



## WAKTU PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* 300 MT TERHADAP DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES FERMENTASI TEMPOYAK

Ratna<sup>1</sup>, Jumingin<sup>2</sup>, Atina<sup>3\*</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas PGRI Palembang

<sup>2</sup> Program Studi Sains Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas PGRI Palembang

\*e-mail: [atina@univpgri-palembang.ac.id](mailto:atina@univpgri-palembang.ac.id)

### ABSTRACT

This study aims to analyze the exposure time of the Extremely Low Frequency 300  $\mu\text{T}$  magnetic field on the electrical conductivity of the tempoyak fermentation process. The research method is the experimental method. The research sample was divided into two groups, namely the control group which was not exposed to magnetic fields and the experimental group, namely the group that was given exposure to the Extremely Low Frequency 300  $\mu\text{T}$  magnetic field with a time of 20, 40, and 60 minutes. The data obtained were analyzed by the F test, if the exposure time of the Extremely Low Frequency 300  $\mu\text{T}$  magnetic field had a significant effect, then continued with the BNT test. The results showed that the electrical conductivity value in the experimental group was higher than the control group. The value of electrical conductivity in the control group is 1147  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , the value of electrical conductivity at 20 minutes exposure is 1156  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -1268  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 40 minutes exposure is 1177  $\mu\text{S}/\text{cm}$  1275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , and 60 minutes exposure is 1187  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -1331  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The longer the exposure time to the 300  $\mu\text{T}$  Extremely Low Frequency magnetic field, the higher the tempoyak electrical conductivity value. From the F test that has been carried out, it is found that the exposure time of the Extremely Low Frequency magnetic field significantly affects the value of the tempoyak electrical conductivity ( $F_{\text{Count}} = 26,839 > F_{\text{Tabel}} = 4,76$ ) with a significant 5%.

**Keywords:** Electrical Conductivity, Fermentation, Extremely Low Frequency Magnetic Field, Tempoyak

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  terhadap daya hantar listrik pada proses fermentasi tempoyak. Metode penelitian yaitu metode eksperimen. Sampel penelitian dibagi dalam dua kelompok yaitu kelompok kontrol adalah kelompok yang tidak diberi paparan medan magnet dan kelompok eksperimen yaitu kelompok yang diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  dengan waktu 20, 40, dan 60 menit. Data yang diperoleh dianalisis



dengan uji F, jika waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil penelitian menunjukkan nilai daya hantar listrik pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Nilai daya hantar listrik kelompok kontrol 1147  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nilai daya hantar listrik pada paparan 20 menit yaitu 1156  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -1268  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , paparan 40 menit yaitu 1177  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -1275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dan paparan 60 menit yaitu 1187  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -1331  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Semakin lama waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$ , semakin meningkat nilai daya hantar listrik tempoyak. Dari uji F yang telah dilakukan diperoleh bahwa waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* berpengaruh nyata terhadap nilai daya hantar listrik tempoyak ( $F_{\text{Hitung}} = 26,839 > F_{\text{Tabel}} = 4,76$ ) dengan signifikan 5%.

**Kata Kunci:** Daya Hantar Listrik, Fermentasi, Medan Magnet *Extremely Low Frequency*, Tempoyak

## PENDAHULUAN

Gelombang yang terdiri dari medan magnet dan medan listrik yang berisolasi yang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa memerlukan media rambat yaitu gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik dikelompokkan sesuai dengan panjang gelombang dan frekuensi, dari frekuensi tinggi ke frekuensi yang lebih rendah, berupa sinar gamma, sinar-X, sinar ultraviolet, cahaya tampak, sinar inframerah, gelombang mikro dan gelombang radio. Menurut Muharromah et.al. (2018) bahwa gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* yaitu gelombang elektromagnetik yang memiliki nilai frekuensi sangat rendah yaitu, antara 0 sampai dengan 300 Hz.

Medan magnet *Extremely Low Frequency* banyak digunakan dalam bidang pangan, terutama dalam fermentasi dan pengawetan makanan maupun minuman. Menurut Sari et.al. (2012) bahwa memperpanjang umur simpan bahan pangan dan memperbaiki simpan bahan pangan dengan teknologi medan magnet. Paparan medan magnet dengan teknologi pengawetan pangan tidak terjadi kerusakan nutrisi pada buah (Sadidah et.al., 2015).

Proses fermentasi dapat menghasilkan bakteri asam laktat yang dipengaruhi oleh suatu senyawa untuk dapat meningkatkan keamanan dan mengentahui masa simpan dari produk pangan (Casarotti et.al.,2014). Bakteri asam laktat berperan dalam berbagai fermentasi makanan, seperti sayur, daging, susu dan buah-buahan (Hasanuddin, 2010). Penelitian Hasanah (2020) bahwa intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* 900  $\mu\text{T}$  dan 1000  $\mu\text{T}$  pada buah strawberry dengan paparan selama 30 menit, 45 menit dan 60 menit dapat mempertahankan pH, kualitas air dan daya hantar listrik, peningkatan nilai daya hantar listrik pada buah strawberry ketika diberi paparan medan magnet dengan intensitas 1000  $\mu\text{T}$  dengan waktu paparan 60 menit.

Buah yang asam dapat digunakan sebagai sumber arus listrik, karena dalam buah yang asam terdapat berbagai jenis elektrolit contohnya kalium, asam asetat, seng dan magnesium yang dapat menghantarkan elektron dan ion pada elektroda (Bahri et.al., 2015).

Sayur dan buah buah apabila sudah mulai membusuk akan terjadi proses kimia (fermentasi). Selama proses fermentasi

buah dan sayur kekuatan elektrolit akan meningkat dan menghasilkan asam yang lebih pada buah dan sayur (Amin dan Dey, 2002). Sedangkan menurut Manggala et.al. (2017) sifat kelistrikan buah dan sayuran yang banyak mengandung elektrolit dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik.

Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah penghasil buah durian. Durian merupakan buah unggulan yang menduduki posisi puncak dari buah-buahan lain. Pada musimnya, durian yang dihasilkan berlimpah. Durian yang tidak tahan lama dan mudah mengalami kerusakan karena terdapat kandngan CO<sub>2</sub> dan etilen yang cepat selama pematangan sehingga mengakibatkan perubahan kimia, aktivitas enzim dan mikroba (Yuliana, 2005). Secara tradisional buah durian yang berlebihan biasa di olah dengan cara fermentasi menjadi tempoyak.

Tempoyak dikenal di Indonesia dan menjadi bahan masakan yang digunakan di daerah Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Bengkulu, Kalimantan, Lampung, Aceh dan Jambi (Widawati dan Efrianti, 2015). Tempoyak adalah makanan hasil fermentasi dari daging buah durian yang sudah masak dan ditambah garam kemudian difermentasi secara anaerob selama 3-7 hari (Yulistiani et.al., 2014).

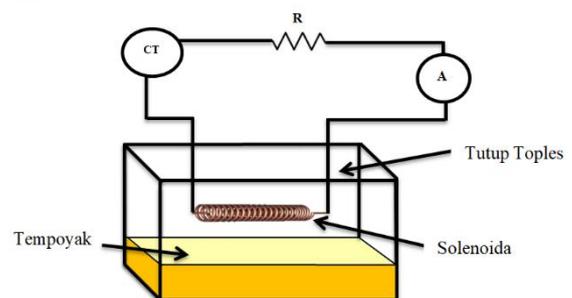
Tempoyak memiliki rasa yang asam karena terjadi proses fermentasi pada daging buah durian yang menjadi bahan bakunya, sehingga kekuatan elektrolit tempoyak meningkat dan dapat diukur nilai daya hantar listriknya. Menurut Riyanto et.al. (2012) bahwa nilai daya hantar listrik memiliki hubungan dengan lama penyimpanan, semakin lama penyimpanan dari bahan tersebut maka akan semakin meningkat nilai daya hantar listrik. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu T$  terhadap daya hantar listrik pada proses fermentasi tempoyak.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: *Current Transformer* (CT), *Electromagnetik Field Tester* (EMF Tester) tipe Lutron-827, EC (*Electro Conductivity*) meter, stopwatch, gelas ukur, neraca digital dan toples. Bahan yang digunakan yaitu: Aquades, tembaga, garam, daging durian dan tisu.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap suatu subjek dalam kondisi terkendali. Penelitian ini dibagi dalam dua kelompok yaitu kelompok kontrol adalah

Kelompok yang tidak diberi paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu T$  dan kelompok eksperimen adalah kelompok yang diberikan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu T$ .

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempoyak. Sampel penelitian ini yaitu sampel kelompok kontrol dan sampel kelompok eksperimen masing-masing berjumlah 10 sampel. Sampel pada penelitian ini berupa sampel kelompok kontrol dan sampel kelompok eksperimen. Sampel sebelum diberi perlakuan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu T$  di ukur daya hantar listriknya sebagai kelompok kontrol. Sampel kelompok eksperimen diberi perlakuan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* yaitu 300  $\mu T$  dengan rentang waktu 20 menit, 40 menit dan 60 menit. Adapun desain penelitian yang dilakukan terdapat pada gambar berikut:



Gambar 1. Desain Penelitian

## BAHAN DAN METODE

Tahap pengumpulan data untuk kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yaitu menggunakan alat EC meter dengan mengukur daya hantar listrik pada tempoyak.

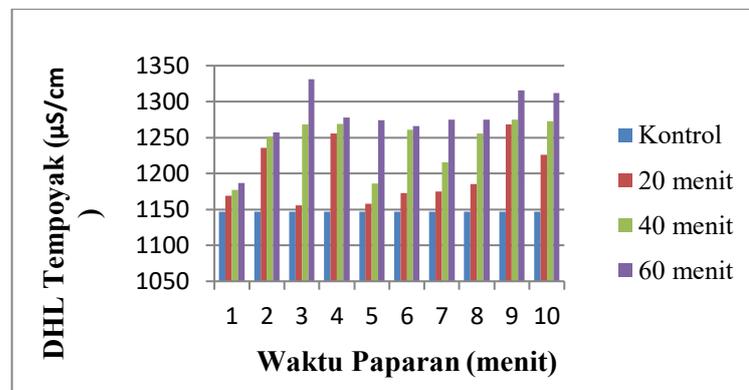
Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji F ( $\alpha = 5\%$ ), jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka berpengaruh nyata. Jika waktu paparan medan magnet berpengaruh nyata terhadap nilai daya hantar Listrik tempoyak, maka dilakukan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) ( $\alpha = 1\%$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan mengukur daya hantar listrik pada tempoyak kelompok kontrol dan eksperimen menggunakan alat EC (*Electro Conductivity*) meter. Sampel pada penelitian yaitu tempoyak yang dibuat dari

daging buah durian. Komposisi tempoyak adalah daging buah durian sebanyak 1200 gram dan 3% garam, kemudian difermentasikan selama 7 hari. Perlakuan yang digunakan yaitu 100 gram tempoyak yang dicampur dengan 50 mL larutan aquades.

Pengukuran daya hantar listrik tempoyak pada sampel kontrol dilakukan 10 kali pengulangan dan sampel eksperimen masing-masing dilakukan pada waktu 20 menit, 40 menit dan 60 menit dilakukan 10 kali pengulangan. Hasil pengukuran daya hantar listrik tempoyak sebelum dan sesudah diberi paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  disajikan pada Grafik berikut:



Grafik 1. Hasil Pegukuran Daya Hantra Listrik Tempoyak

Grafik 1 terlihat bahwa perbedaan antara nilai daya hantar listrik tempoyak pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Nilai daya hantar listrik tempoyak pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Nilai daya hantar listrik pada kelompok kontrol yaitu 1147  $\mu\text{S/cm}$ . Nilai daya hantar listrik pada paparan 20 menit tertinggi diperoleh pada kelompok eksperimen sampel 9 sebesar 1268  $\mu\text{S/cm}$  dan terendah pada kelompok eksperimen sampel 3 sebesar 1156  $\mu\text{S/cm}$ . Nilai daya

hantar listrik pada paparan 40 menit tertinggi diperoleh pada kelompok eksperimen sampel 9 sebesar 1275  $\mu\text{S/cm}$  dan terendah pada kelompok eksperimen sampel 1 sebesar 1177  $\mu\text{S/cm}$ . Nilai daya hantar listrik pada paparan 60 menit tertinggi diperoleh pada kelompok eksperimen sampel 3 sebesar 1311  $\mu\text{S/cm}$  dan terendah pada kelompok eksperimen sampel 1 sebesar 1187  $\mu\text{S/cm}$ .

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Perwaktu Daya Hantar Listrik Tempoyak

Waktu (menit)	Rata-Rata DHL ( $\mu\text{S/cm}$ )
20	1200
40	1243
60	1277

Tabel 1 diperoleh nilai rata-rata daya hantar listrik tempoyak yang diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai daya hantar listrik tempoyak kelompok eksperimen dari waktu 20 menit, 40 menit dan 60 menit. Nilai rata-rata daya hantar listrik pada waktu 20 menit sebesar 1200  $\mu\text{S/cm}$ , pada waktu 40 menit sebesar 1243  $\mu\text{S/cm}$  dan pada waktu 60 menit 1277  $\mu\text{S/cm}$ . Dari hasil rata-rata nilai daya hantar listrik tempoyak diketahui bahwa semakin lama waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap nilai daya hantar listrik tempoyak.

Berdasarkan penelitian oleh Ariyani (2019) bahwa kenaikan nilai daya hantar listrik edamame dapat ditekan dengan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* yang lebih lama. Daya hantar listrik berhubungan dengan pergerakan ion dalam larutan, sehingga daya hantar listrik yang besar terjadi karena ion di dalam larutan dapat bergerak dengan mudah (Khairiah dan Destini 2017).

Menurut Riyanto et.al. (2012), nilai daya hantar listrik mempunyai hubungan dengan lama penyimpanan, semakin lama penyimpanan dari bahan tersebut maka akan semakin meningkat nilai daya hantar listrik. Meningkatnya nilai daya hantar listrik tempoyak diakibatkan oleh meningkatnya konsentrasi ion selama proses fermentasi tempoyak. Semakin lama waktu fermentasi maka tingkat keasaman yang terkandung didalamnya akan meningkat dan terjadinya peningkatan ion  $\text{H}^+$  sehingga mengakibatkan kenaikan daya hantar listrik.

Faktor yang mempengaruhi nilai pengukuran karena terdapat fluktuasi tegangan listrik pada waktu penelitian, sehingga berpengaruh terhadap besarnya intensitas medan magnet yang ditimbulkan oleh solenoida. Lamanya paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  pada tempoyak mengakibatkan nilai daya hantar listrik tempoyak meningkat.

Dari analisis data dengan uji F yang telah dilakukan diperoleh bahwa nilai  $F_{\text{Hitung}} = 26,839 > F_{\text{Tabel}} = 4,76$  dengan nilai signifikan 5%, berarti waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* dengan intensitas 300  $\mu\text{T}$  berpengaruh nyata terhadap daya hantar listrik tempoyak. Untuk mengetahui beda antara waktu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* dengan intensitas 300  $\mu\text{T}$ , dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

Uji BNT menunjukkan signifikansi  $\alpha = 1\%$ , disimpulkan bahwa nilai daya hantar listrik tempoyak pada kelompok kontrol berbeda nyata dengan kelompok eksperimen. Nilai daya hantar listrik tempoyak waktu paparan *Extremely Low Frequency* 20 menit berbeda nyata dengan nilai daya hantar listrik tempoyak waktu paparan *Extremely Low Frequency* 40 menit dan 60 menit, sedangkan nilai daya hantar listrik waktu paparan *Extremely Low Frequency* 40 menit berbeda tidak nyata dengan nilai daya hantar listrik tempoyak waktu paparan *Extremely Low Frequency* 60 menit.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* 300  $\mu\text{T}$  berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai daya hantar listrik pada proses fermentasi tempoyak.

## DAFTAR PUSTAKA

Ariyani, E. (2019). Pengaruh Radiasi *Extremely Low Frequency* Magnetic Field Terhadap daya Hantar Listrik

- (Nilai pH) Sebagai Indikator Kadaluarsa Edamame, Universitas Jember.
- Bahri, S., S. Eko., A. Mayub, & M. Rosane. (2015). Menentukan Karakteristik Listrik Jeruk Nipis, Belimbing Wuluh dan Pisang Tanduk serta Implementasinya dalam Pembelajaran Fisika, *Jurnal Pendipa*, 2 (1), 20-26.
- Casarotti, S. N., D. A. Monteiro, M. M. S. Moretti, & A. L. B. Penna, 2014, Influence Of The Combination Of Probiotic Cultures During Fermentation and Storage Of Fermented Milk. *Journal Food Res Intern*, 59, 67-75.
- Hasanah, L, 2020, Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Daya Hantar Listrik dan Derajat Keasaman (pH) pada Proses Dekomposisi Buah Strawberry (*Fragaria sp*) (Skripsi, Universitas Jember).
- Hasanuddin. (2010). Mikroflora pada Tempoyak, *Jurnal AGRITECH*, 30 (4), 218-222.
- Khairiah, & R. Destini. (2017). Analysis of Effect of Yeast Mass Addition and a Fermentation Time to the Voltage of Durian (*Durio Zibethinus*) Husk Waste Paste. *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi (FISITEK)*, 1 (2), 16-22.
- Manggala, A., I. Febriana, & Zurohaina. (2017). Pengaruh Konsentrasi Ragi Tape Terhadap Voltase dan lamanya Penyalaan Lampu yang dihasilkan Limbah Kulit Pisang Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik, *Jurnal Kinetik*, 40-43.
- Muharromah, N. N. A., Sudarti, & Subiki. (2018). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Sifat Organoleptik dan pH Susu Sapi Segar, *Jurnal FKIP e-PROCEEDING*, 3(2), 13-18.
- Riyanto, S. B. 963-422 Maddu, & Supriyanto. (2014). Pendeteksian Tingkat Kesegaran Filet Ikan Nila menggunakan Pengukuran Sifat Biolistrik, *Jurnal PHPI*, 15 (1), 27-34.
- Sadidah, K. R., Sudarti, & A. A. Gani. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300  $\mu T$  dan 500  $\mu T$  Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH Pada Proses Fermentasi Tape Ketan, *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4 (1), 1-8.
- Sari, E. K. N., B. Susilo, & S. H. Sumarlan. (2012). Proses Pengawetan Sari Buah Apel (*Mallus Sylvestris Mill*) Secara Non-Termal Berbasis Teknologi *Oscillating Magneting Field* (OMF), *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13 (2), 78-87.
- Widawati, L., & S. Efrianti. (2015). Preferensi Panelis dan Efektivitas Penggunaan Bahan Penstabil Terhadap Mutu Sambal Hijau Tempoyak. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4 (1), 42-47.
- Yuliana, N. (2005). Identifikasi Bakteri Bukan Penghasil Asam Laktat Yang Berasosiasi dengan Tempoyak (fermented durian). *Jurnal Microbiol*, 10 (1), 25-28.
- Yulistiani, R., Rosida, & M. Nopriyanti. (2014). Evaluasi Proses Fermentasi Pada Kualitas Tempoyak, *Jurnal REKAPANGAN*, 8 (1), 84-103.

