

## PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP DERAJAT KEASAMAN (pH) BUAH TOMAT

Siti Umayatul Khoiroh Nur<sup>1)</sup>, Sudarti<sup>1)</sup>, Subiki<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Siti Umayatul Khoiroh Nur

E-mail : umayatulkhoiroh@gmail.com

Diterima 13 April 2022, Direvisi 28 April 2022, Disetujui 29 April 2022

### ABSTRAK

*Extremely Low Frequency* (ELF) adalah spektrum gelombang elektromagnetik frekuensi 0-300Hz . Penelitian radiasi dari medan magnet ELF berdampak positif bagi bahan pangan karena bersifat *non-ionizing*. Tomat merupakan buah dengan kandungan gizi yang tinggi, namun memiliki masa simpan yang pendek yaitu  $\pm 7-8$  hari pada suhu diatas 20° C. Alternatif cara memperpanjang umur simpan tomat adalah dengan paparan radiasi medan magnet ELF. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis ada atau tidaknya pengaruh ELF pada pH tomat. Sampel yang digunakan adalah tomat berjenis Apel (*Lycopersicum Pырiporme*). Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen laboratorium dan desain penelitian Rancang Acak Lengkap. Sampel berjumlah 180 buah terbagi atas kelompok kontrol (30 sampel) dan kelompok eksperimen (150 sampel) dengan perlakuan medan magnet ELF intensitas 600  $\mu$ T dan 1000  $\mu$ T selama 30, 60 dan 90 menit. Penelitian dikerjakan selama 20 hari. Pengolahan data dan analisis data dilakukan dengan uji *kruskal wallis* melalui *software IBM Statistic SPSS 23*. Kesimpulan hasil yang didapatkan bahwa adanya pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap sampel ditandai dengan perubahan nilai pH akibat aktivitas mikroorganisme patogen dalam tomat yang terganggu. Hal tersebut dibuktikan dengan grafik hasil perubahan pH setiap pengukuran kelompok kontrol sangat tajam perubahannya dibandingkan kelompok eksperimen yang cenderung berubah dengan selisih sedikit.

**Kata kunci:** radiasi; extremely low frequency; tomat apel (*lycopersicum pyriforme*)

### ABSTRACT

Extremely Low Frequency (ELF) is a spectrum of electromagnetic waves with a frequency of 0-300Hz. Research Radiation from the ELF magnetic field has a positive impact on foodstuffs because it is non-ionizing. Tomato is a fruit with high nutritional content, but has a short shelf life of  $\pm 7-8$  days at temperatures above 20° C. An alternative way to extend the shelf life of tomatoes is by exposure to ELF magnetic field radiation. The purpose of this study was to analyze the presence or absence of the effect of ELF on tomatoes. The sample used was apple tomato (*Lycopersicum Pырiporme*). The type of research used is a laboratory experiment research and a completely randomized design research. A total of 180 samples were divided into a control group (30 samples) and an experimental group (150 samples) with the ELF magnetic field treatment with an intensity of 600 T and 1000 T for 30, 60 and 90 minutes. The research was carried out for 20 days. Data processing and data analysis was carried out by using the Kruskal Wallis test using the IBM Statistical SPSS 23 software. The conclusion of the results obtained was that the effect of exposure to the ELF magnetic field on the sample was marked by changes in pH values due to disturbed activity of pathogenic microorganisms in tomatoes. This is evidenced by the graph of the results of changes in pH for each measurement of the control group, the changes are very sharp compared to the experimental group which tends to change with a slight difference.

**Keywords:** radiation; extremely low frequency; apple tomato (*lycopersicum pyriforme*)

### PENDAHULUAN

Spektrum gelombang elektromagnetik salah satunya adalah *Extremely Low Frequency* (ELF) yang memiliki Frekuensi 0-300 Hz. Radiasi medan magnet ELF dapat diartikan sebagai medan magnet yang memiliki intensitas rendah, demikian juga energi yang

menyertainya. Karakteristik medan magnet ELF adalah bersifat non-pengion (Rosyidah et al., 2017). Penelitian medan magnet ELF dan manfaatnya terus berkembang, hal ini disebabkan karakteristik medan magnet elektromagnetik ELF yang mampu menembus hampir semua material, termasuk material

biologis tanpa memecah ion-ion didalamnya (Sudarti et al., 2017). Hasil penelitian radiasi medan magnet ELF yang dipaparkan dalam material biologis bahan pangan memiliki dampak positif. Beberapa penelitian tersebut diantaranya yaitu penelitian Sudarti (2018), hasil pemaparan medan magnet ELF dengan intensitas  $500\mu\text{T}$  selama 60 menit dapat meningkatkan produksi, massa basah dan massa kering daun tembakau (Sudarti et al., 2018). Penelitian pemaparan medan magnet ELF intensitas  $300\mu\text{T}$  dan  $500\mu\text{T}$  pada buah anggur hitam dengan lama paparan 60 dan 120 menit berpengaruh pada nilai pH, massa jenis dan kualitas fisik buah anggur hitam menjadikan umur simpannya lebih lama dibandingkan kelompok kontroll (Niati, 2021).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya, peneliti mengambil objek yang berbeda, yaitu tomat sebagai sampel penelitian ini. Tomat jenis apel atau tomat apel memiliki nama latin *Lycopersicon* *Pyriporme* merupakan komoditas buah dan sayur global yang dimanfaatkan sebagai sayur segar maupun olahan (Ma et al., 2020). Buah tomat populer dan mudah kita jumpai sehari-hari, tomat digunakan sebagai bahan dasar dalam olahan makanan seperti saus dan jus. Tomat mengandung likopen yang berguna sebagai penangkal radikal bebas dalam tubuh sehingga terhindar dari kanker. Menurut penelitian, likopen memiliki kekuatan dua kali lebih kuat dari beta karoneta yang berfungsi sebagai penetralisasi radikal bebas (Lubis, 2020). Tingginya produksi tomat karena kebutuhan konsumsi masyarakat pada tomat yang digunakan sebagai bahan masakan, minuman dan bahan kosmetik meningkat sehingga mengakibatkan terjadinya persaingan pasar terhadap standar mutu yang baik untuk memenuhi harapan konsumen terhadap buah tomat (Siahaan et al., 2020). Permasalahan yang dihadapi adalah umur simpan tomat yang relatif pendek yaitu  $\pm 7-8$  hari pada suhu di atas  $20^{\circ}\text{C}$ .

Faktor-faktor pembusukan yang dapat mempengaruhi kualitas gizi, nilai pasar dan kelayakan konsumsi pada tomat dibagi menjadi dua yaitu faktor Internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor kerja enzim dan proses metabolisme yang berlangsung dalam masa penyimpanan tomat. Faktor internal penyebab kemunduran mutu dan pembusukan tomat diantaranya faktor mikroorganisme patogen. Mikroorganisme patogen pada tomat salah satunya adalah *erwinia carotovora* yang dapat menginfeksi melalui luka mikro yang disebabkan oleh penanganan yang buruk selama pengangkutan buah dari lapangan produksi ke pasar (Yaouba

et al., 2017). Tomat biasanya dapat bertahan lebih lama saat disimpan pada kulkas, namun kandungan gizi yang menyertainya dapat menurun. Berdasarkan uraian diatas peneliti mencoba mengkaji lebih lanjut dengan melakukan penelitian alternatif memperpanjang umur simpan tomat apel menggunakan paparan medan magnet ELF. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF intensitas  $600\mu\text{T}$  dan  $1000\mu\text{T}$  terhadap nilai pH buah tomat Apel.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium fisika lanjut di gedung prodi pendidikan fisika FKIP Universitas Jember. Rancang Acak Lengkap digunakan sebagai desain penelitian ini. Sampel tomat berjumlah 180 buah dengan ukuran yang homogen dan kondisi yang segar dari petani dibagi dalam dua kelompok yaitu kelompok kontrol dengan jumlah 30 buah dan kelompok eksperimen dengan jumlah 150 buah. Kelompok kontrol merupakan kelompok tanpa pemaparan medan magnet ELF, sedangkan kelompok eksperimen merupakan kelompok dengan pemaparan medan magnet ELF intensitas  $600\mu\text{T}$  dan  $1000\mu\text{T}$ . Variasi lama waktu paparan yaitu 30, 60 dan 90 menit. Penelitian dilakukan selama 20 hari dengan lima kali pengumpulan data yaitu pada hari ke-4, hari ke -8, hari ke-12, hari ke- 16 dan hari ke-20.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya adalah sumber medan magnet ELF yaitu *Current Transformer* (CT), alat untuk mengukur besarnya medan magnet yang dihasilkan yaitu ELF *Tester*, alat untuk mengukur pH yaitu pH meter digital, *strong water*, aquades serta plastik sebagai pembungkus tiap buah tomat apel. Prosedur penelitian diawali dengan menyiapkan sampel tomat apel yang homogen lalu dibersihkan dengan *Strong water* untuk menghilangkan pestisida yang masih menempel pada tomat. Selanjutnya tomat dibungkus satu per satu dalam plastik dengan rapat dapat dilihat pada Gambar 1. Perlakuan dilakukan dengan pemaparan medan magnet ELF  $600\mu\text{T}$  dan  $1000\mu\text{T}$  selama 30, 60, dan 90 menit dapat dilihat pada Gambar 1, selanjutnya dilakukan pengambilan data setiap 4 hari sekali selama 20 hari yaitu pada hari ke-4,8,12,16, dan 20 menggunakan alat pH meter digital untuk setiap buah tomat.



Gambar 1. Proses persiapan sampel



Gambar 2. Pemaparan medan magnet ELF

Analisis statistik deskriptif digunakan sebagai metode penelitian menggunakan *Microsoft Office Excel 2010* dan *IBM SPSS Statistik 23*. Uji statistik diterapkan agar terlihat tidak ada atau adanya suatu perbedaan pada sampel yang berpasangan yaitu kelompok kontrol dan eksperimen dengan uji *kruskal wallis*. Penelitian ini menggunakan Hipotesis nol ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ). Hipotesis nol ( $H_0$ ) yang membuktikan tidak ada perbedaan antara kelompok kontrol dan eksperimen (E-600 $\mu$ T.30", E-600 $\mu$ T.60", E-600 $\mu$ T.90", dan E-1000 $\mu$ T.30", E-1000 $\mu$ T.60", E-1000 $\mu$ T.90") dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) membuktikan ada perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E-600 $\mu$ T.30", E-600 $\mu$ T.60", E-600 $\mu$ T.90", dan E-1000 $\mu$ T.30", E-1000 $\mu$ T.60", E-1000 $\mu$ T.90"). Kriteria pengujian *Kruskal Wallis* adalah  $H_a$  ditolak dan  $H_0$  diterima jika nilai *Asymp.sig* (2-tailed) > 0,05 (Sukestiyarno, 2014).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

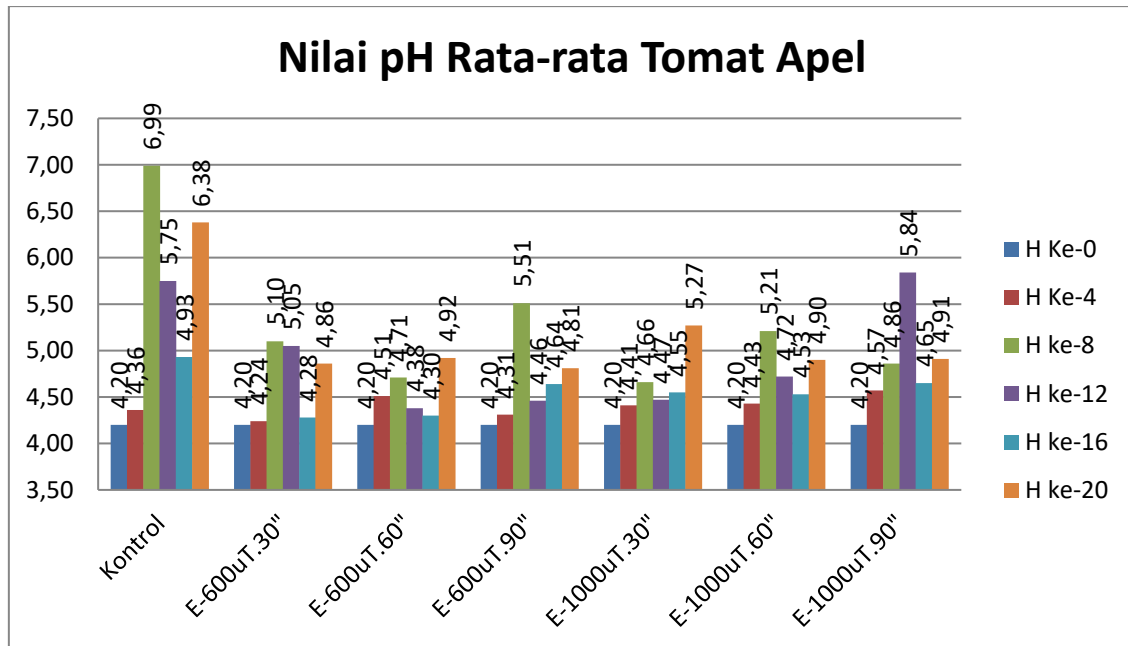
Pengukuran pH pada tomat apel dilakukan pada tiap buah yang diukur sebanyak tiga kali pengukuran dan diperoleh Hasil rata-rata nilai pH tiap pengukuran. Pengukuran pada hari ke-nol merupakan pengukuran pH awal sebelum diberi perlakuan. Selanjutnya pengukuran dilakukan pada hari ke-4, 8, 12, 16 dan 20 menghasilkan data pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Nilai Ph Rata-Rata Tomat Apel

kelompok	Nilai rata-rata pH buah tomat apel					
	Hari ke-0	Hari ke-4	Hari ke-8	Hari ke-12	Hari ke-16	Hari ke-20
Kontrol	4.20	4.36	6.99	5.75	4.93	6.38
E-600 $\mu$ T.30"	4.20	4.24	5.10	5.05	4.28	4.86
E-600 $\mu$ T.60"	4.20	4.51	4.71	4.38	4.30	4.92
E-600 $\mu$ T.90"	4.20	4.31	5.51	4.46	4.64	4.81
E-1000 $\mu$ T.30"	4.20	4.41	4.66	4.47	4.55	5.27
E-1000 $\mu$ T.60"	4.20	4.43	5.21	4.72	4.53	4.90
E-1000 $\mu$ T.90"	4.20	4.57	4.86	5.84	4.65	4.91

Berdasarkan pada tabel 1 diperoleh hasil rata-rata pH dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen selama pengukuran berlangsung yaitu dimulai dari hari ke-0, ke-4,

ke-8, ke-12, ke-16 dan ke-20. Selanjutnya data dianalisis menggunakan *Microsoft Office Excel 2010* dan diperoleh hasil rata-rata pH yang disajikan dalam diagram batang pada gambar 3



Gambar 3. Nilai pH rata-rata Tomat Apel

Berdasarkan gambar 3 diatas, pengukuran pH rata-rata pada hari ke nol adalah 4,20 untuk kelompok kontrol dan eksperimen merupakan pH paling kecil. Selanjutnya pada hari ke-4 kelompok kontrol dan eksperimen mengalami kenaikan dibandingkan pada hari ke-nol. pH terkecil 4,24 pada kelompok eksperimen 600  $\mu$ T dan lama paparan 30 menit dan pH tertinggi 4,57 pada ekperimen 1000  $\mu$ T 90 menit. Hari selanjutnya yaitu pengukuran nilai pH rata-rata di hari ke-8 mendapatkan data nilai pH rata-rata kelompok kontrol mengalami kenaikan yang cukup tinggi hingga 6,99 dan menjadikan pH tertinggi di hari ke-8 dibandingkan dengan kelompok eksperimen yang nilai rata-rata pH terkecil 4,71 pada intensitas 600 $\mu$ T selama 60 menit. Pengukuran hari selanjutnya pada Hari ke-12 kelompok kontrol mengalami penurunan hingga nilai rata-rata pH nya 5,75 sementara itu, kelompok eksperimen intensitas 1000  $\mu$ T

dengan waktu 90 menit memiliki nilai pH rata-rata tertinggi yaitu 5,84 dan eksperimen 600  $\mu$ T selama 60 menit memiliki nilai pH terendah 4,38. Pengukuran hari ke 16 mendapatkan hasil nilai rata-rata pH tertinggi pada kelompok kontrol dan terendah pada kelompok eksperimen 600  $\mu$ T selama 30 menit dengan nilai pH 4,28. Pengukuran hari terakhir yaitu Hari ke-20 menghasilkan nilai pH tertinggi pada kelompok kontrol dengan nilai 6,38 dan nilai pH rata-rata terendah 4,81 pada intensitas 600 $\mu$ T selama 90 menit.

Pengujian data dengan *software IBM SPSS Statistik 23 Uji Kruskal Wallis* bertujuan untuk menyimpulkan tidak ada atau adanya suatu perbedaan yang signifikan terhadap hasil nilai rata-rata pH kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (E-600 $\mu$ T.30'', E-600 $\mu$ T.60'', E-600 $\mu$ T.90'', dan E-1000 $\mu$ T.30'', E-1000 $\mu$ T.60'', E-1000 $\mu$ T.90'') disajikan dalam Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Uji *Kruskal Wallis*

	Hari 4	Hari 8	Hari 12	Hari 16	Hari 20
Chi-Square	29.413	50.670	62.568	52.551	55.122
df	6	6	6	6	6
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000	.000

Hasil uji statistik *kruskal wallis* menyatakan bahwa pada hari ke-4, ke-8, ke-12, ke-16 dan ke-20 adalah asymp. Sig. 0,00 sehingga kurang dari 0,05. Menurut kriteria perolehan kesimpulan jika Asymp.sig kurang dari 0,05 maka  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Artinya terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol terhadap kelompok eksperimen (E-

600 $\mu$ T.30'', E-600 $\mu$ T.60'', E-600 $\mu$ T.90'', dan E-1000 $\mu$ T.30'', E-1000 $\mu$ T.60'', E-1000 $\mu$ T.90'').

Nilai rata-rata pH bergerak mengalami Peningkatan dan penurunan pada kelompok kontrol dan eksperimen (E-600 $\mu$ T.30'', E-600 $\mu$ T.60'', E-600 $\mu$ T.90'', dan E-1000 $\mu$ T.30'', E-1000 $\mu$ T.60'', E-1000 $\mu$ T.90'') pada tomat terjadi akibat paparan medan magnet ELF yang

mempengaruhi aktivitas bakteri pada tomat apel. Karakteristik medan magnet ELF salah satunya adalah *non-ionizing* artinya radiasi ELF tidak mempengaruhi materi biologis pada buah dan hanya berinteraksi dengan bakteri patogen. Medan magnet memiliki efek bakterisida yang luar biasa pada jumlah bakteri (Impe et al., 2018). Paparan medan magnet juga menyebabkan perubahan metabolisme mikroorganisme yang mengubah fungsi subseluler utama (Kthiri et al., 2019).

Efektivitas dalam menonaktifkan mikroorganisme menggunakan paparan medan magnet ELF tergantung pada parameter proses seperti intensitas dan lama paparan yang digunakan serta sifat bahan pangan seperti resistivitas ketebalan material. Organisme memiliki zat paramagnetik dan diamagnetik dengan sel biologis yang dapat dianggap sebagai baterai mini atau kutub magnet kecil yang memiliki ion-ion bermuatan ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  dan ion lainnya). Medan magnet menyebabkan energi gerak listrik dan menghasilkan efek biologis yang berbeda pada organisme. perubahan kekuatan arus induksi dan peningkatan efek medan magnet dapat merusak morfologi normal serta fungsi sel dan menjadikan sel bakteri tersebut tidak aktif akibat sel yang tidak dapat menahan efek medan magnet (Guo et al., 2021). Berdasarkan uraian tersebut, maka peningkatan dan penurunan aktivitas mikroorganisme patogen atau bakteri *erwinia carotovora* pada saat masa penyimpanan buah tomat berkaitan dengan naik atau turunnya nilai rata-rata pH buah tomat apel.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Radiasi ELF yang dipaparkan pada sampel, yaitu paparan ELF 600  $\mu\text{T}$  dan 1000  $\mu\text{T}$  dapat mempengaruhi nilai pH rata-rata buah tomat apel. Hal ini didapatkan dari grafik kelompok kontrol dengan peningkatan dan penurunan secara tajam, sedangkan kelompok eksperimen mengalami peningkatan dan penurunan secara perlahan atau selisih perbedaan yang kecil. Pada Hari ke-4 tomat masih dalam keadaan segar namun pada hari ke-8, 12, 16, dan hari ke-20 pada kelompok kontrol terjadi perubahan nilai pH atau selisih nilai pH cukup tinggi setiap pengukurannya akibat tomat yang sudah busuk karena aktivitas bakteri dibandingkan dengan kelompok eksperimen yang perlahan mengalami perubahan pada tiap pengukuran. Intensitas efektif dalam menghambat perubahan pH buah tomat adalah 600  $\mu\text{T}$  selama 60 menit. Alternatif pengawetan bahan pangan dengan paparan radiasi ELF dapat menghambat

aktivitas bakteri asam sehingga menekan aktivitas mikroorganisme pembusuk pada bahan pangan yang berkaitan dengan naik dan turunnya nilai rata-rata pH.

### Saran

Penelitian pemanfaatan radiasi ELF terus berkembang, penulis menyarankan untuk menggunakan sampel yang berbeda dengan intensitas dan lama paparan yang bervariasi.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada segala pihak yang membantu dalam penelitian, khususnya teman-teman yang meluangkan waktu dan tenaganya dalam proses pengambilan data penelitian.

### DAFTAR RUJUKAN

- Guo, L., Azam, S. M. R., Guo, Y., Liu, D., & Ma, H. (2021). Germicidal efficacy of the pulsed magnetic field against pathogens and spoilage microorganisms in food processing: An overview. *Food Control*, 108496. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108496>
- Impe, J. V., Smet, C., Tiwari, B., Greiner, R., Ojha, S., Stulić, V., Vukušić, T., & Režek Jambrak, A. (2018). State of the art of nonthermal and thermal processing for inactivation of microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*, 125(1), 16–35. <https://doi.org/10.1111/jam.13751>
- Kthiri, A., Hidouri, S., Wiem, T., Jeridi, R., Sheehan, D., & Landouls, A. (2019). Biochemical and biomolecular effects induced by a static magnetic field in *Saccharomyces cerevisiae*: Evidence for oxidative stress. *PLoS ONE*, 14(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209843>
- Lubis, E. R. (2020). Bercocok tanam tomat untung melimpah. In *Bercocok tanam tomat untung melimpah*. Bhuana Ilmu Populer.
- Ma, M., de Silva, D. D., & Taylor, P. W. J. (2020). Black mould of post-harvest tomato (*Solanum lycopersicum*) caused by *Cladosporium cladosporioides* in Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 15(1). <https://doi.org/10.1007/s13314-020-00395-8>
- Niati, E. W. (2021). Pengaruh Medan Magnet Extremely low Frequency (ELF) terhadap Massa jenis, PH dan ketahanan fisik buah anggur hitam (*Vitis Vnivera*). In *Skripsi*. Pendidikan Fisika Universitas Jember.

- Rosyidah, A., Sudarti, & Harijanto, A. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) Pada Proses Pertumbuhan Jamur Tiram. *Journal Pendidikan Fisika*, 2(September), ISSN : 2527-5917. <https://doi.org/10.21817/ijet/2018/v10i6/181006009>
- Sudarti, S., Rosyidah, A., Ridlo, Z. R., Bektiarso, S., Ardiani, T., & Astutik, S. (2017). Analysis of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field Effect to Oyster Mushroom Productivity. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(10), 1–8. <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.10.1>
- Siahaan, J. M., Aviantara, I. gusti ngurah, & Tika, I. wayan. (2020). Strategi Pengendalian Pascapanen Mutu Tomat (*Solanum lycopersicum*) di Desa Angseri Kabupaten Tabanan Bali. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 8(2), 380–388. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JBETA.2020.v08.i02.p24>
- Sudarti, Bektiarso, S., Prastowo, S. H. B., Fuad, F., & Trisnawati, I. J. (2018). Radiation Potential of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field to Increase Tobacco Production. *International Journal of Engineering and Technology*, 10(6), 1633–1640.
- Sukestiyarno. (2014). *Statistika Dasar*. Andi.
- Yaouba, A., Nnomo, E. K., Ze Medjap, A. S., & Essola Etoa, L. C. (2017). Antibacterial effect of *Chromolaena odorata* extracts on some *Erwinia* isolates, causal agents of tomato fruit rot in Dschang, Cameroon. *Agriculture and Food Security*, 6(1), 4–9. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0132-6>