



Design of Plant Acoustic Frequency Technology (PAFT) as a Plant Stimulus with Automatic Control System Based on Solar Cell Technology

Refpo Rahman^{*1)}, Heriansyah²⁾, Fades Br. Gultom³⁾, Riska Ekawita⁴⁾

^{1,2,3)} *D3 Science Laboratory, Universitas Bengkulu, Indonesia*

⁴⁾ *Physics, FMIPA, Universitas Bengkulu, Indonesia*

e-mail: ^{*1)} refporahman@unib.ac.id

Abstract

This research aims to develop a Plant Acoustic Frequency Technology (PAFT) tool that can increase plant productivity. The Plant Acoustic Frequency Technology (PAFT) tool was developed using solar energy technology. PAFT is a technology that applies sound waves to plants. This tool uses several components such as Arduino Uno, relay, and RTC DS3231. Before being used on agricultural land, the tool is validated through the following stages: 1) testing the design of the PAFT tool, 2) testing the effectiveness of the solar panel battery, 3) testing the sound intensity and 4) testing the PAFT tool automation. Based on the analysis and testing results, the device can function properly with a stable sound output intensity of the speakers for 30 minutes. In addition, testing the battery's effectiveness shows a very good ability, namely being able to operate and charge the battery within ± 5 hours. This tool can turn on automatically according to the time when conditions are sunny because the power stored in the battery is sufficient. If it is raining or cloudy, the tool will not function properly, because the battery power is not able to turn on the tool.

Keywords: *arduino uno, design of PAFT, plant acoustic frequency technology, solar panels*

Submitted: 2023-06-18

Accepted: 2024-07-06

Perancangan *Plant Acoustic Frequency Technology* (PAFT) sebagai Stimulus Tanaman dengan Sistem Pengendali Otomatis Berbasis Teknologi Sel Surya

Refpo Rahman^{*1)}, Heriansyah²⁾, Fades Br. Gultom³⁾, Riska Ekawita⁴⁾

^{1,2,3)} *D3 Laboratorium Sains, Universitas Bengkulu, Indonesia*

⁴⁾ *Fisika, FMIPA, Universitas Bengkulu, Indonesia*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat *Plant Acoustic Frequency Technology* (PAFT) yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Alat *Plant Acoustic Frequency Technology* (PAFT) dikembangkan menggunakan teknologi solar energi. PAFT merupakan suatu teknologi yang menerapkan gelombang suara pada tanaman dalam durasi tertentu untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Alat ini dirancang menggunakan beberapa komponen seperti Arduino Uno, relay, RTC DS3231, amplifier, speaker, dan panel surya. Sebelum digunakan dilahan pertanian, alat divalidasi melalui tahapan berikut 1) pengujian perancangan alat PAFT, 2) Pengujian efektivitas baterai panel surya, 3) pengujian intensitas suara dan 4) pengujian otomatisasi alat PAFT. Berdasarkan hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan, alat dapat berfungsi dengan baik dengan intensitas luaran suara speaker selama 30 menit secara stabil. Selain itu, pengujian efektifitas baterai memperlihatkan kemampuan yang sangat baik yaitu dapat beroperasi dan mengisi baterai dalam waktu ± 5 jam. Alat ini dapat menyala otomatis sesuai waktu saat kondisi cerah, karena daya yang tersimpan pada baterai cukup memadai. Jika dalam kondisi hujan atau mendung, alat tidak berfungsi dengan baik, karena daya pada baterai tidak mampu untuk menyalakan alat.

Kata kunci: *arduino uno, perancangan PAFT, plant acoustic frequency technology, panel surya*

Pendahuluan

Seiring berjalannya waktu, inovasi teknologi di bidang pertanian terus mengalami peningkatan. Indonesia yang merupakan daerah sentra produksi tanaman hortikultura sangat berpotensi untuk dapat menerapkan berbagai teknologi dalam meningkatkan kualitas dan hasil panen petani melalui stimulus secara langsung pada tanaman. Menurut (Chowdhury et al., 2014) menstimulus pada tanaman dapat dilakukan dengan mengendalikan lingkungan di sekitar tanaman seperti suhu, cahaya, kecepatan angin, dan lainnya.

Suara memiliki dampak positif bagi makhluk hidup seperti manusia, hewan, tumbuhan dan lainnya. Stimulus tanaman dengan suara yang tidak sesuai dapat memberikan dampak yang buruk (Aprilia et al., 2017). Menurut (Hassanien et al., 2014) bahwa untuk mempengaruhi pertumbuhan tanaman harus menerapkan gelombang suara dengan nilai frekuensi, intensitas suara dan lama waktu penerapan yang spesifik. Berdasarkan kajian yang dilakukan (Carlson, 1941) frekuensi yang tepat untuk menstimulus tanaman sekitar 3500-5000 Hz karena sangat efektif untuk pembukaan stomata menjadi lebih lebar.

Stomata merupakan tempat untuk masuknya nutrisi makanan melalui daun. Artinya, stomata yang terbuka semakin lebar karena suara akan meningkatkan terserapnya nutrisi yang masuk (Suryadarma et al., 2020). Hal ini dilakukan oleh (Pujiwati et al., 2018) pemberian suara dengan frekuensi 4000 Hz dan diikuti pemberian pupuk melalui daun akan memberikan hasil maksimal yaitu dapat meningkatkan toleransi kekeringan. Dampak lainnya yaitu hasil panen kedelai meningkat sekitar 40.89% dan kandungan protein meningkat sekitar 10.3%. Meningkatnya toleransi kekeringan memberikan pengaruh yang sangat baik pada tanaman. Terutama saat kondisi cuaca yang buruk atau *global warming* akan memberikan dampak negatif terhadap ekosistem pertanian. Sehingga, toleransi kekeringan yang meningkat akan menyebabkan tanaman dapat bertahan saat musim kemarau atau hujan (Bertolino et al., 2019). Selain itu, pengaruh paparan gelombang bunyi dapat meningkatkan tinggi, lebar daun, berat basah pada tanaman (Sutan et al., 2018).

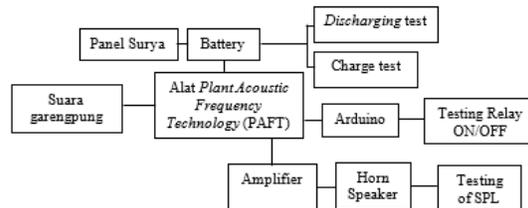
Plant Acoustic Frequency Technology (PAFT) merupakan alat yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas, sistem imun,

dan memperpanjang pertumbuhan tanaman (Hendrawan et al., 2020). Penerapan teknologi ini telah banyak diaplikasikan di berbagai tanaman. Seperti tanaman karet, sayur-sayuran (kangkung, sawi dan lain-lain), kedelai dan banyak yang lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pertumbuhan dan produktivitas pada tanaman (Afifah et al., 2015).

Melalui penelitian sebelumnya, telah dirancang alat *audio bioharmonik* (ABH) menggunakan *single speaker*, tetapi tidak menjangkau beberapa posisi (Rahman, 2021). Sehingga tidak memberikan hasil yang maksimal pada produktivitas tanaman. Untuk memperoleh hasil maksimal, peneliti mengembangkan desain alat dengan menambahkan speaker di setiap sisinya. Inovasi penelitian ini menambahkan kemampuan dapat menyala otomatis sesuai waktu yang telah diatur. Perancangan alat ini diintegrasikan dengan teknologi sel surya sehingga dapat mengurangi penggunaan listrik PLN dan dapat diaplikasikan dimana saja. Penelitian pengembangan ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih maksimal pada berbagai jenis hortikultura.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan untuk merancang bangun alat *Plant Acoustic Frequency Technology* (PAFT) yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Gambar 1 merupakan diagram blok pada penelitian ini yaitu terdiri dari perancangan alat PAFT dan proses pengujian alat.



Gambar 1. Diagram blok perancangan dan pengujian alat PAFT.

Perancangan alat dibagi menjadi dua bagian yaitu merancang komponen otomatisasi dan merancang speaker yang terintegrasi dengan solar panel. Terlebih dahulu menyediakan alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan PAFT yaitu Arduino Uno Atmega 328p, relay single channel, RTC DS3231, LCD 16 x 2, ampplier, horn speaker, inverter AC-DC, Solar *charge controller*, panel surya 20 wp, AKI,

kartu SD dan kabel. Setelah itu, melakukan perancangan menggunakan komponen tersebut. Setelah alat PAFT telah selesai dirakit, selanjutnya menyiapkan suara garengpung yang termanipulasi untuk ditambahkan di kartu SD. Kartu SD tersebut di masukkan ke modul MP3 agar suara garengpung keluar melalui speaker.

Tahap selanjutnya, pengujian baterai PAFT menggunakan suara garengpung dengan frekuensi suara ± 4000 Hz yang dinyalakan saat *discharging* dan *charging*. Pertama, pengujian kemampuan baterai saat proses *discharging*, dilakukan untuk mempelajari alat saat berada pada kondisi cuaca berawan/ gelap. Langkah pengujian, alat ditempatkan di ruangan tertutup tanpa cahaya matahari dengan memastikan kondisi baterai penuh. Alat akan dinyalakan hingga kondisi speaker mati. Setiap 30 menit, tegangan baterai diukur dengan multimeter untuk mendapatkan grafik penurunan tegangan saat kondisi gelap. Kedua, pengujian baterai saat proses *charging* tujuannya untuk memastikan lama waktu pengisian tegangan baterai dalam kondisi *low*. Langkahnya, pastikan alat PAFT ditempatkan di posisi terekspos cahaya matahari. Pengujian tegangan baterai saat *charging* dilakukan pada kondisi cerah dan berawan selama 5 jam untuk mengetahui kondisi mana baterai lebih cepat terisi penuh. Pengumpulan data tegangan pada baterai menggunakan multimeter digital tipe ezren DT-9205A. Sedangkan, data pengukuran kondisi

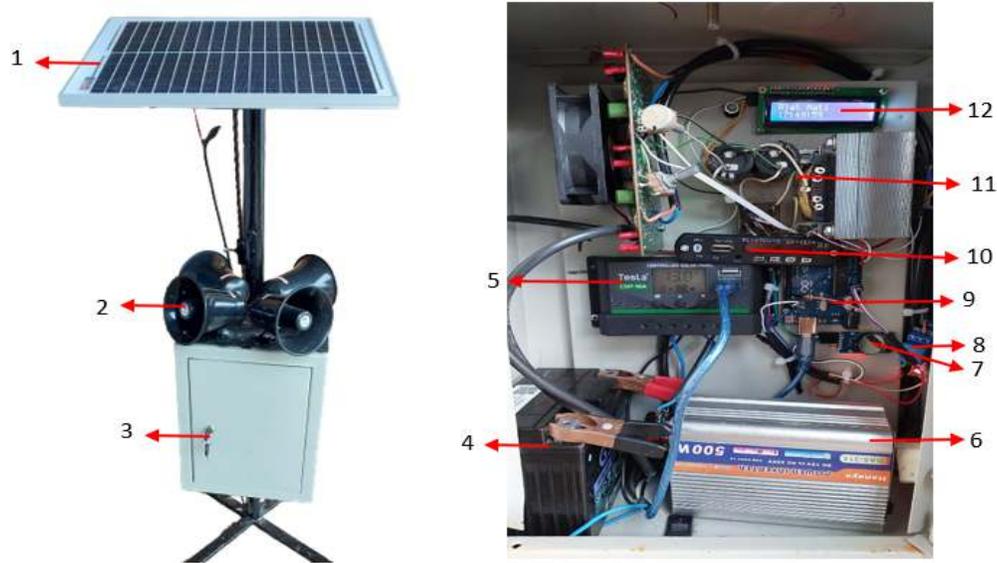
cahaya menggunakan lux meter tipe *smart sensor* AS803.

Pengujian terakhir yaitu mengetahui tingkat intensitas suara dari ke empat speaker. Pengujian ini dilakukan dengan menyalakan alat PAFT selama 30 menit. Intensitas suara akan diukur menggunakan sound level meter dan direkam setiap 1 detik selama 30 menit melalui aplikasi *noiselogger communication tool*. Menurut penelitian Hassanien (2014) bahwa *sound pressure levels* (SPL) yang baik untuk meningkatkan produktivitas tanaman berada pada rentang 75-100 dB (Hassanien et al., 2014).

Hasil dan Pembahasan

Perancangan Alat *Plant Acoustic Frequency Technology* (PAFT)

Desain dan perancangan alat PAFT di mulai dengan terlebih dahulu merakit amplifier sebagai penguat suara dari empat *horn* speaker. Setelah itu, untuk dapat menyalakan alat secara otomatis dirancang perangkat tambahan menggunakan Arduino yang dapat mengendalikan relay untuk dapat menyala sesuai waktu yang telah di *set* oleh modul RTC DS3231. Berbeda dengan alat sebelumnya (Rahman, 2021), alat PAFT ini menggunakan panel surya sebagai sumber listrik seperti yang diperlihatkan Gambar 2.



Gambar 2. Alat *Plant Acoustic Frequency Technology* (PAFT) dengan panel surya.

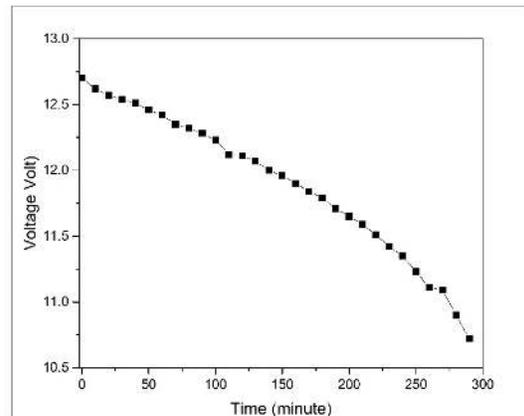
Bagian alat PAFT dapat dilihat pada Gambar 2 yang terdiri dari: 1) panel surya sebagai komponen yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, 2) horn speaker sebagai *output* suara untuk menstimulus tanaman, 3) box listrik sebagai tempat komponen tenaga surya, amplifier dan Arduino dan lainnya, 4) baterai Aki 12 V 5 A sebagai penyimpanan daya yang diperoleh dari cahaya matahari, 5) *solar charge controller* sebagai pengendali baterai, panel surya dan *output* listrik DC, 6) inverter sebagai alat yang digunakan untuk mengkonversi arus DC menjadi arus AC, 7) RTC DS3231 sebagai modul pengatur waktu real time, 8) relay sebagai pengatur tegangan *on/off* pada alat, 9) arduino sebagai pengendali utama komponen elektronik seperti relay, LCD, dan RTC DS3231, 10) modul mp3 player sebagai sumber suara dari Bluetooth, SD card, atau flashdisk, 11) Amplifier sebagai penguat sinyal suara yang dapat mengendalikan suara speaker menjadi lebih tinggi, dan 12) LCD sebagai penampil jam dan penampil kondisi alat PAFT hidup atau mati.

Prinsip kerja dari alat yang telah di rancang ini berawal dari mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik yang disimpan ke dalam baterai aki 12 Volt sebagai sumber listrik alat. Daya baterai yang cukup akan dapat mengoperasikan alat PAFT dengan menyuplai sumber daya listrik ke beberapa komponen elektronik yaitu Arduino dan Amplifier. Dimana, Arduino menggunakan tegangan DC dan Amplifier menggunakan tegangan AC yang diperoleh dari mengkonversi tegangan DC menjadi AC. Alat berfungsi dapat dilihat melalui lampu indikator yang menyala. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengintruksikan relay untuk menyala ON/ OFF sesuai waktu yang telah di atur RTC dan ditampilkan di LCD 16x2. Saat relay menyatakan ON, ke empat speaker akan mengeluarkan suara garempung yang telah di tambahkan ke dalam modul mp3. Luaran suara yang dihasilkan dapat menjangkau intensitas suara melebihi 100 dB. Suara garempung ini merupakan suara yang telah di manipulasi sebelumnya dengan menggunakan Adobe Audition CS6 (Rahman, 2021). Artinya, telah tervalidasi dan siap digunakan di beberapa perangkat teknologi untuk menstimulus tanaman. Aplikasi adobe audition CS6 ini sangat baik digunakan untuk modifikasi suara yang memiliki peak frequency 3000-5000 Hz dari

berbagai suara natural hewan (Kadarisman *et al.*, 2019).

Pengujian *Discharging* dan *Charging* baterai alat PAFT

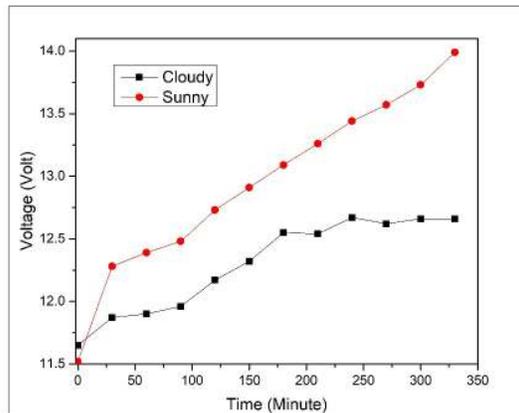
Proses *discharging* dan *charging* ini sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan alat dalam jangka waktu yang lama. Karena dapat diketahui efektivitas dan kemampuannya saat akan diterapkan menstimulus tanaman. Seperti dari hasil pengujian *discharging* pada Gambar 3, alat hanya dapat beroperasi selama ± 5 jam. Terlihat saat alat dinyalakan tegangan awal yang terukur sebesar 12.7 V, tetapi setelah 5 jam suara yang keluar dari speaker mati/ OFF dan terukur tegangan sebesar 10.7 V. Matinya speaker karena daya pada baterai saat digunakan kurang dari 12 Watt. Sehingga, baterai tidak mampu untuk menyalakan speaker dan harus memerlukan pengisian baterai atau *charging*.



Gambar 3. Grafik proses *discharging* tegangan terhadap waktu.

Pengujian *charging* dilakukan dalam dua kondisi yaitu cuaca cerah (*sunny*) dan berawan (*clody*) dengan waktu yang sama selama 5 jam. Gambar 4 memperlihatkan saat kondisi cuaca cerah, baterai terisi penuh sekitar 14 V dengan durasi pengisian selama ± 5 jam, dibandingkan dengan kondisi berawan pengisian daya ± 5 jam hanya mampu mengisi tegangan baterai hingga 12.66 V. Artinya, untuk kapasitas baterai yang kecil 12 V 5 Ah harus berada pada kondisi cuaca yang cerah, agar alat dapat berfungsi secara maksimal. Sementara itu penelitian lainnya pembuatan alat *Audio Bioharmonik* (ABH) dengan *single* speaker dapat beroperasi selam 7 jam (Kadarisman *et al.*, 2020). Jika dibandingkan, kemampuan alat yang kami rancang tidak dapat beroperasi lebih lama. Hal

ini dikarenakan terdapat empat speaker yang dioperasikan, sehingga memerlukan sumber daya cukup. Karena alat hanya beroperasi saat pagi atau sore, hasil ini sudah cukup untuk menstimulus tanaman setiap hari.



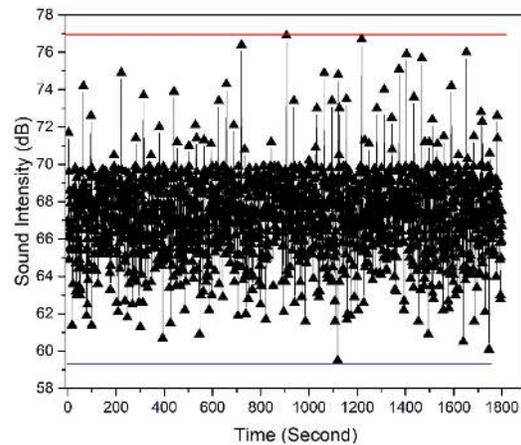
Gambar 4. Grafik pengisian baterai dengan dua kondisi yaitu cerah (merah) dan berawan (hitam).

Sedangkan, pada kondisi berawan atau hujan alat tidak dapat berfungsi. Karena berdasarkan pengujian yang dilakukan selama 15 hari. Alat dapat menyala otomatis dan mengeluarkan suara melalui speaker hanya saat kondisi cuaca cerah. Karena kondisi ini baterai akan terisi full sehingga dapat menyala pada jam 16.00 WIB. Sedangkan, kondisi cuaca cerah atau berawan alat tidak dapat mengeluarkan suara dari speaker karena daya baterai tidak cukup untuk menyalakan speaker yang berkapasitas 12 Watt. Berdasarkan hasil ini, semakin cerah cuaca maka semakin baik baterai menyimpan energi listrik dari cahaya matahari (Cahyadi et al., 2020).

Pengujian Sound Pressure Levels (SPL) Horn Speaker

Selanjutnya, dilakukan pengujian intensitas suara melalui ke empat speaker. Hal ini penting untuk mengetahui konsistensi suara luaran dari speaker saat dinyalakan dalam waktu 30 menit. Berdasarkan Gambar 5, Alat PAFT mengeluarkan suara secara stabil pada rentang 60-77 dB atau rata-rata sebesar 65.3 dB. Pengujian cukup berhasil karena tidak mengeluarkan suara berlebihan. Efeknya dapat mempengaruhi hasil stimulus tanaman. Jika dibandingkan dengan penelitian Hassanien (2014) bahwa *sound pressure levels (SPL)* yang baik untuk meningkatkan produktivitas tanaman

berada pada rentang 75-100 dB (Hassanien et al., 2014). Alat PAFT ini dapat di atur level intensitas suaranya, maka bisa di *setting* mendekati intensitas suara di kisaran 80 dB.



Gambar 5. Sebaran intensitas suara setiap detik selama 30 menit.

Kesimpulan

Penelitian desain dan perancangan alat PAFT telah dilakukan pengembangannya. Alat memberikan hasil yang baik untuk dapat diterapkan di lahan pertanian dengan menggunakan energi surya. Pengujian baterai saat *charging* dan *discharging* memperlihatkan hasil yang cukup baik. Proses tersebut dapat dilakukan selama ± 5 jam dengan memberikan hasil yang sangat baik. Kondisi cuaca yang cerah sangat baik untuk menerapkan alat ini, karena daya yang tersimpan pada baterai cukup mampu untuk menyalakan speaker sesuai waktu yang telah di atur.

Penghargaan

Terima kasih kepada Universitas Bengkulu yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian Pembinaan PNBPU Universitas Bengkulu dengan No kontrak: 1784/UN30.15/PP/2022.

Daftar Pustaka

Afifah, E., Nugrahani, M. O., Prasetyo, N. E., Berlian, I., Rinojati, N. D., & Kadarisman, N. (2015). Utilization of audio bioharmony to improve rubber (*Hevea brasiliensis*) growth in the nursery. *Current Agriculture Research Journal*, 3(1), 01–06. doi: 10.12944/carj.3.1.01.

- Aprilia, Y., Puspita, T., & Susanti, R. (2017). Pengaruh pemberian perlakuan suara musik terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus gangeticus* Linn). *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 5(2), 186–200.
- Bertolino, L. T., Caine, R. S., & Gray, J. E. (2019). Impact of stomatal density and morphology on water-use efficiency in a changing world. *Frontiers in Plant Science*, 10. doi: 10.3389/fpls.2019.00225.
- Cahyadi, C. I., Oka, I. G. A., & Kusyadi, D. (2020). Efisiensi recharger baterai pada pembangkit listrik tenaga surya. *Edu Elektrika Journal*, 9(2), 61–65.
- Carlson, D. (1941) *The sonic bloom growing system*. Diakses pada tanggal 27 Maret 2020. <http://dancarlsonsonicbloom.com/>
- Chowdhury, M. E. K., Lim, H.S. & Bae, H. (2014). Update on the effects of sound wave on plants. *Research in Plant Disease*, 20(1), 1–7. doi: 10.5423/rpd.2014.20.1.001.
- Hassanien, R. H. E., Hou, T-Z., Yu-feng LI, Y-F., & LI, B-M. (2014). Advances in effects of sound waves on plants. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(2), 335–348. doi: 10.1016/S2095-3119(13)60492-X.
- Hendrawan, Y. Putra, A. H., Sumarlan, S. H., & Djoyowasito, G. (2020). Plant acoustic frequency technology control system to increase vegetative growth in red-lettuce. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(4), 2042–2052. doi: 10.12928/TELKOMNIKA.V18I4.14158
- Kadarisman, N., Agustika, D. K., Purwanto, A., Alvianty, V., & Wibowo, B. (2019). Characterization of Sound spectrum based on natural animals as an alternative source of harmonic system audio bio stimulators for increasing productivity of food plants. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1). doi: 10.1088/1742-6596/1387/1/012098
- Kadarisman, N. Sulistiani, F. A., Dwandaru, W.S.B., Wisnuwijaya, R. I., & Sugiarto, A. (2020). Audio bio harmonic with wt5001 smartchipusing solar cell. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16(2), 71. doi: 10.12962/j24604682.v16i2.3750
- Pujiwati, I. Aini, N., Sakti, S. P., & Guritno, B. (2018). The effect of harmonic frequency and sound intensity on the opening of stomata, growth and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41(3), 963-974.
- Rahman, R. (2021). Design and manufacturing audio bioharmonic technology with manipulate peak frequencies for crop field', pp. 4–8.
- Suryadarma, I. G. P., Widiastut, Kadarisman, N., & Dwandaru, B. S.B. (2020). The increase of stomata opening area in corn plant stimulated by dundubia manifera insect sound. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 6(5), 107–116. doi: 10.29121/ijetmr.v6.i5.2019.377
- Sutan, S. M., Prasetyo, J., & Mahbudi, I. (2018). Pengaruh paparan frekuensi gelombang bunyi terhadap fase vegetatif pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomea Reptans* Poir). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 6(1), 72–78.