

**ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET EXTREMELY LOW  
FREQUENCY (ELF) PADA BIJI CABAI MERAH BESAR  
(*Capsicum annum.L*) TERHADAP PERTUMBUHAN  
TANAMAN CABAI MERAH BESAR  
(*Capsicum annum.L*)**

<sup>1</sup>Handoko, <sup>2</sup>Sudarti, <sup>2</sup>Rif'ati Dina Handayani

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika

<sup>2</sup>Dosen Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: [handoko387@gmail.com](mailto:handoko387@gmail.com)

**Abstract**

*Extremely Low Frequency (ELF) magnetic Field is part of electromagnetic fields spectrum between 0 Hz and 300 Hz. The purpose of this research is to review impact exposure of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic Field on growth of chili (*Capsicum annum L*). This research was refered by the experiment research. The technique of data collection was direct measurement. The results show that: (1)chili seeds which were treated with Extremely Low Frequency (ELF) magnetic Field 300 $\mu$ T for 60 and 90 minutes were higher than the others. (2) chili seeds which were treated with Extremely Low Frequency (ELF) magnetic Field 300 $\mu$ T for 60 minutes had number of leaves more than the others. Extremely Low Frequency (ELF) magnetic Field 300 $\mu$ T for 60 minutes on chili seeds give the best result of growth for chili plants.*

**Keyword** : *Extremely Low Frequency (ELF), Magnetic Field, Chili (*Capsicum annum L*), Growth, Height, number of chili leaves*

## PENDAHULUAN

Medan Elektromagnetik merupakan kombinasi antara medan magnet dan medan listrik Radiasi gelombang elektromagnetik memiliki spectrum yang luas. Sumber utama medan elektromagnetik diantaranya: generator pembangkit listrik, penyebaran dan penggunaan; sistem transportasi, fasilitas telekomunikasi, dan kumpulan perangkat seperti pesawat telepon, peralatan medis, peralatan komersial dan industri, radar, radio dan antena siaran televisi (Repacholi, 2003).

Grotel (dalam sudarti dan Helianti, 2005:36) menjelaskan bahwa gelombang

elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan bagian dari spektrum gelombang Elektromagnetik yang berada pada frekuensi yang lebih kecil dari 300 Hz dan termasuk dalam *non ionizing radiation*. Energi medan magnet ELF sangat kecil, sehingga efek yang ditimbulkan merupakan efek non-thermal yang artinya tidak menyebabkan perubahan suhu ketika berinteraksi atau menginduksi sistem. Medan magnet ELF bersifat tidak terhalangi (*World Health Organizaion* (WHO),2007).

Seiring dengan perkembangan zaman, pemanfaatan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) diberbagai bidang meningkat, Salah satunya di bidang pertanian hortikultura (sayuran dan buah-buahan). Menurut beberapa penelitian medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) mampu mempengaruhi pengecambahan (Germinasi), pertumbuhan bibit, produksi, karakter dan ukuran buah. Medan Magnet mampu mempengaruhi germinasi, pertumbuhan dan produksi dari tomat, Penelitian Jedlička *et al* (2014) menunjukkan pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 20, 40 dan 60 mT selama 20 menit sehari dengan frekuensi 50 Hz pada benih tomat, secara signifikan positif berpengaruh terhadap pengecambahan (germinasi), pertumbuhan tanaman, dan ukuran buah tomat. selain benih tomat medan magnet juga mampu mempengaruhi benih cabai, Pemaparan medan magnet 62  $\mu$ T pada benih cabai (*Capsicum annum. L.*) dengan waktu paparan 4,8,12, dan 24 jam mampu menstimulasi pertumbuhan tahap pertama benih cabai, secara statistik menunjukkan peningkatan yang signifikan pada pengecambahan (germinasi), awal perkembangan dan pertumbuhan benih dibandingkan dengan kelas kontrol (Nimmi dan Madhu, 2009).

Cabai merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang penting dan populer di Indonesia. Menurut Direktorat Pangan dan Pertanian (2013:277) konsumsi cabai selama periode 5 tahun (2008-2012) cenderung meningkat Konsumsi per kapita per tahun cabai merah pada tahun 2008 adalah 1,549 kg/kapita, kemudian meningkat menjadi 1,653 kg pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata sebesar 1,13%/tahun. Untuk meningkatkan hasil tanaman cabai, petani dan praktisi pertanian seringkali menggunakan pupuk

kimia secara berlebihan. Penggunaan pupuk kimia dan pestisida terbukti menimbulkan pencemaran baik pada tanah maupun produk pertanian, yang akhirnya dapat menurunkan kualitas lahan. Penggunaan pupuk anorganik (N,P,K) secara terus-menerus dan berlebihan, tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik menyebabkan tanah menjadi keras, produktivitasnya menurun sehingga menurunkan tingkat kesuburan tanah (Supadma *et al*, 2013) selain itu menurut Adriani (2015) penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang menimbulkan efek berantai bagi lingkungan, masyarakat, dan Negara mulai dari berkurangnya populasi ikan di sungai dan di laut, berkurangnya pendapatan nelayan sehingga perekonomian keluarga berada di bawah garis kemiskinan. Sehingga perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dalam memacu proses pertumbuhan tanaman cabai merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada pertumbuhan tanaman cabai dengan indikator yang diukur adalah tinggi tanaman dan jumlah daun.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan desain *randomized subject post test only control group design*. Metode penentuan sampel yang digunakan yaitu *random sampling* yaitu memilih beberapa kelas dari seluruh populasi tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu. Sampel yang digunakan sebanyak 100 biji cabai merah besar yang berkualitas dengan merk dagang F1 Fanatic.

Intensitas medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 300 $\mu$ T dengan variasi waktu 30, 45, 60, dan 90

menit. Pemaparan dilakukan setelah biji cabai melalui proses perendaman selama 1 hari (24 jam)

Teknik pengumpulan data dalam penelitian yaitu dengan pengukuran langsung. Pengukuran tinggi tanaman menggunakan mistar dan pengukuran jumlah daun dengan menghitung langsung, pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun dilaksanakan setiap 2 minggu sekali selama 10 minggu. Teknik analisa data tinggi dan jumlah daun menggunakan analisis statistic deskriptif .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data tinggi tanaman yang didapat berupa data kuantitatif . Pengukuran dilaksanakan pada minggu ke-2 hingga minggu ke-10 dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Data tinggi tanaman cabai

| Perlakuan | Tinggi Tanaman (Cm) pada minggu ke- |     |      |      |      |
|-----------|-------------------------------------|-----|------|------|------|
|           | 2                                   | 4   | 6    | 8    | 10   |
| E         | 6,0                                 | 8,1 | 13,9 | 18,6 | 26,0 |
| F         | 6,2                                 | 8,1 | 14,1 | 18,3 | 23,2 |
| G         | 6,1                                 | 8,1 | 16,4 | 23,2 | 29,8 |
| H         | 5,8                                 | 8,1 | 13,4 | 20,5 | 30,3 |
| K         | 4,7                                 | 6,2 | 12,1 | 18,9 | 25,0 |

Keterangan :

E : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30 menit

F : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 45 menit

G : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 menit

H : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 90 menit

K : kontrol

Tabel 1 Menunjukkan ketinggian tanaman untuk seluruh sampel baik sampel Eksperimen (E,F,G dan H) maupun sampel kontrol. Tinggi tanaman cabai untuk sampel E (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T pada minggu ke-2 hingga minggu ke-6 lebih besar dibandingkan sampel kontrol, pada minggu ke-8 tinggi sampel E dan Kontrol hampir sama ini dapat dilihat grafik yang berpotongan, sedangkan pada minggu ke-10 sampel memiliki ketinggian yang lebih besar dibandingkan sampel kontrol. Sehingga sampel E tidak selalu memiliki

ketinggian yang lebih besar dibandingkan sampel kontrol. Tinggi tanaman sampel F (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 45 menit) pada minggu ke-2 hingga minggu ke-6 lebih besar dibandingkan sampel kontrol, pada minggu ke-8 hingga minggu ke-10 terjadi perubahan yaitu sampel F memiliki ketinggian yang lebih kecil dibandingkan sampel kontrol. Sehingga dapat dikatakan sampel ketinggian sampel F tidak selalu lebih besar dibandingkan sampel karena pada minggu ke-8 dan ke-10 sampel kontrol lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol. Tinggi tanaman sampel H (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 90 menit) lebih besar dibandingkan sampel kontrol selama 10 minggu, in dapat dilihat dari grafik garis yang tidak saling bersinggungan dan berpotongan. Tinggi tanaman sampel H (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 90 menit) lebih besar dibandingkan sampel kontrol selama 10 minggu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel G dan H merupakan sampel yang memilki ketinggian yang selalu lebih besar dibandingkan sampel kontrol selama 10 minggu.

Hal ini dikarenakan Peningkatan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase ini terjadi akibat perubahan kadar ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) sel pada biji cabai yang terpengaruh oleh paparan medan magnet ELF. Dalam beberapa penelitian menunjukkan pemaparan medan magnet berpengaruh terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase, penelitian Afzal *et al* (2012) paparan medan magnet 100 mT selama 3 menit pada biji marigold memberikan performa aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase maksimum serta penelitian Rohma *et al* (2013) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet 0,1 mT pada biji kacang merah dan kacang buncis hitam selama 15 menit 36 detik mampu meningkatkan aktivitas enzim

$\alpha$ -amilase. Sehingga semakin cepat aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase ini akan mempercepat proses pemanjangan akar atau proses perkecambahan. Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) termasuk bahan yang bersifat paramagnetik. Sifat dari suatu bahan paramagnetik adalah dapat terpengaruh oleh medan magnet. Adanya paparan medan magnet menciptakan perubahan pergerakan dan peningkatan laju ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) yang mengakibatkan perubahan transportasi pada membrane sel. Bidang yang terpapar medan magnet akan menghasilkan kekuatan pada ion kalsium untuk bergerak secara aktif serta akan mempengaruhi kondisi pembukaan gerbang saluran pada membrane sel sehingga kadar ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dalam sel meningkat, menurut Lindstrom *et al* (1993) medan magnet mampu meningkatkan kadar ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dalam sel. Perubahan kadar ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) menyebabkan perubahan terhadap tekanan osmosis dan perubahan kapasitas sel untuk menyerap air (Grasia dan Arza, 2001). Akibat peningkatan ion kalsium didalam sel maka tekanan osmosis pada sel meningkat yang berakibat pada kapasitas penyerapan air pada sel meningkat juga. Peningkatan penyerapan air dalam sel biji ini akan memacu aktivitas enzim-enzim perkecambahan pada biji salah satunya enzim  $\alpha$ -amilase, sehingga metabolisme pada biji lebih cepat (Campbell, 2011:809)

peningkatan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase akibat paparan medan magnet yang menyebabkan proses perkecambahan (pembentukan akar) pada sampel eksperimen Khususnya pada sampel G dan H dengan paparan selama 60 dan 90 menit lebih cepat sehingga akar akan terbentuk lebih cepat yang berakibat pada proses penyerapan nutrisi lebih baik dibandingkan kelas kontrol yang berakibat pada pertumbuhan tinggi pada sampel eksperimen lebih cepat dibandingkan

sampel kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet pada biji cabai berpengaruh terhadap tinggi tanaman, Hal ini didukung oleh beberapa penelitian diantaranya hasil penelitian Tahir dan karim (2010) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet 1500 gauss selama 50 dan 60 menit pada kacang arab (*Cicer arietinum L.*) mampu memacu parameter pertumbuhan salah satunya pada ketinggian tanaman, serta hasil penelitian Najafi *et al* (2013) menunjukkan bahwa pemeparan medan magnet 1,8 mT selama 30 menit pada pada biji kacang polong (*Phaseoulus vulgarisin*) memberikan ketinggian tanaman lebih besar dibandingkan sampel kontrol.

Selain mengkaji pengaruh paparan medan magnet terhadap tinggi tanaman, penelitian ini juga mengkaji pengaruh paparan medan magnet terhadap jumlah daun tanaman cabai dan dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Data jumlah daun tanaman cabai

| Perlakuan | Jumlah daun (helai) pada minggu ke- |   |   |    |    |
|-----------|-------------------------------------|---|---|----|----|
|           | 2                                   | 4 | 6 | 8  | 10 |
| E         | 2                                   | 4 | 8 | 11 | 15 |
| F         | 2                                   | 4 | 7 | 11 | 14 |
| G         | 2                                   | 5 | 8 | 12 | 16 |
| H         | 2                                   | 4 | 8 | 11 | 16 |
| K         | 2                                   | 4 | 8 | 11 | 15 |

Keterangan :

E : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 30 menit

F : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 45 menit

G : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 60 menit

H : Paparan medan magnet ELF 300 $\mu$ T selama 90 menit

K : kontrol

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran jumlah daun seluruh sampel yaitu sampel Eksperimen (sampel E,F,G dan H) serta sampel kontrol selama 10 minggu. Jumlah daun cabai sampel E (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 30 menit) dari minggu ke-2 hingga minggu ke-10 memiliki jumlah daun yang sama dengan sampel kontrol. Jumlah daun cabai sampel F (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300 $\mu$ T

selama 45 menit) pada minggu ke-2, minggu ke-4 dan minggu ke-8 memiliki jumlah daun yang sama sedangkan pada minggu ke-6 dan minggu ke-10 memiliki jumlah daun yang lebih sedikit dibandingkan sampel kontrol. Jumlah daun pada sampel G (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 60 menit) pada minggu ke-2 dan minggu ke-6 memiliki jumlah daun yang sama dengan sampel kontrol sedangkan pada minggu ke-4, minggu ke-8 dan minggu ke-10 memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan sampel kontrol. Jumlah daun pada sampel H (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 90 menit) pada minggu ke-2 hingga minggu ke-8 memiliki jumlah daun yang sama dengan sampel kontrol, sedangkan pada minggu ke-10 sampel H memiliki jumlah daun lebih banyak dibandingkan sampel kontrol. Tabel 2. menunjukkan bahwa selama 10 minggu sampel E tidak selalu memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan sampel kontrol, sampel F memiliki jumlah daun yang konsisten lebih sedikit dibandingkan sampel kontrol, sampel G memiliki jumlah daun yang konsisten lebih banyak dibandingkan sampel kontrol, serta sampel H tidak selalu memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan sampel kontrol

Hal ini berkaitan dengan proses pembentukan daun yang disebabkan oleh interaksi ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) pada biji cabai dan medan magnet. Ion Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) merupakan partikel esensial regulator komponen pada seluruh organisme, menjadi *second messenger* ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) terlibat dalam regulasi pada seluruh tahapan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Amjad dan Shafighi, 2011). Biji cabai tersusun atas sel-sel embrionik yang nantinya akan tumbuh dan berkembang menjadi tanaman cabai selain itu pada biji cabai juga mengandung cukup banyak ion

kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) Ion Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) merupakan salah satu bahan paramagnetik sehingga ion kalsium ini akan terpengaruh oleh adanya medan magnet. Medan magnet akan mempengaruhi pergerakan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) pada ekstraseluler yang melintasi membrane sel sedangkan arus induksi yang dihasilkan akan menambah laju pergerakan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) melalui daerah fluks magnetik. Bidang yang terpapar medan magnet akan menghasilkan kekuatan pada ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) untuk bergerak dan mempengaruhi kondisi pembukaan gerbang saluran. Perubahan konsentrasi dan pergerakan ion mengakibatkan perubahan transportasi pada membrane sel sehingga mempengaruhi aktivitas metabolisme sel yang memberikan dampak pada pertumbuhan sel (Grubner, 2011: 116). Sehingga medan magnet mampu mempengaruhi pertumbuhan sel dengan merubah pergerakan ion kalsium.

Sel-sel embrionik pada biji cabai yang terpapar medan magnet akan terpengaruh khususnya pada pergerakan atau regulasi ion kalsium. Perubahan kecepatan aliran ion kalsium dapat memberikan perubahan dan perbedaan pada organisme berupa resonansi ion kalsium dalam proses pengkodean protein yang terjadi pada *Ribose Nucleic Acid* (RNA). Pengkodean protein meningkat akan menyebabkan peningkatan aktivitas enzim dalam sel. Seiring peningkatan enzim maka proses metabolisme dalam sel meningkat sehingga nutrisi nutrisi yang masuk dalam sel dapat dapat dicerna dan diserap secara optimum. Menurut Zhao *et al* (2008) (dalam Sudarti, 2007) peningkatan kadar kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) sitoplasma diduga dapat mempengaruhi aktivitas seluler seperti *poliferasi*. Poliferasi (perbanyakan sel) berkaitan dengan proses diferensiasi, sehingga sel-sel pada biji cabai yang terpapar medan magnet akan mengalami poliferasi lebih cepat akibat berubahnya

aliran ion kalsium yang berakibat pada proses diferensiasi (terbentuknya organ tumbuhan termasuk daun) lebih cepat juga yang berakibat pada jumlah daun yang terbentuk akan lebih banyak.

Perbedaan jumlah daun pada sampel eksperimen dan sampel kontrol ini diduga akibat adanya paparan medan magnet, pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Efthimiadou *et al* (2014) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet 12,5 mT selama 10 dan 15 menit pada biji tomat mampu meningkatkan jumlah daun per tanaman serta penelitian Tahir dan karim (2010) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet 1500 gauss selama 50 dan 60 menit pada kacang arab (*Cicer arietinum L.*) mampu memacu parameter pertumbuhan salah satunya jumlah daun tiap tanaman. Namun pada gambar 4.2 menunjukkan hanya kelompok sampel G (biji cabai yang dipapar medan magnet ELF 300  $\mu$ T selama 60 menit) yang memberikan hasil konsisten berupa jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan sampel kontrol ini disebabkan oleh adanya faktor lingkungan serta pengaruh medan magnet terhadap tanaman yang bergantung pada intensitas magnetisasi, frekuensi magnetisasi, jenis tanaman serta durasi magnetisasi. Sehingga tidak semua waktu paparan berpengaruh pada jumlah daun cabai.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut, 1) Paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) berpengaruh terhadap tinggi tanaman abai merah besar (*Capsicum annum L*) khususnya pada dosis paparan 300 $\mu$ T selama 60 dan 90 menit, 2) paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF)

berpengaruh terhadap jumlah daun cabai merah besar (*Capsicum annum L*) khususnya pada dosis paparan 300 $\mu$ T selama 60

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan sebagai berikut; 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak paparan medan magnet ELF pada tanaman hortikultura lainnya, 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak paparan medan magnet ELF pada buah cabai pada khususnya, 3) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak paparan medan magnet Elf pada pertumbuhan dengan indikator lain seperti lebar daun, tebal daun, serta diameter batang, 4) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dampak paparan medan magnet ELF dengan intensitas yang berbeda seperti lebih besar dari 300  $\mu$ T atau kurang dari 300  $\mu$ T

## DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, Mukhtar, K., Qasim, M., Basra, S.M.S., Shahid, M. dan Haq, Z. 2012. Magnetic Stimulation of Marigold Seed. *International Agrophysics*, 2012 (26): 335-339. <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/intag.2012.26.issue-4/v10247-012-0047-1/v10247-012-0047-1.xml>
- Amjad, L. dan Shafiqhi, M. 2011. Effect of Electromagnetic Fields on Structure and Pollen Grains Development in *Chenopodium Album L.* *International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 5(2): 83-87. [https://www.researchgate.net/publication/230812532\\_Effect\\_of\\_Electromagnetic\\_Fields\\_on\\_Structure\\_and](https://www.researchgate.net/publication/230812532_Effect_of_Electromagnetic_Fields_on_Structure_and)

- [d Pollen Grains Development in Chenopodium Album L](#)
- Andriani, D. 2015. Taksiran Kerugian Lingkungan Akibat Pencucian pupuk Anorganik dari Tanaman Kelapa Sawit di Provinsi Sumatera Barat, *Jurnal Nasional Ecopedon (JNEP)*, 2 (2): 046-049. [repository.politanipky.ac.id/197/1/Desra%20Andriani%20\(018\)%20Jurnal.pdf](http://repository.politanipky.ac.id/197/1/Desra%20Andriani%20(018)%20Jurnal.pdf)
- Campbell, N.A. 2011. *Biology*. 9<sup>th</sup> Edition. San Fransisco: Pearson Education, Inc
- Direktorat Pangan dan Pertanian. 2013. *Studi Pendahuluan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan Dan Pertanian 2015-2019*. Jakarta Pusat: Direktorat Pangan dan Pertanian, Bappenas
- Efthimiadou, A., Katsenios, N., Karkanis, A., Papastylianou, P., Triantafyllidis, V., Travols, I. dan Bilalis, D. 2014. Effects of Presowing Pulsed Electromagnetic Treatment of Tomato Seed on Growth, Yield, and Lycopene Content. *The scientific World Journal*, 2014: 1-6. [https://www.researchgate.net/publication/264537701\\_Effects\\_of\\_Presowing\\_Pulsed\\_Electromagnetic\\_Treatment\\_of\\_Tomato\\_Seed\\_on\\_Growth\\_Yield\\_and\\_Lycopene\\_Content](https://www.researchgate.net/publication/264537701_Effects_of_Presowing_Pulsed_Electromagnetic_Treatment_of_Tomato_Seed_on_Growth_Yield_and_Lycopene_Content)
- Grasia, R.F. dan Arza, P.L. 2011. Influence of Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds Part I: Theoretical Consideration. *Bioelectromagnetics*, 2001 (22): 589-595. [https://www.researchgate.net/publication/11607900\\_Influence\\_of\\_a\\_stationary\\_magnetic\\_field\\_on\\_water\\_relations\\_in\\_lettuce\\_seeds\\_Part\\_I\\_Theoretical\\_considerations](https://www.researchgate.net/publication/11607900_Influence_of_a_stationary_magnetic_field_on_water_relations_in_lettuce_seeds_Part_I_Theoretical_considerations)
- Grubner, S.J. 2011. “ Peningkatan Poliferasi Kultur Sel Punca Mesenkim Asal Darah Tepi melalui Pemaparan Medan Magnet Disk Permanen 200 mT Selama Dua dan Empat Jam Per Hari?. Tidak Diterbitkan. Tesis. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Jedlička, J., Paulen, O. dan Ailer, Š. 2014. Influence Of Magnetic Field On Germination, Growth And Production Of Tomato. *Scientific Journal for Food Industry Potravinarstvo*, 8(1): 150-154. <http://www.potravinarstvo.com/journal/index.php/potravinarstvo/article/viewArticle/349>
- Lindstrom, E. Lindstrom P, Berglund, A., Mild, K.H. dan Lundgren, E. 1993. Intraceluller Calcium Oscillation Induced In A T-Cell Line By Weak 50 Hz Magnetic Field. *J Cell Physiol*, 1993 (156): 395-398. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8344993>
- Najafi, S., Heidari, R., dan Jamei, R. 2013. Influence of Magnetic Field Stimulation on Some Biological Characteristics of Phaseolus Vulgaris in Two Different Times, *Global Journal of Science, Engineering and Technology*, 2013 (11): 51-58. [www.gjset.org/Papers/GJSET%20-%20Paper%2000100.pdf](http://www.gjset.org/Papers/GJSET%20-%20Paper%2000100.pdf)
- Nimmi, V. dan Madhu, G. 2009. Effect Of Pre-Sowing Treatment With Permanent Magnetic Field On

- Germination And Growth Of Chilli (*Capsicum annum. L.*). *Internasional Agrophysics*, 2009(23): 195-198. <http://www.old.international-agrophysics.org/pl/zeszyty.html?stan=detail&vol=23&numer=2&paper=781&i=13>
- Repacholi, M.H. 2003. *WHO' s International EMF Project And Results So Far*. Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR 2003) Electromagnetic Fields and Our Health. Geneva: World Health Organization
- Rohma, A., Sumardi, Ernawati, E. dan Agustrina, R. 2013. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Aktivitas Enzim  $\alpha$ -Amilase Pada Kecambah Kacang Merah Dan Kacang Buncis Hitam (*Phaseolus vulgaris L.*). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi V. Lembaga Penelitian Universitas Lampung*: 344-352
- Sudarti dan Heliatin. 2005. The Effect Of Alteration 11-10 To The Immune Modulation Response On Bul/C Mice Exposed Extremely Low Frequency Magnetic Field 20 MT. *jurnal saintifika*, 6(1):46-52. Jember: Universitas jember
- Sudarti. 2007. Mekanisme Infertilitas Oleh Peningkatan Kalsium Sitoplasma dan Adoptosis Sel Germinal Pada Mencit BALB/C yang Dipapar Medan Magnet ELF 100-500 $\mu$ T. (<http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/7190?show=full>. [1 Desember 2015]
- Supadma, A.A.N., Dharmayanti, N.K.S. dan Arthagama, I.D.M. 2013. Pengaruh Pemberian *Biourine* dan Dosis Pupuk Anorganik (N,P,K) Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Pegok dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*), *E-Jurnal Agroetnologi Tropika*, 2 (3): 165-174. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/view/6077>
- Tahir, N.A.R dan Karim, H.F.H. 2010. Impact of Magnetic Application on The Parameters Related to growth of Chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Jordan Journal of Biological Sciene (JJBS)*, 3 (4): 175-184. [jjbs.hu.edu.jo/files/v3n4/بحث%20ال%20مؤثر%20مغناطيسي%20على%20نمو%20الحمص%20البيضاوي.pdf](http://jjbs.hu.edu.jo/files/v3n4/بحث%20ال%20مؤثر%20مغناطيسي%20على%20نمو%20الحمص%20البيضاوي.pdf)
- World Health Organizaion (WHO). 2007. *Enviromental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Field*. Geneva: WHO Press