

# POTENSI MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) UNTUK MEMPERCEPAT PERTUMBUHAN TANAMAN

Rany Angeline Yulianto<sup>1</sup>, Sudarti<sup>2</sup>, Yushardi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember  
e-mail: [rnyangeliney@gmail.com](mailto:rnyangeliney@gmail.com)

## ABSTRAK

Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat meningkatkan teknologi di kehidupan sehari-hari. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis potensi yang dapat terjadi pada percepatan pertumbuhan tanaman apabila diberikan kuat medan magnet ELF. Dari hasil analisis referensi berbagai data percobaan, peneliti menemukan masalah yang terjadi pada lambatnya pertumbuhan tanaman serta menurunnya kualitas buah. Melalui penelitian ini dilakukan perubahan besar kuat medan magnet ELF serta lama paparan medan terhadap benih tanaman. Hasil penelitian menunjukkan pertambahan kecepatan pertumbuhan tanaman apabila diberi medan magnet. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pemberian medan magnet ELF mampu mempercepat pertumbuhan berbagai jenis tanaman.

**Kata Kunci:** medan magnet, intensitas, percepatan pertumbuhan, tanaman

## ABSTRACT

*Exposure to Extremely Low Frequency (ELF) magnetic fields can improve technology in everyday life. This study aims to analyze the potential that can occur in the acceleration of plant growth when given a strong magnetic field ELF. From the results of experimental data, researchers found problems that occur in the slow growth of plants and declining fruit quality. This research showed a big change in ELF magnetic field strength and duration of field exposure to plant seeds. The results showed an increase in plant growth speed when given a magnetic field. Therefore, it can be concluded that the ELF magnetic field can accelerate the growth of various types of plants.*

**Keywords:** magnetic field, intensity, growth spurt, plant

## PENDAHULUAN

Penelitian ini dapat terjadi karena dilatarbelakangi oleh permasalahan yang terjadi pada aspek pertanian dimana sebagian besar pertumbuhan tanaman memakai pupuk kimia. Dalam jangka panjang, penggunaan pupuk kimia dapat merusak ekosistem. Menurut Prasetyo (2020), masalah yang sering ditemukan dalam dunia pangan yaitu rendahnya kualitas kecambah. Kecambah yang berkualitas baik ditandai dengan memiliki sedikit akar, berdiameter besar dan renyah. Faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman berasal dari penurunan sifat (*hereditas*) dan zat pengatur (*hormone*). Lingkungan sebagai

faktor luar tanaman supaya dapat mengalami pertumbuhan secara optimal maka didukung oleh suhu, kelembaban, cahaya dan air termasuk medan magnet. Perkecambahan dapat diartikan sebagai proses perpanjangan akar embrionik ke luar menerobos biji.

Tanah memiliki banyak kandungan unsur yang sangat mendukung pertumbuhan tanaman. Unsur didalam tanah mengalami pertukaran ion dalam koloid tanah yang memisahkan dari mineral. Kemudian sifat magnetik mempengaruhi nutrisi jaringan tanaman dan senyawa organik di dalam sitoplasma. Karakteristik polarisasi dapat terjadi karena keberadaan medan magnet disekitarnya. Penyerapan unsur hara dalam tanah membentuk atom. Setiap atom memiliki nilai keelektronegatifan yang berbeda (Munawar, 2011).

Medan elektromagnetik terbentuk oleh partikel yang bermuatan listrik. Penyebab gelombang elektromagnetik yaitu hubungan antara medan magnet dan medan listrik. Hukum Faraday memberi gambaran mengenai medan magnet yang dapat berubah seiring berjalannya waktu dan menghasilkan medan listrik di sekelilingnya. Kuantitas kerapatan fluks diukur dengan amperemeter. Pengaplikasian medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada benih yang tak aktif menyebabkan penambahan laju pertumbuhan bibit berbagai tanaman. Pengaruh yang diberikan oleh medan magnet yaitu mensintesis DNA dan RNA serta proliferasi seluler dan mengaktifkan respon tegangan seluler, melindungi proses induksi ekspresi stress pada gen (Djoyowasito, *et al.*, 2019).

Menurut Nyakane (2019), paparan medan magnet terhadap tanaman merupakan bentuk aplikasi yang bermanfaat, aman dan terjangkau. Keuntungan yang dapat dirasakan yaitu pada peningkatan produktivitas tanaman dan peningkatan komponen secara kuantitatif maupun kualitatif pada agronomi dan produksi botani dalam rumah kaca. Selain itu, metode ini tidak menghasilkan limbah dan radiasi berbahaya. Hal tersebut membuktikan bahwa medan magnet ELF ramah lingkungan, ekonomis berkelanjutan serta sangat dibutuhkan dalam pertanian modern.

Dalam penerapan medan magnet ELF dapat digunakan terhadap bibit tanaman aktif dan tidak aktif. Sehingga berpengaruh pada peningkatan pertumbuhan tanaman. Beberapa bibit tanaman aktif yang telah diuji yaitu jamur, kacang-kacangan, tanaman serelia (gandum, jagung, dan padi) dan lain sebagainya. Air memiliki sifat fisika dan kimia karena diberi medan magnet tentu memudahkan penyerapan nutrisi dalam jaringan tanaman. Tempat berlangsungnya perkecambahan tanaman terjadi di medan magnet tersebut (Ramadhani, *et al.*, 2022).

Menurut Fuad *et al.* (2018), dengan memberi jumlah medan magnet ELF yang tepat mampu mengoptimalkan kesuburan proses pertumbuhan tanaman. Berdasarkan beberapa penelitian, medan magnet ELF bermanfaat dalam menambah kandungan nutrisi serta kualitas hidup tanaman. Hingga medan magnet dipakai menjadi alat pertanian yang menambah kesuburan tanaman tanpa bahan kimia. Apabila tanaman selalu diberi medan magnet lemah ini membuat perbedaan efek biologis pada tingkat sel, jaringan dan organ dalam sistem regulasi metabolisme tumbuhan.

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan seberapa besar potensi yang dapat terjadi pada percepatan pertumbuhan tanaman apabila diberi paparan medan magnet ELF. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis potensi yang dapat terjadi pada percepatan pertumbuhan tanaman apabila diberi paparan medan magnet ELF.

## METODE

Guna mencapai tujuan penelitian, peneliti menggunakan studi literatur. Penelitian yang menggunakan data sekunder dan bersumber dari berbagai literatur ilmiah yang sebelumnya telah diterbitkan oleh peneliti lain dalam bentuk buku maupun jurnal nasional hingga internasional. Sebagian besar data merupakan hasil eksperimen pemakaian medan magnet ELF pada berbagai tanaman dengan mengubah banyaknya intensitas serta lama waktu. Pengolahan dan analisis data menggunakan analisis deskriptif guna menggambarkan potensi medan magnet ELF yang dapat digunakan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman yang dibudidaya. Analisis data dilakukan dengan menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan. Pengkajian informasi mengenai banyaknya medan magnet ELF serta durasi waktu medan magnet diberikan pada tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, tanaman yang dipakai adalah tanaman cabai merah, jamur kuping, jamur tiram, kacang hijau, kacang kedelai, padi, sawi, tomat dan wijen. Pemilihan tanaman dilakukan secara acak dan beragam bertujuan untuk mengetahui potensi kecepatan pertumbuhan tanaman saat adanya medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF). Hasil percobaan yang telah dilakukan pada berbagai jenis tanaman digambarkan pada Tabel 1. Serta dapat diketahui bahwa

Tabel 1. *Penerimaan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap laju pertumbuhan tanaman*

Nama Tanaman	Kekuatan Medan Magnet <i>Extremely Low Frequency</i> (ELF)	Lama Waktu Paparan Medan Magnet
Cabai merah besar	300 $\mu$ T	30 menit
Jamur Kuping	600 $\mu$ T	70 menit
Jamur tiram	500 $\mu$ T	50 menit
Kacang Hijau	21,5 mT	3 hari
Kacang Kedelai	300 $\mu$ T	120 menit
Padi	4,33 mT	15 menit
Sawi	300 $\mu$ T	60 menit
Tomat	0,3 mT	7 menit 48 detik
Wijen	0,3 mT	10-20 menit

Hasil eksperimen yang dilakukan oleh Sudarti *et al.* (2021), tanaman cabai paling subur memiliki massa basah yang besar saat biji dipapar medan magnet ELF sebesar 300  $\mu$ T selama 30 menit dibandingkan kelompok kontrol. Demikian juga yang terjadi pada massa kering batang tanaman biji cabai besar. Pembentukan akar lebih cepat karena adanya peningkatan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase. Hal tersebut menandakan mekanisme penyerapan nutrisi pada cabai lebih baik dibanding sampel yang tidak diberi medan magnet. Melta *et al.* (2022) menyatakan bahwasanya tinggi kecambah bersamaan dengan hasil indeks vigor sebagai penunjuk kemampuan benih tumbuh normal. Memanfaatkan

medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik pada benih cabai dapat mengatasi terjadinya penyakit layu.

Dalam penelitian yang dilakukan Wulansari *et al.*, (2017) dosis maksimal yang diperlukan jamur kuping untuk menumbuhkan pin heat berada di hari ke 22,31. Jamur kuping yang cepat munculnya pin heat saat diberi paparan medan magnet 600  $\mu$ T selama 70 menit. Sedangkan jamur kuping yang tak diberi medan magnet akan lambat pertumbuhannya. Kandungan yang dimiliki jamur ini yaitu unsur feromagnetik dan paramagnetic yang diperlukan jamur untuk melakukan sintesis enzim. Dengan medan magnet menyebabkan menambah jumlah enzim yang aktif dalam sel jamur tersebut. Hubungan antara paparan radiasi medan magnet terhadap kecepatan pertumbuhan serta pembudidayaan jamur kuping adalah berbanding lurus. Walaupun demikian, penggunaan radiasi medan magnet yang berlebihan menimbulkan kerusakan sel jamur kuping hingga jamur mati.

Tanda munculnya pin heat di jamur tiram yaitu adanya sejumlah jonjot putih dalam media tanam. Lalu membentuk batang dan tudung jamur dalam proses deferensiasi. Setelah 57 hari mulai muncul pin heat pada jamur tiram percobaan dengan medan magnet ELF 500  $\mu$ T selama 50 menit. Di hari ke-58, kelompok jamur tiram kontrol mulai muncul pin heat. Banyaknya pin heat yang ada merupakan akibat dari banyaknya pemberian dan lamanya pemberian medan magnet lemah. Jumlah pin heat yang muncul dengan intensitas medan magnet optimal sejumlah 16,6 selama 50 menit. Sayangnya pada pemberian medan magnet ke 70 menit terjadi penurunan jumlah pin heat (Rosyidah *et al.*, 2017). Magnet berpengaruh pada air yang diberikan saat penyiraman tanaman, maka air dengan mudahnya diserap oleh tanaman. Oleh karena itu, medan magnet dapat meningkatkan permeabilitas sel dan pengaktifan energi aktif dalam larutan elektrolit seluler, meningkatkan energi aktif yang berpengaruh pada aktifitas fisiologis dan percepatan pertumbuhan tanaman (Nugroho, *et al.*, 2018).

Sesuai penelitian yang dilakukan Prasetyo (2020), parameter yang diuji pada kacang hijau yaitu diameter batang kecambah. Besar intensitas medan magnet ELF paling optimal sebesar 21,5 mT selama 3 hari yang menunjukkan diameter 2,2 mm. Perbedaan rata-rata perkembangan diameter kacang hijau hanya sedikit. Sehingga diketahui medan magnet berpengaruh pada peningkatan perkembangan kacang hijau sebesar 13%. Akan jauh lebih optimal jika dilakukan perendaman benih menggunakan medan magnet sebelum diteliti. Peristiwa yang akan terjadi yaitu cepatnya air diserap oleh biji sehingga meningkatkan aktivitas metabolisme perkecambahan biji. Menurut Nair *et al.* (2018), pengaruh medan magnet yang berbeda terhadap kacang hijau tidak memberi pengaruh yang besar pada kalsium, fosfor dan protein dalam biji dan kecambah. Hal yang mempengaruhi yaitu frekuensi yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Dampak yang terjadi bergantung pada kerapatan fluks magnetic, frekuensi, perlakuan awal benih dan durasi kejadian. Sel parenkim pada benih eksperimen lebih besar dari benih kontrol menggambarkan beberapa intensitas medan magnet meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan benih dengan optimal.

Edamame adalah salah satu jenis kacang kedelai yang mudah ditemukan khususnya di kabupaten Jember. Peluang edamame yang besar membuat petani harus berpikir lebih keras untuk memenuhi kebutuhan pasar. Dalam pertumbuhan edamame yang diukur adalah

divergensi antara volume dan ukuran tanaman saat berada di neraca. Massa segar pada tanaman edamame dipengaruhi oleh banyaknya air yang terserap tumbuhan, unsur hara, dan metabolisme tanaman. Prihatin *et al.* (2020) mengatakan bahwa biomassa tanaman edamame terbesar 23,32 gram saat diberikan perlakuan medan magnet 300  $\mu$ T selama 120 menit. Pada penelitian yang dilakukan beliau menggunakan perbedaan intensitas medan magnet ELF dan lama perlakuannya. Ketika medan magnet diberikan pada biji edamame yang tersusun dari beberapa sel embrionik membuktikan terjadinya pergerakan ion kalsium. Selanjutnya, pengkodean protein pada *Ribose Nucleic Acid* (RNA) dipengaruhi oleh perubahan kecepatan gerak ion kalsium. Metabolisme dapat meningkat karena pencernaan dan penyerapan nutrisi-nutrisi dengan jumlah maksimal yang dibutuhkan sel dan bersama meningkatnya enzim.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Lette *et al.*, (2019) mengungkapkan bahwa perkecambahan padi yang telah diberi medan magnet ELF mengalami proses lebih cepat dari kelompok padi tanpa medan magnet. Hasil menunjukkan rata-rata laju perkecambahan berbanding terbalik dengan kecepatan padi untuk bertumbuh. Nilai laju perkecambahan yang kecil membuat benih berkecambah lebih cepat. Peristiwa tersebut dapat terjadi karena medan magnet yang memengaruhi percepatan perkecambahan benih. Dari percobaan yang telah dilakukan intensitas medan magnet terbaik sebesar 4,33 mT yang memiliki peluang berkecambah lebih besar dan mengalami pertumbuhan yang lebih cepat yaitu 5,78 hari.

Tanaman sawi yang bertumbuh karena dipengaruhi medan magnet ELF akan mengalami penambahan jumlah daun dan tinggi tanaman. Faktor yang diteliti dari pertumbuhan sawi adalah ketinggiannya. Jika tanaman sawi tidak diberi medan magnet akan bertumbuh lebih tinggi dibandingkan sawi yang diberi sedikit medan magnet ELF dengan durasi waktu 30 menit. Hal tersebut dapat terjadi karena pergerakan partikel dalam sel dengan kecepatan tertentu. Energi elektromagnetik yang diserap sawi akan diubah menjadi senyawa kimia yang mendukung proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Djoyowasito *et al.*, 2019).

Benih tomat lama yang telah memasuki masa kadaluarsa tanam tahun 2016 direndam dengan intensitas medan magnet ELF yang sama selama beberapa waktu. Perkecambahan benih yang ditandai dengan panjang bakal akar kira-kira 0,5 cm dalam keadaan media yang lembab. Kuat medan magnet mampu memberi pengaruh pada tinggi tanaman tomat dimana benih lama yang diberi kuat medan magnet jauh lebih baik pertumbuhannya dibandingkan dengan benih baru tanpa medan magnet. Hal tersebut ditunjukkan dengan medan magnet yang diinduksi medan magnet 0,3 mT menyebabkan tinggi tanaman tomat 29,4 cm berumur 14 hari. Menurut Novitasari (2019), benih lama yang diinduksi medan magnet tetap memiliki vigor yang baik dimana kandungan klorofil dan karbohidrat sebanding bahkan lebih baik daripada benih baru, tetapi diameter dan tinggi batang jauh lebih baik di benih baru. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hasanah *et al.*, (2019) kecepatan pembentukan buah tercepat saat benih lama disinari 0,2 mT. Tanaman tomat yang berumur 27 hari nampak adanya 29,4 buah perhari. Kuat medan magnet 0,2mT menghasilkan energi yang optimal. Hasil parameter yang digunakan pada tanaman tomat dengan paparan medan magnet 0,2 mT seiring dengan kandungan klorofil dan karbohidrat.

Wijen (*Sesamum indicum L.*) mengandung minyak nabati, protein, serat kasar, tanpa residu nitrogen, dan abu. Wijen memiliki banyak manfaat dalam dunia industri pangan maupun pertanian. Benih wijen yang telah diberi perlakuan medan magnet selama 10 menit mengalami laju pertumbuhan sebesar 2,39 mm/hari. Apabila pemancaran medan magnet terjadi hingga 20 menit, wijen mengalami pertumbuhan sebesar 2,723 mm/hari. Akan tetapi, pertumbuhan wijen menurun menjadi 2,213 mm/hari saat diberi medan magnet 30 menit. Intensitas medan magnet yang diberikan pada benih wijen paling optimal 0,3 mT. Ketidakcocokan besar dan durasi paparan medan magnet terhadap kapasitas benih wijen menyebabkan kekeringan pada wijen. Peristiwa tersebut dikarenakan adanya ketidakseimbangan hydrogen dengan peningkatan daya serap benih (Amanda, 2019). Batang tanaman wijen yang diberi perlakuan medan magnet dapat bertumbuh lebih cepat karena medan magnet dapat memperpanjang umur ion radikal bebas. Dengan cara memasukan transisi elektron-triplet tidak berpasangan yang mempengaruhi proses reproduksi, metabolisme sel, ekspresi gen dan aktivitas enzim (Tirono *et al.*, 2021).

## **PENUTUP**

Berdasarkan analisis data yang ada dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa besar kuat medan magnet berfrekuensi sangat lemah dan lama waktu pemberian medan magnet pada cabai merah besar, jamur kuping, jamur tiram, kacang hijau, kacang kedelai, padi, sawi, tomat dan wijen yang berpengaruh terhadap kecepatan laju pertumbuhan yang dialami. Hal tersebut bergantung pada kapasitas pertumbuhan benih secara maksimal. Kuat medan dapat berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman karena adanya perubahan laju elektron di dalam sel sehingga meningkatkan proses metabolisme tumbuhan. Perlu diketahui bahwa semakin besar intensitas medan magnet yang diberikan maupun lama durasi yang digunakan dalam eksperimen menyebabkan sebagian besar tumbuhan akan mengalami kecepatan pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, medan magnet ELF sangat berpotensi guna mempercepat pertumbuhan tanaman.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Fisika Lingkungan Pendidikan Fisika, Universitas Jember yang telah memberikan saran dalam penyusunan artikel ini. Serta peneliti mengucapkan terima kasih kepada para peneliti lain yang telah melakukan eksperimen medan magnet ELF pada tanaman sehingga data yang terdapat dalam artikel ini dapat dibuktikan kebenarannya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agustrina, R., Irawan, B., & Novitasari, V. (2019). Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*) dari Benih Lama yang Diinduksi Kuat Medan Magnet 0, 1 mT, 0, 2 mT, dan 0, 3 mT. *Jurnal Biologi Indonesia*. 15(2): 219-225.
- Amanda, P. (2019). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Perkecambahan Benih Wijen (*Sesamum Indicum L.*). UIN Malang.
- Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., Lutfi, M., & Maulidiyah, A. (2019). Pengaruh Induksi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman



- Sawi (*Brassica Juncea L.*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7(1): 8-19.
- Fuad, F., Sudarti, S., & Harijanto, A. (2018). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *FKIP e-PROCEEDING*. 3(1): 46-51.
- Lette, S. Y., Refli, R., Tanesib, J. L., & Amalo, D. (2019). Stimulasi Perkecambahan Padi (*Oriza sativa L.*) dengan Penggunaan Medan Magnet. *SAINSTEK*. 4(1): 512-520.
- Melta, A. A., Yulianty, R. Agustrina, W. A. Setiawan, Suratman, dan L. Chrisnawati. (2022). Pertumbuhan Benih (*Capsicum annum L.*) dengan Induksi Medan Magnet 0,2mT dan Infeksi *Fusarium oxysporum*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati*. 7(2):151-159.
- Munawar, Ali. (2011). *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Nair, R. M., T. Leelapriya, K.S. Dhilip, V.N. Boddepalli & D.R. Ledesma. (2018). Beneficial effects of Extremely Low Frequency (ELF) Sinusoidal Magnetic Field (SMF) exposure on mineral and protein content of mungbean seeds and sprouts. *Indian Journal of Agricultural Research*. 5(2):126-132.
- Novitasari, V., Agustrina, R., Irawan, B., & Yulianty. (2019). Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*) dari Benih Lama yang Diinduksi Kuat Medan Magnet 0,1 mT, 0,2 mT, dan 0,3 mT. *Jurnal Biologi Indonesia*. 15(2):219-225.
- Nugroho, A.S., G. Djoyowasito, M. Lutfi & A.M. Ahmad. (2018). Pengaruh Medan Elektromagnetik dan Penambahan Limbah The (*Fluf*) pada Media Tanam Jamur Terhadap Laju Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 6(2):189-198.
- Nyakane, N. E., E. D. Markus & M. M. Sedibe. (2019). The Effects of Magnetic Fields on Plants Growth: A Comprehensive Review. *International Journal of Food Engineering*. 5(1): 79-87.
- Prasetyo, A. V. (2020). Pengaruh Medan Magnet Terhadap Diameter Perkecambahan Kacang Hijau. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*. 5(1): 66-70.
- Prihatin, W. N., Sudarti & T. Prihandono. (2020). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency Terhadap Biomassa Tanaman Edamame. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*. 8(3):51-57.
- Ramadhani, P. I., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2022). Pengaruh Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*. 7(1): 12-16.
- Rosyidah, A., Sudarti, & Harijanto, A. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) Pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram. *FKIP e-PROCEEDING*. 2(1):1-9.
- Sudarti, Handoko, & K. Laksmiari. (2021). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Massa Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 10(1):15-21.

- Tirono, M., F. S. Hananto, Suhariningsih, & V. Q. Aini. (2021). An Effective Dose of Magnetic Field to Increase Sesame Plant Growth and Its Resistance to *Fusarium oxysporum* Wilt. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*. 16(3):285-291.
- Wulansari, M. (2017). Pengaruh Induksi Medan Magnet *Extremly Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia Auricula*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 6(2): 181-188.