

ANALISIS PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET ELF (EXTREMELY LOW FREQUENCY) DALAM PERTUMBUHAN FISIK TANAMAN DI BIDANG PERTANIAN

Nisrina Nafisah¹, Efi Novitasari², Nadiefa Nissa'ul A.N³, Sudarti⁴, Kendid Mahmudi⁵
^{1,2,3,4,5}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Jember
Email: nisrinanafisah2006@gmail.com

Abstract

The Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field is part of the ELF electromagnetic wave, which is a magnetic field that has a very low frequency, namely <300 Hz and can influence the growth and development of plants. This ELF magnetic field is non-ionizing radiation. In agriculture, exposure to very low frequency (ELF) magnetic fields has many benefits, including its ability to enhance and improve plant growth. This research aims to determine the effect of exposure to ELF electromagnetic waves on the physical growth of plants such as leaf stem height, number of leaves, plant height, early fruiting time and leaf chlorophyll content. The method used in this research is a method that uses literature review articles with descriptive data analysis. Therefore, the data used in the study are secondary data taken from various scientific publications. From the various articles reviewed, it was found that the strength of the ELF (Extremely Low Frequency) weak frequency magnetic field and the length of time for applying magnetic fields to tomato plants, oyster mushrooms, red chillies, green beans and soybeans affect the physical growth rate of plants.

Keywords: Exposure, Extremely Low Frequency (Elf), Growth, Plants

Abstrak

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) adalah bagian dari gelombang elektromagnetik ELF yang merupakan medan magnet yang memiliki frekuensi yang sangat rendah yaitu <300 Hz dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman. Medan magnet ELF ini adalah radiasi non-ionisasi. Di bidang pertanian, paparan medan magnet frekuensi sangat rendah (ELF) memiliki banyak manfaat, termasuk kemampuannya untuk meningkatkan dan memperbaiki pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan gelombang elektromagnetik ELF dalam pertumbuhan fisik tanaman seperti ukuran tinggi batang daun, jumlah daun, tinggi tanaman, awal waktu berbuah dan kandungan klorofil daun. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian yang menggunakan studi literatur review artikel dengan analisis data secara deskriptif, sehingga data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diambil dari berbagai publikasi ilmiah. Dari berbagai artikel yang dikaji didapatkan hasil bahwasanya besar kuat medan magnet berfrekuensi lemah ELF (*extremely low frequency*) dan lama waktu pemberian medan magnet pada tanaman tomat, jamur tiram, cabai merah, kacang hijau dan kacang kedelai berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fisik tanaman.

Kata Kunci: Paparan, Extremely Low Frequency (Elf), Pertumbuhan, Tanaman

1. PENDAHULUAN

Memasuki era perkembangan kemajuan teknologi pada abad saat ini yang

semakin lama sangat pesat. Karena adanya kemajuan teknologi, paparan gelombang elektromagnetik bagi makhluk hidup sulit

untuk dihindari. Perkembangan teknologi saat ini menciptakan berbagai alat yang canggih yang akan menjadi sumber terbentuknya paparan gelombang elektromagnetik. Gelombang adalah suatu gejala perambatan gangguan yang terjadi pada suatu medan. Tanpa disadari, makhluk hidup di bumi sudah banyak yang memanfaatkan gelombang, seperti yang terjadi pada senar gitar, sinar matahari, gelombang laut hingga pada gelombang radio yang dapat memancarkan energinya hingga ke penjuru dunia (Iswardani et al., 2023).

Dalam gelombang apabila terdapat medan listrik dan medan magnet yang saling bereaksi maka akan disebut dengan gelombang elektromagnetik. Terdapat dua macam cara terbentuknya gelombang elektromagnetik yaitu dari sumber buatan dan alamiah. Adapun contoh dari gelombang elektromagnetik sumber alami yakni terjadi pada spektrum gelombang, seperti sinar X, sinar tampak, sinar gamma, gelombang radio, gelombang mikro, sinar inframerah, dan sinar ultraviolet, sedangkan contoh pada gelombang elektromagnetik yang berasal dari sumber buatan adalah berasal dari system perangkat elektronik dan jaringan kabel (Afkarina et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahannya, khususnya apa pengaruh Tingkat paparan medan magnet ELF terhadap perkembangan fisik tanaman di bidang pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap suatu perkembangan fisik tanaman di bidang pertanian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Medan magnet

Medan Magnet merupakan bagian disekitar magnet yang mempengaruhi benda dengan sifat-sifat magnetik. Medan magnet dapat disebabkan oleh suatu tegangan yang berbentuk gelombang tertentu. Adapun medan listrik adalah bagian disekitar benda yang bermuatan Listrik yang masih dapat merasakan adanya gaya-gaya listrik. Medan Listrik dapat ditimbulkan oleh banyaknya muatan seperti ion, elektron atau proton disekitarnya. Gelombang elektromagnetik dapat terjadi dari interaksi antara kedua medan tersebut. GEM merupakan dua medan yaitu medan Listrik dan medan magnet yang saling berkaitan dan bergerak melalui medium kosong dan menggunakan kecepatan Cahaya sehingga tidak dapat dirasakan oleh Indra manusia. Adapun

kombinasi dari getaran atau gerak osilasi yang terjadi diantar medan magnet dan medan Listrik dapat mengakibatkan muatan Listrik bergerak dengan lebih cepata, yang dapat menghasilkan suatu radiasi yang disebut dengan gelombang elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik terbagi menjadi dua yakni radiasi elektromagnetik berfrekuensi tinggi Extremely High Frequency (EHF) dan radiasi elektromagnetik berfrekuensi rendah Extremely Low Frequency (ELF) (Uswatun & Sudarti, 2022). Dimana, Gelombang Elektromagnetik Extremely High Frequency (EHF) merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang berfrekuensi tinggi yaitu sekitar 30 – 300 GHz, sedangkan Extremely Low Frequency (ELF) merupakan gelombang elektromagnetik berfrekuensi rendah yaitu sekitar 0-300Hz. Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) mempunyai sumber utama yaitu meliputi pabrik, generator, generator listrik serta juga terdapat dalam beberapa perlengkapan dalam dunia medis (Iswardani et al., 2023).

Gelombang elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) bersifat non-termal serta non-ionisasi, dan juga tidak terhalangi. Energi medan magnet dari Extremely Low Frequency (ELF) sangatlah minim sehingga efek yang akan ditimbulkan adalah efek non-termal (tidak menyebabkan berubahnya suhu ketika sedang berinteraksi dan menginduksi sistem. Medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) memiliki sifat tidak terhalangi, yang berarti medan Listrik dan medan magnet akan timbul di tempat atau waktu adanya suatu arus Listrik yang mengalir (Munawaroh, 2022).

Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) tak dapat terhalang oleh suatu jaringan yang biasa, sehingga pada medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) dengan lancar menyusup pada suatu material atau bahan atau suatu system jaringan biologis tanpa melakukan ionisasi pada material tersebut. Energi yang didapatkan oleh medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) sangat minim sehingga, tidak menimbulkan efek pada suhu yang ada pada sistem. Pada medan magnet Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) akan memiliki manfaat yang berbeda jika dilakukan dengan intensitas frekuensi yang berbeda (Firdausi, 2023).

Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) sering kali dilihat remeh, tetapi menurut beberapa penelitian yang sudah ada dapat diketahui bahwasanya Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) memiliki banyak manfaat, seperti dibidang pertanian (Rahman et al., 2022). Dalam Sebagian penelitian, medan magnet dari Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) dapat berpengaruh pada perkecambahan, perkembangan bibit, penciptaan, serta watak dan dimensi dari tanaman (Iswardani et al., 2023).

Di Indonesia pancaran Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) berfrekuensi 50 Hz dapat berasal dari peralatan Listrik dengan sumber dari PLN. Menurut International Radiation Protection Association (IRPA) tentang medan elektromagnetik, pemerintah biasanya mengadopsi untuk batas dari paparan medan magnet 50-60 Hz adalah sebesar 0.5T. Namun, menurut WHO ambang batas dari suatu paparan medan magnet (<0,1 mT). Di Negara Indonesia pemerintah menyatakan bahwa besarnya paparan medan magnet Elektromagnetik ELF masih jauh dibawah 0,5 mT sehingga masih dianggap aman bagi Masyarakat (Ma' et al., 2021).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada artikel ini menggunakan metode penelitian kajian literatur. Penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka atau artikel dengan proses analisis deskriptif. Kajian literatur merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan berbagai data sekunder berupa artikel, buku, majalah, dan lain-lain, kemudian dianalisis. Pada artikel ini mengkaji 20 artikel yang berkaitan dengan topik yang dibahas. Tujuan penggunaan pendekatan ini yaitu untuk memperoleh gambaran yang akurat, berdasarkan fakta dan sistematis mengenai hubungan antara berbagai fenomena yang diteliti. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh pengetahuan mendalam tentang situasi saat ini dan untuk mengidentifikasi secara akurat hubungannya. Melalui pendekatan ini, penulis mencoba memberikan pemahaman komprehensif terhadap topik penelitian, yang menyajikan hasil pengamatan secara sistematis dan mampu menciptakan gambaran baru yang akurat tentang fenomena terkait. Pendekatan ini memudahkan peneliti memperoleh informasi yang menyeluruh dan komprehensif untuk memajukan pemahaman bidang studi ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasar Pada kajian artikel dan penelitian yang terkait, paparan radiasi dari Gelombang Elektromagnetik *Extremely Low Frequency (ELF)* dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan. Medan magnet ELF adalah medan magnet frekuensi rendah antara 0 dan 300 Hz. Jenis radiasi medan magnet ELF adalah radiasi non pengion. Namun hal tersebut bergantung pada tiga faktor yang mempengaruhinya. Ketiga faktor tersebut adalah intensitas paparan medan magnet ELF yang diterapkan, durasi paparan, dan

bergantung pada jenis tanaman yang digunakan dalam percobaan (Meylan Kharisma Putri, Saidah Intan Kurnia, Sudarti, 2024). Pada penelitian (Shabitna et al., 2023) mengatakan bahwa penggunaan Gelombang Elektromagnetik *Extremely Low Frequency (ELF)* pada tumbuhan telah mendapat perhatian yang signifikan meskipun diperlukannya penyidikan lebih lanjut. Manfaat penerapannya diantaranya dapat meningkatkan perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

Pada penelitian ini kami menggunakan beberapa jenis antara lain tomat, jagung, cabai merah, sawi, dan kacang kedelai. Tujuan penentuan tanaman secara acak adalah untuk mengetahui bagaimana dampak paparan medan magnet ELF dalam mempengaruhi pertumbuhan fisik tanaman di peternakan. Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan pada tanaman-tanaman tersebut dapat digambarkan pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil penelitian paparan intensitas medan magnet ELF pada berbagai jenis tanaman

Outhor	Jenis Tanaman	Intensitas Medan Magnet ELF	Lama paparan	Hasil
Hasanah et al.	Tomat	300 μ T	60 menit	laju tomat mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibanding tidak mendapatkan paparan
		200 μ T	7 menit	
Badilla, Y. S	Jagung	0,1 μ T	20 menit	mengalami pertambahan ukuran tanaman, kadar klorofil daun, jagung berbunga lebih cepat, dan
		0,2 μ T		
		0,3 μ T		
		0,4 μ T		
		0,5 μ T		

		μT		jagung yang dihasilkan lebih segar
Andani et al.	Cabai Merah	300 μT	60 menit dan 90 menit	mengalami pertambahan ukuran batang dan jumlah daun
		300 μT	60 menit	
		62 μT	4, 8, 12, 24 jam	
Djoyowasito. G et al.	Sawi	300 μT dan 600 μT	60 menit	Mengalami pertambahan pada tinggi dan jumlah daun
Rahmasari et al.	Kacang Kedelai	0,1 μT	20 menit	Mengalami pertumbuhan ukuran batang, waktu kemunculan kecambah dan bunga juga bertambah, serta kandungan klorofilnya semakin meningkat.
		0,2 μT		
		0,3 μT		
		0,4 μT		
		0,5 μT		
		300 μT	120 menit	
Sudarti, et al.	Anggur Hitam	300 μT	120 menit	Pertumbuhan tinggi pada

				tanaman sama dengan kontrol
		500 μT	60 menit, 120 menit	Mengalami pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih signifikan
		700 μT	120 menit	Mengalami pelambatan pertumbuhan pada tanaman

Berdasarkan tabel 1 hasil penelitian (Reza Emelia Yuni Wulan Sari, Trapsilo Prihandono, 2015), pada paparan 300 μT laju tomat mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibanding tidak mendapatkan paparan. Hal ini sependapat dengan (Yulianto et al., 2022) yang menyatakan bahwa benih tomat pada paparan 300 μT pertumbuhan tanaman setinggi 29,4 cm selama 14 hari. Kemudian hasil peneliti (Berlian Shoofa Kamila, 2022), sampel tomat mengalami luas dan kandungan klorofil daun pada waktu 7 menit 48 detik. Saat benih lama disinari 0,2 mT, pembentukan buah terjadi dengan cepat. Setelah 27 hari, tanaman tomat menghasilkan 29,4 buah per hari. Parameter yang digunakan pada tanaman tomat dengan paparan medan magnet 0,2 mT bersama dengan kandungan klorofil dan karbohidrat menghasilkan energi yang optimal (Hasanah, 2019).

Pada sampel jagung, hasil penelitian yang dilakukan oleh (Badila, 2022), pada paparan 0,1 μT , 0,2 μT , 0,3 μT , 0,4 μT , dan 0,5 μT sampel jagung mengalami pertumbuhan ukuran tanaman, kadar klorofil daun, jagung berbunga lebih cepat, dan jagung yang dihasilkan lebih segar. Hal ini dikarenakan jagung merupakan salah satu benih aktif yang dapat meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas sayuran saat terkena paparan ELF.

Pada sampel cabai merah yang dilakukan oleh (Andani et al., 2020), ketika

sampel cabai merah terkena paparan 300 μ T, tanaman tersebut mengalami pertambahan ukuran batang dan jumlah daun. Pada penelitian milik (Sa et al., 2024) juga menjelaskan bahwasanya Pada tanaman cabai tinggi pertumbuhan dan jumlah daun cabai berkembang dengan pesat pada paparan medan ELF dengan intensitas ELF 300 μ T yang dipaparkan selama 60 menit. Penelitian ini juga dilakukan oleh (Sinta Nuriyah, 2022) dimana percobaan menunjukkan bahwa cabai paling subur mempunyai bobot basah yang tinggi ketika benih dipaparkan pada medan magnet ELF 300 μ T selama 60 menit dibandingkan dengan kelompok kontrol. Daging kering batang biji cabai berukuran besar juga mengalami hal yang sama. Karena aktivitas enzim α -amilase yang lebih tinggi, pembentukan akar terjadi lebih cepat. Ini menunjukkan bahwa mekanisme penyerapan nutrisi cabai lebih baik daripada sampel tanpa perlakuan medan magnet (Khumairoh et al., 2023).

Hasil penelitian (Gunomo Djoyowasito, Ary Mustofa Ahmad, Musthofa Lutfi, 2019) pada tanaman sawi, menunjukkan respon positif terhadap paparan medan magnet ELF selama 60 menit dengan intensitas 300 μ T, yang secara signifikan mempengaruhi peningkatan tinggi dan jumlah daun. Aktifitas penyerapan atom di tanah dapat meningkat sebagai akibat dari faktor pemaparan medan magnet. Di mana elektronegativitas adalah kemampuan suatu atom untuk menarik elektron dari atom lain dalam senyawa. Unsur-unsur dengan elektronegativitas tinggi dapat membentuk ikatan kovalen yang sulit dipecah, seperti magnesium (Mg). Energi ionisasi suatu unsur juga mempengaruhi elektronegativitasnya; energi ionisasi suatu unsur berkorelasi dengan elektronegativitasnya, sehingga energi elektronegatif yang diperlukan untuk melepas satu elektron akan lebih tinggi. Afinitas elektron mengubah sifat atom. Afinitas elektron adalah energi yang harus dilepaskan ketika suatu elektron ditambahkan ke dalam suatu atom. Unsur tanah memiliki afinitas elektron, elektronegativitas, dan ionisasi. Medan magnet yang dibuat dalam sel akan sangat mengontrol dan mengubah laju pergerakan elektron. Ini akan mempengaruhi berbagai proses metabolisme (Hernawati et al., 2017).

Hasil penelitian (Rahmasari et al., 2016), sampel kacang kedelai pada paparan 0,1 μ T, 0,2 μ T, 0,3 μ T, 0,4 μ T, dan 0,5 μ T sampel tersebut mengalami pertumbuhan ukuran batang, waktu kemunculan kecambah dan bunga, serta kandungan klorofil. Ketika medan magnet diberikan pada biji edamame, yang terdiri dari sejumlah sel embrionik, ion kalsium bergerak. Selain itu, pengkodean protein pada Ribose Nucleic Acid (RNA) dipengaruhi oleh perubahan kecepatan gerak ion kalsium. Peningkatan metabolisme dapat dicapai melalui peningkatan penyerapan nutrisi dan penyerapan nutrisi yang diperlukan sel (rany angeline).

Pemaparan medan magnet frekuensi yang sangat rendah (ELF) dapat berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan sayuran. Setelah dipaparkan dengan medan magnet, nilai pH, berat basah tanaman, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah tanaman mengalami perubahan yang signifikan. Perkembangan dan pertumbuhan sayuran dipengaruhi oleh lamanya paparan dan intensitasnya. Namun, jenis sayuran menentukan intensitas medan magnet. Padatan arus adalah salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi pengaruh frekuensi sangat rendah (ELF) pada berbagai hal, seperti komunikasi, sistem kelistrikan, peralatan elektronik, dan kesehatan manusia. Jumlah garis gaya medan magnet yang melewati area tertentu dalam rentang frekuensi ELF 3 hingga 30 Hz disebut kerapatan fluks. Akibatnya, paparan suatu bidang juga dipengaruhi oleh kerapatan fluks di lapangan. Pengaruh medan frekuensi sangat rendah (ELF) meningkat seiring dengan kerapatan fluks magnet. Medan magnet ELF ini bermanfaat untuk pertumbuhan dan perkembangan sayuran; namun, untuk mengetahui pengaruh ELF terhadap perkembangan dan pertumbuhan sayuran, serta memperhatikan ukuran dan pertumbuhan sayuran, namun harus memperhatikan kuat arus yang tinggi (Afkarina et al., 2023).

Menurut Sudarti dkk (2023) yang menjelaskan tentang analisis hasil paparan medan elektromagnetik elf dengan intensitas 300 μ T, 500 μ T, dan 700 μ T terhadap tanaman anggur hitam mendapatkan hasil penelitian bahwasanya, pada anggur hitam yang diberi paparan medan elektromagnetik elf dengan intensitas 300 μ T selama 120 menit menunjukkan hasil bahwasanya pertumbuhan tinggi pada tanaman anggur

hitam hampir sama dengan tanaman kontrol. Adapun pada Anggur hitam yang diberikan paparan medan elektromagnetik elf sebesar 500 μ T dengan lama paparan 60 menit serta 120 menit mendapatkan hasil bahwasanya tinggi tanaman mengalami pertumbuhan yang lebih signifikan daripada tanaman kontrol dan tanaman yang diberi paparan elf dengan intensitas 300 μ T, 700 μ T. Sedangkan pada tanaman anggur hitam yang diberikan paparan medan magnet elektromagnetik elf sebesar 700 μ T Selama 120 menit mendapatkan hasil bahwasanya tanaman tersebut mengalami pertumbuhan yang lebih lambat daripada pertumbuhan pada tanaman kontrol.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data ini maka disimpulkan bahwa kekuatan dan durasi efek medan magnet ELF frekuensi rendah pada tanaman tomat, jamur tiram, cabai merah, kacang hijau, dan kedelai berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fisik tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada para dosen mata kuliah yang telah membimbing kami dalam pembuatan artikel ini dan kami juga berterima kasih kepada para penerbit yang telah mempersiapkan penerbitan artikel kami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8216186>
- [2] Andani, R., Rahmawati, M., & Hayati, M. (2020). Pertumbuhan dan hasil tanaman cabai akibat jenis media tanam dan varietas secara hidroponik substrat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(2), 1–10.
- [3] Badila, Y. S. (2022). PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.). *Journal of Economic Perspectives*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v5i2.14764>
- [4] Berlian Shoofa Kamila, S. (2022). POTENSI PEMANFAATAN RADIASI MEDAN ELEKTROMAGNETIK EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) PADA PROSES GERMINASI. *Jurnal Sains Agro*, 7(2), 2003–2005. DOI: <https://doi.org/10.36355/jsa.v7i2.804>
- [5] Firdausi, Z. El. (2023). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) dalam Proses Fermentasi Tape. 1(2), 211–216. <https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jtpp/article/view/39>
- [6] Gunomo Djoyowasito, Ary Mustofa Ahmad, Musthofa Lutfi, dan A. M. (2019). Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 7(1), 8–19.
- [7] Hasanah, F. (2019). PENGARUH KUAT MEDAN MAGNET TERHADAP PERTUMBUHAN GENERATIF TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA. In *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* (Vol. 26, Issue 1).
- [8] Hernawati, W., Sumardi, S., Agustrina, R., & Yulianto, H. (2017). Pengaruh Pemaparan Medan Magnet Pada Media

- Mandels Yang Dimodifikasi Terhadap Pertumbuhan Dan Aktivitas Enzim Selulase Bacillus Sp. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan, 16(2). <https://doi.org/10.25181/jppt.v16i2.87>
- [9] Iswardani, F. A., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). ANALISIS STUDI LITERATUR PEMANFAATAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK (ELF) BAGI INDUSTRI PERTANIAN. Jurnal Sains Riset, 13(1). <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i1.847>.
- [10] Khumairoh, A. N., Agustin, D., Azizah, S. A., Maulana, M. I., & Anggraeri, F. K. A. (2023). Analisis Pengaruh Paparan Medan Elf Intensitas 400 Ut Terhadap Rasa Tape Ketan. Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi, 1(9), 45–50. <https://doi.org/10.3785/kohesi.v1i9.965>
- [11] Ma', P., Sudarti,), Agus,), & Gani, A. (2021). PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET ELF (Extremely Low Frequency) 300 μ T DAN 500 μ T TERHADAP PERUBAHAN KADAR VITAMIN C DAN DERAJAT KEASAMAN (pH) PADA BUAH TOMAT. JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA, 3(3).DOI: <https://doi.org/10.19184/jpf.v3i3.2328>
- [12] Meylan Kharisma Putri, Saidah Intan Kurnia, Sudarti, K. M. (2024). STUDY PUSTAKA: PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) DALAM BIDANG PERTANIAN PADA PERTUMBUHAN FISIK. OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika, 8(1), 1–23.
- [13] Munawaroh, W. (2022). Potensi Paparan Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan. Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian, 17(2). <https://doi.org/10.26623/jtphp.v17i2.5096>
- [14] Rahman, R. A., Sudarti, S., & Lesmono, A. D. (2022). PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP MASSA JENIS TOMAT RANTI. ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika, 8(2), 241. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11428>
- [15] Rahmasari, D. A., Sudiarmo, & Sebayang, H. T. (2016). Pengaruh Jarak Tanam dan Waktu Tanam Kedelai terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine max) pada Baris Antar Tebu (Saccharum officinarum L.). Jurnal Produksi Tanaman, 4(5), 392–398. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/308>
- [16] Reza Emelia Yuni Wulan Sari, Trapsilo Prihandono, S. (2015). APLIKASI MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) 100 μ T DAN 300 μ T PADA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT RANTI. Jurnal Pendidikan Fisika, Vol., 4(2), 164–170. DOI: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/2162>
- [17] Sa, H., Fitria, N., Yusiana, S., Arista, R., Kelvin, M., Prihandono, T., Mahmudi, K., Jember, U., Kalimantan, J., & Boto, T. (2024). PENGARUH RADIASI EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN. Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi, 10(1).

- [18]Shabitna, F. S. (2023). Pemanfaatan Gelombang Elektromagnet Extremely Low Frequency (Elf) Dalam Ketahanan Pangan. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), 1037-1040. DOI: <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1357>
- [19]Sinta Nuriyah, S. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500 μ T Terhadap pH dan Kualitas Fisik Cabai Rawit Hijau. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 3(2), 48. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i2.7224>
- [20]Yulianto, R. A., Sudarti, & Yushardi. (2022). Potensi Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Untuk Mempercepat Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 164–170. Doi: <https://doi.org/10.37478/optika.v6i2.2191>