

## **INSECT TRAP LIGHT BERBASIS ANDROID DENGAN TEKNOLOGI SOLAR CELL SEBAGAI SOLUSI PENGENDALIAN HAMA SERANGGA PERTANIAN**

Setio Enwin Putra Ramadhani<sup>1\*</sup>, Harga Sri Rahayu Ningsih<sup>1</sup>, Risse Entikaria Rachmanita<sup>1</sup>, Muhammad Ni'am Wasli Fuadi<sup>2</sup>, Eva Nur Isnaini<sup>2</sup>, Ardhitya Alam Wiguna<sup>2</sup>, and Franciska Wulandari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Manajemen Agribisnis, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

\*Email: setioramadhani@gmail.com

### **Abstract**

*In the agricultural sector, there are various challenges faced by farmers. One of them is the challenge of plant pests. Pests can have an unfavorable effect on crop yields. Improper and optimal control of plant pests will also harm agricultural yields. This research aims to create and apply Insect Trap Light technology in agriculture as a solution to overcome the problem of plant pests by carrying out pest control to increase the quality and quantity of agricultural production. Insect Trap Light is effective in reducing the population of insect pests that are active at night. This technology utilizes solar panels to convert solar energy into electrical energy so that it can be placed on land far from homes or PLN power sources. From the results of the research conducted, the lamp can be lit for 11 hours using a 50 Wp solar cell and a battery with a capacity of 12 V 35 Ah. The monitoring system using a smartphone also shows the results of the voltage and condition of the lights on the insect trap, the application can also control the lights properly. Tool implementation was carried out on eggplant commodities which then produced an effect on plants in the absence of the addition of damaged fruit. It also shows that there has been a reduction in the population of agricultural insect pests on the land.*

**Keywords:** *Insect Trap Light, Pest Control, Solar Cell*

### **Abstrak**

Pada sektor pertanian, ada berbagai tantangan yang hampir tidak lepas dari petani. Salah satunya yaitu tantangan hama tanaman. Hama dapat memberikan pengaruh kurang baik terhadap hasil panen. Pengendalian hama tanaman yang kurang baik dan maksimal akan memberikan dampak yang kurang baik pula terhadap hasil pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menerapkan teknologi *Insect Trap Light* pada pertanian sebagai solusi untuk mengatasi masalah hama tanaman dengan melakukan pengendalian hama guna meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi pertanian. *Insect Trap Light* efektif menurunkan populasi hama serangga yang aktif pada malam hari. Teknologi ini memanfaatkan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik sehingga dapat ditempatkan pada lahan yang jauh dari rumah maupun sumber listrik PLN. Dari hasil penelitian yang dilakukan, lampu dapat menyala selama 11 jam dengan menggunakan *solar cell* 50 Wp dan baterai dengan kapasitas 12 V 35 Ah. Sistem *monitoring* menggunakan *smartphone* juga menunjukkan hasil tegangan dan kondisi lampu pada alat perangkap serangga, aplikasi tersebut juga dapat mengontrol lampu dengan baik. Implementasi alat dilakukan pada komoditas terong yang kemudian menghasilkan pengaruh terhadap tanaman dengan tidak adanya penambahan buah yang rusak. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa terjadi pengurangan terhadap populasi hama serangga pertanian di lahan tersebut.

**Kata-kata kunci:** *Insect Trap Light, Pengendalian Hama, Solar Cell*

## 1. Pendahuluan

Saat ini, sektor pertanian di Indonesia sedang memaksimalkan upaya untuk mencapai ketahanan pangan nasional. *Food and Agriculture Organization* (FAO) (1997) menyatakan ketahanan pangan nasional adalah situasi dimana semua rumah tangga mempunyai akses baik fisik maupun ekonomi untuk memperoleh pangan bagi seluruh anggota keluarganya, dimana rumah tangga tidak beresiko mengalami kehilangan kedua akses tersebut [1]. Ketahanan pangan juga merupakan salah satu indikator kemajuan suatu negara. Jika suatu negara mengalami krisis pangan, maka dapat dinilai bahwa kinerja negara tersebut kurang baik dan berpotensi memperparah kondisi perekonomian negara. FAO telah memprediksi bahwa akan ada potensi krisis pangan dunia. Prediksi tersebut didasari dari kejadian bencana pandemi Covid-19 yang melanda hampir seluruh negara di dunia, termasuk Indonesia [2]. Maka dari itu perlu dilakukan tindakan khusus dan segera untuk mencegah terjadinya krisis pangan di Indonesia. Salah satu cara pencegahan yang dapat dilakukan ialah dengan meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi pertanian.

Pada sektor pertanian, ada berbagai tantangan yang hampir tidak lepas dari petani. Salah satunya yaitu serangan hama tanaman. Hama tanaman dapat merugikan petani karena mengakibatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi pertanian menurun. Seperti kejadian gagal panen yang dialami beberapa petani di Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Dari sekitar 60 hektar tanaman padi, satu hektar diantaranya telah diserang hama. Menurut Syafi'i yang merupakan salah satu petani setempat, mengatakan bahwa serangan hama wereng membuat tanaman padi mengering dan mati (Radar Jember/27/07/2020). Pengendalian hama yang tidak tepat dapat memberikan dampak yang kurang baik terhadap lingkungan dan hasil produksi pertanian. Salah satu cara yang biasanya dilakukan petani untuk mengendalikan hama tanaman yaitu menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida dengan bahan kimia akan berpengaruh terhadap lingkungan serta kualitas dan kuantitas hasil produksi [3].

Kelompok tani mitra BCA merupakan kelompok tani mitra dari perusahaan pertanian di Jember, yaitu perusahaan Benih Citra Asia (BCA). Setelah dilakukan diskusi dengan kelompok tani mitra BCA, didapatkan beberapa permasalahan pertanian yang sedang dialami. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) menjadi permasalahan serius bagi kelompok tani ini. Salah satu OPT yang potensial menurunkan produktivitas yaitu hama serangga. Akibat serangan hama serangga tersebut, tanaman beberapa petani tidak bisa tumbuh sehat dan berpengaruh tidak baik terhadap hasil panen. Tanaman yang diserang oleh hama serangga tidak hanya tanaman padi (*Oryza sativa L.*), tanaman lain seperti terong (*Solanum melongena L.*), cabai (*Capsicum annum L.*) dan gambas (*Luffa acutangula*) juga termasuk tanaman yang diserang hama serangga di kelompok tani mitra BCA ini.

Dari permasalahan kelompok tani tersebut, penulis menawarkan solusi terhadap permasalahan serangan hama serangga yang dapat merusak tanaman dan menyebabkan rendahnya produktivitas usaha. Solusi ini berfokus pada peningkatan kualitas tanaman dalam proses pembudidayaan tanaman untuk memperoleh hasil panen yang berkualitas. Solusi yang ditawarkan kepada kelompok tani mitra BCA yaitu berupa penerapan teknologi *insect trap light* atau lampu perangkap serangga. Teknologi *insect trap light* dinilai memiliki efektivitas yang tinggi untuk membantu penekanan populasi hama serangga pada usaha pertanian. Hal itu didasari oleh sifat serangga yang memiliki ketertarikan pada cahaya [4]. Dengan demikian serangga yang beraktivitas pada malam hari akan dengan mudah masuk ke dalam perangkap [5]. Teknologi *insect trap light* tidak bersifat sebagai pembasmi, namun sebagai pengendali serangan hama serangga pada usaha pertanian.

Teknologi *insect trap light* diintegrasikan dengan sistem *monitoring* melalui aplikasi android. Hal ini dilakukan guna memberikan kemudahan bagi petani dalam penggunaannya. Sistem *monitoring* didesain menyesuaikan dengan kemampuan petani dalam beradaptasi dan memahami teknologi, yaitu dengan desain yang sederhana dan tidak rumit untuk dipahami. Kemudahan yang diberikan dari adanya integrasi dengan android yaitu dapat dilakukan *monitoring* alat jarak jauh tanpa harus datang ke lahan. Sehingga dapat mendukung efektivitas dan efisiensi waktu petani.

## 2. Metode

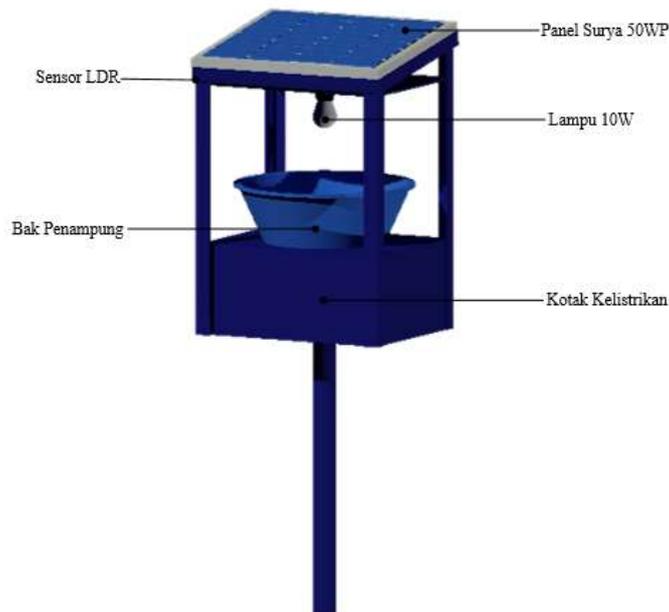
Kegiatan ini dilaksanakan selama 4 bulan yang dimulai pada Mei 2021 sampai dengan September 2021. Tahapan kegiatan ini meliputi perancangan desain alat dan desain aplikasi, persiapan alat dan bahan, perancangan alat, perancangan aplikasi, pembuatan alat, pengujian alat, implementasi alat, kemudian *monitoring* dan evaluasi alat. Diagram alir tahapan kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1.



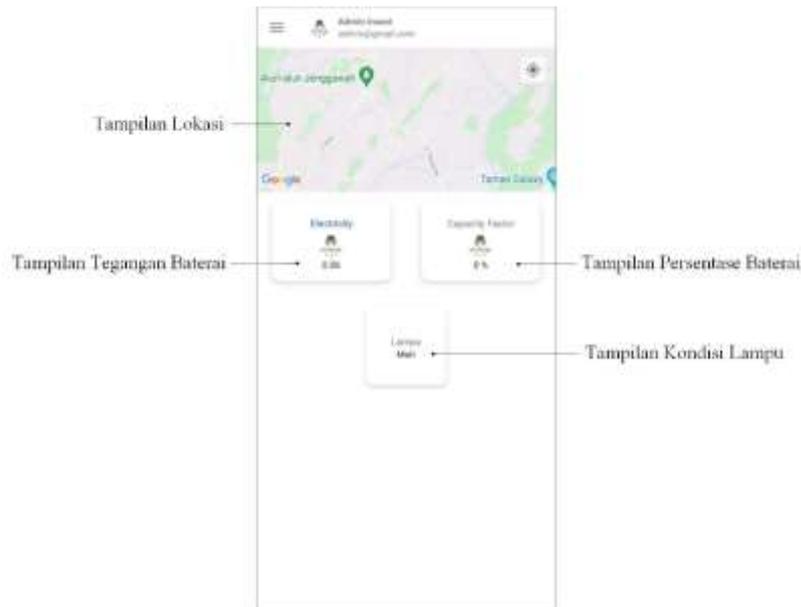
Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Kegiatan

## 2.1. Perancangan Desain Alat dan Desain Aplikasi

Desain alat dibuat dengan menyesuaikan lokasi lahan dan komponen alat yang digunakan untuk mencapai efektifitas dan efisiensi penggunaan alat, desain alat *insect trap light* dapat dilihat pada Gambar 2. Desain aplikasi dibuat dengan memaksimalkan aspek fungsional seperti kemudahan dan kenyamanan pengguna dalam menggunakan aplikasi, desain aplikasi *insect trap light* ditunjukkan pada Gambar 3. Desain tersebut digunakan sebagai dasar atau pondasi sebelum masuk ke tahap pembuatan alat dan aplikasi.



Gambar 2. Desain Alat *Insect Trap Light*



**Gambar 3. Desain Aplikasi *Insect Trap Light***

**2.2. Persiapan Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan meliputi *Roll Meter*, Busur, Gergaji, Mesin Bor, Tang, Obeng, Solder, Gunting, Laptop, dan *Smartphone*. Bahan yang digunakan yaitu Panel Surya 50 Wp, SCC (*Solar Charge Controller*), Baterai (*Accu*) 12 V 35 Ah, Inverter 100 W, Lampu 10 W, Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, MiFi, Sensor Tegangan, Sensor LDR, Relay, GPS, Kabel, *Project Board*, Bak Penampung, dan Kerangka Alat.

**2.3. Perancangan Alat**

Perancangan alat meliputi perhitungan untuk menentukan kapasitas panel surya dan baterai yang akan digunakan dalam pembuatan alat perangkap serangga (*insect trap light*). Beban yang digunakan dalam pembuatan alat adalah lampu 10 W dengan lama penggunaan 11 jam, dan komponen *monitoring* yang menyala selama 24 jam.

1. Total Energi Beban  
 Besar total energi beban yang digunakan dapat dihitung dengan Persamaan (1) [6].

$$W = P \times t \tag{1}$$

Keterangan :

- W = Energi (Wh)
- P = Daya (Watt)
- t = Waktu (s)

2. Inverter yang Digunakan  
 Inverter yang digunakan harus lebih besar dari daya beban yaitu 10 W. Oleh karena itu peneliti menggunakan inverter 100 W karena lebih mudah ditemukan di pasaran dan harganya terjangkau [7].

3. Kapasitas Baterai yang Dibutuhkan  
 Kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) [8].

$$C = \frac{(N \times Ed)}{(Vs \times DOD \times \eta)} \tag{2}$$

Keterangan :

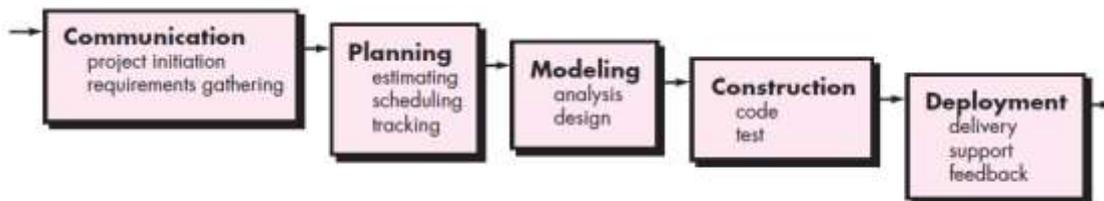
- C = Kapasitas baterai (Ah)
- N = Jumlah hari otonomi (hari)
- E<sub>d</sub> = Konsumsi energi harian (Wh)
- V<sub>s</sub> = Tegangan baterai (Volt)
- DOD = Kedalaman maksimum pengosongan baterai (%)
- η = Efisiensi baterai

4. Kapasitas Panel Surya yang Dibutuhkan  
Kapasitas modul panel surya yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan Persamaan (3) [9].

$$\text{Kapasitas panel surya} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian}}{\text{Insolasi Surya Harian}} \quad (3)$$

## 2.4. Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi *insect trap light* dilakukan dengan menggunakan model *waterfall*. Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Winston Royce sekitar tahun 1970-an. Model *waterfall* merupakan model klasik yang bersifat sistematis, berurutan dalam membangun software [10]. Alasan penggunaan metode *waterfall* adalah karena pengaplikasiannya yang mudah [11]. Keuntungan menggunakan model *waterfall* adalah prosesnya lebih terstruktur sehingga kualitas *software* lebih baik dan tetap terjaga [12]. Gambar 4 menunjukkan fase-fase dalam *waterfall model*.



Gambar 4. *Waterfall Model*

- a. *Communication*  
*Communication* adalah suatu tahap pengumpulan informasi. Pengumpulan informasi dilakukan dengan wawancara dengan kelompok tani mitra BCA (Benih Citra Asia).
- b. *Planning*  
Tahap *planning* adalah tahapan perencanaan yang menjelaskan tugas-tugas teknis yang dilakukan dan sumber daya yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis kebutuhan yang digunakan untuk merancang *system* yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.
- c. *Modelling*  
Tahap *modelling* ialah melakukan perancangan desain *interface system* dan desain sistem sehingga dapat membantu dalam menentukan perangkat keras (*hardware*) serta dapat mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.
- d. *Construction*  
Tahap *construction* adalah melakukan pengkodean dengan menggunakan *software* android studio untuk membuat desain dan halaman layout pada android. Setelah pengkodean selesai, maka dilakukan tahap pengujian atau *testing* untuk menemukan kesalahan-kesalahan pada sistem sehingga dapat diperbaiki.

e. *Deployment*

Tahap *deployment* ialah melakukan implementasi ke *user* dan pengimplementasian *monitoring* pada alat *insect trap light*.

## 2.5. Pembuatan Alat dan Aplikasi

Pembuatan alat meliputi pembuatan kerangka alat, pemasangan sistem panel surya, dan perakitan komponen sistem *monitoring*. Pembuatan kerangka alat disesuaikan dengan desain yang telah dirancang, mulai dari bentuk, dimensi, serta bahan yang akan digunakan. Pembuatan aplikasi android juga disesuaikan dengan desain aplikasi yang telah dirancang, yaitu dengan tampilan yang sederhana agar mudah untuk dipahami. Aplikasi *insect trap light* dibuat dengan menggunakan *software* Android Studio.

## 2.6. Pengujian Alat

Pengujian alat merupakan tahapan uji coba alat sebelum tahap distribusi alat ke mitra dan implementasi alat di lahan. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui tingkat kesempurnaan alat yang dirakit. Dari kegiatan pengujian ini, ditemukan beberapa hal yang perlu disempurnakan.

## 2.7. Implementasi Alat

Implementasi dilakukan di salah satu lahan milik kelompok tani mitra BCA. Implementasi awal dijalankan dengan menyesuaikan pada musim tanaman di kelompok tani mitra BCA, yaitu pada tanaman hortikultura terong (*Solanum melongena* L.).

## 2.8. Monitoring dan Evaluasi Alat

*Monitoring* dan evaluasi secara berkala dilakukan guna mengetahui apakah ada yang perlu disempurnakan guna mencapai keefektifan alat secara maksimal. Jika pada kegiatan monitoring dan evaluasi ini ditemukan kendala maka akan dilakukan perbaikan dan penyempurnaan lanjutan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan alat dilakukan di Desa Kemuningsari Kidul, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember. Kerangka alat terbuat dari bahan besi dengan tinggi 180 cm. Pemilihan tinggi alat 180 cm disesuaikan dengan ketinggian rata-rata tanaman yang ditanam oleh kelompok tani mitra BCA yaitu padi, jagung, dan terong. Alat yang telah dibuat selanjutnya diserahkan kepada salah satu kelompok tani mitra BCA seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

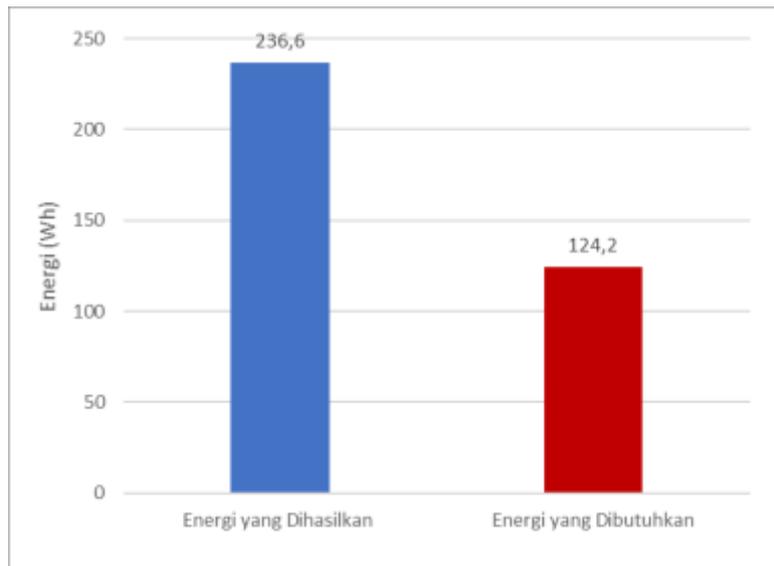


**Gambar 5. Penyerahan Alat Kepada Mitra**

Sistem kerja alat ini memanfaatkan sifat hama yang memiliki ketertarikan terhadap cahaya (fototaksis) sehingga hama akan mendatangi sumber cahaya dan kemudian akan terjatuh ke dalam wadah berisi air deterjen ketika hama menabrak lampu [13]. Lampu yang digunakan untuk menarik hama adalah lampu LED 10 W agar jangkauan cahaya lebih luas sehingga dapat menarik serangga lebih banyak [14]. Lampu

dapat menyala dan mati secara otomatis dengan memanfaatkan sensor LDR sebagai sensor cahaya, serta dapat dikontrol dari jarak jauh menggunakan aplikasi android.

*Insect trap light* memanfaatkan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya yang digunakan memiliki kapasitas 50 Wp dengan jenis *monocrystalline*, panel surya jenis *monocrystalline* lebih efisien dibandingkan panel surya jenis lainnya, yaitu sekitar 15% - 20% [15]. Energi yang dihasilkan oleh panel surya selama satu hari adalah sebesar 236,6 Wh. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan pada baterai (*accu*) dengan kapasitas 12 V 35 Ah. Energi yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu selama 11 jam dan komponen sistem *monitoring* lainnya selama 24 jam adalah sebesar 124,2 Wh. Perbandingan energi yang dihasilkan oleh panel surya dengan energi yang dibutuhkan dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Perbandingan Energi yang Dihasilkan dan Energi yang Dibutuhkan**

Aplikasi android yang telah dibuat untuk memonitoring dan mengontrol alat dari jarak jauh dapat bekerja dengan baik. Aplikasi yang telah dibuat dapat menampilkan titik lokasi alat, tegangan dan persentase baterai, serta kondisi lampu secara *real time*. Aplikasi tersebut juga dapat menghidupkan dan mematikan lampu kapanpun dan dimanapun karena sistem *monitoring* alat aktif 24 jam. Tampilan aplikasi *insect trap light* ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Tampilan Aplikasi *Insect Trap Light***

Implementasi teknologi *insect trap light* menghasilkan pemenuhan dari tujuan utama, yaitu pengendalian hama serangga pertanian. Penerapan dilakukan pada tanaman terong (*Solanum melongena L.*) di lahan milik salah satu anggota kelompok tani mitra BCA dengan luas 170 m x 70 m seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Hama serangga utama yang menyerang tanaman terong yaitu wereng, kumbang dan belalang hijau kecil. Serangga ini menyerang pada bagian batang dengan menghisap cairan pada batang hingga tanaman menjadi layu dan kering [16], serta pada bagian buah dengan memakan sebagian kulit beserta daging buah dan menyisakan lubang yang kemudian berpotensi terjadinya pembusukan.

Menurut Pinandita (2014) lampu berwarna putih mampu menangkap hama serangga lebih banyak daripada lampu dengan warna lainnya [17]. Ilham (2018) juga telah membuat alat perangkap hama yang serupa, hama yang terperangkap yaitu walang sangit (*leptocorica acuta*), kepindang tanah (*scotinophora coarctata*), kepik hijau (*nezara viridula*), penggerek batang padi putih (*scripophaga innotata*), dan belalang (*caelifera*) [5].

Implementasi awal dilaksanakan selama 20 hari mulai tanggal 1 September – 20 September 2021. Namun implementasi berikutnya akan dilaksanakan oleh mitra dalam menjalankan usaha pertaniannya. Dalam implementasi selama 20 hari, diperoleh beberapa benefit bagi mitra, antara lain: a) Terjadi pengurangan terhadap penambahan buah yang rusak; b) Biaya perawatan tanaman dapat ditekan, karena hama serangga dapat terkendali dengan penerapan teknologi *insect trap light*; c) Efisiensi waktu petani, karena teknologi *insect trap light* dapat dikontrol menggunakan aplikasi android kapanpun dan dimanapun.



(a) Insect Trap Light saat Siang Hari

(b) Insect Trap Light saat Malam Hari

**Gambar 8. Implementasi *Insect Trap Light***



**Gambar 9. Hama Serangga yang Terperangkap**

#### 4. Kesimpulan

Teknologi *insect trap light* yang terintegrasi dengan sistem android merupakan solusi terbaik bagi pertanian, khususnya pertanian kelompok tani mitra BCA. Implementasi yang dilakukan menunjukkan efektivitas yang baik terhadap pengurangan populasi hama serangga pertanian yang menyerang tanaman. Berkurangnya populasi hama serangga juga mengurangi kerusakan terhadap tanaman pertanian. Dengan demikian kualitas tanaman menjadi lebih baik dan memperoleh hasil panen yang baik pula serta dapat meningkatkan produktivitas usaha tani pada pertanian kelompok tani mitra BCA. Dari hasil pengujian alat menunjukkan bahwa lampu dapat menyala selama 11 jam dengan menggunakan panel surya 50 Wp dan baterai berkapasitas 12 V 35 Ah dengan kebutuhan energi sebesar 124,2 Wh/hari. Dukungan sistem android pada teknologi *insect trap light* dapat memberikan kemudahan bagi petani dalam upaya pengendalian hama serangga pertanian, karena *monitoring* alat dapat dilakukan dengan fleksibel melalui *smartphone* petani tanpa harus pergi ke lahan. Sehingga tercapai efisiensi usaha, khususnya usaha pertanian kelompok tani mitra BCA.

#### Referensi

- [1] H. Suharyanto, "Ketahanan Pangan," *J. Sos. Hum.*, vol. 4, no. 2, pp. 186–194, 2011.
- [2] F. Sandi, "Awat! Peringatan FAO Soal Krisis Pangan Bisa Jadi Kenyataan," *CNBC Indonesia*, 2021. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210122192310-4-218166/awat-peringatan-fao->

- soal-krisis-pangan-bisa-jadi-kenyataan (accessed Feb. 23, 2021).
- [3] H. N. MZ, "PENDAMPINGAN KELOMPOK TANI 'MARGO RUKUN' DALAM MENANGGULANGI KETERGANTUNGAN BAHAN KIMIAWI DI DUSUN KRAJAN DESA TERBIS KECAMATAN PANGGUL KABUPATEN TRENGGALEK," 2018.
  - [4] E. S. Alim, and H. Ramza, "Perancangan Piranti Perangkap Serangga (Hama) dengan Intensitas Cahaya," *Rekayasa Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–34, 2012.
  - [5] H. A. Ilham, R. Syahta, F. Anggara, and Jamaluddin, "Alat Perangkap Hama Serangga Padi Sawah Menggunakan Cahaya dari Tenaga Surya," *J. Appl. Agric. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 11–19, 2018.
  - [6] M. J. D. Suryanto, and T. Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System for Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 47–55, 2019.
  - [7] A. E. Romadhon, A. Rofi'i, and R. E. Rachmanita, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kabupaten Lumajang," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 10, no. 1, pp. 7–15, 2022.
  - [8] V. R. Kossi, "Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2018.
  - [9] Z. Iqtimal, I. D. Sara, and Syahrizal, "Aplikasi Sistem Tenaga Surya sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2018.
  - [10] R. S. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi Buku 1*. Yogyakarta: Andi, 2015.
  - [11] B. Huda, and S. Apriyanto, "Aplikasi Sistem Informasi Lowongan Pekerjaan Berbasis Android dan Web Monitoring," *Buana Ilmu*, vol. 4, no. 1, pp. 11–24, 2019.
  - [12] A. Moenir, and F. Yuliyanto, "Perancangan Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web dengan Metode Waterfall pada PT. Sinar Metrindo Perkasa (SIMETRI)," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 2, no. 3, pp. 127–137, 2017.
  - [13] R. E. Rachmanita, S. D. A. Febrianti, S. Anggraini, E. Siswadi, R. Firgiyanto, and M. I. R. Apriadana, "Penerapan Alat Penjebak Serangga Otomatis Tenaga Surya di Kelompok Tani Dusun Rayap Desa Kemuning Lor," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-7*, vol. 7, no. 3, pp. 150–157, 2021.
  - [14] N. K. Larioh, M. H. Toana, F. Pasaru, "Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu Perangkap Terhadap Populasi dan Intensitas Serangan Penggerek Batang Padi Putih *Scirpophaga innotata* wlk. (Lepidoptera:Pyralidae) pada Tanaman Padi," *Agrotekbis*, vol. 6, no. 1, pp. 136–141, 2018.
  - [15] N. Safitri, T. Rihayat, and S. Riskina, *Buku Teknologi Photovoltaic*. Banda Aceh: Yayasan Puga Aceh Riset, 2019.
  - [16] B. Nurbaeti, I. A. Diratmaja, S. Putra, *Hama Wereng (Nilaparvata lugens Stal) dan Pengendaliannya*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, 2010.
  - [17] S. Pinandita, "Rancang Bangun Alat Pengendali Hama Wereng Mekanik Menggunakan LED dan Alat Penyedot," *Jnteti*, vol. 03, no. 04, pp. 281–286, 2014.