



Inovasi Lampu Pembasmi Hama Imago Ulat Grayak dengan Sensor Kit Raket Nyamuk untuk Perkebunan Kacang Panjang di Desa Cimacan

Muhamad Habib Alfin¹, Al Khairina Nur Hidayah², Silvia Ramadani³, Eka Aulia Putri⁴, Kafkia Eksabilia⁵, Marisa Syafa'a Salsabila⁶, Alya Nafisa Zulfianti⁷, Sitti Aisyah Ramadhanti Chaeruddin⁸, Elang Asmasutrisno⁹, Rara Alivia Nasywa Putri Gunawan¹⁰

¹Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta

²Pemasaran Digital, Universitas Negeri Jakarta

³Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Universitas Negeri Jakarta

⁴Manajemen Pendidikan, Universitas Negeri Jakarta

⁵Administrasi Perkantoran Digital, Universitas Negeri Jakarta

^{6,7}Teknologi Rekayasa Manufaktur, Universitas Negeri Jakarta

⁸Akuntansi Sektor Publik, Universitas Negeri Jakarta

⁹Bisnis Digital, Universitas Negeri Jakarta

¹⁰Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Negeri Jakarta

CONTACT

muhamadhabib091003@gmail.com

KEYWORDS

Lampu Pembasmi Hama, Imago Ulat Grayak, Sensor Kit Raket Nyamuk

Received: 30/09/2025

Revised: 20/11/2025

Accepted: 20/12/2025

Online: 22/12/2025

Published: 22/12/2025



Risenologi is licenced under a [Creative Commons Attribution 4.0 International Public Licence](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC-BY 4.0)

ABSTRACT

The attack of major pests, such as moths, bangbung, and berang, which develop into plant-damaging caterpillars, has become a serious issue in Cimacan Village, threatening agricultural productivity, particularly in long bean crops. Therefore, this research aims to create an innovative tool to address the problem of *Spodoptera litura* (armyworm) pests in long bean farms in Cimacan Village. This innovation a pest control lamp powered by renewable energy, specifically solar panels. The ultraviolet (UV) lamp is used to attract pests, while an insect light trap with a mosquito racket module is installed around the lamp to eliminate approaching pests. By using solar energy, this tool offers an environmentally friendly and sustainable solution. The development of this pest control lamp follows the 4D development model, which consists of four stages; however, this study focuses on three stages: (1) Definition, (2) Design, and (3) Development. The testing results show that this device can operate effectively for 9 hours per night, sufficient to attract and eliminate *Spodoptera litura* pests in the long bean farming area. Using solar energy, the lamp can remain operational until the morning without requiring additional electricity sources, thus making it environmentally friendly and cost-effective for farmers.

ABSTRAK

Serangan hama utama, seperti ngengat, bangbung, dan berang yang berkembang menjadi ulat perusak tanaman, telah menjadi masalah serius di Desa Cimacan, mengancam produktivitas pertanian, terutama tanaman kacang panjang. Inovasi ini berupa lampu pembasmi hama berbasis energi terbarukan, yaitu panel surya. Lampu ultraviolet (UV) digunakan untuk menarik hama, sementara perangkat listrik dengan modul raket nyamuk dipasang di sekeliling lampu untuk membasmi hama yang mendekat. Solusi ini dikembangkan sebagai alternatif ramah lingkungan yang mengatasi ketergantungan petani pada pestisida kimia serta menawarkan efisiensi energi berkelanjutan untuk pengendalian hama *Spodoptera litura* (ulat grayak) secara spesifik. Pengembangan lampu pembasmi hama ini mengikuti model pengembangan 4D, yang terdiri dari empat tahap; namun, penelitian ini hanya mencakup tiga tahap, yaitu (1) Pendefinisian (*Define*), (2) Perancangan (*Design*), dan (3) Pengembangan (*Development*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat beroperasi secara efektif selama 9 jam per malam, cukup untuk menarik dan membasmi hama imago ulat grayak di area perkebunan kacang panjang. Dengan memanfaatkan energi surya, lampu dapat menyala hingga pagi hari tanpa memerlukan sumber listrik tambahan, sehingga lebih ramah lingkungan dan hemat biaya bagi petani.

PENDAHULUAN

Kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) adalah tanaman semusim yang merambat dengan banyak cabang, banyak dibudidayakan di Indonesia, dan sering digunakan sebagai bahan masakan sehari-hari, baik dalam keadaan mentah maupun dimasak (Harahap & Pane, 2020). Namun, dalam beberapa tahun terakhir, produksi kacang panjang di Indonesia mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti cuaca, serangan hama, dan teknik bertani yang belum optimal. Meskipun kacang panjang merupakan tanaman penting, para petani masih menghadapi tantangan untuk meningkatkan hasil panen (Kristianti & Ashari, 2020). Berdasarkan data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Indonesia (2023), produksi kacang panjang terus mengalami penurunan dari tahun 2021

hingga tahun 2023. Tahun 2021 produksi kacang panjang mencapai 383,685 ton/ha, tahun 2022 turun menjadi 360,871 ton/ha dan pada tahun 2023 turun menjadi 309,421 ton/ha (Kristianti & Ashari, 2020).

Penurunan produksi kacang panjang ini dapat terjadi karena berbagai faktor dan penyebab di antaranya yaitu banyaknya hama yang menyerang tanaman kacang panjang (Gomies, 2022). Dalam menghadapi permasalahan hama, petani umumnya menggunakan pestisida kimia untuk mengendalikan populasi hama tersebut. Hampir 96% petani di Indonesia menggunakan pestisida kimia dalam mengendalikan hama karena dianggap efektif dan menguntungkan secara ekonomi (Anugrah, 2022), akan tetapi terdapat beberapa dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida kimia yang berlebihan ini seperti dapat merusak lingkungan pertanian, terjadi resistensi pada hama, hingga matinya musuh alami (Dinata *et al.*, 2024). Selain itu, bahan kimia dapat meninggalkan sebagian residu di dalam dan bagian-bagian tanaman, pembesaran biologik, hingga dapat mengganggu kesehatan bagi manusia (Dinata *et al.*, 2024). Sebagai negara agraris yang besar, Indonesia merupakan satu dari tiga negara pengguna pestisida terbesar di dunia pada tahun 2021, setelah Brazil, dan Amerika Serikat. Penggunaan pestisida Indonesia tercatat mencapai 283 kiloton pada 2021, penggunaan pestisida dalam jumlah besar ini berisiko menjadi cemaran bahan kimia di lingkungan yang dapat berujung pada paparan residu bahan beracun pada produk makan (Religia, 2023).

Penggunaan energi listrik semakin bertambah seiring dengan perkembangan teknologi. Sementara itu, sumber daya alam saat ini semakin berkurang, sedangkan penggunaan energi listrik bahan bakar fosil dalam jangka panjang akan menguras sumber daya alam. Dalam kasus ini, perlu bagi manusia untuk mengembangkan energi alternatif yang dihasilkan dari sumber daya alam yang melimpah (Gigg *et al.*, 2020). Meskipun perangkap cahaya (*light trap*) telah terbukti efektif dalam pengendalian hama yang tertarik pada cahaya, termasuk imago ulat grayak, implementasi perangkap konvensional seringkali masih bergantung pada sumber listrik konvensional (fosil) yang tidak berkelanjutan atau memerlukan biaya operasional yang tinggi bagi petani. Selain itu, penggunaan pestisida kimia yang dominan di Indonesia tetap menjadi masalah serius karena risiko residu bahan beracun pada produk makanan dan kerusakan lingkungan. Energi fosil dapat habis karena sumber daya ini terbentuk dalam skala waktu yang sangat panjang, jutaan tahun, sedangkan konsumsi manusia terhadap energi fosil jauh lebih cepat. Akibatnya, persediaan energi fosil semakin menipis dan tidak dapat diperbarui dalam waktu yang singkat (Sucofindo, 2023).

Desa Cimacan, yang terletak di Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, memiliki luas sekitar 636 hektar pada tahun 2021 (Priatna *et al.*, 2022). Dengan kondisi alam yang mendukung, desa ini merupakan lokasi ideal untuk menanam berbagai jenis sayuran, termasuk kacang panjang. Meskipun Desa Cimacan memiliki potensi besar dalam produksi kacang panjang, petani sering menghadapi tantangan seperti serangan hama dan penyakit tanaman. Berdasarkan dari permasalahan tersebut, penelitian ini menggagas sebuah inovasi dengan memanfaatkan energi terbarukan yaitu energi matahari yang berjudul “Inovasi Lampu Pembasmi Hama Imago Ulat Grayak dengan Penggunaan Panel Surya untuk Perkebunan Kacang Panjang di Desa Cimacan.”

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan menurunnya produksi kacang panjang akibat serangan hama imago ulat grayak serta tingginya penggunaan pestisida kimia yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Di sisi lain, penggunaan energi listrik berbasis fosil yang tidak berkelanjutan semakin memperburuk kondisi sumber daya alam. Oleh karena itu, penting untuk menghadirkan solusi inovatif berupa teknologi ramah lingkungan berbasis energi terbarukan yang dapat membantu petani mengendalikan hama sekaligus mendukung pertanian berkelanjutan. Kebaruan rancangan ini terletak pada integrasi sistem tenaga surya dengan modul listrik bertegangan tinggi yang diambil dari kit raket nyamuk, menciptakan sebuah alat pembasmi hama yang mandiri energi, efektif membunuh hama dan ramah lingkungan. Oleh karena itu penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian kinerja alat tersebut sebagai teknologi tepat guna.

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian lampu pembasmi hama tenaga surya dengan memanfaatkan panel surya dan sensor cahaya. Penelitian ini merumuskan masalah: “Bagaimana cara membuat lampu pembasmi hama tenaga panel surya?” Tujuannya adalah menganalisis kinerja lampu tersebut sebagai teknologi tepat guna. Secara praktis, mahasiswa memperoleh pengalaman mengembangkan teknologi ramah lingkungan, sedangkan bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan memberikan solusi nyata dalam meningkatkan produktivitas pertanian tanpa bergantung pada pestisida kimia serta menjaga kelestarian lingkungan.

a). Hama Imago Ulat Grayak

Hama imago ulat grayak merupakan fase dewasa dari ulat grayak yang menyerupai ngengat dan menjadi salah satu hama utama pada tanaman budidaya, khususnya kacang panjang. Imago ini aktif pada malam hari untuk makan, kawin, dan berpindah tempat, sedangkan siang hari beristirahat di dasar tanaman (Pertapa, 2024). Serangan imago ulat grayak pada daun dapat mengganggu fotosintesis dan menurunkan hasil panen; kerusakan daun sebesar 12,5% bahkan setara dengan biaya dua kali aplikasi insektisida (Tengkano & Suharsono, 2024). Selain kacang panjang, hama ini juga merusak kedelai dan jagung dengan memakan daun, batang, serta buah. Karena imago tertarik pada cahaya, pengendalian dapat dilakukan menggunakan perangkap berbasis cahaya (Sari *et al.*, 2019).

b). *Solar Cell*

Sel surya adalah komponen utama sistem fotovoltaik yang berfungsi mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Umumnya terbuat dari silikon kristalin, setiap sel menghasilkan tegangan sekitar 12 volt ketika terkena cahaya, dengan kinerja dipengaruhi oleh kualitas materialnya (Muhammadhy *et al.*, 2022). Prinsip kerjanya sederhana, yakni sinar matahari diubah menjadi listrik, lalu arus DC diubah menjadi AC melalui inverter sehingga dapat digunakan untuk perangkat elektronik. Teknologi ini dianggap ramah lingkungan dan efisien (Hidayat *et al.*, 2024).

c). *Solar Charge Controller*

Solar Charge Controller adalah alat elektronik yang berfungsi mengatur arus searah dari panel surya ke baterai, sekaligus mencegah kelebihan voltase dan pengisian agar baterai tidak cepat rusak dan lebih awet (Junaldy, 2019).

d). Modul Kit Raket Nyamuk

Modul kit listrik merupakan rangkaian sederhana yang berfungsi sebagai pengalir arus listrik dengan suplai daya sekitar 3,7 hingga 6 volt. Kit ini memiliki berbagai jenis, namun yang paling umum dijumpai adalah modul yang digunakan pada perangkat raket nyamuk (Qomariah & Santoso, 2023).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)* yaitu berupa prosedur penelitian yang dilakukan dengan menciptakan suatu produk tertentu (Sugiyono, 2010). Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini berupa alat lampu pembasmi hama untuk hama imago ulat grayak. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4D yang merupakan singkatan dari *Define, Design, Development and Dissemination* yang dikembangkan oleh Thiagrajan (1974). Metode R&D dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah inovasi produk, yaitu alat pembasmi hama berbasis tenaga surya. Dan model 4D dinilai cukup fleksibel untuk disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan dalam penelitian ini.

Berikut tahapan yang dilakukan pada model pengembangan 4D:

1. Tahap *Define* (Pendefinisian), tahap pertama ini adalah tahap analisis kebutuhan yang secara garis besar dilakukan dengan studi literatur terhadap suatu masalah terkait seberapa jauh pengembangan yang harus dilakukan.



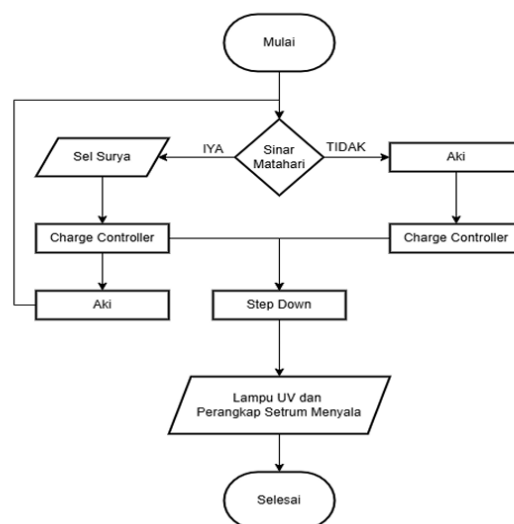
Figure 1. Wawancara oleh Petani

Wawancara ini menunjukkan bahwa gagal panen di daerah tersebut disebabkan oleh faktor cuaca dan serangan hama. Hama yang merusak tanaman biasanya berasal dari serangga terbang yang bertelur, kemudian berkembang menjadi ulat yang menghancurkan tanaman. Beberapa jenis hama yang biasanya muncul yaitu ngengat/jangel, bangbung dan berang. Gagal panen berdampak signifikan terhadap perekonomian petani yang mengalami penurunan hasil produksi secara drastis.

2. Tahap *Design* (Perancangan), membahas tentang perancangan alat yang akan dikembangkan seperti menentukan komponen utama dan menyusun strategi efektivitas alat yang dikembangkan. Tahap ini melibatkan perancangan alat. Alat tersebut dirancang menggunakan komponen utama berupa lampu ultraviolet (UV) untuk menarik hama dan perangkat listrik dengan modul raket nyamuk untuk membasmi hama. Panel surya direncanakan sebagai sumber energi yang mengisi baterai di siang hari untuk mengoperasikan lampu di malam hari. Desain juga mencakup sistem kelistrikan dan kerangka fisik alat agar alat dapat bertahan dalam kondisi lapangan. Berikut alat dan bahan yang digunakan:

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Spesifikasi	Fungsi
Panel Surya	10 Wp	Menghasilkan listrik dari sinar matahari
<i>Solar Charge Controll</i>	12V, 10Ah, Merek PWM	Mengontrol pengisian daya aki
Lampu LED UV	3-3.2V, 20mA, 9 LED UV	Menarik perhatian hama
Aki	12V, 5Ah	Menyimpan energi listrik
Modul Kit Raket Nyamuk	5V, 12V	Komponen untuk menghasilkan tegangan listrik tinggi untuk membasmi hama
Paralon	1/2 inch (2 batang), 4m per batang	Sebagai rangka dan penyalur listrik



Gambar 2. Flowchart

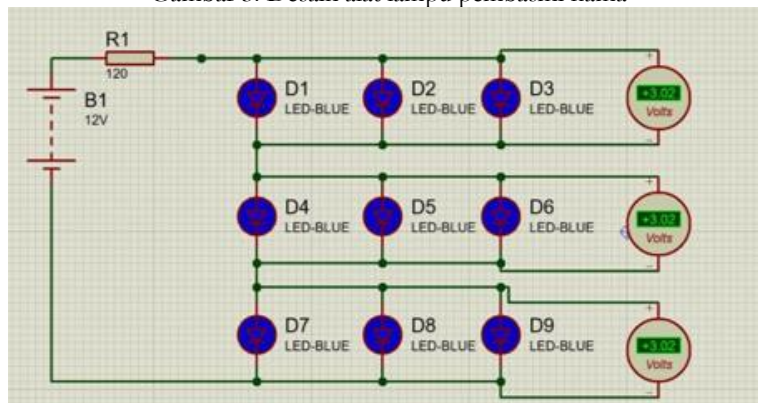
Flowchart ini menggambarkan alur proses Lampu Pembasmi Hama Imago Ulat Grayak dengan Penggunaan Panel Surya. Dimulai dari panel surya mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Kemudian solar charge controller berfungsi mengatur aliran listrik dari panel surya ke aki untuk memastikan aki diisi daya secara efisien dan membantu mencegah overcharging yang dapat merusak baterai aki. Setelah itu baterai aki berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya. Kemudian lampu UV dipasang untuk menarik perhatian hama serangga agar tidak hinggap dan merusak kebun. Pada

lampu ini, dipasang jebakan jaring menggunakan kawat yang dialiri arus listrik sehingga hama serangga yang mendekat akan mati di tempat.

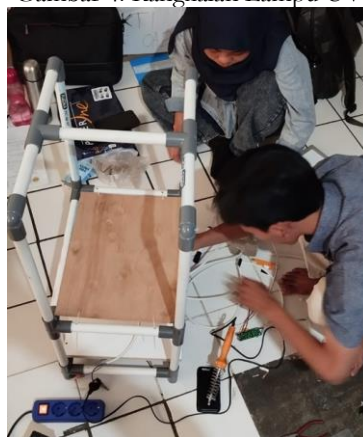
Sedangkan *stepdown* digunakan untuk menurunkan tegangan 12V dari aki ke level Volt lebih rendah yang dibutuhkan oleh rangkaian lampu UV dan rangkaian perangkat setrum, sehingga rangkaian perangkat setrum dapat berguna untuk membasmi hama dengan cara Ketika hama menyentuh jaring, arus listrik akan mengalir melalui tubuh mereka, Arus listrik ini menyebabkan serangan jantung atau kelumpuhan pada hama tersebut, sehingga membunuhnya.



Gambar 3. Desain alat lampu pembasmi hama



Gambar 4. Rangkaian Lampu UV



Gambar 5. Perancangan Alat

3. Tahap *Development* (Pengembangan), Tahap pengembangan melibatkan pembuatan alat dan pengujian dalam skala kecil. Alat diuji di lokasi perkebunan untuk mengevaluasi kinerjanya dalam menarik dan membasmi imago ulat grayak. Aspek yang diuji meliputi daya tahan panel surya, efisiensi lampu UV, dan efektivitas perangkat listrik. Penyesuaian dilakukan berdasarkan hasil pengujian awal untuk meningkatkan kinerja alat. Data hasil uji coba dianalisis untuk memastikan alat dapat bekerja secara optimal selama durasi yang diharapkan.



Gambar 6. Alat Pembasmi Hama



Gambar 7. Pengukuran Tegangan Pemasukan Aki

4. Tahap *Dissemination* (Penyebaran), yaitu tahap penyebaran hasil pengembangan penelitian dan inovasi produk kepada pengguna individu atau kelompok target seperti komunitas petani setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jelaskan hasil yang didapat dalam penelitian ini, lengkapi dengan gambar dan tabel. Paragraf ini menggunakan justify dengan baris pertama menjorok 0.5 cm dan linespacingnya 1. Cara menggunakan template ini hanya tinggal blok paragraf ini dan paste (Dadan, 2020). Deskripsi tabel juga harus dideskripsikan dalam paragraf. Hasil jika diuraikan menggunakan table tampilannya seperti Table 1 berikut. Jika menggunakan gambar bisa merujuk seperti Gambar 1.

Tabel 1. Metode, bagian ini Caption berukuran 9 dan center dan baris pertama di Blok.

Category	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	3.251	1	94	0.075
Based on Median	1.953	1	94	0.166
Based on adjusted	1.953	1	76.574	0.166

Catatan: tabel jangan dimasukkan dalam bentuk gambar, silahkan masukkan dalam bentuk table yang seharusnya

Jika ada sub bagian dari IMRAD CAR maka dibuat subbab seperti berikut.

Sub-Bagian dari Result

Inovasi lampu pembasmi hama dirancang sebagai solusi alternatif dan ramah lingkungan untuk mengendalikan hama imago ulat grayak (*Spodoptera litura*). Prinsip kerja alat dimulai dari Panel Surya yang mengubah energi matahari, kemudian diatur oleh *Solar Charge Controller* untuk mengisi Aki. Pada malam hari, Lampu UV akan menyala otomatis untuk menarik hama, sementara Perangkat Setrum yang dialiri tegangan tinggi (dari Modul Kit Raket Nyamuk) bertugas membasmi hama yang mendekat

A. Hasil Pengujian Kinerja Alat

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Panel Surya dan Aki

Sabtu, 02 November 2024	Kondisi Cuaca	Tegangan Masukan Aki (V)
Jam 08.00 WIB	Mendung	12,27V
Jam 09.00 WIB	Terik	13,13V
Jam 10.00 WIB	Sedikit Mendung	12,90V

Pada penelitian pagi hari tegangan pada aki tersisa 9,3V. Pengukuran tegangan masuk ke aki saat matahari terik sebesar 13,1V, saat matahari mendung 12,7V.

1. Menghitung Jumlah Energi yang Dibutuhkan dengan Aki 12V, 5Ah:

Rumus daya : Daya (Wh)=Tegangan (V)×Arus per jam (Ah)

Daya aki = 12 V × 5 Ah=60 Wh

Pada kapasitas aki yang tersisa sebesar 9,3 V sekitar 0% dari total kapasitasnya, kemudian setelah beberapa waktu kita melakukan pengukuran sebesar 12,4V sekita 70% kapasitas. Dengan demikian:

Kapasitas daya yang perlu diisi = (70%-0%)×60 Wh = 42 Wh

2. Menghitung Waktu Pengisian

Pada data pengukuran tegangan pengisian 13,8 V dan arus pengisian diasumsikan 1 A, daya pengisian adalah:

Daya pengisian = 13,8 V × 1 A = 13,8 W

Sehingga, waktu yang diperlukan untuk mengisi aki dari 9,3 V ke 12,4 V adalah:

Tabel 2. Hasil Pengujian Efektivitas Alat

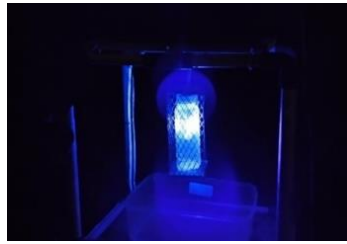
Waktu	Jumlah Hama yang tertangkap (Ekor)	Kondisi Cuaca
20.30 - 05.30 WIB	15	Mendung

Dalam tabel di atas ditunjukkan hasil pengujian efektivitas alat penangkap hama selama periode waktu 9 jam, mulai dari pukul 20.30 hingga 05.30 WIB. Dalam periode waktu ini, alat berhasil menangkap sebanyak 15 ekor hama, dengan kondisi cuaca mendung (pasca hujan) saat pengujian. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa dalam kondisi cuaca mendung dan pada malam hingga pagi hari dengan intensitas cahaya yang rendah karena area perkebunan sangat gelap di malam hari tanpa adanya pencahayaan buatan seperti lampu, alat tersebut mampu menangkap sejumlah 15 ekor hama imago ulat grayak (*Spodoptera litura*) secara efektif. Berikut adalah hasil pengujian alat pembasmi hama:

Tabel 3. Pengujian Alat pada Hama di Kebun Kacang Panjang

No	Pengujian	Status
1	Lampu pembasmi hama dapat menyala di malam hari hingga pagi hari	Berhasil
2	Lampu pembasmi hama dapat menarik hama imago ulat grayak	Berhasil
3	Lampu pembasmi hama dapat otomatis mati ketika panel surya menyerap sinar cahaya matahari	Berhasil
4	Modul raket nyamuk dapat menyetrum hama hingga mati	Berhasil;

Dalam pengujian alat pembasmi hama di kebun kacang panjang, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 8. Alat Menyala pada Malam Hari

Dengan demikian, alat ini memiliki potensi tinggi untuk berfungsi efektif dalam mengendalikan populasi hama selama periode aktivitas mereka yang umumnya terjadi di malam hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu berhasil menarik hama imago ulat grayak mendekati alat. Hal ini menunjukkan efektivitas lampu sebagai alat pemikat, yang mampu menarik hama ke dalam jangkauan alat pembasmi.



Gambar 5. Hama Imago yang Terperangkap

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, inovasi lampu pembasmi hama imago ulat grayak dengan penggunaan panel surya di Desa Cimacan berhasil dikembangkan melalui model 4D, meskipun hanya sampai pada tahap *Define*, *Design*, dan *Development*. Produk yang dihasilkan berupa lampu pembasmi hama dengan panel surya yang dipadukan dengan modul raket nyamuk. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat ini dapat berfungsi secara efektif, terbukti lampu mampu menyala hingga pagi hari serta berhasil mematikan hama imago ulat grayak yang menjadi salah satu penyebab utama penurunan produktivitas tanaman kacang panjang.

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian berikutnya dapat mencakup integrasi sensor cerdas yang mampu mendeteksi intensitas hama secara otomatis sehingga lebih efisien dalam penggunaan energi. Selain itu, desain alat sebaiknya ditingkatkan agar tetap berfungsi optimal pada berbagai kondisi cuaca, termasuk saat mendung atau hujan. Penelitian lanjutan juga diharapkan dilakukan pada skala pertanian yang lebih besar maupun pada jenis tanaman lain, sehingga fleksibilitas dan efektivitas alat dapat dinilai secara lebih komprehensif dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). *Produksi Tanaman Sayuran Menurut ProvinsidanJenisTanaman*.
- Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Sulawesi Tengah. (2022). *Kiat mengurangi kadar residu pestisida*. Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Sulawesi Tengah.
- Dinata, G. F., Sukri, M. Z., Kusparwanti, T. R., Pertami, R. R. D., Firgiyanto, R., Siswadi, E., Rohman, H. F., Rohman, F., Eliyatningsih, E., & Hermanuadi, D. (2024). *Pelatihan Pemanfaatan Yellow Trap Sebagai Perangkap Serangga Ngengat di Lahan Bawang Merah Dusun Tegalrejo, Desa Sabrang, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember*. *Journal of Community Development*, 5(2), 296–304.
- Gigg, R., kaidir, & Yovial. (2020). *PENGUJIAN PERFORMANSI SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN ENERGI MATAHARI (PHOTOVOLTAIK). ABSTRACT OF UNDERGRADUATE RESEARCH, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, BUNG HATTA UNIVERSITY*, 16(2), Article 2.
- Gomies, B. (2022). *Survei Keberadaan Hama Pada Tanaman Kacang Panjang (Vigna sinensis L.) Di Dusun Abe Pantai Kelurahan Asano Distrik Abepura Kota Jayapura*. *AGRICOLA*, 12(1), 29–40.
- Halim, M. A., Rahman, A., & Setiawan, A. (2021). *Penggunaan Lampu UV Sebagai Alat Perangkap Hama untuk Meningkatkan Hasil Pertanian*. *Jurnal Agroteknologi*, 10(1), 45-53.

- Harahap, R., & Pane, E. (2020). Efektifitas Kombinasi Pupuk Kompos Kubis-Kubisan (*Brassicaceae*) dan Pupuk Organik Cair Bonggol Pisang terhadap Produksi Kacang Panjang (*Vigna Sinensis L.*). *Jurnal Ilmiah Pertanian (IIPERTA)*, 2(2), 135-143.
- Hidayat, W., & Rizaldi, R. (2024). Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pembasmi serangga pada tanaman bawang merah di Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 2(7), 45-68.
- Junaldy, R. (2019). Solar Charge Controller: Fungsi dan Manfaat dalam Sistem Energi Surya. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 2(7), 45-68.
- Kristianti, I. I., & Ashari, S. (2020). The Effect of Harvest Time of several Long Beans (*Vigna sinensis L.*) Varieties on Seed Viability in the Rainy Season. *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(11), 1035–1040.
- Pertapa. (2024). DIPERTAPA - GERAKAN PENGENDALIAN HAMA ULAT GRAYAK PADA JAGUNG DI KT. MAJU DAN KT. ANEKA KARYA.
- Priatna, W., Khaerudin, M., Warta, J., Sri Lestari, T., Ilmu Komputer, F., & Bhayangkara Jakarta Raya, U. (2022). PENERAPAN APLIKASI PELAYANAN DESA UNTUK IMPLEMENTASI SMART VILLAGE DI DESA CIMACAN. *Jurnal Pengabdian*, 3(2), 2–3.
- Qomariah, U. K. N., & Santoso, T. A. (2023). Prototipe Alat Pengusir Hama Tikus Pada Tanaman Jagung Menggunakan Mikrokontroler. *EPiC: Exact Papers in Compilation*, 5(3), 14–21.
- Religia. (2023). Indonesia pengguna pestisida terbesar ketiga dunia, tapi riset efeknya masih kurang.
- Sari, R., Widodo, A., & Purwanto, H. (2019). Pengendalian Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kacang Panjang Menggunakan Perangkat Cahaya. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika*, 19(2), 145-152.
- Sucofindo. (2023, Agustus 9). Energi Fosil dan Transisi EBT. Sucofindo.
- Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung : Alfa Beta.
- Suhardiyono, T., Wijaya, M., & Kusuma, F. (2019). Potensi Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) sebagai Tanaman Sumber Pangan dan Penutup Tanah. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 14(1), 67-75.
- Sutrisno, R., Adi, P., & Sari, D. (2022). Aplikasi Lampu UV dalam Pengendalian Hama dan Disinfeksi Lingkungan. *Jurnal Teknologi dan Sains Lingkungan*, 8(1), 30-38.
- Tengkano, W., & Suharsono, S. (2024). Ulat Grayak *Spodoptera Litura Fabricius* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Kedelai dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*, 10, 43–52. <https://doi.org/10.21082/bulBadan>
- Pusat Statistik Indonesia. (2014). Produksi Tanaman Sayuran—Tabel Statistik—Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Wijaya, R. (2020). Pengembangan Baterai untuk Penyimpanan Energi Terbarukan. *Jurnal Teknologi Energi dan Lingkungan*, 9(1), 45-52.