



## Analisis Pengaruh Gelombang *Elektromagnetik Extremely Low Frequency* pada Sektor Pertanian

Ilahil Riska Dwi Aji Muarifa<sup>1</sup>, Atiqotul Hasanah<sup>2</sup>, Friscela Yona Nagifea<sup>3</sup>, Salsabila Ariyanto<sup>4</sup>, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni<sup>5</sup>, Kendid Mahmudi\*<sup>6</sup>

Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

E-mail addresses: [kendidmahmudifkip@unej.ac.id](mailto:kendidmahmudifkip@unej.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received June 07, 2024

Revised June 07, 2024

Accepted July 12, 2024

Available online August 01, 2024

#### Kata Kunci:

Pengaruh; Extremely Low Frequency (ELF); Pertanian

#### Keywords:

Influence; Extremely Low Frequency (ELF); Agriculture



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license. Copyright © 2024 by Author. Published by Yayasan Sagita Akademia Maju.

### ABSTRAK

Sifat medan magnet ELF memiliki banyak keunggulan, antara lain energi yang rendah, radiasi non-ionisasi, dan kemampuan menembus hampir semua material. Namun, medan listrik tidak dapat menembus material. Penelitian ini menggunakan teknik penelitian kualitatif dan hasilnya dijelaskan secara deskriptif. Metode yang dipilih adalah metode pencarian literatur. Untuk pengumpulan data diperoleh dari Google Scholar yang sesuai dengan judul penelitian dengan rentang waktu 5 tahun terakhir yaitu tahun 2019 – 2024. Pada penelitian tanaman cabai merah besar dengan paparan medan magnet ELF 300 Mt selama 60 menit menunjukkan adanya pengaruh signifikan yang dimana berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dalam hal peningkatan tinggi dan jumlah daun. Pada edamame yang terkena paparan medan magnet terdapat perubahan yang menyebabkan edamame memiliki banyak ketiak daun yang nantinya akan ditumbuhi oleh bunga dan buah. Penelitian pada biji kurnam dengan medan magnet rendah 0,5 Mt; 1 Mt; dan 2 Mt mampu menyebabkan peningkatan germinasi. Sedangkan, pada tanaman tomat ranti dengan paparan medan magnet ELF 600  $\mu$ T selama 100 menit

diketahui dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan nilai massa jenis tomat.

### ABSTRACT

*ELF's magnetic field properties have many advantages, including low energy, non-ionizing radiation, and the ability to penetrate almost all materials. However, the electric field cannot penetrate the material. This study used qualitative research techniques and the results were explained descriptively. The method chosen is the literature search method. The data collection is obtained from Google Scholar in accordance with the title of the study with a span of the last 5 years, namely 2019 – 2024. In research large red chili plants with exposure to ELF magnetic field 300 Mt for 60 minutes showed a significant influence which affected plant growth in terms of increasing height and number of leaves. In edamame exposed to magnetic fields, there are changes that cause edamame to have many armpits of leaves which will later be overgrown by flowers and fruits. Research on date seeds with a low magnet field of 0.5 Mt; 1 Mt; and 2 Mt is capable of causing Increased germination. Meanwhile, in ranti tomato plants with exposure to ELF 600  $\mu$ T magnetic field for 100 minutes is known to affect bacterial growth and tomato density value.*

## 1. PENDAHULUAN

Terdapat berbagai macam radiasi gelombang elektromagnetik, mulai dari gelombang frekuensi sangat rendah (ELF) hingga sinar gamma, yang merupakan

gelombang frekuensi sangat tinggi. Spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang merentang dari 0 hingga 300 Hz dikenal sebagai gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah. Spektrum gelombang elektromagnetik mencakup radiasi non-pengion, yang sebagian di antaranya dikenal sebagai gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah, dengan frekuensi di bawah 300 Hz. Tidak ada perubahan suhu sebagai akibat dari interaksi atau induksi sistem karena energi medan magnetnya sangat minimal, sehingga tidak menimbulkan efek panas (Prihatin et al., 2020). Di mana pun arus listrik mengalir, medan magnet dan medan elektromagnetik frekuensi sangat rendah (ELFM) juga akan muncul tanpa hambatan. Industri kesehatan, pertanian, dan makanan hanyalah beberapa dari sekian banyak industri yang memanfaatkan radiasi elektromagnetik frekuensi sangat rendah secara ekstensif (Ratnasari et al., 2021).

Aspek penting dari penelitian medan elektromagnetik adalah dampak kerapatan fluks pada ELF. Dalam konteks pertanian, istilah "*Extremely Low Frequency*" (ELF) menggambarkan dampak gelombang elektromagnetik frekuensi ELF pada perkembangan dan kematangan tanaman. Elemen penting yang memengaruhi sifat lingkungan elektromagnetik di sekitar sistem ELF adalah kerapatan fluks. Kerapatan fluks suatu wilayah pada tingkat frekuensi ekstra rendah (ELF) didefinisikan sebagai jumlah garis medan magnet per satuan luas. Kekuatan medan magnet yang dihasilkan sebanding dengan kerapatan fluks. Beberapa cara kerapatan fluks mempengaruhi sistem ELFS adalah sebagai berikut (Setyawati et al., 2021).

Spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi kurang dari 300 Hz termasuk medan magnet frekuensi sangat rendah (ELF), yang merupakan komponen dari gelombang ini. Arus listrik yang mengalir melalui kabel menciptakan spektrum gelombang elektromagnetik ELF di alam. Energi rendah, radiasi non-ionisasi, dan penetrasi material yang hampir universal dari medan magnet ELF hanyalah sebagian kecil dari sekian banyak manfaat medan magnet jenis ini. Namun demikian, material tidak dapat ditembus oleh medan listrik. Oleh karena itu, penggunaan medan magnet ELF sedang diselidiki sebagai solusi potensial untuk sejumlah masalah, salah satunya di sektor pertanian. Medan elektromagnetik dengan frekuensi antara 3 dan 30 hertz (Hz) memiliki potensi untuk memberikan efek langsung dan tidak langsung pada tanaman. Menurut Rahman et al. (2022) beberapa tahun terakhir ini terjadi peningkatan minat untuk mempelajari potensi gelombang elektromagnetik dengan frekuensi sangat rendah (ELF) untuk diaplikasikan pada bidang pertanian. Oleh karena itu, dampak gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah pada industri pertanian akan dikaji dalam makalah ini.

## **2. METODE**

Penelitian ini menggunakan teknik penelitian kualitatif yang kemudian hasil datanya dijelaskan secara deskriptif. Metode yang dipilih adalah metode pencarian literature, metode pencarian literatur sendiri merupakan metode yang memungkinkan anda melakukan penelitian dengan cara mengumpulkan berbagai data sekunder berupa buku, artikel, jurnal, dan lain sebagainya. Data yang telah dikumpulkan, diselidiki dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif memberikan data berupa pengaruh paparan radiasi medan magnet terhadap tanaman.

Data sekunder diperoleh dari sumber berupa google scholar yang sesuai dengan judul penelitian. Untuk memvalidasi data, data yang digunakan berasal dari periode yang tidak terlalu jauh dari tahun disusunnya penelitian ini yaitu dari tahun 2019-2024, dan kata kunci yang digunakan dalam pencarian data yakni, pengaruh gelombang Extremely Low Frequency (ELF) dan sektor pertanian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di era modern dengan pesatnya perkembangan teknologi, manusia tidak dapat menghindari paparan medan magnet dan medan listrik. Berbagai kemajuan teknologi menjadi sumber utama paparan medan magnet. Medan magnet dan medan listrik menghasilkan gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik terbagi menjadi dua sumber, yaitu alami dan buatan. Contoh gelombang elektromagnetik alami yaitu sinar gamma, sinar X, sinar ultraviolet, inframerah, cahaya tampak, gelombang radio, dan gelombang mikro. Contoh gelombang elektromagnetik buatan yaitu yang berasal dari sistem kabel dan peralatan berenergi listrik. Spektrum radiasi gelombang elektromagnetik sangat luas, dari *Extremely Low Frequency* (ELF) hingga sinar gamma yang berfrekuensi tinggi (Munawaroh & Sudarti, 2022).

Gelombang Elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) adalah spektrum gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 0-300 Hz. Gelombang ini menghasilkan medan magnet dan listrik di sekitar kabel dan peralatan saat listrik dialirkan, didistribusikan, atau digunakan di berbagai perangkat (Iswardani et al., 2023). Gelombang ELF saat ini banyak dimanfaatkan di berbagai bidang, salah satunya dalam bidang pertanian. Terdapat dua jenis radiasi gelombang elektromagnetik, yaitu radiasi ionisasi dan radiasi non-ionisasi. Medan magnet ELF termasuk dalam kategori radiasi non-ionisasi karena frekuensinya kurang dari 300 Hz. Radiasi non-ionisasi adalah radiasi elektromagnetik yang tidak memiliki energi cukup untuk ionisasi, seperti radiasi inframerah dan gelombang mikro (Kamila & Sudarti, 2022).

Kemampuan medan magnet yang tidak mudah terhalang oleh benda menjadikannya alat yang bermanfaat bagi manusia dalam berbagai bidang, termasuk pertanian. Pada bidang pertanian, gelombang elektromagnetik ELF dimanfaatkan untuk membantu pertumbuhan tanaman.

**Tabel 1.** Pengaruh penggunaan ELF terhadap jenis tanaman

Jenis Tanaman	Pengaruh	Pustaka
Cabai merah besar	Pemaparan tanaman cabai merah besar dengan medan magnet ELF berkekuatan 300 $\mu$ T selama 60 menit terbukti memengaruhi tinggi pertumbuhan dan jumlah daunnya.	Naili Afkarina, Maya Arsita, Merry Khanza Kusuma Wardhany, Sudarti, dan Trapsilo Prihandono (2023)
Tanaman sawi	Pemaparan medan magnet ELF 600 $\mu$ T selama 60 menit berpengaruh pada	Putri Indah Ramadhani,

	pertumbuhan tinggi dan jumlah daun pada tanaman sawi.	Sudarti, dan Trapsilo Prihandono (2022)
Tomat ranti	Pemaparan tomat dengan medan magnet ELF berkekuatan 600 $\mu$ T selama 100 menit terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Paparan ini juga dapat berdampak pada karakteristik massa jenis tomat.	Rosdiana Afifah Rahman, Sudarti, dan Albertus Djoko Lesmono (2022)
Edamame	Pemaparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 120 menit berpengaruh terhadap biomassa tanaman edamame.	Winaning Nur Prihatin, Sudarti, dan Trapsilo Prihandono (2020)
Jamur tiram	Pemaparan jamur tiram dengan medan magnet ELF berkekuatan 900 $\mu$ T selama 60 menit terbukti dapat menghambat peningkatan pH jamur dan mencegah penurunan nilai ketahanan fisiknya.	Eva Yuniarta, Sudarti, dan FKA Anggraeni (2022)
Jamur kuping	Pemaparan jamur kuping dengan medan magnet ELF berkekuatan 600 $\mu$ T selama 70 menit terbukti efektif dalam mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan produksi jamur.	Fadia Arisma Iswardani, Sudarti, dan Yushardi (2023)
Biji Kurma	Pemaparan ELF menyebabkan percepatan pertumbuhan kecambah	Berlian Shoofa dan Sudarti (2022)

Penelitian pada tanaman cabai merah besar dengan paparan medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 60 menit menunjukkan adanya pengaruh signifikan yang dimana berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dalam hal peningkatan tinggi dan jumlah daun. Dalam tanaman sawi dengan intensitas 600  $\mu$ T dengan rentang waktu yang serupa juga berpengaruh pada pertumbuhan tinggi dan jumlah daunnya. Kedua tanaman tersebut memperoleh pengaruh yang sama di karenakan biji pada keduanya tersusun oleh sel-sel embrionik yang lama kelamaan akan menyebabkan tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang kaya akan ion kalsium. Selain itu pada jamur tiram dengan Paparan medan magnet ELF 900  $\mu$ T selama 60 menit mendapat hasil bahwa berpengaruh pada penghambatan nilai pH dan ketahanan fisik jamur tersebut. Sedangkan pada jamur kuping dengan paparan medan magnet ELF 600  $\mu$ T selama 70 menit dapat merangsang pertumbuhan dan produksi jamur. Dalam Putri et al. (2024) menyebutkan bahwa interaksi antar ion kalsium dan medan magnet akan menyebabkan biji memiliki kandungan pembentuk daun. Ion kalsium ini merupakan bahan paramagnetic yang menyebabkannya mudah dipengaruhi oleh medan magnet.

Pengaruh pemaparan medan magnet ini akan mempengaruhi pergerakan ion kalsium yang terjadi di bagian luar tubuh tumbuhan. Pergerakan tersebut akan menyebabkan ion kalsium melintasi membrane sel. Karena danya paparan medan magnet ini akan menyebabkan terjadinya arus induksi yang nantinya juga akan mempengaruhi kecepatan laju ion kalsium sat bergerak. Semakin cepatnya

pergerakan ion kalsium ini akan memberikan dampak pada transportasi yang terjadi pada membrane sel. Cepatnya transportasi membrane sel akan mempengaruhi metabolisme sel yang juga akan berdampak pada pertumbuhan sel (Putri et al., 2024). Selain itu, Sudarti et al. (2019) juga menyebutkan bahwa paparan medan ELF ini dapat meningkatkan kalsium intraseluler yang dapat meningkatkan proliferasi sel. Hal tersebutlah yang menyebabkan medan magnet ELF mempengaruhi pertumbuhan fisik tanaman seperti jumlah daun dan tinggi tanaman.

Tanaman edamame merupakan salah satu jenis tanaman polong-polongan yang populer karena memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi. Edamame memiliki butir biji yang lebih besar dengan rasa manis dan tekstur yang lebih lembut jika dibandingkan dengan kedelai biasa. Edamame merupakan salah satu tanaman yang tumbuh di daerah tropis dengan suhu yang cukup tinggi dengan curah hujan yang juga relative besar. Relevan dengan penelitian sebelumnya Sudarti et al. (2023) juga menyebutkan bahwa sel embrio pada biji edamame yang terkena medan magnet akan terpengaruh terutama pada pergerakan atau pengaturan ion kalsium. Perubahan kecepatan ion kalsium dapat memberikan perubahan dan perbedaan pada organisme berupa resonansi pada ion kalsium dalam proses pengkodean protein yang terjadi pada Ribose Nucleic Acid (RNA). Peningkatan pengkodean protein akan menyebabkan peningkatan aktivitas endim dalam sel. Proses metabolisme dalam sel meningkat seiring dengan peningkatan enzim sehingga nutrisi yang masuk ke dalam sel dapat dicerna dan diserap secara optimal.

Sudarti, Prihandono et al. (2023) juga menjelaskan bahwa proliferasi (perbanyak sel) berkaitan dengan proses diferensiasi sehingga sel-sel pada biji edamame yang terkena medan magnet akan lebih cepat berkembang biak karena adanya perubahan aliran ion kalsium sehingga mengakibatkan proses diferensiasi (pembentukan organ tanaman termasuk daun) menjadi lebih cepat. Pada edamame perubahan tersebut menyebabkan edamame memiliki banyak ketiak daun yang nantinya akan ditumbuhi oleh bunga dan buah.

Penelitian pada biji kurnam dengan medan magnet rendah 0,5 mT; 1 mT; dan 2 mT mampu menyebabkan peningkatan germinasi. Penelitian Kamila & Sudarti (2022) menyatakan bahwa paparan medan magnet ELF juga mempengaruhi aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase. Paparan medan magnet ini akan menyebabkan percepatan penyerapan air dan akan memacu aktivitas enzim metabolisme biji. Medan magnet ini nantinya akan mempengaruhi presentase perkecambahan, keseragaman perkecambahan, kekuatan bibit dan keseragaman tanaman saat berdiri. Penelitian Sudarti et al. (2021) melalui eksperimen langsungnya menyebutkan bahwa biji cabai besar yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan 90 menit menghasilkan tanaman cabai yang lebih subur. Hal tersebut ditunjukkan dengan massa basah tanaman cabai besar lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman cabai control.

Pada tanaman tomat ranti dengan paparan medan magnet ELF 600  $\mu$ T selama 100 menit diketahui dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan nilai massa jenis tomat. Sudarti, Niati et al. (2023) menyatakan bahwa salah satu faktor terjadinya pembusukan pada buah berair disebabkan oleh aktivitas mikroba karena mengandung banyak air dan nutrisi. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa paparan intensitas medan magnet ELF 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T dapat meningkatkan perkembangan mikroba sehingga menghasilkan proses dekomposisi yang lebih cepat. Sedangkan untuk

paparan medan magnet dengan intensitas 100  $\mu\text{T}$  dan 300  $\mu\text{T}$  dapat mempercepat perkembangan bakteri *S. themophilus*, *L. lactis* dan *L. acidophilus* .

#### **4. SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap artikel - artikel yang berkaitan dengan sektor pertanian, dapat disimpulkan bahwa gelombang Elektromagnetik Low Frequency (ELF) berpengaruh terhadap tanaman - tanaman yang diujikan dengan memberikan paparan medan magnet dengan intensitas yang berbeda - beda. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat melakukan studi literatur lebih banyak terkait pemanfaatan gelombang Elektromagnetik Low Frequency (ELF).

#### **5. UCAPAN TERIMAKASIH**

Peneliti mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada Ibu Firdha Kusuma Ayu Anggraeni, S.Pd., M.Pd. dan Bapak Kendid Mahmudi, S.Pd., M.Pd. atas bimbingan, saran dan masukan kepada peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir penyelesaian artikel matakuliah Agrofisika yang kami tempuh.

#### **6. DAFTAR PUSTAKA**

- Afkarina, N., Arsita, M., Wardhany, M. K. K., Sudarti, & Prihandono, T. (2023). Analisis Pengaruh Besar Kerapatan Fluks Dalam Penggunaan Extremely Low Frequency (ELF) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Perkembangan Sayuran. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(15), 455-459.
- Iswardani, F. A., Sudarti, & Yushardi. (2023). Analisis Studi Literatur Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik (ELF) Bagi Industri Pertanian. 13(April), 15-21.
- Kamila, B. S., & Sudarti. (2022). Potensi Pemanfaatan Radiasi Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Pada Proses Germinasi. *Jurnal Sains Agro*, 7(2), 1-8.
- Munawaroh, W., & Sudarti. (2022). Potensi Paparan Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency ( ELF ) Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 17(2), 23-27.
- Prihatin, W. N., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2020). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Biomassa Tanaman Edamame. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(3), 51-57.
- Putri, M. K., Kurnia, S. I., Sudrati, & Mahmudi, K. (2024). Study Pustaka: Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) dalam Bidang Pertanian Pada Pertumbuhan Fisik Tanaman. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 59-68.
- Rahman, R. A., Sudarti, & Lesmono, A. D. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Massa Jenis Tomat Ranti. *ORBITA: Jurnal Jasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(November), 241-245.
- Ramadhani, P. I., Sudarti, & Prihandono, T. (2022). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency ( ELF ) pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(1), 12-16.
- Ratnasari, I., Sudarti, & Yushardi. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Derajat Keasaman (pH) Susu Sapi Segar. *J. Pijar MIPA*, 16(2), 276-281. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.2478>

- Setyawati, Y., Sudarti, & Lesmono, A. D. (2021). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH Roti Tawar. *ORBITA: Jurnal Jasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(November), 299–304.
- Sudarti, Bektiarso, S., & Handono, S. P. B. (2019). Radiation Potential of Extremely Low Frequency ( ELF ) Magnetic Field to Increase Tobacco Production. *International Journal of Engenering and Technology (IJET)*, 10(6), 1633–1640. <https://doi.org/10.21817/ijet/2018/v10i6/181006009>
- Sudarti, Handoko, & Lakmiari, K. (2021). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequnecy (ELF) Terhadap Massa Tanaman Cabai Merah Besar (Capscum annum. L). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(1), 15–21.
- Sudarti, Niati, E. W., & Laili, S. N. (2023). Analysis of physical resistance of black grape ( vitis vinivera ) exposed to extremely low frequency ( ELF ) magnetic field with intensity of 300 $\mu$ T and 500 $\mu$ T. *AIP Conference Proceedings, January*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0124188>
- Sudarti, Prihandono, T., Prihatin, W. N., & Putri, I. M. S. (2023). Analysis of the Impact of 200  $\mu$ T and 300  $\mu$ T Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Fields on the Growth Rate of Edamame Plants. *Proceedings of the 4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)*, Icolib, 4–14.
- Yuniarta, E., Sudarti, & Anggraeni, F. K. A. (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 (JFU)*, 11(3), 299–305.