

# **ANALISIS EFEK PAPARAN MEDAN ELEKTROMAGNETIK EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP pH, MASSA JENIS DAN KONDISI FISIK CUMI-CUMI (*LOLIGO SP*)**

**Regena Yuni Maulida<sup>\*1)</sup>, Sudarti<sup>2)</sup>, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia.

<sup>\*</sup> *Corresponding author*

e-mail: [regenayuni@gmail.com](mailto:regenayuni@gmail.com)<sup>1)</sup>, [sudarti.fkip@unej.ac.id](mailto:sudarti.fkip@unej.ac.id)<sup>2)</sup>, [firdhakusuma@unej.ac.id](mailto:firdhakusuma@unej.ac.id)<sup>3)</sup>

## *Article history:*

*Submitted: Dec. 14<sup>th</sup>, 2023; Revised: Jan. 04<sup>th</sup>, 2024; Accepted: Jan. 26<sup>th</sup>, 2024; Published: July 28<sup>th</sup>, 2024*

## **ABSTRAK**

Cumi-cumi merupakan salah satu ikan komoditi pangan yang mengandung kadar air cukup tinggi, sehingga mengakibatkan cepat mengalami pembusukan apabila tidak segera dilakukan penanganan setelah mati. Kandungan air yang tinggi pada mengakibatkan perkembangbiakan bakteri pathogen berlangsung dengan cukup cepat dan baik. Maka konsekuensinya, diperlukan adanya teknologi alternatif untuk dapat meningkatkan daya tahan pada cumi-cumi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap pH, massa jenis dan Kondisi fisik cumi-cumi (*Loligo Sp*). Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam penelitian ini terdapat 50 sampel cumi-cumi yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol tanpa pemberian paparan dan kelompok eksperimen dengan pemberian paparan medan elektromagnetik ELF intensitas 600 $\mu$ T dan 1200 $\mu$ T dengan waktu paparan 60 menit dan 120 menit. Pengukuran pH, massa jenis dan kondisi fisik dilakukan pada jam ke-8, 12, 16, dan 20 setelah pemaparan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian paparan medan elektromagnetik ELF terhadap dua kelompok dapat membantu menahan pembusukan dengan menonaktifkan bakteri pathogen. Kesimpulan dari penelitian ini adalah paparan medan elektromagnetik ELF yang berpotensi tinggi dalam mempertahankan nilai Ph, massa jenis dan kondisi fisik yaitu intensitas 1200 $\mu$ T dengan lama paparan 120 menit.

Kata Kunci: medan elektromagnetik ELF; cumi-cumi; nilai pH; massa jenis; kondisi fisik

## **PENDAHULUAN**

Gelombang elektromagnetik tersusun dari beberapa komponen diantaranya yaitu medan magnet. Adapun komponen lainnya pada gelombang elektromagnetik yaitu medan listrik. Medan magnet dan medan listrik berjalan secara independen satu sama lain, sehingga pengukuran dapat dilakukan secara terpisah. Medan listrik menghasilkan gaya listrik, sedangkan pada medan magnet menghasilkan gaya magnet (Rusydi *et al.*, 2018). Medan magnet ELF juga memiliki karakteristik yang merupakan spektrum gelombang elektromagnetik frekuensinya rendah yaitu sekitar 0-300 Hz. Medan

magnet ELF tergolong dalam radiasi non pengion serta mempunyai frekuensi rendah sehingga energi yang dipancarkan oleh ELF masih cukup rendah (Fajri *et al.*, 2015). Pada gelombang elektromagnetik ELF, energi yang ada di dalamnya khususnya medan magnet memiliki nilai yang sangat kecil sehingga yang dihasilkan yaitu efek non thermal atau suhu yang ada didalamnya tidak mengalami suatu interaksi dengan sistem (Rahman & Sudarti, 2021).

Menurut Sudarti (2016), pemanfaatan paparan medan magnet ELF dengan dosis tertentu mampu dalam membunuh kinerja sel dan bakteri. Semakin

besar intensitas penggunaan paparan medan magnet, dapat mempengaruhi kinerja sel atau bakteri tidak berkembang dan menjadi lemah serta kandungan protein dari penyusun membran sel akan mengalami suatu kerusakan dan membuat metabolisme sel akan terhambat sampai jumlah total bakteri pada awal paparan dan bakteri akhir akan mengalami perubahan. Peristiwa tersebut terjadi karena adanya osilasi medan magnet yang membuat terjadinya penurunan nilai pH. Penelitian ELF yang telah dilaksanakan oleh penelitian Nurhasanah (2018) menunjukkan bahwa dengan kekuatan medan magnet ELF adalah  $700\mu\text{T}$ - $900\mu\text{T}$  dengan perubahan waktu paparan  $2\times 30$  menit dan  $2\times 45$  menit, efektif menghambat peningkatan nilai pH pada ikan bandeng dan menyebabkan tumbuhnya bakteri pada ikan bandeng akan berkurang dan proses pengawetan akan lebih efisien. Laksmiari (2020) menunjukkan dalam hasil penelitiannya bahwa menggunakan intensitas  $700\mu\text{T}$  dan  $1.000\mu\text{T}$  dapat mencegah kenaikan nilai pH dan mencegah penurunan kualitas fisik.

Cumi-cumi merupakan salah satu sumber daya hayati perairan yang tersebar luas di seluruh perairan Indonesia. Penyebaran yang luas dan jumlah yang banyak membuat cumi-cumi menjadi salah satu komoditi andalan. Cumi-cumi merupakan salah satu ikan komoditi pangan yang cepat mengalami perubahan mutu apabila tidak segera dilakukan penanganan setelah mati (Syafitri, 2016). Menurut penelitian yang telah dilaksanakan Choirul Anam (2022) menunjukkan bahwa di Indonesia produksi cumi-cumi oleh para nelayan atau pedagang biasanya dengan melakukan teknik pengeringan. Secara umum teknik pengeringan cumi-cumi yang dilakukan oleh para nelayan adalah pengeringan tradisional dengan

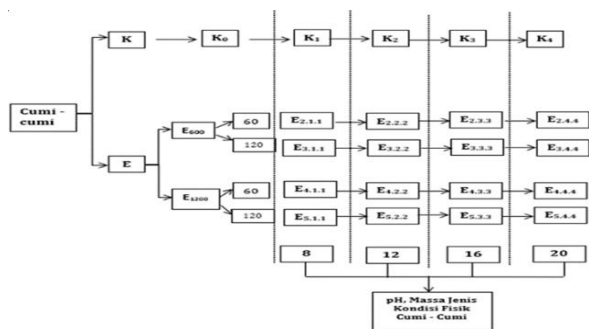
memanfaatkan sinar matahari yang bertujuan untuk menurunkan kadar air cumi-cumi. Namun kelemahan metode pengeringan ini yaitu hasil atau tingkat kekeringan bahan bergantung pada cuaca pada saat proses pengeringan sehingga produk cumi yang dihasilkan memiliki kualitas rendah dan mudah ditumbuhi oleh jamur. Pertumbuhan jamur pada produk cumi-cumi kering olahan tradisional dapat dikendalikan dengan cara memperbaiki proses pengolahan pangan serta dengan penggunaan pengawet. Pengawet makanan digolongkan menjadi dua jenis yaitu pengawet sintetis dan pengawet alami. Pengawet sintetis merupakan hasil sintesis secara kimia yang mempunyai sifat lebih stabil, lebih pekat dan penggunaannya lebih sedikit. Kelemahan pengawet sintetis adalah efek samping yang ditimbulkan. Pengawet sintetis dipercaya bisa menimbulkan efek negatif bagi kesehatan, seperti memicu pertumbuhan sel kanker akibat senyawa karsinogenik dalam pengawet.

Berdasarkan uraian permasalahan fenomena diatas diharapkan dengan memanfaatkan medan magnet ELF dapat menjadi salah satu solusi alternatif untuk meningkatkan ketahanan pangan melalui penghambatan perkembangbiakan bakteri. Salah satu indikator yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan kesegaran cumi-cumi yaitu nilai pH. Perubahan pH yang terjadi pada proses dekomposisi ikan sangat besar perannya karena dapat mempengaruhi proses autolisis dan serangan bakteri (Nurimala *et al.*, 2018) Ikan merupakan bahan makanan yang memiliki nilai pH 4,6 atau lebih dari pH normal, sehingga perlu penanganan yang hati-hati karena mudah dirusak oleh bakteri (Purbawati *et al.*, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai pH dan

massa jenis cumi-cumi di bawah pengaruh paparan medan elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) dengan intensitas 600  $\mu$ T dan 1200  $\mu$ T.

**METODE**

Metode Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen laboratorium (True Experimental). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium ELF yang berada pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Desain penelitian yang digunakan yaitu desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cumi-cumi segar yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol tanpa pemberian paparan medan elektromagnetik ELF dan kelompok eksperimen dengan pemberian paparan medan elektromagnetik ELF intensitas 600 $\mu$ T dan 1200 $\mu$ T serta waktu paparan 60 menit dan 120 menit. Adapun Gambar 1. desain penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Desain Penelitian RAL

Keterangan :

- K: Kelompok Kontrol
- E: Kelompok Eksperimen
- K<sub>0</sub>: Kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan
- K<sub>1</sub>: Kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan setelah 8 jam
- K<sub>2</sub>: Kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan setelah 12 jam

K<sub>3</sub>: Kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan setelah 16 jam

K<sub>4</sub>: Kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan setelah 20 jam

E<sub>2,1,1</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 60 menit pada 8 jam setelah paparan

E<sub>2,2,2</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 60 menit pada 12 jam setelah paparan

E<sub>2,2,3</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 60 menit pada 16 jam setelah paparan

E<sub>2,4,4</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 60 menit pada 20 jam setelah paparan

E<sub>3,1,1</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 120 menit pada 8 jam setelah paparan

E<sub>3,2,2</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 120 menit pada 12 jam setelah paparan

E<sub>3,3,3</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 120 menit pada 16 jam setelah paparan

E<sub>3,4,4</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 600 $\mu$ T, selama 120 menit pada 20 jam setelah paparan

E<sub>4,1,1</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 60 menit pada 8 jam setelah paparan

E<sub>4,2,2</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 60 menit pada 12 jam setelah paparan

E<sub>4,3,3</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 60 menit pada 16 jam setelah paparan

E<sub>4,4,4</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 60 menit pada 20 jam setelah paparan

E<sub>5,1,1</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 120 menit pada 8 jam setelah paparan

E<sub>5,2,2</sub>: Kelompok eksperimen intensitas

1200 $\mu$ T, selama 120 menit pada 12 jam setelah paparan

E<sub>5,3,3</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 120 menit pada 16 jam setelah paparan

E<sub>5,4,4</sub>: Kelompok eksperimen intensitas 1200 $\mu$ T, selama 120 menit pada 20 jam setelah paparan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini termasuk Current Transformer (CT) yang berfungsi untuk menghasilkan ELF medan magnet dengan sumber arus AC dari PLN. Berikutnya adalah EMF Tester-827 yang berfungsi untuk mengukur besaran dari intensitas medan magnet yang dihasilkan oleh Current Transformer (CT), sehingga besarnya medan magnet nilai intensitas akan ditampilkan di Layar Penguji EMF 827. Pengukuran intensitas medan magnet yang diterima sampel adalah dengan membawa probe sensor EMF Tester lebih dekat dengan sampel penelitian. Untuk mengukur nilai derajat keasaman (pH) dan kepadatan menggunakan alat dan bahan, yaitu neraca digital, pH digital meter, gelas ukur, gelas kimia dan air aquades.

Prosedur dalam penelitian ini yaitu dengan menyiapkan sebanyak 50 ekor dengan ketentuan ukuran dan berat yang sama. Untuk berat 1 kg terdapat kurang lebih 18-20 ekor cumi-cumi, dengan ketentuan rentang panjangnya 5-7 cm. Kemudian cumi-cumi dibungkus persampel, dimana setiap sampel dengan ketentuan berat 0,5 newton perekorannya, serta dibagi sesuai kelas kelompok kontrol sebanyak 10 bungkus sampel tanpa perlakuan paparan medan elektromagnetik ELF dan kelompok eksperimen sebanyak 40 bungkus sampel terpapar medan elektromagnetik ELF dengan ketentuan intensitas 600  $\mu$ T dan 1200  $\mu$ T dengan lama paparan 60 menit dan 120 menit. Pengukuran

yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengukuran nilai pH menggunakan pH meter dan massa jenis menggunakan neraca digital terhadap cumi-cumi yang dilakukan pada jam ke-8,12,16 dan 20 setelah pemaparan. Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data, menganalisis data, kemudian mendeskripsikan hasil analisa data yang diperoleh dan membuat kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan menggunakan analisis statistik deskriptif dengan bantuan aspek *Microsoft Excel* dan *SPSS V23*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tersebut penelitian yang dilakukan oleh para peneliti, yaitu nilai pH rata-rata dan massa jenis pada 0 jam sebelum pemberian paparan dan pada jam ke 8,12,16 dan 20 setelah pemberian paparan medan magnet ELF, menyajikan data penelitian tentang rata-rata nilai-nilai pH dan Massa jenis yang telah diperoleh.

### - Deskripsi Data Hasil Nilai pH pada Cumi- Cumi (*Loligo Sp*)

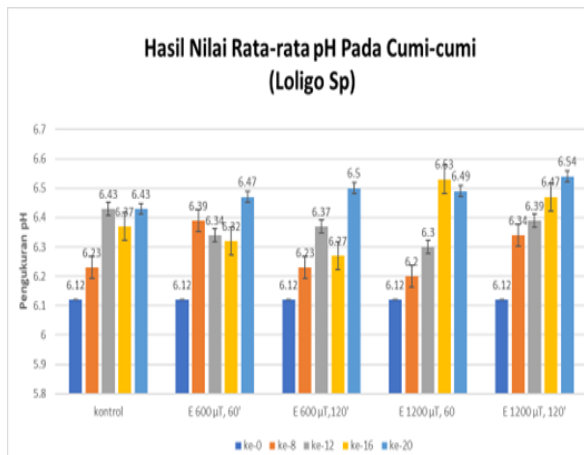
Nilai pH adalah suatu nilai ukur yang digunakan untuk mengetahui tingkat kebasahan atau keasaman dari sebuah larutan. Nilai pH adalah salah satu parameter penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, karena jika pH mengalami kenaikan maka membuat koloni yang ada berkurang dan sebaliknya. Penurunan pH pada awal masa penyimpanan disebabkan oleh proses glikogenesis yang dapat menghasilkan ATP dan asam laktat yang mengakibatkan adanya keasaman pada daging. Pengukuran nilai pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter yang dilakukan setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan yang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF

terhadap cumi-cumi. Berikut merupakan hasil nilai rata-rata pengukuran pH pada cumi-cumi yang disajikan pada Tabel 1. :

Tabel 1. Data Nilai Rata-Rata pH Cumi-Cumi

Jam ke	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen			
		E600 $\mu$ T	E600 $\mu$ T	E1200 $\mu$ T	E1200 $\mu$ T
		T 60'	T 120'	T 60'	T 120'
Ke-0	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12
Ke-8	6.30	6.37	6.35	6.38	6.41
Ke-12	6.35	6.40	6.39	6.42	6.45
Ke-16	6.37	6.42	6.48	6.47	6.50
Ke-20	6.44	6.47	6.50	6.49	6.54

Berdasarkan dengan Tabel 1. diatas, disajikan bahwa nilai rata-rata derajat keasaman (pH) cumi-cumi pada sampel kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan perlakuan paparan medan elektromagnetik 600 $\mu$ T dan 1200 $\mu$ T selama 60 menit dan 120 menit yaitu terdapat perbedaan pada setiap pengukuran setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan terhadap cumi-cumi. Adapun diagram batang untuk data nilai rata-rata pengamatan derajat keasamaan (pH) pada cumi-cumi yang disajikan pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Nilai Rata-Rata pH

Berdasarkan Gambar 2. yang disajikan diatas, dapat diketahui pada pengamatan jam ke-0 nilai pH pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen memperoleh nilai rata-rata yang sama yaitu 6,12 untuk nilai pH. Berbeda dengan nilai rata-rata kelompok

kontrol dan kelompok eksperimen pada pengamatan jam ke-8,12,16 dan 20 yang mengalami peningkatan dan penurunan nilai pH yang signifikan. Dapat diketahui pada pengamatan jam ke-8, kelompok yang memperoleh skor nilai rata-rata pH terendah yaitu kelompok kontrol dengan yaitu sebesar 6,30. Sedangkan untuk nilai rata-rata pH yang paling tinggi diperoleh oleh kelompok eksperimen 1200 $\mu$ T selama 120 menit yaitu sebesar 6,41. Pada pengamatan jam ke-12 kelompok yang memperoleh skor nilai rata-rata pH terendah yaitu pada kelompok kontrol dengan nilai pH sebesar 6,35. Sedangkan untuk nilai rata-rata pH yang paling tinggi diperoleh oleh kelompok eksperimen 1200 $\mu$ T selama 120 menit yaitu sebesar 6,45. Pada pengamatan jam ke-16, dapat diketahui kelompok yang memperoleh skor nilai rata-rata pH terendah yaitu kelompok kontrol dengan nilai sebesar 6,37. Sedangkan untuk nilai rata-rata pH yang paling tinggi diperoleh oleh kelompok eksperimen 1200 $\mu$ T selama 120 menit yaitu sebesar 6,50. Adapun pada pengamatan terakhir yaitu jam ke-20 dapat diketahui kelompok yang memperoleh skor nilai rata-rata pH terendah yaitu kelompok eksperimen dengan intensitas 600 $\mu$ T dengan lama paparan 60 menit yaitu sebesar 6,40. Sedangkan untuk nilai rata-rata pH yang paling tinggi diperoleh oleh kelompok eksperimen 1200 $\mu$ T selama 120 menit yaitu sebesar 6,56. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap peningkatan dan penurunan nilai pH cumi-cumi. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa nilai pH kelompok kontrol cenderung tidak stabil, sedangkan kelompok eksperimen lebih cenderung stabil dalam mempertahankan nilai pH.

**Tabel 5. Uji One-Sample Kolmogorov-Smirnov nilai pH**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test						
	jam ke0	jam ke8	jam ke12	jam ke16	jam ke20	
N	50	50	50	50	50	
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6.1240	6.3694	6.4032	6.4536	6.4912
	Std. Deviation	.08381	.07744	.09753	.12945	.08609
	Most Extreme Differences					
Absolute	.218	.094	.094	.088	.121	
Positive	.193	.068	.094	.088	.101	
Negative	-.218	-.094	-.077	-.078	-.121	
Test Statistic	.218	.094	.094	.088	.121	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000 <sup>c</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.066 <sup>c</sup>	

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Berdasarkan Tabel 5 yang telah disajikan diatas, dalam penelitian ini terdapat pengujian analisis data dengan uji normalitas SPSS 23. Hasil yang diperoleh yaitu berdistribusi normal dimana rata-rata data menunjukkan hasil data pada Sig. (2-tailed) jam ke-0 dengan hasil 0.000, sehingga  $0.000 < 0.05$  sehingga pada jam ke- 0 data tersebut tidak berdistribusi normal. Untuk jam ke-8 nilai pada signifikansi sebesar  $0.200 > 0.05$  dan dapat dinyatakan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Untuk pengukuran pada jam ke-12 pada nilai signifikansi sebesar 0.200, sehingga  $0.200 > 0.05$  dan data tersebut dinyatakan normal. Untuk pengukuran pada jam ke16 pada nilai signifikansi sebesar 0.200, sehingga  $0.200 > 0.05$  dan data tersebut dinyatakan normal. Untuk pengukuran pada jam ke-20 pada nilai signifikansi sebesar 0.066, sehingga  $0.066 < 0.05$  dan data tersebut dinyatakan normal. selanjutnya, hasil analisis data pada penelitian ini dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* berdasarkan Tabel 3 berikut :

**Tabel 3. Uji Kruskal Wallis nilai rata-rata pH**

Test Statistics <sup>a,b</sup>					
	jam ke0	jam ke8	jam ke12	jam ke16	jam ke20
Chi-Square	.000	17.789	4.812	5.949	6.234
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	1.000	.001	.307	.203	.182

- a. Kruskal Wallis Test
- b. Grouping Variable: Pengamatan jam ke

Berdasarkan dengan Tabel 3. diatas menunjukkan bahwa uji kruskal wallis nilai rata-rata pH pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan pengamatan jam ke-8, 12, 16 dan 20 setelah pemaparan medan elektromagnetik ELF memperoleh nilai Asymp. Sig.  $1.000 > 0.005$  sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan ( $H_0$  diterima). Untuk data nilai pH pada jam ke-8 sebesar 0.001, yang mana  $0.001 > 0.05$  maka tidak ada perbedaan nilai pH pada jam tersebut. Untuk data nilai pH pada jam ke-12 sebesar 0.307, yang mana  $0.307 > 0.05$  maka tidak ada perbedaan nilai pH pada jam tersebut untuk data nilai pH pada jam ke-16 sebesar 0.203, yang mana  $0.203 > 0.05$  maka tidak ada perbedaan nilai pH pada jam tersebut . sedangkan pada nilai pH rata-rata jam ke-20 nilai Asymp. Sig.  $0.0182 < 0.05$  sehingga ada perbedaan pada data tersebut ( $H_0$  ditolak). Sehingga diketahui terdapat perbedaan pada data tersebut ( $H_0$  ditolak). Sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata massa jenis yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen intensitas  $600 \mu T$  (60'),  $600 \mu T$  (120'),  $1200 \mu T$  (60') dan  $1200 \mu T$  (120').

Hasil nilai data hasil pengukuran pH cumi-cumi dapat dilihat pada Tabel dan Gambar diagram batang yang telah disajikan diatas menunjukkan bahwa cumi-cumi pada sampel kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan perlakuan paparan medan elektromagnetik  $600 \mu T$  dan  $1200 \mu T$  selama 60 menit dan 120 menit yaitu terdapat perbedaan pada setiap pengukuran setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan. Namun, dapat dilihat pada jam ke-0 pada kelompok kontrol cenderung memperoleh nilai yang tidak stabil dalam mempertahankan nilai rata-rata pH pada cumi-cumi. Sedangkan, untuk kelompok eksperimen lebih cenderung kuat dalam

mempertahankan nilai pH. Pada penelitian ini paparan medan elektromagnetik ELF mampu mencegah perubahan nilai pH karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme pembentuk asam akibat perpindahan energi dari medan elektromagnetik menuju ke ion-ion yang terdapat pada sel bakteri mikroorganisme. sehingga sesuai dengan penelitian Sudarti (2014) menyatakan bahwa paparan medan elektromagnetik ELF efektif dalam penghambatan pertumbuhan bakteri *salmonella* sebesar 32.57%.

Berdasarkan dengan uraian diatas, dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai rata-rata pH yang diperoleh kelompok kontrol dan kelompok eksperimen mengalami kenaikan disetiap waktu pengukuran. Namun, dari kedua kelompok terdapat perbedaan yaitu dimana kelompok eksperimen mengalami kenaikan pH selisih yang kecil disetiap waktu pengukurannya, sedangkan kelompok kontrol mengalami kenaikan nilai rata-rata yang cukup drastis disetiap waktu pengukuran. Peristiwa tersebut sesuai dengan penelitian Wiji Rahayu (2022) yang menunjukkan bahwa kelompok kontrol yang dibiarkan pada suhu ruang terbuka mengalami kenaikan nilai pH yang cukup drastis terhadap ikan kembung. Sehingga dapat diartikan bahwa pemberian paparan medan elektromagnetik ELF berpengaruh terhadap nilai pH pada cumi-cumi. Maka dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini paparan medan elektromagnetik mempunyai potensi besar dalam mempertahankan pH cumi-cumi adalah intensitas 1200 $\mu$ T dengan lama paparan 120 menit.

**- Deskripsi Data Hasil Massa Jenis Pada Cumi-Cumi (*Loligo Sp*)**

Massa jenis merupakan salah satu sifat penting yang dapat didefinisikan sebagai

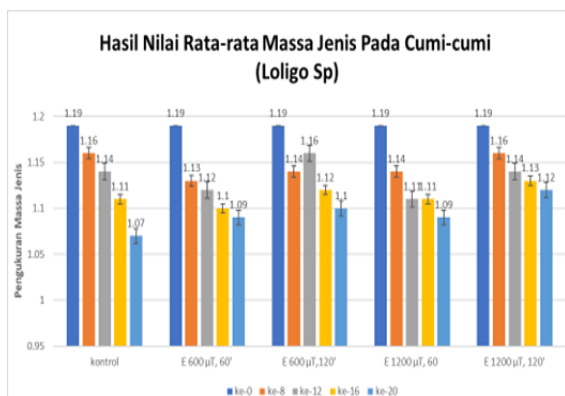
densitas perbandingan antara massa suatu benda dengan volume benda, yang biasanya didefinisikan sebagai massa satuan volume. Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan neraca digital yang digunakan untuk menimbang massa dari sampel cumi-cumi. Selain itu, dalam pengukuran ini menggunakan perbantuan gelas ukur yang digunakan untuk mengukur volume dari cumi-cumi dengan cara mengukur hasil perubahan volume akhir dikurangi dengan volume awal dan kemudian massa jenis dihitung dengan menggunakan rumus matematis massa jenis. Mengenai tahap pengukuran massa jenis ini dalam penelitian dilakukan setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan yang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap cumi-cumi. Berikut merupakan hasil nilai rata-rata pengukuran massa jenis pada cumi-cumi yang disajikan pada Tabel 4:

**Tabel 4.** Data Nilai Rata-Rata massa jenis Pada Cumi-Cumi

Jam ke	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen			
		E600 $\mu$ T 60'	E600 $\mu$ T 120'	E1200 $\mu$ T 60'	E1200 $\mu$ T 120'
<b>Ke-0</b>	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
<b>Ke-8</b>	1.16	1.13	1.14	1.14	1.16
<b>Ke-12</b>	1.14	1.12	1.16	1.11	1.14
<b>Ke-16</b>	1.11	1.10	1.12	1.11	1.13
<b>Ke-20</b>	1.07	1.09	1.10	1.09	1.12

Berdasarkan dengan Tabel 4. diatas, disajikan bahwa nilai rata-rata massa jenis cumi-cumi pada sampel kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan perlakuan paparan medan elektromagnetik 600 $\mu$ T dan 1200 $\mu$ T selama 60 menit dan 120 menit yaitu terdapat perbedaan pada setiap pengukuran setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan terhadap cumi-cumi. Adapun diagram batang untuk data nilai rata-rata pengamatan massa jenis pada

cumi-cumi yang disajikan pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Nilai Rata-Rata Massa Jenis

Berdasarkan dengan Gambar 3 diatas, disajikan bahwa nilai rata-rata massa jenis cumi-cumi pada sampel kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan perlakuan paparan medan elektromagnetik  $600\mu\text{T}$  dan  $1200\mu\text{T}$  selama 60 menit dan 120 menit yaitu terdapat perbedaan pada setiap pengukuran setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan terhadap cumi-cumi. Dapat diketahui, pada kelompok kontrol, nilai skor massa jenis cukup mengalami penurunan disetiap waktu pengamatan. sedangkan, pada kelompok eksperimen nilai skor massa jenis disetiap waktu pengamatan jam ke-8, 12, 16, dan 20 lebih cenderung stabil dan perbedaan setiap nilai tidak terlalu banyak. Dari pengamatan tersebut memperoleh hasil bahwa pada pengamatan jam ke-8 dapat diketahui bahwa kelompok yang memperoleh nilai massa jenis terendah yaitu pada kelompok eksperimen  $600\mu\text{T}$  selama 60 menit sebesar 1.13. sedangkan untuk nilai rata-rata massa jenis tertinggi yaitu pada kelompok kontrol dan eksperimen intensitas  $1200\mu\text{T}$  selama 120 menit yang memperoleh nilainya yang sama yaitu sebesar 1.16. Selanjutnya pada pengamatan nilai rata-rata massa jenis jam ke-12 dapat diketahui bahwa kelompok yang memperoleh nilai massa jenis terendah yaitu pada kelompok eksperimen

$1200\mu\text{T}$  selama 60 menit sebesar 1.11. sedangkan untuk nilai rata-rata massa jenis tertinggi yaitu pada kelompok eksperimen intensitas  $600\mu\text{T}$  selama 120 menit sebesar 1.16. Pada pengamatan jam ke-16 dapat diketahui bahwa kelompok yang memperoleh nilai massa jenis terendah yaitu pada kelompok eksperimen  $600\mu\text{T}$  selama 60 menit sebesar 1.10. sedangkan untuk nilai rata-rata massa jenis tertinggi yaitu pada kelompok eksperimen intensitas  $1200\mu\text{T}$  selama 120 menit sebesar 1.13. Adapun pada pengamatan terakhir yaitu jam ke-20 memperoleh hasil bahwa kelompok yang memperoleh nilai massa jenis terendah yaitu pada kelompok kontrol sebesar 1.07. sedangkan untuk nilai rata-rata massa jenis tertinggi yaitu pada kelompok eksperimen intensitas  $1200\mu\text{T}$  selama 120 menit sebesar 1.12. Sehingga, dari uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa paparan medan elektromagnetik ELF berpengaruh terhadap massa jenis cumi-cumi. Dalam penelitian ini, dapat terbukti bahwa kelompok eksperimen lebih cenderung menjaga kestabilan nilai rata-rata, karena pemberian paparan medan ELF dapat meninaktivkan bakteri sehingga bakteri tidak dapat melakukan metabolisme dan dapat mencegah penambahan volume pada cumi-cumi.

Tabel 5. Uji One-Sample Kolmogorov-Smirnov Massa Jenis

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test						
	Jam ke 0	Jam ke 8	Jam ke 12	Jam ke 16	Jam ke 20	
N	50	50	50	50	50	
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1.1920	1.1524	1.1354	1.1150	1.0944
	Std. Deviation	.08581	.05278	.04892	.03564	.05238
Most Extreme Differences	Absolute	.312	.184	.088	.176	.127
	Positive	.258	.184	.084	.084	.068
	Negative	-.312	-.136	-.088	-.176	-.127
Test Statistic	.312	.184	.088	.176	.127	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000 <sup>c</sup>	.000 <sup>c</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.001 <sup>c</sup>	.041 <sup>c</sup>	

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.



Berdasarkan Tabel 5 yang disajikan diatas, dalam penelitian ini terdapat pengujian analisis data dengan uji normalitas SPSS 23. Hasil yang diperoleh yaitu menunjukkan hasil data pada Sig. (2-tailed) jam ke-0 dengan hasil 0.000, sehingga  $0.000 < 0.05$  sehingga pada jam ke- 0 data tersebut tidak berdistribusi normal. Untuk jam ke-8 nilai pada signifikansi sebesar  $0.000 < 0.05$  dan dapat dinyatakan bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal. Untuk pengukuran pada jam ke-12 pada nilai signifikansi sebesar 0.200, sehingga  $0.200 > 0.05$  dan data tersebut dinyatakan normal. Untuk pengukuran pada jam ke16 pada nilai signifikansi sebesar 0.001, sehingga  $0.001 < 0.05$  dan data tersebut dinyatakan tidak normal. Untuk pengukuran pada jam ke-20 pada nilai signifikansi sebesar 0.041 sehingga  $0.041 < 0.05$  dan data tersebut dinyatakan normal. selanjutnya, hasil analisis data pada penelitian ini dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* berdasarkan Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Uji *Kruskal Wallis* Massa Jenis

	Test Statistics <sup>a,b</sup>				
	Jam ke 0	Jam ke 8	Jam ke 12	Jam ke 16	Jam ke 20
Kruskal-Wallis H	.000	2.615	4.684	3.513	7.471
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	1.000	.624	.321	.476	.113

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

Berdasarkan pada Tabel 4. diatas menunjukkan hasil uji pada jam ke-0 nilai Asymp. Sig.  $1.000 > 0.05$  sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan ( $H_0$  diterima). Untuk data nilai pada jam ke-8 sebesar 0.624, yang mana  $0.624 > 0.005$  maka tidak ada perbedaan pada jam tersebut. Untuk data nilai pada jam ke-12 sebesar 0.321 yang mana  $0.321 > 0.005$  maka tidak ada perbedaan pada jam tersebut. Untuk data pada jam ke-16 sebesar 0.476 yang mana  $0.476 > 0.005$  maka tidak

ada perbedaan pada jam tersebut. Sedangkan pada nilai pH rata-rata jam ke-20 nilai Asymp. Sig.  $0.113 > 0.05$ . Sehingga diketahui terdapat perbedaan pada data tersebut ( $H_0$  ditolak). Sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata massa jenis yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen intensitas 600  $\mu$ T (60'), 600  $\mu$ T (120'), 1200  $\mu$ T (60') dan 1200  $\mu$ T (120').

Hasil dari Pengukuran massa jenis yang telah diuraikan pada Gambar 2 diantar menunjukkan hasil bahwa dalam penelitian ini massa jenis bertujuan untuk dapat mengetahui pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF intensitas 600 $\mu$ T dan 1200 $\mu$ T dengan lama waktu paparan 60 menit dan 120 menit terhadap cumi-cumi. Pengukuran massa jenis dilakukan pada jam ke-0 sebelum pemaparan dan dilanjutkan pengukuran setelah 8, 12, 16 dan 20 jam pemaparan yang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Pengukuran massa jenis dalam penelitian ini dilakukan dengan dua alat yaitu neraca digital untuk massa cumi-cumi dan gelas ukur untuk volume. Kemudian untuk melakukan perhitungan massa jenis pada cumi-cumi dihitung sesuai dengan rumus matematis yaitu massa dibagi dengan volume. Pada penelitian ini volume berkaitan dengan kadar air yang terdapat pada cumi-cumi, dimana jika terdapat kadar air pada bahan pangan maka akan memudahkan bakteri untuk berkembangbiak sehingga akan terdapat perubahan seperti pembusukan yang semakin cepat. Menurut Okizumi&Fuji (2000) menyatakan bahwa cumi-cumi memiliki kadar air 81,8%. Hal ini menunjukkan bahwa cumi-cumi merupakan salah satu bahan pangan yang tergolong

cepat terjadinya pembusukan seiring dengan lama waktu penyimpanannya. Metode pengawetan pada ikan telah banyak dilakukan, namun masih terdapat bakteri yang hidup dan berkembangbiak didalamnya seperti *Staphylococcus aerues* & *Salmonella typhi* (Sartika *et al.*,2019)

Berdasarkan hasil nilai data hasil pengukuran massa jenis dalam Gambar 4.2 diagram batang diatas yaitu menunjukkan bahwa adanya suatu perbedaan nilai rata-rata massa jenis cumi-cumi pada kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen dalam seluruh waktu percobaan. Namun, pada jam ke-0 antar dua kelompok memiliki nilai rata-rata massa jenis yang sama yaitu 1,19 gr/ml, karena pada percobaan jam ke-0 masih belum terdapat perlakuan paparan dan cumi-cumi masih dalam kondisi segar. Perbedaan nilai rata-rata massa jenis baru dapat terlihat ketika pengukuran jam ke-8,12,16, dan 20 setelah pemaparan. Perbedaan nilai rata-rata massa jenis pada kelompok kontrol dan eksperimen disebabkan karena adanya pemberian paparan medan elektromagnetik ELF. Peristiwa tersebut membuktikan bahwa kelompok eksperimen lebih cenderung mampu dalam menjaga kestabilan nilai rata-rata masa jenis cumi-cumi. Pemberian paparan medan ELF mampu dalam pencegahan pertumbuhan bakteri karena karena pemberian paparan dapat menginaktivkan bakteri pathogen. Pada saat bakteri mengalami penginaktifan oleh medan ELF maka bakteri tidak dapat melakukan metabolisme sehingga dapat mencegah penambahan volume pada cumi-cumi. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa medan elektromagnetik ELF berpengaruh terhadap perubahan massa jenis pada cumi-cumi.

- **Deskripsi Data Hasil Kondisi Fisik Pada Cumi-Cumi (Loligo Sp)**

Analisis data pada pengukuran kondisi fisik dilakukan dengan menggunakan panca indra manusia dan mengacu pada score sheet penilaian cumi-cumi beku segar yang ditetapkan oleh (SNI 01-2346-2006). Kualitas kondisi fisik cumi-cumi dapat diamati mulai dari kenampakan cumi-cumi meliputi warna daging, bau dan tekstur. Cumi-cumi yang telah diamati pengukuran kondisi fisiknya lalu diberi poin nilai sesuai dengan ketentuan score sheet SNI, dimana penilaiannya dimulai dari 1,3,5,6,7,8, dan 9. Nilai organoleptic pada cumi-cumi segar minimal yaitu dengan nilai 7. Sehingga, saat masa penyimpanan semakin lama maka nilai score sheet akan semakin kecil yang diperoleh. Analisa data kondisi fisik terhadap cumi-cumi dalam penelitian ini dilakukan pada seluruh kelompok kontrol dan kelompok eksperimen intensitas 600µT dan 1200µT pada pengamatan jam ke-0, 8, 12, 16, dan 20.

a) Analisis Data Hasil Pengukuran Kenampakan Pada Cumi-Cumi

Tabel. 7 Hasil Nilai Rata-Rata Kenampakan

Nilai Kenampa kan Jam ke	Kelom pok Kontro l	Kelompok Eksperimen			
		E600 µT 60'	E600 µT 120'	E1200 µT 60'	E1200 µT 120'
Ke-0	9	9	9	9	9
Ke-8	6	7	7	7	8
Ke-12	5	5	6	6	7
Ke-16	3	3	5	5	6
Ke-20	1	3	3	5	5

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah disajikan pada Tabel 7 diatas, nilai pengamatan kenampakan pada cumi-cumi dapat disimpulkan bahwa kelompok eksperimen mendapatkan score sheet nilai

yang lebih tinggi dibandingkan dengan score nilai kelompok kontrol. Sehingga, dapat diartikan bahwa terdapat adanya pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap kondisi fisik cumi-cumi pada indikator kenampakan. Dalam penelitian ini kelompok yang dapat mempertahankan kondisi fisik kenampak pada cumi-cumi yaitu pada kelompok eksperimen intensitas 1200 yang dipapar selama 120 menit.

b) Analisis Data Kondisi Fisik Indikator Bau

Tabel. 8 Hasil Nilai Rata-Rata Bau

Nilai Jam ke	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen			
		E600 $\mu$ T 60'	E600 $\mu$ T 120'	E1200 $\mu$ T 60'	E1200 $\mu$ T 120'
Ke-0	9	9	9	9	9
Ke-8	6	7	8	7	7
Ke-12	5	6	6	7	7
Ke-16	3	3	5	5	6
Ke-20	1	1	3	3	5

Berdasarkan pada Tabel 8 diatas, nilai pengamatan bau pada cumi-cumi dapat disimpulkan bahwa kelompok eksperimen mendapatkan score sheet nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan score nilai kelompok kontrol, sehingga dapat diartikan bahwa terdapat adanya pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap kondisi fisik cumi-cumi pada indikator bau. Dalam penelitian ini kelompok yang dapat mempertahankan pada cumi-cumi yaitu pada kelompok eksperimen intensitas 1200 yang dipapar selama 120 menit.

c) Analisis Data Kondisi Fisik Indikator Tekstur

Tabel. 9 Hasil Nilai Rata-Rata Tekstur

Nilai Jam ke	Kel Kontrol	Kelompok Eksperimen			
		E60 $\mu$ T 60'	E600 $\mu$ T 120'	E1200 $\mu$ T 60'	E1200 $\mu$ T 120'
Ke-0	9	9	9	9	9
Ke-8	6	7	7	7	8
Ke-12	5	6	6	7	7
Ke-16	3	3	5	6	6

Ke-20    1                    3                    3                    5                    5

Berdasarkan pada Tabel 9 di atas, nilai pengamatan tekstur pada cumi-cumi dapat disimpulkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh score sheet nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan score nilai kelompok kontrol, sehingga dapat diartikan bahwa terdapat adanya pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap kondisi fisik cumi-cumi pada indikator bau. Dalam penelitian ini kelompok yang dapat mempertahankan pada cumi-cumi yaitu pada kelompok eksperimen intensitas 1200 yang dipapar selama 120 menit.

Dalam penelitian ini hasil akhir pengukuran kondisi fisik terhadap cumi-cumi pada indikator kenampakan, bau dan tekstur disajikan pada Gambar 4. berikut :



Gambar 4. Kondisi Fisik

Berdasarkan hasil pengukuran kondisi fisik yang telah disajikan pada Gambar 4 dan uraikan di atas, dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini terdapat perbedaan hasil kondisi fisik antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Perbedaan yang terjadi disebabkan karena pemberian paparan medan elektromagnetik ELF intensitas 600 $\mu$ T dan 1200 $\mu$ T dengan lama waktu paparan 60 menit dan 120 menit terhadap kelompok eksperimen. Sehingga kelompok eksperimen lebih mampu dalam mempertahankan nilai kondisi fisik pada cumi-cumi. Dalam penelitian ini kelompok eksperimen yang memiliki nilai rata-rata kondisi yang unggul yaitu pada intensitas 1200 $\mu$ T lama waktu 120 menit. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh paparan medan elektromagnetik ELF terhadap kondisi fisik cumi-cumi. Maka, dapat diketahui pada penelitian ini

semakin lama penyimpanan cumi-cumi pada suhu ruang, maka berpengaruh terhadap kualitas fisik cumi-cumi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama penyimpanan maka semakin kecil skor yang diperoleh dari pengamatan kualitas fisiknya. Cumi-cumi merupakan salah satu ikan komoditi pangan dan salah satu sumber protein hewani (Ratnasariet *al.*, 2021). Kandungan air yang cukup tinggi mengakibatkan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* berkembang biak dengan baik (Sartika *et al.*, 2019). Hal tersebut dapat mempercepat pembusukan yang bertahan lebih dari 6-7 jam dalam suhu ruang (Efeendi, 2012). Kesegaran ikan tidak dapat ditingkatkan tetapi bisa dipertahankan peoses perubahannya (Tamuu, 2014).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa paparan medan elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) dapat mempengaruhi nilai pH, massa jenis dan dapat mempertahankan nilai kondisi fisik mulai dari kenampakan, bau, dan tekstur cumi-cumi. Selain itu medan elektromagnetik ELF juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada cumi-cumi. Intensitas yang berpotensi untuk mempertahankan nilai pH, densitas dan kualitas fisik serta menghambat bakteri patogen pada ikan kembung pada penelitian ini adalah pemaparan medan magnet ELF dengan intensitas 1200  $\mu$ T selama 120 menit.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada laboratorium fisika fkip unej juga demikian pula kepada semua pihak yang

telah membantu dan mendukung penelitian ini sampai selesai.

## REFERENSI

- Anam, C. 2022. Pengawetan Cumi Kering Berbasis Asap Cair. Berita Uts; Teknologi Hasil Pertanian.
- Astutik, N. M., & Sudarti, S. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500  $\mu$ T Terhadap pH, Massa Jenis, dan Kualitas Fisik Tahu Sutera. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 2(2), 45. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v2i2.5687>.
- Azizah, M. N., Sudarti, S., & Bektiarso, S. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) 200 Mt Dan 300 Mt Terhadap Ph Dalam Proses Fermentasi Tempe. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 28. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8182>.
- Dwi W, O., Sudarti, S., & Astutik, S. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) Terhadap Ph Susu Kedelai. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 8(1), 60–68. <https://doi.org/10.22202/jrfes.2021.v8i1.4848>
- Elsavana I. N., Sudarti, N., & Prihandono, S. 2022. Pengawetan Ikan Pindang Layang (*Decapterus russelli*) berbantuan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF). *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(3), 48–56.
- Fitria, A., & Prihandono, T. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet Elf Intensitas 600 Mt Dan 1000 Mt Terhadap Perubahan Nilai Ph Pada Daging Ikan Lele (*Clarias Sp.*) *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika. Orbita. 8611-28590-1-Pb.* 8, 139–142.
- 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>.
- Kordi, K.M.G.H., & Andi,M. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Jakarta: Rineka Cipta. Laksmiari, K., Sudarti., E. Permatasari., dan F. W. Ningtyas. 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*. 3(1):36-44.
- Laksmiari,& Karina. 2020. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF). Terhadap Derajat Keasaman Dan Daya Hantar Listrik Pada Proses Dekomposisi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis C*.) Skripsi. Jember. Universitas Jember
- Lutfiyah, I., Sudarti, S., & Bektiarso, S. 2022. Analisis Perubahan Ph Dan Tekstur Daging Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Oleh Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf). *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 143. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8609>
- Magfirah, S., & Prihandono, T. 2022. Analysis of pH Changes in Cassava Fermentation Process Exposed to ELF Magnetic Fields Intensity 100  $\mu$  T , 200  $\mu$  Tidani300  $\mu$  T Analisis Perubahan pH pada Proses Pematangan Tape Singkong Paparan Medan Magnet ELF Intensitas 100  $\mu$  T , 200  $\mu$  Tidani300  $\mu$  T.
- Muchtadi,T., Sugiyono., & Fitriyono A. 2011. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Bandung: Alfabeta.
- Ndahwali, Daniel. H. 2016. Mikroorganisme penyebab kerusakan pada ikan dan hasil perikanan lainnya. *Buletin Matric*. 13(2): 17-21.
- Nilawati, & Marihati. 2014. Pengaruh pengadukan bertahap terhadap pertumbuhan bakteri halofilik dengan nutrisi *Artemia salina* pada pembuatan garam. *Biopropal Industri*. 5(1): 29-35.
- Nitimulyo, K. H., A. & M. Murdjani. 2005. Isolasi, identifikasi dan karakterisasi *Vibrio spp.* patogen penyebab vibriosis pada kerapu di balai budidaya air payau Situbondo. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences)*. 7(2): 80-94. Noer, Zikri., dan Indri Dayana. 2021. Fisika Terapan. Medan : Guepedia
- Niati, E. W., Sudarti, S., & Yushardi, Y. 2021. Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Nilai Ph Buah Anggur Hitam. *Orbita: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 155. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4641>
- Nur Prihatin, W., & Prihandono, T. 2020. Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Biomassa Tanaman Edamame. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(3), 51–57
- Nuriyah, S., & Sudarti. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF ( Extremely Low Frequency ) 500 $\mu$ T Terhadap pH dan Kualitas Fisik Cabai Rawit Hijau Effect of Exposure to Magnetic Field ELF ( Extremely Low Frequency ) 500 $\mu$ T on pH and Physical Quality of Green Cayenne Pepper. *Penelitian Fisika Dan Terapannya*, 3(3). <http://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Jupiter>
- 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. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8367>
- Prawira, N. B., & Rouf, A. 2018.

- Perancangan Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Menggunakan Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 8(2), 143. <https://doi.org/10.22146/ijeis.24481>
- 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., 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. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v6i2.155-161>.
- Rahman, R. A., Sudarti, S., & Lesmono, A. D. 2022. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Massa Jenis Tomat Ranti. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 241. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11428>
- Rahman, R. A., & Sudarti, S. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) 500 Mt Terhadap Derajat Keasaman (Ph), Massa Jenis, Dan Kualitas Fisik Jambu Air. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 62–66. <https://doi.org/10.26418/jppf.v2i2.47149>
- Ratnasari, I., Sudarti, S., & Yushardi, Y. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Derajat Keasaman (pH) Susu Sapi Segar. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(2), 276–281. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.2478>
- Setyawati, Y., Sudarti, S., & Lesmono, A. D. 2021. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Ph Roti Tawar. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 299. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5369>.
- Uswatun, Y, Sudarti. 2022. View of Potensi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Guna Meningkatkan Ketahanan Usia Simpan Buah-Buahan. (n.d.). <http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/jtpg/article/view/957/574>
- Vatria, B. 2020. Penanganan Hasil Perikanan: Pengendalian Mutu Ikan Segar. Politeknik Negeri Pontianak, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17309.67049>
- Yuniarta, E., Sudarti, S., & Anggraeni, F. 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.