

Pengembangan Prototype Sistem Pengusir Hama Menggunakan Smart Panel Surya, Lampu UV dan Gelombang Ultrasonik Pada Perkebunan

Dilan Adrian Muslimin Putra¹, Yuyun Paradita², Ridwang³, Adriani⁴

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: dilanadrianmp105821111420@gmail.com¹, yuyunparadita2002@gmail.com², ridwang@unismuh.ac.id³, adriani@unismuh.ac.id⁴

Abstract—This research focuses on developing a prototype pest repellent system designed for use in plantations, utilizing UV lamp technology and ultrasonic waves powered by a smart solar panel. The system aims to control pests effectively without harming plants or polluting the environment, by harnessing solar energy stored in a battery to operate the UV lamp and ultrasonic modules. The research methodology includes the design and construction of hardware consisting of a solar panel, battery, UV lamp, and ultrasonic modules. The system is also equipped with automatic controls to optimize its operational efficiency. Testing was conducted in plantation areas with various types of pests to measure the system's effectiveness. The results indicate that this prototype has significant potential in reducing pest populations in the tested areas. Although still in the prototype stage, initial findings show that the system is quite effective in repelling pests, with effectiveness levels varying depending on the type of pest and environmental conditions. In conclusion, this prototype has the potential for further development and larger-scale implementation. Suggestions for future research include adding PIR sensors for motion detection, increasing battery capacity for longer operation duration, and improving speaker quality to extend the range of ultrasonic waves, which could enhance the system's effectiveness and efficiency. This system offers an innovative and sustainable approach to addressing pest problems in plantations effectively and in an environmentally friendly manner.

Keywords: Pest repellent, UV light, ultrasonic waves, solar panel, renewable energy.

Abstrak—Penelitian ini berfokus pada pengembangan prototipe sistem pengusir hama yang dirancang untuk digunakan di perkebunan, dengan memanfaatkan teknologi lampu UV dan gelombang ultrasonik yang didukung oleh smart panel surya. Sistem ini bertujuan untuk mengendalikan hama secara efektif tanpa merusak tanaman atau mencemari lingkungan, dengan menggunakan energi matahari yang disimpan dalam aki untuk mengoperasikan lampu UV dan modul ultrasonik. Metode penelitian mencakup desain dan pembuatan perangkat keras yang terdiri dari panel surya, aki, lampu UV, dan modul ultrasonik. Sistem ini juga dilengkapi dengan kontrol otomatis untuk mengoptimalkan efisiensi operasionalnya. Pengujian dilakukan di area perkebunan dengan beragam jenis hama untuk mengukur efektivitas sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe ini memiliki potensi besar dalam mengurangi populasi hama di area yang diuji. Meskipun masih dalam tahap prototipe, hasil awal menunjukkan bahwa sistem ini cukup efektif dalam mengusir hama, dengan tingkat efektivitas yang bervariasi tergantung pada jenis hama dan kondisi lingkungan. Kesimpulannya, prototipe ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan dalam skala yang lebih besar. Saran

pengembangan untuk penelitian selanjutnya meliputi, penambahan sensor PIR untuk deteksi gerakan, peningkatan kapasitas aki untuk durasi operasi yang lebih panjang, serta peningkatan kualitas speaker untuk memperluas jangkauan ultrasonik, dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem. Sistem ini menawarkan pendekatan yang inovatif dan berkelanjutan untuk mengatasi masalah hama di perkebunan secara efektif dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Pengusir Hama, Lampu UV, Gelombang Ultrasonik, Panel Surya, Energi Terbarukan.

I. PENDAHULUAN

Perkebunan di Indonesia biasanya merujuk pada berbagai jenis tanaman atau produk yang dibudidayakan secara komersial dalam sektor perkebunan. Menurut definisi tersebut, ada beragam jenis perkebunan seperti karet, kopi, sawit, jagung, tebu, tembakau, teh, kakao, dan lain-lain. Aktivitas perkebunan ini bisa dijalankan oleh berbagai pihak, termasuk masyarakat, perusahaan, atau lembaga hukum[1].

Kegiatan budidaya di lahan perkebunan selalu dihadapkan pada tantangan berupa serangan hama yang mengancam hasil panen. Beragam jenis hama seperti, tikus, ngengat, serangga penghisap daun dan kelelawar sering menjadi penyebab menurunnya produktivitas tanaman[2]. Ketika tanaman terinfeksi oleh hama-hama tersebut, berbagai proses penting seperti fotosintesis, penyerapan nutrisi, dan perkembangan buah akan terganggu. Akibatnya, petani harus siap menghadapi risiko gagal panen atau penurunan signifikan dalam hasil produksi mereka[3].

Menanggapi beragam permasalahan yang dihadapi petani, kami berinisiatif menciptakan sebuah perangkat pengusir hama. Alat yang kami kembangkan ini menggabungkan teknologi cahaya ultraviolet[4], dan gelombang suara frekuensi tinggi, dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber tenaga utamanya. Hama serangga tertarik pada cahaya ultraviolet, karena mata mereka sensitif terhadap spektrum cahaya tersebut yang membantu mereka dalam navigasi dan mencari makanan. Pada penelitian terdahulu menggunakan 5 light trap dengan warna merah, biru, putih, hijau dan kuning. Pada pengujian tersebut light trap dengan lampu warna biru lebih mendominasi karena warna biru memiliki intensitas cahaya yang tinggi[5].

Sedangkan gelombang ultrasonik digunakan sebagai metode pengusir. Rentang frekuensi yang dibutuhkan adalah 20-40 kHz untuk mengusir nyamuk, 40-60 kHz untuk mengusir tikus, kelelawar dan hewan yang memiliki pendengaran bagus. Tujuan dari pengembangan alat ini adalah untuk menekan jumlah hama yang ada di perkebunan[6].

Pada penelitian terdahulu yang membahas perancangan alat pembasmi serangga yang dimana alat tersebut digunakan untuk memudahkan para petani dalam membasmi hama pada tanaman bawang merah. Alat perangkap hama pada perancangan ini hanya menggunakan beberapa komponen yaitu photocell, panel surya 10W, Solar Charge Controller, aki, inverter, dan lampu UV. Sedangkan untuk pengembangan alat ini kami menambahkan beberapa komponen seperti panel box, modul ultrasonik, speaker tweeter, ram listrik, dan kami menggunakan panel surya 60W.

Berdasarkan dari permasalahan di atas dan beberapa penelitian terdahulu, maka di rancang sebuah prototype sistem pengusir hama yang berbasis smart panel surya. Sistem pengusir hama ini menggunakan photocell sebagai sistem kontrol on dan off otomatis, serta menggunakan aki sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang dihasilkan melalui panel surya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Solar Cell

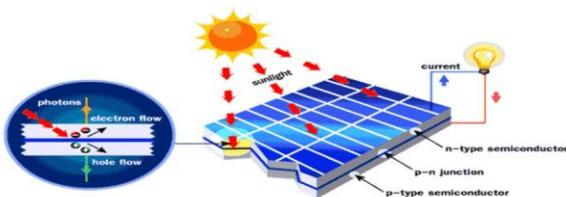
1. Pengertian Solar Cell



Gbr. 1 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik melalui prinsip fotovoltaiik. Fenomena ini berlangsung ketika sepasang elektroda bersinggungan dalam suatu sistem berbentuk padat atau cair yang terpapar cahaya, mengakibatkan timbulnya voltase listrik[7].

2. Prinsip dan Cara Kerja Solar Cell



Gbr. 2 Cara Kerja Solar Cell

Mekanisme kerja panel surya bergantung pada interaksi antara partikel cahaya dan unsur silikon semi-penghantar di dalamnya. Ketika foton dari sinar surya berbenturan dengan atom silikon, terjadi pelepasan energi yang signifikan. Energi ini mampu memutus ikatan elektron dari strukturnya. Akibatnya, elektron bebas yang bermuatan negatif ini bergerak ke area konduktor. Atom yang kehilangan elektronnya menciptakan kekosongan atau hole dalam strukturnya, yang dikenal sebagai area bermuatan positif[8].

3. Fungsi Solar Cell

Panel surya memiliki kemampuan memanfaatkan sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Kehadiran panel surya dalam kehidupan memiliki dampak positif karena dapat meringankan beban keuangan tagihan listrik bulanan[8].

B. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller merupakan suatu perangkat keras yang berfungsi untuk mentransfer listrik yang dihasilkan panel surya ke aki, sekaligus mengatur tegangan yang masuk ke aki. Biasanya, aki memerlukan tegangan pengisian sekitar 12Volt, sedangkan panel surya menghasilkan kisaran tegangan 16 hingga 21Volt DC. Hasilnya, regulator muatan surya mampu mengarahkan tegangan ini dengan aman dan efektif untuk mengisi daya aki[9].



Gbr. 3 Solar Charge Controller

Saat aki terisi penuh, *solar charge controller* secara otomatis memutus arus yang masuk ke aki untuk mencegah *overcharge*[9].

C. Aki



Gbr. 4 Aki

Aki berfungsi sebagai penyimpan energi listrik berarus searah (DC). Aki mengubah energi kimia menjadi arus listrik yang digunakan untuk menyediakan daya bagi sistem *starter*, pencahayaan, sistem pengapian dan komponen listrik lainnya[8].

D. Power Inverter

Power Inverter adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC) dengan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan desain rangkaian. Sumber arus DC yang digunakan sebagai input untuk *power Inverter* dapat berasal dari berbagai sumber, seperti aki, sel surya dan aki[9].



Gbr. 5 Power Inverter

Power inverter adalah komponen penting dalam sistem PLTS yang menghasilkan daya untuk berbagai beban. Berfungsi mengubah listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh PLTS menjadi listrik bolak-balik (AC), yang digunakan ke berbagai beban yang memerlukannya[9].

E. Lampu UV



Gbr. 6 Lampu UV

Lampu yang dipakai dalam *light trap* adalah lampu ultraviolet yang dirancang untuk menarik serangga. Serangga tertarik pada cahaya UV dan akan mendekati sumber cahaya, menjadikannya indikator untuk mengetahui keberadaan hama di perkebunan jagung. *Light trap* ini berfungsi sebagai pemantauan yang efektif dalam membantu mengurangi populasi hama[9].

F. Photocell

Photocell atau sel fotolistrik, merupakan komponen elektronik yang dapat mendeteksi cahaya dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Perangkat ini beroperasi secara otomatis dengan bantuan sensor intensitas cahaya (LDR). Fungsi utamanya adalah menggantikan sakelar manual dengan sakelar otomatis, sehingga mempermudah dan meningkatkan efisiensi dalam pengendalian[10].



Gbr. 7 Photocell

Photocell umumnya diterapkan dalam sistem keamanan dan lampu otomatis. Perangkat ini mendeteksi cahaya pada tingkat tertentu dan menggunakan data tersebut untuk menentukan secara otomatis, lampu harus dinyalakan atau dimatikan[4].

G. Speaker Tweeter



Gbr. 8 Speaker Tweeter

Speaker Tweeter sering disebut sebagai *speaker treble*. Dirancang untuk menghasilkan frekuensi tinggi, *speaker* ini namanya diambil dari kata tweet, yang meniru suara bernada tinggi dari beberapa jenis burung. Berbeda dengan *subwoofer* yang memerlukan *box* khusus untuk pemasangannya, *tweeter* dapat langsung dipasang[11].

H. Jenis Hama

Tanaman jagung sering rusak akibat serangan berbagai hama serangga dan hewan yang membuat petani kesulitan dalam mengatasinya. Hama-hama tersebut mengakibatkan kerusakan pada tanaman jagung, sehingga produksi menurun dan petani mengalami kerugian finansial[2].



Gbr. 9 Hama

Beberapa hama utama yang sering menyerang kebun jagung adalah ulat grayak, belalang, kumbang, lalat bibit jagung dan kutu daun yang menyebabkan kerugian besar bagi petani[2].

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat perakitan alat kami lakukan pada Laboratorium Teknik Elektro Unismuh Makassar. Sedangkan Penelitian dan pengumpulan data dilaksanakan selama 4 hari yang berlokasi pada perkebunan jagung warga, di desa Sokkolia, Kec. Bontomarannu, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan.

B. Alat dan Bahan

Setelah menilai permasalahan, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data dan informasi mengenai bahan serta peralatan yang diperlukan untuk merancang *prototype*. Alat dan bahan pada *prototype* ini terdiri dari, tang ampere avo meter digital clamp multimeter, gerinda, las, solder, obeng, kabel, alcopan, panel box, ram nyamuk dan glue gun. Sedangkan untuk hardware nya terdiri dari modul ultrasonik, stepdown, arc generator, speaker, lampu dan inverter.

C. Metode Penelitian

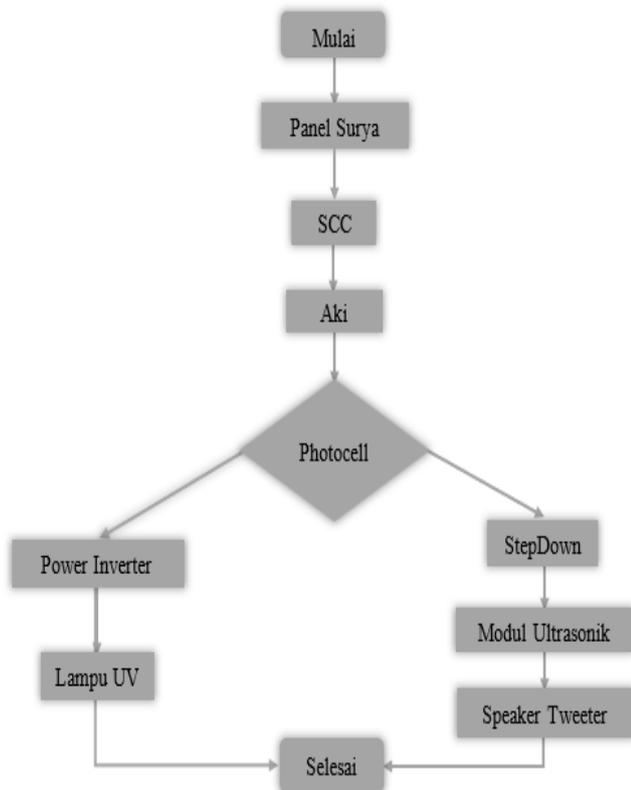
1. Survei

Metode survei merupakan strategi yang digunakan untuk mengumpulkan informasi dari sekelompok orang melalui serangkaian pertanyaan yang terorganisir. Instrumen survei bisa berupa angket yang ditulis, wawancara langsung, telepon, atau via online. Tujuan utama metode survei adalah untuk mengumpulkan informasi tentang opini, sikap, perilaku, atau fakta dari individu yang menjadi subjek penelitian.

2. Observasi

Sedangkan metode observasi adalah teknik penelitian yang melibatkan pengamatan secara langsung atau tidak langsung terhadap perilaku, fenomena, atau interaksi sosial. Peneliti bisa memilih untuk terlibat secara aktif dalam kegiatan yang diamati (observasi partisipatif) atau tetap sebagai pengamat pasif (observasi non-partisipatif).

D. Flowchart



Gbr. 11 Flowchart

Flowchart ini menggambarkan alur proses prototype sistem pengusir hama pada perkebunan menggunakan lampu UV dan gelombang ultrasonik yang berbasis smart panel surya.

Dimulai dari panel surya merubah energi matahari menjadi energi listrik. Kemudian solar charge controller berfungsi mengatur aliran listrik dari panel surya ke aki untuk memastikan aki diisi daya secara efisien dan membantu mencegah *overcharging* (penuh daya berlebih) yang dapat merusak baterai aki. Setelah itu baterai aki berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya.

Kemudian sensor cahaya atau *photocell* berfungsi sebagai pengganti *switch* manual menjadi *switch* yang dapat beroperasi secara otomatis berdasarkan kondisi cahaya disekitar nya. Ketika cahaya matahari turun di malam hari atau saat cuaca mendung, *photocell* mendeteksi penurunan intensitas cahaya dan memicu lampu untuk menyala, begitupun sebaliknya jika intensitas cahaya naik seperti di pagi hari atau siang hari maka lampu padam.

Energi listrik yang disimpan pada aki kemudian akan melewati inverter yang berfungsi mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Kemudian lampu UV dipasang untuk menarik perhatian hama serangga agar tidak hinggap dan merusak kebun. Pada lampu ini, dipasang jebakan menggunakan kawat yang dialiri arus listrik sehingga hama serangga yang mendekat akan mati ditempat.

Sedangkan *stepdown* digunakan untuk menurunkan tegangan 12Volt dari aki ke level Volt lebih rendah yang dibutuhkan oleh modul ultrasonik, sehingga modul ultrasonik akan berfungsi sebagai pengontrol gelombang ultrasonik yang di keluarkan kan melalui speaker tweeter yang di pasang untuk mengusir hama seperti tikus, kelelawar dan serangga lain nya agar menjauh dari lokasi perkebunan kelapa sawit.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian



Gbr. 12 Prototype Pengusir Hama

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah produk prototype untuk sistem pengusir hama yang efektif dalam mengatasi hama serangga serta mengusir hama yang dapat merusak tanaman di perkebunan.

B. Pengujian Alat

Tahapan berikutnya adalah menguji alat di perkebunan dengan memasangnya di ladang jagung warga. Alat ini dipasang di bagian tengah kebun jagung untuk memastikan fungsinya berjalan dengan optimal.

1. Pengujian Panel Surya dan *Power Supply*

Setelah dipasang di perkebunan, kami melaksanakan pengujian untuk menilai waktu operasional alat pengusir hama saat malam hari, serta jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya dalam satu hari. Hasilnya dapat dilihat pada di bawah.

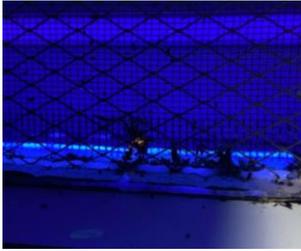
Tabel I Pengujian Panel Surya dan Aki

Hari	Kondisi Cuaca	Waktu Pengisian	Sebelum Pengisian	Setelah Pengisian
Pertama	Cerah	3 jam	7,5v	12,9v
Kedua	Cerah	3 jam, 27 menit	6,6v	12,6v
Ketiga	Mendung	4 jam 15 Menit	6,4v	12,4v

Berdasarkan data pada tabel di atas, tegangan yang dihasilkan panel surya bervariasi tergantung pada kondisi cuaca di lokasi perkebunan.

Pada cuaca cerah atau panas terik, aki dapat terisi penuh dalam waktu 3 jam. Sebaliknya, pada kondisi cuaca yang kurang optimal atau mendung, waktu yang dibutuhkan untuk mengisi aki hingga penuh menjadi lebih lama. Kesimpulannya, panel surya mengisi aki berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diterima.

2. Pengujian *Light Trap*



Gbr. 13 *Light Trap*

Pengujian light trap yang dimana lampu uv berfungsi dengan sangat baik karena dapat menarik perhatian serangga dan serangga yang mendekat pada lampu uv akan seketika mati karena tersengat listrik yang telah di pasang pada kawat.

3. Pengujian Gelombang Ultrasonik

Pengujian gelombang ultrasonik berfungsi dengan baik karena dapat mengeluarkan frekuensi suara di atas 40kHz, yang dapat mengganggu komunikasi dan navigasi hewan sehingga kebun petani dapat terhindar dari kerusakan yang diakibatkan hewan tersebut.

Tabel II Frekuensi Ultrasonik

No	Jenis hewan	Frekuensi kHz
1	Tikus, kelinci	20-40kHz
2	Kelelawar	30-65kHz

Pada tabel diatas menjelaskan frekuensi yang dihasilkan dari gelombang ultrasonik dan rentang frekuensi yang efektif untuk mengusir hama hewan. Seperti pada tikus membutuhkan frekuensi sekitar 20kHz hingga 40kHz. Sedangkan kelelawar memerlukan frekuensi sekitar 30kHz hingga 65kHz.

4. Pengujian Daya Tahan Alat



Gbr. 14 Pengujian terhadap Hewan

Pada Gbr. 14, menunjukkan perilaku hewan, sebelum alat di aktifkan dan setelah alat di aktifkan. Ketika ultrasonik off atau tidak aktif, maka perilaku hewan tersebut hanya tetap tenang dan berdiam di dalam kandangnya. Sedangkan disaat ultrasonik on atau aktif, maka hewan tersebut mulai mencari sumber bunyi dan mulai merasa terganggu dengan bunyi tersebut. Jadi dapat disimpulkan bahwa gelombang ultrasonik dapat di gunakan untuk mengusir hama hewan.

5. Pengujian Daya Tahan Alat

Tabel III Pengujian Daya Tahan Alat

Lampu Uv	Ram Listrik	Speaker Ultrasonik	Waktu	Tegangan Aki
Nyala	Nyala	Nyala	18:27 (0 Menit)	12,9v
Padam	Nyala	Nyala	19:01 (36 Menit)	10,1v
Padam	Lemah	Lemah	21:02 (2 Jam 37 Menit)	7,4v
Padam	Padam	Padam	21:25 (3 Jam 4 Menit)	6,5v

Hasil pengujian pada tabel diatas, menunjukkan bahwa alat dapat beroperasi selama 3 jam menggunakan aki motor 12V. Ketika tegangan aki berada pada 12V, ram listrik, lampu ultraviolet dan speaker ultrasonik akan menyala. Namun, setelah 36 menit pengoperasian, jika tegangan aki turun hingga 10,1V, lampu UV akan padam, sementara ram listrik dan speaker ultrasonik tetap aktif.

Setelah 3 jam, 4 menit pengoperasian, ketika tegangan aki mencapai 6,5V, speaker ultrasonik dan ram listrik akan mati. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa alat ini hanya dapat berfungsi selama 3 jam. Jika tegangan aki turun hingga 6,5V, aki tidak mampu lagi mengoperasikan alat pengusir hama.

6. Pengujian Pada Hama di Kebun



Gbr. 15 Pengujian Hama di Kebun

Bisa dilihat pada Gbr. 15, terlihat banyak serangga seperti belalang, kumbang, lalat bibit jagung, dan serangga kecil lainnya yang terperangkap dan mati karena light trap. Jika alat ini diterapkan oleh para petani, mereka tidak perlu lagi menggunakan zat kimia atau racun serangga berbahaya yang dapat merusak tanah dan tanaman.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah penelitian dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem pengusir hama yang berbasis panel surya, memanfaatkan lampu UV dan gelombang ultrasonik, telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan sangat baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mengusir hama, dengan tingkat efektivitas yang bervariasi tergantung pada jenis hama dan kondisi lingkungan, tanpa memberikan dampak negatif pada tanaman atau lingkungan sekitarnya. Prototipe ini dapat bertahan selama 3 jam saat malam hari, dengan waktu pengisian 3 hingga 4 jam tergantung kondisi cuaca saat siang hari pada lokasi pemasangan. Sistem ini juga berfungsi secara otomatis dan optimal dengan memanfaatkan energi terbarukan, sehingga tidak hanya efisien dalam mengendalikan hama tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Penerapan sistem ini diharapkan dapat menawarkan solusi inovatif dan ramah lingkungan dalam pengendalian hama, khususnya bagi sektor pertanian dan perkebunan yang memerlukan metode yang efisien dan berkelanjutan. Dengan demikian, sistem ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan produktivitas pertanian sambil menjaga kelestarian lingkungan.

B. Saran

Setelah pengujian alat dilakukan, kami menyarankan beberapa pengembangan yaitu:

1. Diharapkan penelitian selanjutnya, dapat membuat alat ini dalam bentuk yang lebih besar untuk diterapkan pada perkebunan.
2. Diharapkan penelitian selanjutnya, menggunakan aki 24v, aki mobil, sebagai tempat penyimpanan daya, agar alat berfungsi dari malam hingga matahari terbit.
3. Diharapkan penelitian selanjutnya, memakai speaker dengan kualitas yang lebih baik sehingga dapat menjangkau area yang jauh. Seperti speaker jenis Ultrasonic Transducer with High Power Output atau Directional Ultrasonic Speakers yang mampu menjangkau hingga 100m-200m.
4. Diharapkan penelitian selanjutnya, dapat menambahkan fitur jika alat tersebut mengalami trouble atau tidak aktif secara otomatis pada malam hari, maka akan menyampaikan notifikasi ke pemilik.
5. Diharapkan penelitian mendatang dapat menggunakan timer atau kontrol otomatis, seperti timer analog, timer digital atau mikrokontroler untuk mengatur kapan fotocel menerima daya dari aki. Dengan cara ini, bisa menghindari fotocel mengonsumsi daya secara terus-menerus aki.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rusdi Evizal, Dasar-dasar produksi perkebunan. Yogyakarta, 2014. Accessed: Jun. 03, 2024. [Online]. Available: <http://repository.lppm.unila.ac.id/17361/>
- [2] Agus Subiantara, Arief Rahman Hakim, Ratna Diana, Novita Chandra Wijaya, Muhammad Yusuf, and Silvia Arianti6, "ANALISIS KERUGIAN SERANGAN HAMA TIKUS DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (STUDI KASUS DI PT.SAKTI MAIT JAYA LANGIT)," 2022. Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.uppr.ac.id/index.php/PUPPR/article/view/9>
- [3] Joan Angelina Widians and Farahdina Nur Rizkyani, "Identifikasi Hama Kelapa Sawit menggunakan Metode Certainty Factor," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 1, pp. 58–63, Apr. 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i1.526.58-63.
- [4] Qory Hidayati, Erick Sorongan, Angga Wahyu Aditya, Zulkarnain, and Asra'af Mustaqim, "TEKNOLOGI LIGHT TRAP DETEKSI HAMA MENGGUNAKAN PANEL SURYA," 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/index>
- [5] Nur Faisal Andani and Mohamad Nasirudin, "EFEKTIFITAS WARNA LIGHT TRAP BERSUMBER LISTRIK PANEL SURYA DI TANAMAN BAWANG MERAH," 2021. Accessed: Jul. 30, 2024. [Online]. Available: <https://ojs.unwaha.ac.id/index.php/epic/article/view/445>
- [6] Alfan Amar Mujab, Mia Rosmiati, and Marlindia Ike Sari, "RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR HAMA MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK," Apr. 2020. Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/11739/11604>
- [7] Yuniarti, Mardiyah Nas, Egy Diasafitri Muhti, and Rahma Hamsi, "Implementasi Sistem Pembasmi Hama Pada Budi Daya Bawang Merah Berbasis Mikrokontroler," Sep. 2021. Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/sntei/article/view/2839>
- [8] Gwayne Clievert Evan Rumbajan, Glanny Ch. Mangindaan, and Meyta Rumbayan, "Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel Untuk Hidroponik," Sep. 2021. Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available: <https://repo.unsrat.ac.id/3338/>
- [9] Wahyu Hidayat and Rezky Rizaldi, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PEMBASMI SERANGGA PADA TANAMAN BAWANG MERAH DI KECAMATAN ANGGERAJA KABUPATEN ENREKANG," vol. 2, no. 7, pp. 45–

- 68, 2024, [Online]. Available:
<https://ejournal.warunayama.org/kohesi>
- [10] Bagus Yudha Saputra and Agus Kiswanto, “RANCANG BANGUN ALAT PERANGKAP SERANGGA DI PERSAWAHAN BERTENAGA SURYA DAN MENGGUNAKAN BLOWER,” vol. 3 No. 1, 2020, Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available:
<https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/277>
- [11] DION PASARIBU, “RANCANG BANGUN PENGUSIR OTOMATIS HAMA PADI DI SAWAH BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN DAYA PANEL SURYA,” 2024. Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available:
<https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/23792>