen dengan diberikan perlakuan memapar sampel dengan medan magnet ELF intensitas $600\mu\text{T}$, $900\mu\text{T}$ dan $1200\mu\text{T}$ selama 90, 120 dan 150 menit.



Gambar 1. Desain Penelitian

Sampel penelitian adalah ikan layang yang telah mengalami proses pemindangan dari para pengolah ikan pindang di daerah Jember. Ikan dipilih dengan ukuran yang homogen sebanyak 164 ekor. 6 jam sebelum pemaparan medan magnet ikan pindang direndam dalam kangen water kurang lebih selama 5 menit agar ikan terbebas dari zat kimia berbahaya yang terkandung di kulit ikan. Setelah proses sterilisasi, selanjutnya ikan ditiriskan hingga ikan rada mengering kemudian dikemas sesuai dengan kelompok sampel yang akan diteliti. Pengelompokan sampel dibagi atas 164 kemasan, 20 kemasan untuk kelompok control dan 144 kemasan untuk kelompok eksperimen. Pada masing-masing kemasan terdapat 1 ekor ikan pindang layang utuh dari kepala hingga ekor. Setiap sampel diamati pada jam ke -6, ke-12, ke-18 dan ke-24 setelah pemaparan dengan medan magnet ELF. Pengukuran dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada setiap sampel.



Gambar 2. Ilustrasi pergerakan medan magnet ELF pada sampel



Gambar 3. Proses Pemaparan



Gambar 4. Sampel yang dalam Proses Pemaparan

Alat dan bahan yang digunakan, yaitu: Current Transformer, EMF tester, pH meter digital, gelas ukur, strong water, aquades serta plastic. Setelah memperoleh data penelitian kemudian data dianalisis deskriptif menggunakan Microsoft Office Excel 2019 dan IBM SPSS 23. Uji statistic dengan SPSS menggunakan metode analisis statistic nonparametric diawali uji Independent Sample *T-Test-Uji Mann Whitney* dan dilanjutkan dengan uji *Kruskal Wallis* yang digunakan sebagai pengganti uji One Way Anova (Purbawati et al., 2021). Setelah proses analisis terbentuknya kesimpulan yang dinyatakan sebagai hipotesis penelitian. Terbagi atas hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a), dimana H_0 digunakan saat menyatakan tidak adanya perbedaan signifikan antara kelompok control dan kelompok eksperimen (E600 μ T,90'), (E600 μ T,120'), (E600 μ T,150'), (E900 μ T,90'), (E900 μ T,120'), (E900 μ T,150'), (E1200 μ T,90'), (E1200 μ T,120'), (E1200 μ T,150') sedangkan H_a digunakan saat menyatakan ada perbedaan yang signifikan antara kelompok control dan kelompok eksperimen (E600 μ T,90'), (E600 μ T,120'), (E600 μ T,150'), (E900 μ T,90'), (E900 μ T,120'), (E900 μ T,150'), (E1200 μ T,90'), (E1200 μ T,120'), (E1200 μ T,150').

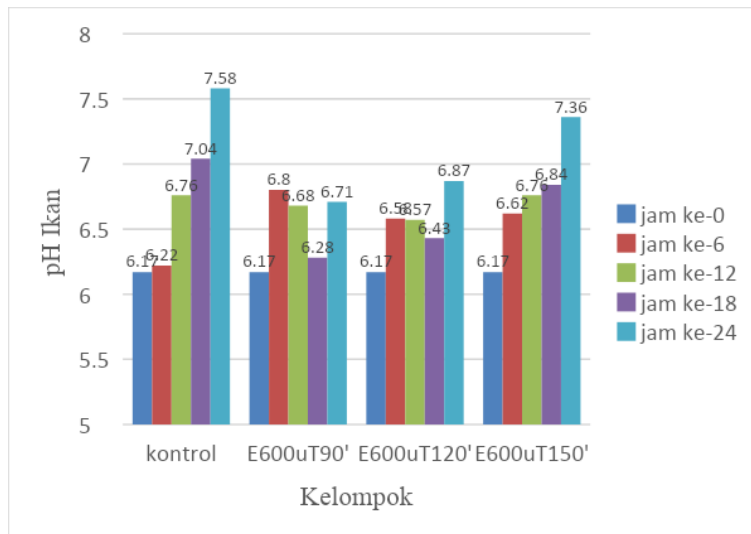
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh lama paparan dan intensitas medan magnet ELF terhadap perubahan pH Ikan Pindang layang (*Decapterus russelli*). Pengukuran pH pada penelitian ini menggunakan alat ukur berupa pH meter. Pengukuran pH dilakukan sebelum melakukan pemaparan yaitu pada jam ke -0, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran pada jam ke -6, jam ke-12, jam ke-18, dan jam ke-24 setelah pemaparan medan magnet ELF. Pengukuran dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada setiap sampel. Berikut merupakan hasil rata-rata pengukuran nilai pH ikan pindang layang ditunjukkan pada tabel 1.

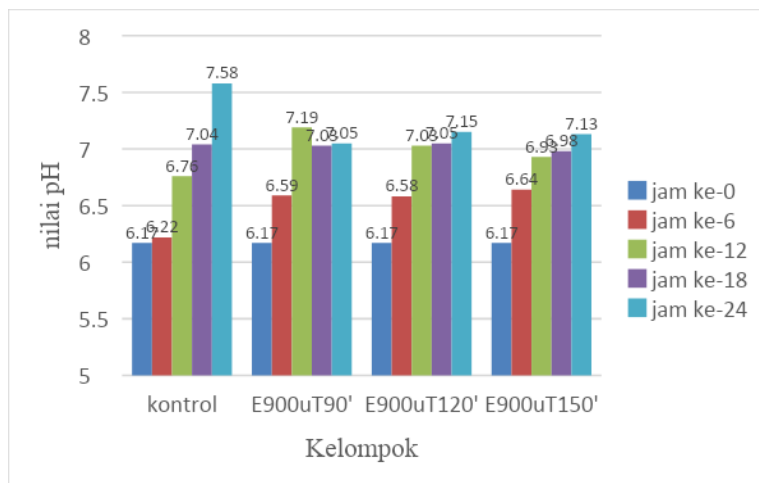
Tabel 1. Nilai pH Ikan Pindang Layang (*Decapterus russelli*)

Kelompok	Sampel	Nilai pH Ikan Pindang Layang (<i>Decapterus russelli</i>) pada Jam Ke-				
		0	6	12	18	24
Kontrol	K	6,17	6,22	6,76	7,04	7,58
E600 μ T,90'	E.1.9	6,17	6,80	6,68	6,28	6,71
E600 μ T,120'	E.1.12	6,17	6,58	6,57	6,43	6,87
E600 μ T,150'	E.1.15	6,17	6,62	6,76	6,84	7,36
E900 μ T,90'	E.2.9	6,17	6,59	7,19	7,03	7,05
E900 μ T,120'	E.2.12	6,17	6,58	7,03	7,05	7,15
E900 μ T,150'	E.2.15	6,17	6,64	6,93	6,98	7,13
E1200 μ T,90'	E.3.9	6,17	6,51	6,99	7,07	7,36
E1200 μ T,120'	E.3.12	6,17	6,39	6,78	7,07	7,41
E1200 μ T,150'	E.3.15	6,17	6,29	6,47	6,99	7,55

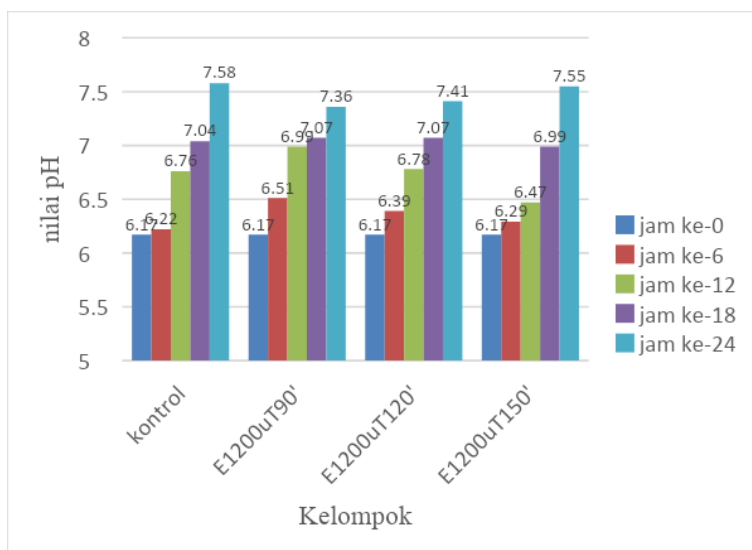
Berdasarkan pada tabel 1 atas dapat diketahui bahwa kelompok kontrol dan kelompok eksperimen memiliki perbedaan. Berikut ini adalah diagram batang hasil analisis melalui Microsoft Office Excel 2019 yang menunjukkan adanya perbedaan nilai pH rata-rata pH Ikan Pindang Layang (*Decapterus russelli*) pada Jam ke-0, Jam ke-6, Jam ke-12, Jam ke-18, dan Jam ke-24 ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 3. Grafik pH Ikan Pindang Layang pada Intensitas $600\mu\text{T}$



Gambar 4. Grafik pH Ikan Pindang Layang pada Intensitas $900\mu\text{T}$



Gambar 5. Grafik pH Ikan Pindang Layang pada Intensitas 1200 μ T

Gambar 2, 3 serta 4 dapat diketahui bahwa nilai pH ikan pindang layang antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen ada perbedaan, dimana kelompok kontrol cenderung lebih rendah dari kelompok eksperimen pada pengamatan jam ke-6, jam ke-12, jam ke-18 dan jam ke-24. Pada jam ke-0 tidak terdapat perbedaan pH ikan pindang layang pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang bernilai 6,17. setelah proses pemaparan diperoleh data pada jam ke-6 setelah pemaparan nilai pH terendah terdapat pada kelompok kontrol dengan nilai 6,22 sedangkan pada kelompok eksperimen terdapat pada kelompok dengan intensitas 1200 μ T dengan lama paparan 150 menit dengan nilai pH sebesar 6,29. Pada pengukuran jam ke -12 setelah pemaparan nilai pH kelompok eksperimen 1200 μ T selama 150 menit memiliki nilai pH terendah yaitu 6,47 jika dibandingkan dengan kelompok kontrol dengan nilai pH sebesar 6,76.

Pada pengukuran pH pada jam ke-18 setelah pemaparan pH terendah terdapat pada kelompok eksperimen 600 μ T selama 90 menit yaitu 6,28 jika dibandingkan dengan kelompok kontrol yang memiliki nilai pH sebesar 7,04. Pada pengukuran pH jam ke -24 setelah pemaparan nilai pH ikan pindang layang terendah terdapat pada kelompok eksperimen 600 μ T selama 90 menit dengan nilai pH sebesar 6,71 jika dibandingkan dengan kelompok kontrol yang memiliki nilai pH yaitu 7,58. Dari keseluruhan kelompok pada penelitian ini kelompok eksperimen dengan intensitas 600 μ T selama 120 menit cenderung dapat mempertahankan nilai pH selama pengukuran, sedangkan intensitas yang paling stabil mempertahankan nilai pHnya terdapat pada intensitas 900 μ T.

Pada penelitian ini pH ikan pindang layang pada kelompok kontrol selama pengukuran mengalami kenaikan nilai pH secara berkala ini disebabkan karena pada ikan pindang yang sudah tidak segar akan memiliki nilai pH yang basa (tinggi) jika dibandingkan dengan ikan yang masih segar yang disimpan pada suhu ruangan. Hal ini disebabkan karena munculnya senyawa yang memiliki sifat basa seperti amonia, trimetilamin, dan senyawa volatile (Sipahutar, 2018). Selama waktu simpan ikan suhu dan kelembaban akan berubah seiring lamanya waktu yang mana dapat menyebabkan pembusukan dikarenakan adanya proses penguraian enzim dan bakteri sehingga pH berubah (Jannah et al., 2018). Terjadi pembusukan pada ikan juga disebabkan karena terdapat kandungan asam amino pada ikan berubah menjadi senyawa amonia yang memiliki sifat basa menyebabkan peningkatan pH pada ikan. Sedangkan pada kelompok eksperimen cenderung mempertahankan pH ikan pindang ini dikarenakan glikogen dalam tubuh ikan berubah hingga menjadi asam laktat yang mana dapat menyebabkan penambahan derajat keasaman dalam tubuh ikan (Ariyanti et al., 2020). Sedangkan pH ikan yang rendah mampu menghambat kontaminasi mikroorganisme pembusuk, mikroorganisme patogen dan juga mikroorganisme penghasil racun akan mengalami kematian.

Data hasil pengukuran rata-rata nilai pH ikan pindang layang dianalisis dengan menggunakan IBM SPSS Statistik 23 yang awalnya dilakukan dengan uji normalitas data dengan uji analisis *Kolmogorov Smirnov* yang mana menunjukkan bahwa $Asymp. Sig. (2-tailed) < 0.05$ berarti dapat tidak berdistribusi normal sehingga dilakukan analisis metode statistik non parametrik menggunakan Uji Independent Sample T-Test-Uji Mann Whitney nilai $Asymp. Sig (2-tailed)$ sama dengan 0.00 pada setiap waktu pengamatan sehingga $Asymp. Sig < 0.05$ dimana menyatakan H_a diterima dan H_0 ditolak yang artinya ada perbedaan yang signifikan antara kelompok control dan kelompok eksperimen (E600 μ T90', E600 μ T120', E600 μ T150', E900 μ T90', E900 μ T120', E900 μ T150', E1200 μ T90', E1200 μ T120', E1200 μ T150'). Selanjutnya dilakukan Uji Kruskal Wallis dengan data berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Kruskal Wallis

Test Statistics^b

	Jam ke-6	Jam ke-12	Jam ke-18	Jam ke-24
Chi-Square	62.440	65.022	61.853	100.521
df	9	9	9	9
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Hasil uji statistik Kruskal wallis menyatakan pada jam ke -6, ke-12, ke-18 dan ke-24 menunjukkan hasil $Asymp.Sig.$ sama dengan 0,00. Nilai $Asymp.Sig. (2-tailed) < 0,05$ yang mengartikan H_a diterima dan H_0 ditolak sehingga dinyatakan adanya perbedaan pH yang signifikan antara kelompok control dan kelompok eksperimen (E600 μ T90', E600 μ T120', E600 μ T150', E900 μ T90', E900 μ T120', E900 μ T150', E1200 μ T90', E1200 μ T120', E1200 μ T150').

Terjadinya peningkatan dan penurunan nilai pH ikan pindang layang pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E600 μ T90', E600 μ T120', E600 μ T150', E900 μ T90', E900 μ T120', E900 μ T150', E1200 μ T90', E1200 μ T120', E1200 μ T150') diakibatkan oleh adanya medan magnet yang hanya diberikan pada kelompok eksperimen. Dimana peran medan magnet ELF yang mampu menekan pertumbuhan bakteri pada ikan pindang layang sehingga menyebabkan penghambatan dalam proses pembusukan daging ikan. Hal ini tidak luput dari salah satu karakteristik medan magnet ELF yang mana mampu menembus hampir ke seluruh materi dan juga bersifat non-ionizing yang berarti medan magnet ELF hanya berinteraksi pada mikroorganisme yang bersifat patogen. Keefektifan paparan medan magnet ELF terdapat pada lama paparan dan intensitas yang diberikan pada sampel ini sesuai dengan rumus, persamaan 1.

$$B = \mu_0 H$$

(1)

Dimana **B** merupakan induksi magnetic (Weber/m² atau Tesla) sedangkan **H** merupakan kuat medan magnet (A/m) dan μ_0 merupakan permeabilitas bahan atau sifat keasaman bahan pangan seperti resistivitas ketebalan materi. Pada penelitian ini intensitas yang paling stabil dalam mempertahankan pH ikan pindang layang adalah intensitas 900 μ T.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen mengalami kenaikan pada setiap waktu pengukuran. Paparan radiasi medan magnet ELF mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme sehingga memberikan dampak terhadap perubahan pH (derajat keasaman) suatu bahan pangan. Hal ini terjadi karena adanya interaksi medan magnet ELF dengan mikroorganisme yang mana medan mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme yang pada ikan pindang layang mikroorganisme yang ada adalah bakteri halofilik ekstrim (*Micrococcus Serratia* dan *Sarcina*) sehingga menyebabkan peningkatan dan penurunan nilai rata-rata pH ikan pindang layang. Pada kelompok eksperimen cenderung lebih stabil dalam mempertahankan nilai pH ikan pindang layang pada setiap waktu pengamatan daripada kelompok kontrol. Hal ini dapat diartikan bahwa paparan lama paparan dan intensitas medan magnet berpengaruh terhadap pH (derajat keasaman) pada ikan pindang layang.

Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan dapat disimpulkan **bahwa** paparan medan magnet ELF intensitas 600 μ T dengan lama paparan 120 menit merupakan kelompok yang paling stabil dalam mempertahankan nilai pH rata-rata Ikan Pindang Layang. Kelompok dengan intensitas memiliki nilai rata-rata yang cenderung rendah jika dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen intensitas lain. Pada kelompok eksperimen intensitas 600 μ T mampu menekan populasi pertumbuhan bakteri sehingga dapat menjaga kestabilan nilai pH ikan pindang layang.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Jember terkhusus lab ELF telah mengizinkan saya untuk dapat melaksanakan penelitian ini dan juga kepada pihak-pihak yang telah membantu keberlangsungan penelitian saya.

Keterlibatan Penulis

NIDE melaksanakan penelitian, melakukan analisis data, pembahasan, revisi

Daftar Pustaka

- Ariyanti, A., Masruriati, E., Imadahidayah, T., & Sulistianingsih, E. N. (2020). Pemanfaatan kitosan dari cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) sebagai pengawet ikan pari (*Dasyatis* sp.) dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Riset Informasi Kesehatan*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.30644/rik.v9i1.241>
- Dermawan, R., Susarti, & Harijanto, A. (2018). Analisis Intensitas Paparan Medan Magnet ELF oleh Saluran Udara Ekstra Tinggi (SUTET) 500 Kv di Kabupaten Pasuruan. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, 3(2), 46–51.
- Fitria, A., & Prihandono, T. (2022). PENGARUH PAPANAN MEDAN MAGNET ELF INTENSITAS 600 μ T DAN 1000 μ T TERHADAP PERUBAHAN NILAI pH PADA DAGING IKAN LELE (*Clarias SP.*). 8, 139–142.
- Hidayat, R., Studi, P., Sumberdaya, P., Industri, P., Hasil, P., Sekolah, P., & Perikanan, T. (2020). Analisis Mutu Pindang Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan Teknik Pengolahan Oven Steam. 9(1), 21–33.
- Himawati, E., Riyadi, N. U. R. H. E. R., & Manuhara, G. J. (2018). The effect of adding coconut shell liquid smoke by distillation and redistillation on the chemical, microbiological, and sensory properties of pindang layang fish (*Decapterus spp.*) during storage. 15(2), 80–87. <https://doi.org/10.13057/biofar/c150204>
- Jannah, M., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., & Werdiningsih, W. (2018). The enhancement of quality and shelf life of yellow seasoned pindang fish “Pindang Rumbuk” through treatment of sterilization time. *Pro Food*, 4(1), 311–323.
- Listanti, R., Ediati, R., Ritonga, A. M., & Kartika, D. (2021). PENGARUH PROSES TERMAL DAN JENIS PENGEMASAN TERHADAP KUALITAS CIMPLUNG SINGKONG TANPA PENGAWET Riana Listanti, Rifah Ediati, Abdul Mukhlis Ritonga, dan Dwi Kartika. *Prosiding Seminar Nasional Dan Call for Papers*, 178–184.
- Manurung, H., Swastawati, F., & Wijayanti, I. (2017). Pengaruh Penambahan Asap Cair Terhadap Tingkat Oksidasi Ikan Kembung (*Rastrelliger Sp*) Asin Dengan Metode Pengeringan Yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 30–37.
- Mina, N. M., Sudarti, & Yushardi. (2018). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Kapasitansi Buah Anggur Merah. *Journal Pendidikan Fisika*, 3(2), 216–220.
- Mulyawan, I. B., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., & Siska, A. I. (2019). The Effect of Packaging Technique and Types of Packaging on the Quality and Shelf Life of Yellow Seasoned Pindang Fish. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), 464–475. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.28926>
- Nadya. (2022). STRATEGI PEMASARAN IKAN PINDANG DAN LAYANG DI MASA PANDEMI COVID-19 (STUDI KASUS: UMKM LIMA PUTRA SEJAHTERA, JAKARTA SELATAN). 2(4), 120–134.

- 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.
- Purbawati, M., Sudarti, S., & A A, F. K. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Perubahan pH Pada Proses Fermentasi Biji Kopi Lanang (*Peaberry*) Kering. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(2), 129-136. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.2.129-136>
- Qumairoh, U., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) Terhadap Derajat Keasaman (pH) Udang Vaname. *Jurnal Fisika Unand*, 10(1), 55-61. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.1.55-61.2021>
- Ridawati, S., Sudarti, & Yushardi. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH Susu Fermentasi. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017, 24 SEPTEMBER 2017*, 2(September), 1-5.
- Sipahutar. (2018). *Penerapan GMP dan SSOP Pindang Garam Ikan Layang (*Decapterus sp.*) dalam Upaya Keamanan Pangan di Kabupaten Cirebon Related papers.*