

Potensi Radiasi Gelombang Elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) Guna Meningkatkan Ketahanan Usia Simpan Buah-Buahan

Umi Uswatun¹⁾, Sudarti²⁾

^{1,2)} Pendidikan Fisika, Universitas Jember
Jalan Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Jember, Indonesia
e-mail : tik.9d.umi.33@gmail.com

ABSTRAK

Buah-buahan termasuk ke dalam bahan pangan yang memberikan banyak manfaat bagi tubuh, namun buah-buahan memiliki umur simpan yang relatif pendek. Radiasi medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) merupakan radiasi dengan frekuensi rendah yakni sekitar 0–300 Hz dengan sifat non-ionizing atau tidak memberikan efek kepada atom dari suatu material yang dikenainya dan non-thermal atau tidak menyebabkan kenaikan suhu saat berinteraksi dengan suatu material yang dikenainya, selain itu radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat dimanfaatkan untuk ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh radiasi gelombang ELF terhadap usia simpan berbagai jenis buah-buahan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode review jurnal, jumlah jurnal yang direview sebanyak 11 jurnal. Jurnal yang dimaksud dapat berupa artikel ilmiah dan jurnal-jurnal lain yang mendukung serta relevan dengan judul penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF mampu mempertahankan kandungan vitamin C, mempertahankan kondisi fisik buah-buahan, serta menambah umur simpan buah-buahan dengan cara mempertahankan pH melalui perlambatan penurunan atau peningkatan pH, hal ini dilakukan dengan cara membunuh mikroorganisme pembentuk asam pada buah-buahan, selain itu paparan medan magnet ELF mampu menurunkan laju respirasi dan laju produksi etilen pada buah-buahan, hal ini memberikan dampak pada perpanjangan umur simpan buah-buahan. Besarnya intensitas serta lama paparan medan magnet ELF harus disesuaikan dengan jenis dan karakter buah-buahan itu sendiri. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu mempertahankan kandungan vitamin C, mempertahankan kondisi fisik buah-buahan, serta meningkatkan ketahanan usia simpan buah-buahan.

Kata Kunci: *Extremely Low Frequency* (ELF), radiasi medan magnetik, umur simpan buah, ketahanan pangan, pH

ABSTRACT

Fruits are included in foodstuffs that provide many benefits for the body, but fruits have a relatively short shelf life. ELF (*Extremely Low Frequency*) magnetic field radiation is radiation with a low frequency of around 0–300 Hz with non-ionizing properties or no effect on the atoms of a material it is subjected to and non-thermal or does not cause an increase in temperature when interacting with a material. In addition, *Extremely Low Frequency* (ELF) magnetic field radiation can be used for food tenacity. This study aims to determine how much influence ELF radiation has on the shelf life of various types of fruits. The method used in this study is the journal review method, the number of journals reviewed is 11 journals. The journal in question can be in the form of scientific articles and other journals that support and are relevant to the research title. The results of this study indicate that exposure to the ELF magnetic field can maintain the content of vitamin C, maintain the physical condition of the fruits, and increase the shelf life of fruits by maintaining pH by slowing down or increasing the pH, this is done by killing acid-forming microorganisms. In addition, exposure to the ELF magnetic field can reduce the respiration rate and the rate of ethylene production in fruits, this has an impact on extending the shelf life of fruits. The intensity and duration of exposure to the ELF magnetic field must be adjusted to the type and character of the fruit itself. Thus, it can be concluded that exposure to *Extremely Low Frequency* (ELF) magnetic fields are able to maintain vitamin C content, maintain the physical condition of fruits, and increase the shelf life of fruits.

Keyword: *Extremely Low Frequency* (ELF), magnetic field radiation, fruit shelf life, food tenacity, pH

I. PENDAHULUAN

Gelombang elektromagnetik merupakan suatu rambatan dari satu ruang ke ruang lain akibat dari medan listrik atau medan magnet yang mengalami perubahan persatuan waktu, bahkan rambatan ini dapat terjadi saat tidak ada materi di sekitarnya. Selain itu, perpaduan osilasi antara medan magnet dengan medan listrik akan menimbulkan percepatan muatan listrik, percepatan ini akan menghasilkan suatu radiasi bernama radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik sendiri terbagi menjadi dua yakni, ELF (*Extremely Low Frequency*) dan EHF (*Extremely High Frequency*) (Young, 2020).

Radiasi medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) merupakan radiasi yang memiliki frekuensi rendah yakni di bawah 300 Hz dengan sifat non-ionizing dan non-thermal. Radiasi medan magnet ELF sendiri dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan ketahanan bahan pangan dengan cara membunuh mikroorganisme di dalam bahan pangan tersebut pada dosis tertentu serta berbeda untuk setiap jenis bahan pangannya. Namun, pada umumnya membunuh mikroorganisme pada bahan pangan dilakukan dengan memberi radiasi sinar gamma atau sinar beta, tetapi sisa bahan radiasi dalam bahan pangan berpotensi untuk memutasi sel dalam tubuh serta memicu pertumbuhan sel kanker apabila dikonsumsi. Sehingga, selain meningkatkan ketahanan bahan pangan, radiasi medan magnet ELF juga berpotensi dalam meningkatkan umur simpan buah dengan mempertahankan nilai pH-nya, selain itu radiasi medan magnet ELF memiliki beberapa kelebihan yakni, lebih efektif, mudah, murah, serta tidak mengubah rasa dan kualitas bahan pangan (Sari, et al., 2019).

Buah merupakan bahan pangan yang berasal dari lanjutan perkembangan bakal buah (Ovarium), buah biasanya berperan sebagai pelindung serta pembungkus biji. Bentuk serta rupa yang berbeda-beda menyebabkan pengelompokan atau pembagian jenis buah ke dalam berbagai kelompok seperti, kelompok hard fruit (buah dengan daging buah kaku), berry fruit (buah dengan daging yang tidak teralu banyak, tidak terlalu keras, serta memiliki banyak biji), stone fruit (buah yang memiliki banyak biji serta menggumpal di dalam buah itu sendiri), citrus fruit (semua jenis jeruk), tropical fruit (semua jenis buah – buahan yang hidup dan tumbuh di daerah tropis), nuts (buah yang memiliki tempurung atau berkulit keras dengan inti buah yang menempel pada tempurung tersebut) (Syamsidah & Suryani, 2018).

Buah-buahan pada umumnya akan mengalami perubahan biokimiawi selama masa penyimpanan pasca panen, perubahan tersebut dapat berupa perubahan pigmen, perubahan karbohidrat, perubahan lipid, perubahan protein menjadi asam amino, perubahan vitamin, dan perubahan bentuk. Buah-buahan lunak cenderung memiliki sifat mudah memar dengan pembusukan aerob, serta waktu simpan relatif singkat yakni sekitar 3-5 hari selama masa penyimpanan. Sedangkan, buah-buahan keras cenderung memiliki laju respirasi yang rendah serta waktu simpan yang cukup lama yakni sekitar beberapa minggu dalam masa penyimpanan (Nugraheni, 2010).

Sifat medan magnet yang mampu menembus materi biologis berpotensi dimanfaatkan sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme pembentuk asam dalam buah-buahan. Mekanisme dari paparan radiasi medan magnet ELF sendiri yakni, sel pada mikroorganisme pembentuk asam memiliki ion yang terus bergerak dan mudah terpengaruh oleh medan magnet serta selalu bermetabolisme, ion tersebut merupakan ion kalsium. Ion kalsium dengan sifat paramagnetik akan mudah terpengaruh oleh adanya medan magnet (Sutrisno, 1986). Energi dari medan magnet yang berpindah ke ion kalsium (Ca^{2+}) meningkatkan kecepatan aliran ion (Ca^{2+}) dalam melewati membran sel. Ion-ion yang terpengaruh oleh medan magnet mampu merusak struktur protein dari dalam sel sehingga menghambat aktivitas metabolisme pada mikroorganisme, hambatan pada proses metabolisme ini akan menyebabkan mikroorganisme tersebut mati (Sadidah, 2015). Proses metabolisme yang terganggu dapat menyebabkan kegagalan dalam pembentukan energi, sehingga mikroorganisme mengalami keterhambatan dalam proses aktivitas sel seperti, reproduksi, respirasi, dan lain sebagainya.

Paparan medan magnet ELF mampu memperpanjang umur simpan buah tanpa menghilangkan nutrisi dari buah itu sendiri. Namun, jumlah intensitas dan lama paparan radiasi medan magnet pada setiap jenis buah berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh karakteristik buah yang berbeda-beda. Paparan medan magnet sebesar 600 μT selama 60 menit efektif dalam menghambat perubahan pH pada buah tomat (Nur *et al.*, 2022). Paparan medan magnet sebesar 500 μT selama 90 menit efektif dalam menjaga kualitas fisik buah jambu air agar tetap layak dikonsumsi (Rahman dan Sudarti, 2021). Dan paparan medan magnet dengan intensitas 900 μT selama 2 x 30 menit dan 2x45

menit efektif dalam mempertahankan pH dan kandungan vitamin C pada buah anggur merah (Sudarti *et al.*, 2022).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kualitatif atau penelitian dengan proses analisis data yang kemudian hasilnya dijelaskan secara deskriptif. Metode yang dipilih yakni metode kajian literature, metode kajian literatur sendiri merupakan sebuah metode yang dapat dilakukan dalam penelitian dengan cara mengumpulkan berbagai data sekunder berupa buku, artikel, jurnal, dan lain sebagainya. Data yang telah dikumpulkan, dikaji dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif akan menghasilkan

data berupa besar paparan radiasi medan magnet serta lama waktu pemaparan medan magnet yang dibutuhkan agar efektif dalam menambah usia simpan buah-buahan.

Data sekunder didapat dari sumber-sumber berupa *google scholar* dan buku-buku yang selinier dengan judul penelitian, agar data dapat tervalidasi maka data yang digunakan memiliki rentang waktu yang tidak terlalu jauh dari tahun disusunnya penelitian ini yakni 2015-2022, dengan kata kunci yang digunakan dalam pencarian data yakni, medan magnet, radiasi medan magnet, gelombang elektromagnetik, ketahanan bahan pangan, dan buah-buahan.

Table 1. Hasil Penelitian

Buah-buahan	Pengaruh	Pustaka
Anggur Hitam	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 300 μ T dan 500 μ T mampu mempertahankan nilai pH pada buah anggur hitam.	Niati, Sudarti, dan Yushardi, 2021
Tomat Apel	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 600 μ T selama 60 menit efektif dalam menurunkan atau meningkatkan pH tomat apel secara perlahan.	Nur, Sudarti, dan Subiki. 2022
Jambu Air	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 500 μ T selama 90 menit mampu mempertahankan kondisi pH serta kualitas fisik jambu air.	Rahman dan Sudarti, 2021
Cabai Merah Kecil	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 600 μ T selama 30 menit efektif dalam mempertahankan nilai pH cabai merah kecil.	Nuriyah, Sudarti, dan Bektiarso, 2022
Anggur Merah	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 900 μ T selama 2x30 menit efektif untuk menjaga ketahanan pH, ketahanan level vitamin C, dan ketahanan fisik pada buah anggur merah.	Sudarti, Permatasari, Ningtyias, Mina, dan Laksdiasri, 2022
Cabai Rawit Hijau	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 500 μ T selama 120 menit efektif dalam mempertahankan pH dan ketahanan fisik cabai rawit hijau.	Nuriyah dan Sudarti, 2022
Apel dan Strawberry	Paparan medan magnet dengan intensitas sebesar 200 mT, 60 mT, dan 5-100, mampu menambah usia simpan pada buah apel, tomat, dan strawberry.	Saletnik, Zagula, Saletnik A., Bajcar, Slys, dan Puchalski, 2022
Buah Naga	Paparan intensitas medan magnet sebesar 600 μ T selama 60 menit efektif serta mampu menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk pada daging buah naga merah.	Lutfiyah, Sudarti, Bektiarso, 2022
Cabai Merah	Paparan medan magnet ELF sebesar 900 μ T selama 60 menit efektif dan mampu mempertahankan nilai pH cabai merah.	Masruro, 2020
Tomat	Paparan medan magnet ELF sebesar 300 μ T dan 500 μ T efektif dan mampu mempertahankan nilai pH pada buah tomat, selain itu intensitas medan magnet ELF sebesar 500 μ T selama 90 menit mampu mempertahankan kadar vitamin C yang dikandung oleh buah tomat.	Ma'rufiyanti, Sudarti, dan Gani, 2021
Anggur Hijau	Paparan medan magnet ELF sebesar 1500 μ T selama 50 menit memiliki potensi untuk mempertahankan nilai pH pada buah anggur hijau.	Af'idah, Sudarti, Lesmono, 2022

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan review artikel berkaitan dengan pemanfaatan radiasi gelombang elektromagnetik dapat dilihat pada Tabel 1. Meningkatkan ketahanan usia simpan buah dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti, pendinginan, pengawetan, pengemasan, pelapisan lilin, dan bahkan radiasi. Meski paparan radiasi mampu memperpanjang ketahanan usia simpan buah, namun radiasi belum tentu aman bagi tubuh manusia, hal ini disebabkan oleh sifat gelombang yang timbul akibat radiasi mampu menembus jaringan, sehingga sisa bahan radiasi pada jaringan tersebut berpotensi memutasi sel manusia apabila dikonsumsi.

Namun, menurut penelitian oleh (Sudarti *et al.*, 2018) menyatakan bahwa gelombang elektromagnetik ELF dari peralatan medis tidak berpotensi untuk menyebabkan efek biologis, sehingga paparan medan magnet ELF mungkin aman apabila digunakan untuk ketahanan bahan pangan karena gelombang elektromagnetik ELF memiliki frekuensi sangat rendah yakni (0-300 Hz), sehingga energi yang dimiliki juga kecil dengan efek radiasi non ionizing dan non thermal. Efek radiasi non ionizing berarti tidak memberikan efek kepada atom dari suatu material, sedangkan non thermal adalah radiasi ELF tidak menyebabkan kenaikan suhu saat berinteraksi dengan suatu materi.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel di atas dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF mampu menambah umur simpan buah-buahan melalui pH yang dipertahankan atau pH yang diperlambat penurunan atau peningkatannya, mekanisme dalam mempertahankan pH dilakukan dengan cara membunuh mikroorganisme pembentuk asam pada buah-buahan. Buah-buahan yang diberi paparan medan magnet memiliki umur simpan lebih lama dibandingkan buah tanpa paparan medan magnet, hal ini dapat terjadi karena paparan medan magnet mampu menurunkan laju respirasi dan produksi etilen di dalam buah-buahan (Saletnik *et al.*, 2022).

Besarnya intensitas dan lama paparan medan magnet ELF yang diberikan pada setiap jenis buah-buahan berbeda, hal ini didasarkan pada karakteristik buah-buahan itu sendiri. Selain itu, beberapa data di atas menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF juga mampu mempertahankan vitamin C dalam buah serta mempertahankan kondisi fisik buah-buahan. Sehingga, berdasarkan uraian di atas, paparan medan magnet ELF dapat dimanfaatkan untuk menambah usia simpan buah-

buahan, serta mempertahankan kandungan vitamin C dan kondisi fisik buah-buahan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data uraian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) mampu menambah usia simpan buah dengan mempertahankan nilai pH dalam buah-buahan. Untuk dapat menambah usia simpan buah melalui pH yang dipertahankan, maka besarnya intensitas serta lama paparan medan magnet ELF harus disesuaikan dengan jenis dan karakter buah-buahan itu sendiri. Selain mempertahankan nilai pH paparan medan magnet ELF juga mampu mempertahankan Vitamin C dan kualitas fisik buah-buahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Af'idah, S., Sudarti, S., & Lesmono, A. D. (2022). Pengaruh Intensitas dan Lama Paparan terhadap pH Anggur Hijau (*Vitis vinifera* L.). *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 3(3), 63-69.
- 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), 143-149.
- Ma'rufiyanti, P., Sudarti, S., & Gani, A. A. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 300µt dan 500µt Terhadap Perubahan Kadar Vitamin C dan Derajat Keasaman (pH) pada Buah Tomat. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(3), 277-284.
- Masruro, S. (2020). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Daya Hantar Listrik Dan Nilai Derajat Keasaman (Ph) Pada Proses Dekomposisi Cabai Merah (Capsicum Annuum L.)*. Universitas Jember, Pendidikan Fisika. Jember: Universitas Jember.
- 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), 155-158.

- Nugraheni, M. (2010). *Bahan Ajar Pengetahuan Bahan Pangan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nur, S. U. K., Sudarti, S., & Subiki, S. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Derajat Keasaman (pH) Buah Tomat. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 73-78.
- Nuriyah, S., Sudarti, S., & Bektiarso, S. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Nilai pH Cabai Merah Kecil (*Capsicum frutescens* L). *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 45-51.
- Rahman, R. A., & Sudarti, S. Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 500 μ T terhadap Derajat Keasaman (pH), Massa Jenis, dan Kualitas Fisik Jambu Air. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 18-22.
- Sadidah, K. R., & Ghani, A. A. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) 300 μ T dan 500 μ T terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(1), 1-8.
- Saletnik, B., Zagula, G., Saletnik, A., Bajcar, M., Słysz, E., & Puchalski, C. (2022). Effect of Magnetic and Electrical Fields on Yield, Shelf Life and Quality of Fruits. *Applied Sciences*, 12(6), 3183.
- Saletnik, B., Zagula, G., Saletnik, A., Bajcar, M., Słysz, E., & Puchalski, C. (2022). Method for Prolonging the Shelf Life of Apples after Storage. *Applied Sciences*, 12(8), 3975.
- Sari, I. K., Sudarti, S., & Prastowo, S. H. B. (2019). Aplikasi Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Tape Singkong. *FKIP e-Proceeding*, 3(2), 19-25.
- Sudarti, S., Nuraini, L., Saleh, T. A., & Prihandono, T (2018). The Analysis of *Extremely Low Frequency* (ELF) Electric and Magnetic Field Exposure Biological Effects around Medical Equipments.
- Sudarti, S., Permatasari, E., Ningtyias, F. W., Mina, N. M., & Laksmiari, K. (2022). Analysis of Vitamin C Resistance in Red Grapes (*Vitis vinifera*) After Exposure to *Extremely Low Frequency* (ELF) Magnetic Fields Intensity 700 μ T and 900 μ T. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 620-626.
- Sutrisno, G. (1986). *Fisika Dasar : Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Syamsidah dan H. Suryani. (2018). *Pengetahuan Bahan Makanan*. Sleman: Penerbit Deepublish.
- Young, H. D. (2020). *College Physics 11 th Edition*. San Fransisco: Pearson Education, Inc