



**MODIFIKASI LAMPU PERANGKAP SERANGGA DENGAN  
JENIS DAN WARNA LAMPU PADA BUDIDAYA  
BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Karimullah  
NIM 131710201072**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**MODIFIKASI LAMPU PERANGKAP SERANGGA DENGAN  
JENIS DAN WARNA LAMPU PADA BUDIDAYA  
BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Karimullah  
NIM 131710201072**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**MODIFIKASI LAMPU PERANGKAP SERANGGA DENGAN  
JENIS DAN WARNA LAMPU PADA BUDIDAYA  
BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan  
mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Ahmad Karimullah**  
**NIM 131710201072**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ibunda Ir. Indriati dan Ayahanda Drs. Qobil Yazid, M. Pd., yang selalu memberikanku doa, semangat dan motivasi;
2. Adik-adikku tersayang, Rif'an Fadlillah dan Kafa Faiqotun Najhah, yang selalu memberikan motivasi serta doa dan kepada alm. Rizki dan alm. Syahrullah Farhan.
3. Almamater Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Al-Qur'an, Surat Al-Insyirah Ayat 5 dan 6)

“Orang boleh pandai setinggi langit, tapi selama ia tidak menulis, ia akan hilang di dalam masyarakat dan dari sejarah. menulis adalah bekerja untuk keabadian”

(Pramoedya Ananta Toer)

“Semangat besar selalu menemui tentangan yang sengit dari pikiran rata-rata”

(Albert Einstein)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Karimullah

NIM : 131710201072

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Modifikasi Lampu Perangkap Serangga dengan Jenis dan Warna Lampu pada Budidaya Bawang Merah (*Allium cepa L.*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi, semua data dan hak publikasi KIT ini ada pada Lab. Enotin FTP Universitas Jember.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Januari 2018  
Yang menyatakan,

Ahmad Karimullah  
NIM. 131710201072

**SKRIPSI**

**MODIFIKASI LAMPU PERANGKAP SERANGGA DENGAN  
JENIS DAN WARNA LAMPU PADA BUDIDAYA  
BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

Oleh:

Ahmad Karimullah

NIM. 131710201072

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Askin, S.TP., M.MT.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Modifikasi Lampu Perangkat Serangga dengan Jenis dan Warna Lampu pada Budidaya Bawang Merah (*Allium cepa L.*)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Jum’at

Tanggal : 19 Januari 2018

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.  
NIP. 196312121990031002

Askin, S.TP., M.MT  
NIP. 197008302000031001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Bayu Taruna Widjaja P, S. TP., M. Eng., Ph. D.  
NIP. 196108061988021001

Ir. Wagiyana, MP.  
NIP. 196108061988021001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M. Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**“Modifikasi Lampu Perangkap Serangga dengan Jenis dan Warna Lampu pada Budidaya Bawang Merah (*Allium cepa* L.)”**; Ahmad Karimullah; 131710201072; 2017; 61 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang sejak lama telah diusahakan petani. Sayuran ini termasuk dalam kelompok rempah tidak bersubstitusi yang berfungsi sebagai bumbu penyedap makanan serta bahan obat tradisional. Namun, salah satu masalah yang dihadapi adalah bertambahnya serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang habitat hidupnya sangat dinamis dan sering terjadi peledakan OPT. Pengendalian OPT dapat memanfaatkan cahaya yang diterapkan pada lampu perangkap serangga. Daya penekanan terhadap tingkat kerusakan mencapai 74-81%. Pemasangan oleh petani bersumber dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) sehingga tidak dapat menjangkau jarak yang jauh dari sumber listrik serta memiliki tegangan listrik tinggi. Serta belum adanya informasi mengenai warna lampu yang efektif dalam merangkap OPT bawang merah.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang lampu perangkap serangga dengan sumber tenaga baterai yang dapat diaplikasikan pada lahan yang jauh dari sumber listrik serta menerapkan sistem kontrol otomatis pada alat untuk memudahkan petani dalam mengatur hidup dan mati lampu dan juga mengumpulkan informasi mengenai warna lampu yang efektif dalam merangkap OPT bawang merah.

Sumber tenaga menggunakan baterai *Valve Regulated Lead Acid (VRLA)* 3,5A 12V, lampu yang dipilih DC 5W 12V yang direncanakan hidup selama 12 jam dan dibuat dalam 4 warna yaitu, putih, merah, kuning dan hijau, tiap warna terdiri dari 2 buah lampu. Media perangkap OPT yang digunakan adalah *Yellow Trap* dan pengambilan data dilakukan mulai lampu hidup dan mati otomatis sekitar jam 17.20 hingga 05.20 WIB dengan 3 kali pengulangan. Analisis data menggunakan analisis deksriptif kemudian OPT yang terperangkap diidentifikasi hingga tingkat *famili*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lampu perangkap bersumber tenaga baterai dapat hidup lebih lama dari yang diharapkan yaitu selama 14 jam. Konsumsi energi alat yang terpakai sebesar 2,67 W yang digunakan untuk menghidupkan sistem kontrol dan lampu. Lampu perangkap berhasil mendapatkan serangga yang terdiri dari 11 *Famili* yaitu *Cicadellidae*, *Staphylinidae*, *Tephritidae*, *Acrididae*, *Noctuidae*, *Formicidae*, *Culicidae*, *Chrysomelidae*, *Alydidae*, *Reduvidae*, *Braconidae* dengan jumlah keseluruhan serangga terperangkap berjumlah 585 ekor.

Warna lampu yang paling efektif dalam merangkap serangga adalah warna putih (menangkap 289 serangga), kemudian diikuti warna kuning (123 serangga), warna hijau (99 serangga) dan warna merah (74 serangga).

## SUMMARY

**"The Modification of Insect Light Trap with the Type and Color of Lamp on Onion (*Allium cepa* L.) Cultivation "**; Ahmad Karimullah; 131710201072; 2017; 61 Pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Onion is one of the main vegetable commodities that has been cultivated for a long time. This kind of vegetable is included in the group of unsubstituted spices that function as food seasonings and traditional medicine. However, one of the problems faced is the increasing attack of pests whose habitats are very dynamic. pest control can take advantage of the light applied to insect light trap. The installation by farmers is powering by the State Power Plant so it can't reach cause it's to far. There is no information about the color of the lights that are effective in catching onion pests.

This research purposed to design insect light trap with a battery which could be applied on a place that far away from the power source and implemented an automatic control system to facilitated farmers in managing the lights and also collected information about the color lights which were effective in caught onion pests.

The power source was used Valve Regulated Lead Acid (VRLA) 3.5A 12V battery, and the lamps were selected on DC 5W 12V which were be plan to live for 12 hours. The lamp colors were be made in 4 colors, including white, red, yellow and green, and there were 2 lamps in every color. Media traps of onion pests used Yellow Trap and data retrieval was be done from the lamps turn on and turn off automatically around 17.20 pm to 05.20 am with 3 repeatations. Data analysis used descriptive analysis and then identified trapped pests up to the famili level.

The results of trap batteries lights could live longer than expected, that was 14 hours. Energy consumption of light traps 2.67 W, and had been used to turn on the control system and the lamps. The light trap success got 585 insect, included 11 families of insect, there were Cicadellidae, Staphylinidae, Tephritidae, Acrididae, Noctuidae, Formicidae, Culicidae, Chrysomelidae, Alydidae, Reduvidae, Braconidae.

The most effective color of the lights in the light trap was white (289 insects trapped), followed by yellow (123 insects), green (99 insects) and red (74 insects).

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Modifikasi Lampu Perangkap Serangga dengan Jenis dan Warna Lampu pada Budidaya Bawang Merah (*Allium cepa L.*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Askin, S.TP., M.MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing serta meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dari awal perkuliahan sampai lulus.
4. Kelompok Tani Bawang Merah Desa Banjarsawah Kecamatan Leces Kabupaten Probolinggo yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
7. Pak Efendi selaku petani bawang merah yang membantu dengan setulus hati untuk mencarikan lokasi penelitian dan melobi kelompok tani dengan sukarela.

8. Keluarga besar IMATEKTA sebagai rumah sekaligus keluarga ke-duaku yang telah memberikan inspirasi, semangat, dan pengalaman yang tidak ada di bangku kuliah serta membentuk pribadi yang tangguh.
9. Sahabat-sahabat yang terasa seperti keluarga, Yoga Purna Bakti, Fatkhur Roji dan Rifan Pamungkas yang selalu menemani disaat susah dan selalu mendukung, memotivasi dan menyemangati sampai Karya Tulis Ilmiah ini selesai.
10. Tim Enotin 2013 Achmad Fahrizal Akbar, Achmad Rifa'i, Nur Illiyon Surya Gopur, Himma Muhammad Immadudin, Dyah Meysitha Utari dan Maya Cholidah yang selalu menyemangati dalam penelitian ini hingga selesai.
11. Teman-temanku kelas TEP-A dan teman-teman seangkatan 2013 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
12. GM yang selalu membantu dalam tahap penelitian hingga selesai dan selalu memberikan semangat, Arih Hidayatullah, Irfan, Sulaiman, Ockiy Rangga Dwi Fernandi dan Bahrul Ulum Suyitno.
13. Otoy dan Sofyan dkk Teknik Mesin 2013 Universitas Jember yang membantu dalam pembuatan rangkaian elektronik penelitian hingga selesai.
14. Dani dkk Agroteknologi 2013 Universitas Jember yang membantu dalam identifikasi hasil penelitian hingga selesai.
15. Nadia Putri Irkhana yang selalu memberikan doa, semangat serta motivasi yang tiada hentinya.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Bawang Merah</b> .....	4
<b>2.2 Organisme Pengganggu Tanaman Bawang Merah</b> .....	5
<b>2.3 Hama Penting Pada Bawang Merah</b> .....	7
2.3.1 Ulat Bawang .....	7
2.3.2 Ulat Grayak .....	8
2.3.3 Trips .....	9
2.3.4 Lalat Penggorok Daun .....	9

2.3.5 Oron-Orong atau Anjing Tanah .....	10
2.3.6 Kutu Daun Bawang .....	11
<b>2.4 Lampu Perangkap Serangga (<i>Light Trap</i>) .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 Baterai <i>Valve Regulated Lead Acid (VRLA)</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>2.6. <i>Light Emitting Diodes (LED)</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 Ketertarikan OPT Terhadap Warna .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7 Fisik Warna .....</b>	<b>15</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Diagram Kerja Penelitian .....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Persiapan Penelitian .....	20
3.3.2 Rancangan Operasional.....	20
3.3.3 Rancangan Fungsional .....	21
3.3.4 Pengujian Alat.....	21
3.3.5 Rancangan Struktural.....	22
3.3.6 Rancangan Industrial.....	23
3.3.7 Metode Pengambilan Data dan Analisis Data.....	23
<b>3.4 Hasil Yang Diharapkan .....</b>	<b>24</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Hasil Perancangan <i>Software</i> .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Hasil Perancangan <i>Hardware</i> .....</b>	<b>25</b>
4.2.1 Perakitan Komponen Atas .....	26
4.2.2 Perakitan Komponen Bawah .....	27
4.2.3 Komponen Elektronik .....	28
4.2.4 Pengujian Komponen Elektronik .....	29
<b>4.3 Konsumsi Energi .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 Modifikasi Lampu Perangkap Serangga .....</b>	<b>32</b>
<b>4.5 Hasil Pengujian pada Lahan Budidaya Bawang Merah ..</b>	<b>36</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>44</b>

<b>5.2 Saran</b> .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
<b>LAMPIRAN</b> .....	49



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 OPT yang menyerang tanaman bawang merah .....	6
Tabel 2.2 Persentase kehilangan hasil panen yang diakibatkan oleh OPT pada tanaman bawang merah .....	6
Tabel 2.3 Hasil analisis usaha tani bawang merah dengan menggunakan lampu perangkap di Nganjuk tahun 2004.....	13
Tabel 3.1 Rancangan tabel pengamatan data .....	24
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan, kuat arus dan daya listrik yang terpakai .....	31
Tabel 4.2 Perbandingan harga pembuatan lampu modifikasi dan konvensional .....	33
Tabel 4.3 Hasil tangkapan modifikasi lampu perangkap serangga.....	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman dan umbi bawang merah .....	4
Gambar 2.2 Morfologi telur, larva dan imago <i>S. exigua</i> .....	7
Gambar 2.3 Gejala serangan <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah .....	8
Gambar 2.4 Morfologi ulat Grayak ( <i>Spodeptera Exigua</i> ) .....	8
Gambar 2.5 Gejala serangan Trips pada bawang merah .....	9
Gambar 2.6 Morfologi larva, pupa, dan imago <i>L. chinensis</i> .....	10
Gambar 2.7 Gejala serangan <i>L. chinensis</i> pada bawang merah .....	10
Gambar 2.8 Morfologi Anjing tanah atau orong-orong .....	11
Gambar 2.9 Kutu daun yang menyerang bawang merah .....	11
Gambar 2.10 Gelombang cahaya .....	11
Gambar 3.1 Lokasi penelitian .....	17
Gambar 3.2 Denah penempatan lampu perangkap di lahan .....	18
Gambar 3.3 Diagram alur penelitian .....	19
Gambar 3.4 Diagram operasional modifikasi lampu perangkap ( <i>light trap</i> ) serangga .....	20
Gambar 3.5 Diagram fungsional modifikasi lampu perangkap ( <i>light trap</i> ) serangga .....	21
Gambar 3.6 Tampak atas .....	22
Gambar 3.7 Desain struktural lampu perangkap serangga .....	22
Gambar 3.8 Rancangan industri lampu pearngkap serangga .....	23
Gambar 4.1 Diagram rangkaian elektronik menggunakan <i>livewire</i> .....	25
Gambar 4.2 Tutup lampu perangkap serangga .....	26
Gambar 4.3 Bagian bawah tutup lampu perangkap serangga .....	27
Gambar 4.4 Bak penampung dengan <i>yellow trap</i> dan lampu .....	27
Gambar 4.5 Komponen bawah alat yang terdiri dari paralon dan triplek .....	28

Gambar 4.6 Komponen elektronik alat dan komponen elektronik dengan wadah pelindung.....	28
Gambar 4.7 Lampu <i>LED</i> yang telah dimodifikasi warna menggunakan plastik mika.....	29
Gambar 4.8 Pengujian sensor cahaya.....	30
Gambar 4.9 Lampu perangkat serangga modifikasi dan konvensional ..	32
Gambar 4.10 Identifikasi <i>famili Cicadellidae (Ordo Homoptera)</i> .....	36
Gambar 4.11 Identifikasi <i>famili Staphylinidae (Ordo Coleoptera)</i> .....	37
Gambar 4.12 Identifikasi <i>famili Chrysomelidae (Ordo Coleoptera)</i> .....	37
Gambar 4.13 Identifikasi <i>famili Tephritidae (Ordo Diptera)</i> .....	37
Gambar 4.14 Identifikasi <i>famili Culicidae (Ordo Diptera)</i> .....	38
Gambar 4.15 Identifikasi <i>famili Acrididae (Ordo Orthoptera)</i> .....	38
Gambar 4.16 Identifikasi <i>famili Noctuidae (Ordo Lepidoptera)</i> .....	38
Gambar 4.17 Identifikasi <i>famili Formicidae (Ordo Hymenoptera)</i> .....	39
Gambar 4.18 Identifikasi <i>famili Braconidae (Ordo Hymenoptera)</i> .....	39
Gambar 4.19 Identifikasi <i>famili Alydidae (Ordo Hemiptera)</i> .....	39
Gambar 4.20 Identifikasi <i>famili Reduviidae (Ordo Hemiptera)</i> .....	40
Gambar 4.21 Hasil tangkapan serangga berdasarkan <i>famili</i> .....	41
Gambar 4.22 Hasil tangkapan serangga berdasarkan warna lampu.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Desain perancangan <i>software</i> menggunakan aplikasi livewire .....	49
Lampiran 2. Komponen bagian atas alat.....	50
Lampiran 3. Komponen bagian bawah alat.....	51
Lampiran 4. Komponen elektronik alat .....	52
Lampiran 5. Pengukuran konsumsi energi alat .....	54
Lampiran 6. Lokasi penelitian .....	57
Lampiran 7. Lampu perangkap di lahan .....	59
Lampiran 8. Hasil tangkapan lampu perangkap.....	60
Lampiran 9. Pengukuran intensitas cahaya <i>LED</i> yang digunakan.....	61
Lampiran 10. Jangkauan lampu <i>LED</i> lampu perangkap serangga.....	61

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang sejak lama telah diusahakan oleh petani secara intensif. Rahayu dan Berlian (2002:2) menyatakan komoditas sayuran ini termasuk ke dalam kelompok rempah tidak tersubstitusi yang berfungsi sebagai bumbu penyedap makanan serta bahan obat tradisional.

Menurut data Statistik Pertanian 2017 bawang merah mengalami peningkatan produksi yang baik setiap tahunnya dengan produksi tahun 2014 sebesar 1.233.984 ton menjadi 1.446.860 ton pada tahun 2016. Luas panen bawang merah di Indonesia pada tahun 2014 memiliki areal cukup luas yaitu pada tahun 102.704 Ha kemudian meningkat menjadi 149.630 Ha pada tahun 2016 (Kementerian Pertanian, 2017).

Udiarto et al. (2005:2) mengemukakan salah satu masalah yang dihadapi dalam budidaya bawang merah adalah serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) semakin bertambah. OPT bawang merah berada dalam habitat yang ekosistemnya sangat dinamis. Oleh karena itu, sering terjadi peledakan OPT pada kondisi ekosistem yang mendukung.

Salah satu upaya untuk meningkatkan daya saing bawang merah adalah melalui pengembangan dan penerapan teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan melalui kegiatan pemantauan dan pengamatan, pengambilan keputusan, dan tindakan pengendalian dengan memperhatikan keamanan bagi manusia serta lingkungan hidup secara berkesinambungan. Menurut Natawigena dalam bukunya pengendalian hama terpadu menyatakan (1990:22) salah satu pengendalian hama bawang merah yaitu dengan memanfaatkan cahaya, cahaya adalah faktor ekologi yang besar pengaruhnya terhadap serangga seperti terhadap lamanya hidup, cara bertelur, berubah arah terbang serta mencari makan.

Pemanfaatan cahaya diterapkan dalam pemasangan lampu perangkap serangga. Pemasangan lampu perangkap serangga selama ini yang ada pada petani

merupakan lampu perangkat bersumber energi dari listrik langsung yang berasal dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) dengan tegangan 220V dan jenis lampu neon 10 – 50 watt. Penggunaan lampu perangkat serangga ini efektif untuk menangkap imago dan menekan serangan *S. exigua* pada bawang merah. Daya penekanan terhadap tingkat kerusakan mencapai 74 – 81%. Namun untuk pemasangannya menggunakan arus listrik bolak balik atau *Alternating Current (AC)* yang tidak dapat dipindah dengan mudah sehingga tidak dapat menjangkau lahan yang jauh. Untuk itu perlu penerapan teknologi guna memodifikasi sumber energi dan jenis lampu yang dipilih agar dapat membuat lebih efektif di antaranya yaitu dengan menggunakan arus listrik searah atau *Direct Current (DC)* sebagai sumber tenaga yang dapat dengan mudah dipindahkan lokasinya, jenis lampu *LED (Light-Emitting Diode)* dan warna *LED* sebagai modifikasi pada lampu perangkat serangga agar dapat mengetahui warna lampu yang efektif untuk merangkap serangga hama budidaya bawang merah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mahalnya instalasi lampu perangkat serangga konvensional.
2. Belum adanya informasi mengenai warna *LED* yang optimal pada bawang merah membuat serangga tertarik mendekat.
3. Lampu perangkat serangga konvensional tidak dapat diaplikasikan pada lahan yang jauh dari sumber listrik.
4. Belum adanya informasi mengenai kapasitas daya yang dibutuhkan oleh alat.

### 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada modifikasi lampu perangkat serangga dengan harga lebih terjangkau dan dapat merangkap serangga pada budidaya bawang merah. Parameter yang diukur meliputi kebutuhan daya alat, warna lampu yang paling efektif dalam menarik serangga dan diidentifikasi hingga tingkat *famili*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang lampu perangkap serangga dengan *LED* bersumber tenaga baterai.
2. Menganalisis warna *LED* yang efektif terhadap jumlah dan jenis serangga yang terperangkap.
3. Menerapkan sistem kontrol otomatis untuk lampu perangkap serangga hama bawang merah.
4. Menganalisis kebutuhan daya yang dibutuhkan oleh alat.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi petani dapat mengetahui informasi mengenai warna lampu yang efektif dalam merangkap serangga hama bawang merah.
2. Bagi petani dapat mengaplikasikan lampu perangkap serangga hama bawang merah pada lahan yang jauh dari sumber listrik.
3. Bagi petani dapat mengetahui serangga yang terdapat pada budidaya bawang merah.
4. Bagi mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang didapatkan dibangku kuliah secara langsung kepada petani.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bawang Merah

Bawang merah merupakan salah satu komoditi sayuran unggulan yang sejak lama telah diusahakan oleh petani secara intensif. Komoditi sayuran ini termasuk ke dalam kelompok rempah tidak bersubstitusi yang berfungsi sebagai bumbu penyedap makanan serta bahan obat tradisional. (Badan Litbang Pertanian, 2006). Penghasil utama (luas areal panen > 1.000 hektar per tahun) bawang merah adalah Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Keseluruhan provinsi ini menyumbang 86,24% dari produksi total bawang merah di Indonesia pada tahun 2014. Konsumsi rata-rata bawang merah pada tahun 2016 adalah 2,8 kg/kapita/tahun atau 0,23 kg/kapita/bulan. Menjelang hari raya keagamaan terjadi kenaikan konsumsi sebesar 10 – 20 % (Kementerian Pertanian, 2017). Gambar 2.1 merupakan tanaman dan umbi bawang merah adalah sebagai berikut.



(a)



(b)

(a) Tanaman bawang merah; (b) Umbi kering bawang merah

Gambar 2.1 Tanaman dan umbi bawang merah (Sumber: Sumarni dan Hidayat, 2005:9 & 17).

Adapun klasifikasi tanaman bawang merah dalam buku Rahayu dan Berlian (2002:6) adalah sebagai berikut.

*Kingdom* : *Plantae*  
*Divisi* : *Spermatopytha*  
*Sub Divisi* : *Angiospermae*  
*Class* : *Monocotyledonae*  
*Ordo* : *Liliales*  
*Famili* : *Liliaceae*  
*Genus* : *Allium*  
*Spesies* : *Allium ascalonicum* atau *Allium cepa* var. *ascalonicum*

Beberapa masalah yang dihadapi dalam budidaya bawang merah, antara lain adalah : (1) ketersediaan benih bermutu belum mencukupi secara tepat (waktu, jumlah, dan mutu); (2) penerapan teknik budidaya yang baik dan benar belum dilakukan secara optimal; (3) sarana dan prasarana masih terbatas; (4) kelembagaan usaha di tingkat petani belum dapat menjadi pendukung usaha budidaya; (5) skala usaha relatif masih kecil akibat sempitnya kepemilikan lahan dan lemahnya permodalan; (6) produktivitas cenderung mengalami penurunan; (7) harga cenderung berfluktuasi dan masih dikuasai oleh tengkulak; dan (8) serangan OPT semakin bertambah (Dirjen Holtikultura, dalam Udiarto *et al.*, 2005:2).

## 2.2 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Bawang Merah

Adiyoga (dalam Udiarto *et al.*, 2005:4) menyatakan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tanaman bawang merah merupakan salah satu faktor penting yang perlu mendapat perhatian, karena tercatat 13 jenis OPT yang diinventarisasi dari tanaman bawang merah. Publikasi yang ada selama ini diketahui bahwa masih sedikit penelitian lengkap yang telah dilakukan terhadap OPT tersebut. Kehilangan hasil karena OPT tersebut dapat mencapai 20 – 100%. Tabel 2.1 dan 2.2 menjelaskan mengenai inventarisasi jenis OPT dan kerusakan oleh OPT adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1. OPT yang menyerang tanaman bawang merah

Stadia tanaman	Hama	Penyakit
Tanaman muda (1-4 MST)*	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orong-orong (<i>Gryllotalpa spp.</i>)</li> <li>2. Ulat bawang (<i>Spodoptera exigua</i>)</li> <li>3. Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>)</li> <li>4. Lalat pengorok daun (<i>Liriomyza chinensis</i>)</li> </ol>	Layu Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )
Tanaman tua (5-9 MST)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trips (<i>Thrips tabaci</i>)</li> <li>2. Ulat Bawang (<i>S. exigua</i>)</li> <li>3. Lalat pengorok daun (<i>L. chinensis</i>) L</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Becak ungu (<i>Altemaria porri</i>)</li> <li>2. Downy mildew (<i>Peronospora destructor</i>)</li> <li>3. Bercak daun cercospora (<i>Cercospora duddiae</i>)</li> <li>4. Antraknose (<i>Colletotrichum gloesporioides</i>)</li> <li>5. Layu Fusarium (<i>F. oxysporum</i>)</li> <li>6. Nematoda (<i>Dytylenchus dissaci</i>, <i>Helicotylenchus retusus</i>)</li> </ol>
Umbi di gudang	Ngengat gudang ( <i>Ephestia cautella</i> )	

MST : Minggu Setelah Tanam  
 Sumber : Adiyoga et al., (2000), \*Ridland dan Rauf (2003), \*\* Marwoto (1993) (dalam Udiarto et al., 2005:4).

Tabel 2.2. Presentase kehilangan hasil panen yang diakibatkan oleh OPT pada tanaman bawang merah

Jenis hama/penyakit utama	Kehilangan hasil (100%)
1. Ulat bawang	32
2. Penyakit trotol	57
3. Antraknose	24-100
4. Penyakit layu	27

Sumber : (Udiarto et al., 2005:6).

## 2.3 Hama Penting Pada Bawang Merah

### 2.3.1 Ulat Bawang

Menurut (Udiarto et al., 2005:7) Serangga dewasa merupakan ngengat dengan sayap depan berwarna kelabu gelap dan sayap belakang berwarna agak putih. Imago betina meletakkan telur secara berkelompok pada ujung daun. Satu kelompok biasanya berjumlah 50 – 150 butir telur. Seekor betina mampu menghasilkan telur rata-rata 1.000 butir. Telur dilapisi oleh bulu-bulu putih yang berasal dari sisik tubuh induknya. Telur berwarna putih, berbentuk bulat atau bulat telur (lonjong) dengan ukuran sekitar 0,5 mm. Telur menetas dalam waktu 3 hari. Larva *S. exigua* berukuran panjang 2,5 cm dengan warna yang bervariasi. Gambar 2.2 menjelaskan ketika masih muda, larva berwarna hijau muda dan jika sudah tua berwarna hijau kecokelatan gelap dengan garis kekuningan-kuningan adalah sebagai berikut.



(a) Telur; (b) Larva *S.Exigua* Muda; (c) Imago *S. exigua*

Gambar 2.2 Morfologi Telur, Larva dan Imago *S. exigua* (Sumber: Kawana (dalam Udiarto et al., 2005:7).

Lama hidup larva 10 hari. Pupa dibentuk pada permukaan tanah, berwarna coklat terang dengan ukuran 15 – 20 mm. Lama hidup pupa berkisar antara 6 – 7 hari. Siklus hidup dari telur sampai imago adalah 3 – 4 minggu. Larva *S. exigua* mempunyai sifat polifag (pemakan segala). Gejala serangan yang ditimbulkan oleh ulat bawang ditandai oleh adanya lubang-lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah. Tanaman inang antaranya lain asparagus, kacang-kacangan, bit, brokoli, bawang putih, bawang merah, cabai, kentang, lobak, bayam

dan tomat (Fye dan Mc. Ada dalam Udiarto *et al.*, 2005:18). Gambar 2.3 merupakan gejala serangan ulat bawang adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Gejala serangan *s. exigua* pada tanaman bawang merah (Sumber : Setiawati dalam (Udiarto *et al.*, 2005:18).

### 2.3.2 Ulat Grayak

Seekor ngengat betina mampu menghasilkan telur sebanyak 2.000 – 3.000 butir. Telur berwarna putih diletakkan berkelompok dan berbulu halus seperti diselimuti kain laken. Dalam satu kelompok telur biasanya terdapat sekitar 350 butir telur. Larva mempunyai warna yang bervariasi, tetapi mempunyai kalung hitam pada segmen abdomen yang keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dan dorsal terdapat garis kuning. Pupa berwarna coklat gelap terbentuk dalam tanah (Udiarto *et al.*, 2005:19). Gambar 2.4 merupakan contoh gambar ulat grayak sebagai berikut.



Gambar 2.4 Morfologi Ulat grayak (*Spodoptera exigua*) (Sumber: Maspariy,2012).

### 2.3.3 Trips

Menurut Badan Litbang Pertanian, Trips (*Thrips tabaci*.) nimfa dan imago trips melakukan aktivitas menggaruk dan menghisap cairan daun bawang merah. Warna nimfa trips kuning pucat sedangkan imago trips berwarna kuning sampai coklat kehitaman. Trips juga merupakan hama yang aktif disiang dan malam hari, gejala serangan trips adalah daun tampak keriput, mengeriting dan melengkung ke atas.

Udiarto *et al.*, (2005:9) mengatakan bawah Trips (*T. tabaci*) tubuhnya tipis sepanjang  $\pm 1$  mm dan dengan sayap berumbai-umbai. Warna tubuh kuning dan berubah menjadi coklat sampai hitam jika sudah dewasa. Telur berwarna kekuningan, lama hidup 4 – 5 hari. Satu ekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 80 telur. Gejala serangan daun berwarna putih keperak-perakan. Pada serangan hebat, seluruh areal pertanaman berwarna putih dan akhirnya tanaman mati. Serangan hebat terjadi pada suhu udara rata-rata di atas normal dan kelembaban lebih dari 70%. Gambar 2.5 merupakan gejala serangan trips adalah sebagai berikut.



Gambar 2.5 Gejala serangan Trips pada bawang merah (Sumber : Badan Litbang Pertanian, Tanpa Tahun).

### 2.3.4 Lalat Pengorok Daun

Menurut Udiarto *et al.*, (2005:11) lalat pengorok daun (*Liriomyza chinensis*) berukuran panjang 1,7 – 2,3 mm. Seluruh bagian punggungnya berwarna hitam, telur berwarna putih, bening, berukuran 0,28 mm x 0,15 mm. Larva berwarna putih susu atau kekuningan, dan yang sudah berusia lanjut berukuran 3,5 mm. Seekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 50 – 300 butir. Siklus hidup pada tanaman bawang merah sekitar 3 minggu. Gambar 2.6 merupakan lalat pengorok daun adalah sebagai berikut.



Gambar 2.6 Morfologi Larva, pupa, dan imago *L. chinensis* (Sumber : Setiawati dalam Udiarto *et al.*, 2005:11).

Udiarto *et al.* (2005:12) mengatakan pada keadaan serangan berat, hampir seluruh helaian daun penuh dengan korokan, sehingga menjadi kering dan berwarna coklat seperti terbakar. Larva pengorok daun bawang merah ini dapat masuk sampai ke umbi bawang, dan hal ini yang membedakan dengan jenis pengorok daun yang lain. Tanaman inang *L. chinensis* hanya bawang merah, sedangkan pada tanaman lainnya belum diketahui. Gejala daun bawang merah yang terserang, berupa bintik-bintik putih akibat tusukan *ovipositor*, dan berupa liang korokan larva yang berkelok-kelok. Gambar 2.7 merupakan gejala serangan pengorok daun adalah sebagai berikut.



Gambar 2.7 Gejala serangan *L. chinensis* pada bawang merah (Sumber : Setiawati dalam Udiarto *et al.*, 2005:13).

### 2.3.5 Orong-Orong atau Anjing Tanah

Imago menyerupai jangkrik, mempunyai sepasang kaki depan yang kuat, dan terbang pada malam hari. Nimfa seperti serangga dewasa, tetapi ukurannya lebih kecil. Sifatnya sangat polifag, memakan akar, umbi, tanaman muda dan serangga kecil seperti kutu daun. Lamanya daur hidup 3 – 4 bulan. Umumnya orong-orong

banyak dijumpai menyerang tanaman bawang merah pada penanaman kedua. Hama ini menyerang tanaman yang berumur 1 -2 minggu setelah tanam. Gejala serangan ditandai dengan layunya tanaman, karena akar tanaman rusak (Udiarto *et al.*, 2005:14). Gambar 2.8 merupakan orong-orong atau anjing tanah adalah sebagai berikut.



Gambar 2.8 Morfologi Anjing tanah atau orong-orong (*Gryllotalpa africana pal*) (Sumber: Udiarto *et al.*, 2005:14).

### 2.3.6 Kutu Daun Bawang

Badan Litbang Pertanian menjelaskan kutu daun bawang merupakan serangga kecil dengan warna hitam kecoklatan, nimfa dan imago kutu daun bawang menyerang daun-daun muda bawang merah dengan cara menusuk dan mengisap cairan daun. Kutu daun beraktivitas sepanjang hari. Gejala serangan dari kutu daun ditandai dengan perubahan tekstur daun menjadi keriput, terpuntir, berwarna kekuningan, pertumbuhan tanaman kerdil, daun menjadi layu dan akhirnya mati. Gambar 2.9 berikut menggambarkan kutu daun bawang sebagai berikut.



Gambar 2.9 Kutu daun yang menyerang bawang merah (Sumber : Badan Litbang Pertanian, Tanpa Tahun).

#### 2.4 Lampu Perangkap Serangga (*Light Trap*)

Menurut Badan Litbang Pertanian (2014) Lampu perangkap merupakan suatu unit alat untuk menangkap atau menarik serangga yang tertarik cahaya pada waktu malam hari. Alat ini berfungsi untuk mengetahui keberadaan atau jumlah populasi serangga di lahan pertanian. Satu unit lampu perangkap sebagai monitoring dapat digunakan untuk luasan 300-500 ha, sedangkan untuk pengendalian seluas 50 ha. Daya yang digunakan untuk setiap lampu adalah 160 watt. Lampu perangkap dipasang pada ketinggian 150-250 cm dari permukaan tanah. Hasil tangkapan dengan lampu 100 watt dapat mencapai 400.000 ekor/malam.

Udiarto et al., (2005:26) mengemukakan dalam bukunya bahwa perangkap lampu neon (TL 10 watt) dengan waktu nyala mulai pukul 18.00 sampai dengan 24.00 paling efisien dan efektif untuk menangkap imago dan menekan serangan *S. exigua* pada bawang merah. Daya penekanan terhadap tingkat kerusakan mencapai 74 – 81%. Penerapan penggunaan lampu perangkap di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur pada luasan 1 ha digunakan 30 titik lampu dengan jarak pemasangan 20 m x 15 m. Waktu pemasangan dan penyalaan lampu 1 minggu sebelum tanam sampai dengan menjelang panen (60 hari). Lampu dinyalakan mulai pukul 17.00 – 06.00 WIB. Tinggi pemasangan lampu antara 10 – 15 cm di atas bak perangkap, sedangkan mulut bak perangkap tidak boleh lebih dari 40 cm di atas pucuk tanaman bawang merah. Tabel 2.3 menjelaskan analisis usaha tani menggunakan lampu perangkap adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Hasil analisis usaha tani bawang merah dengan menggunakan lampu perangkap di Nganjuk tahun 2004

No	Uraian	Cara Pengendalian	
		Perangkap lampu	Tanpa Lampu
1	Biaya pemasangan lampu 30 titik @ Rp. 35.000 (lampu neon, kayu, paku, kabel, rekening listrik)	1.050.000	-
2	Pengendalian dengan insektisida - Pada daerah dipasang lampu: 2 kali penyemprotan - Pada daerah tidak dipasang lampu : 20 kali penyemprotan	600.000	6.000.000
	Total Biaya	1.650.000	6.000.000
3	Produksi (riil, kering sawah) - Pakai lampu (24.000 kg@Rp.2.200) -Tanpa lampu (23.000 kg@Rp.2.200)	52.800.000	50.600.000
4	Pendapatan petani (belum termasuk biaya usaha tani yang jumlahnya sama besar antara daerah dipasang lampu dan tanpa lampu)	51.150.000	44.600.000
	Perbedaan Keuntungan	6.550.000	

Sumber : (Udiarto et al., 2005:28).

### 2.5 Baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA)

Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik, energi yang disimpan dalam bentuk energi kimia. Baterai terdiri atas dua kategori yaitu baterai primer dan sekunder. Baterai primer tidak bisa diisi ulang, hanya baterai sekunder yang bisa digunakan untuk menyimpan energi listrik secara berulang. Baterai terdiri dari dua elektroda yang dipisahkan oleh larutan elektrolit yang sama seperti pada sel bahan bakar. Selama proses pengisian, reaksi kimia endotermis mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Selama pengeluaran kembali, reaksi kimia eksotermis mengubah energi kimia menjadi energi listrik (Culp, 1996:444).

VRLA kepanjangan dari *Valve Regulated Lead Acid* yang memiliki sebutan lain SLA (*Sealed Lead Acid*), di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan aki, baterai kering atau tertutup. Baterai jenis ini bersifat tertutup (*sealed*), sehingga penguapan

atau evaporasi yang dikeluarkan sangat kecil maka tidak memerlukan penambahan cairan *electrolyte* selama masa pemakaian baterai tersebut.

Keunggulan VRLA salah satunya adalah baterai dapat dipasang dalam posisi apapun, karena katup hanya beroperasi pada kesalahan *overpressure*, bebas perawatan yang menghemat perawatan dan lebih aman karena sistem baterai ini dirancang untuk menjadi rekombinan dan menghilangkan emisi gas atau uap pada *overcharge*, maka tidak ada uap yang dipancarkan selama operasi normal. Penggolongan baterai VRLA berdasarkan penggunaannya dibedakan menjadi *Standby Use* yang artinya baterai bekerja mengeluarkan arus pada waktu sumber listrik utama tidak bekerja dengan contoh pada *UPS system* atau lampu *emergency* dan yang kedua adalah *Cyclec Use* yang artinya baterai bekerja mengeluarkan arus (*discharging*) kemudian dilanjutkan proses *charging*, dilanjutkan proses *discharging* kembali dan seterusnya dengan contoh pengaplikasian pada baterai peralatan elektronika, kendaraan bertenaga baterai seperti contoh forklift atau golf mobile (Solar Surya Indonesia, 2012).

## **2.6 Light Emitting Diodes (LED)**

Daryanto (2000:76) dalam bukunya mengemukakan dioda cahaya atau *LED* suata jenis diode yang apabila diberi tegangan maju arusnya akan membangkitkan cahaya pada pertemuan Pin-nya. Ada diode yang data membangkitkan cahaya merah, kuning, dan hijau. LED tidak terbuat dari germanium atau silicon tetapi dari bahan gallium (Ga), arsen (As), dan fosfor (P) atau disingkat GaAsP. Pringatun (2001) menyatakan pula bahwa *LED* merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga unggul dalam hal ketahanan (*durability*). Umur Lampu *LED* dapat mencapai 50.000 jam, hal ini dikarenakan tegangan kerja arus searah (VDC) konstan, meskipun di suplai dari arus AC, namun di dalam *LED* terdapat stabiliser yang menstabilkan suplai arus AC tersebut.

## 2.7 Ketertarikan OPT Terhadap Warna

Menurut Gustilin (dalam Meyer, 2006) serangga dapat membedakan warna-warna kemungkinan karena adanya perbedaan pada sel-sel retina pada mata serangga. Kisaran panjang gelombang yang dapat diterima serangga adalah 2540-6000 Å. Pendapat Meyer (2006) mengungkapkan bahwa kebanyakan serangga hanya memiliki dua tipe pigmen penglihatan, yaitu pigmen yang dapat menyerap warna hijau dan kuning terang serta pigmen yang dapat menyerap warna biru dan sinar ultraviolet.

Sunarno (2011) mengemukakan serangga menggunakan sejumlah isyarat visual ataupun isyarat kimia (chemical cues) untuk menemukan inang berupa buah atau sayuran. Kesesuaian isyarat visual maupun isyarat kimia akan menyebabkan serangga lebih tertarik untuk menemukan inangnya. Sunarno mengungkapkan dalam penelitiannya mengenai ketertarikan serangga hama lalat buah terhadap berbagai papan perangkap berwarna sebagai salah satu teknik pengendalian pada tanaman buah-buahan di desa Nambanagan, kecamatan Weru, kabupaten Sukoharjo yang menggunakan papan perangkap dengan diberi perekat serta warna yang berbeda disetiap papannya yaitu warna merah, hijau, kuning dan transparan.

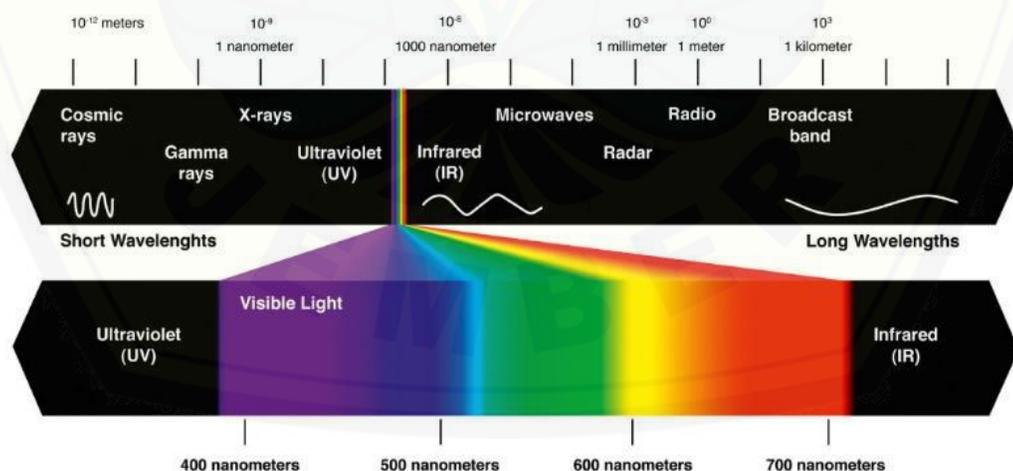
Hasil yang didapatkan yaitu lebih banyak terperangkap pada perangkap yang diberi warna kuning. Ketertarikan serangga terhadap warna menunjukkan bahwa serangga lebih banyak terperangkap pada perangkap yang diberi warna kuning, kemudian diikuti dengan warna hijau, merah dan transparan. Penelitian ini menggunakan analisis dekriptif dimana data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk table dan grafik. Jumlah serangga yang terperangkap pada papan perangkap yaitu papan perangkap warna kuning 236 ekor, warna hijau 177 ekor, warna merah 113 ekor dan papan perangkap warna transparan sebanyak 41.

## 2.8 Fisik Warna

Menurut Ahmad (2005:259) munculnya suatu warna dalam kehidupan sehari-hari tergantung pada tiga faktor, yaitu :

1. Sifat pantulan spektrum dari suatu permukaan, yang menentukan bagaimana suatu permukaan memantulkan gelombang cahaya hingga menampilkan suatu warna.
2. Kandungan spektrum dari cahaya yang menyinari, yang artinya warna-warna yang terkandung dalam suatu gelombang cahaya yang menyinari permukaan.
3. Respon spektrum dari sensor dalam peralatan sistem visual, yang merupakan kepekaan mata pada sistem visual manusia, atau kepekaan kamera dari sistem visual buatan.

Faktor pertama memberitahukan kepada kita bahwa suatu benda atau objek yang kita lihat dengan mata tertentu, misalnya merah, berarti objek tersebut mempunyai permukaan yang mampu memantulkan gelombang cahaya merah dan menyerap gelombang cahaya lainnya. Faktor kedua artinya bahwa cahaya yang jatuh pada objek tadi mengandung gelombang warna merah, bila tidak maka tidak ada gelombang yang dapat dipantulkan, semuanya akan diserap. Faktor terakhir berkaitan dengan kemampuan mata kita dalam menangkap cahaya yang dipantulkan oleh objek tadi, bila tidak maka kita tidak akan dapat melihat objek tersebut. Gambar 2.9 berikut merupakan gambar dari gelombang cahaya sebagai berikut.

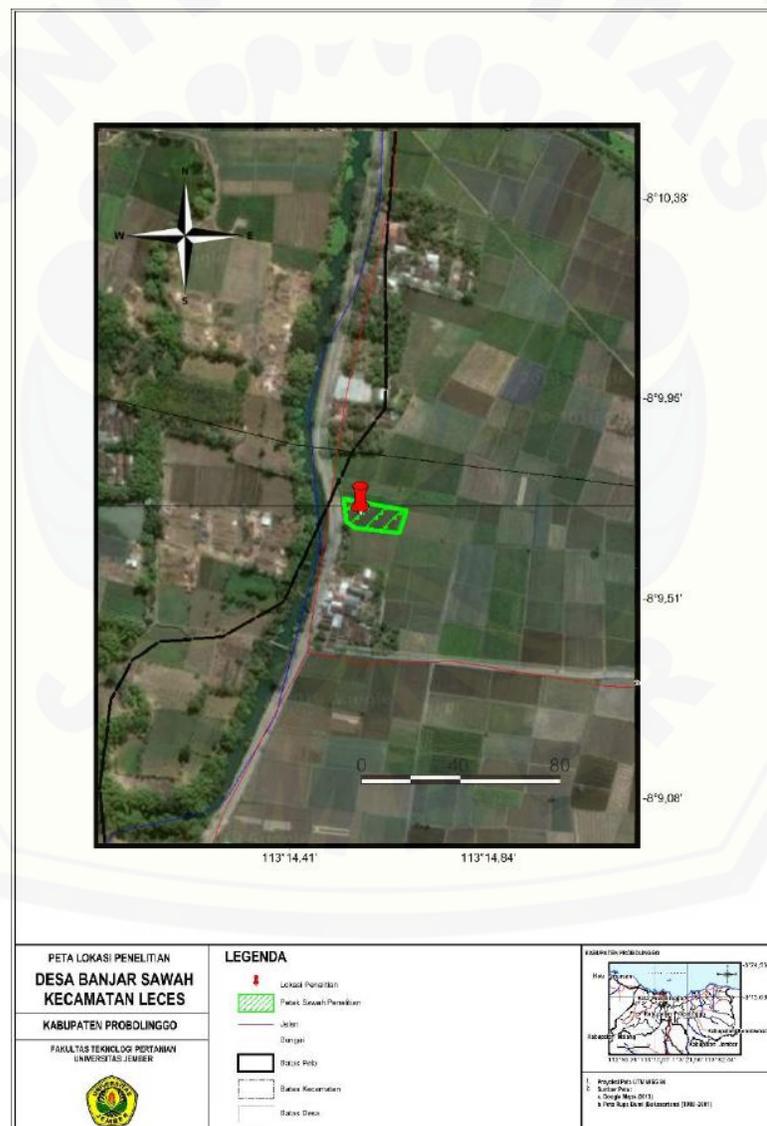


Gambar 2.10 Gelombang cahaya (Sumber : Jones, 2012).

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

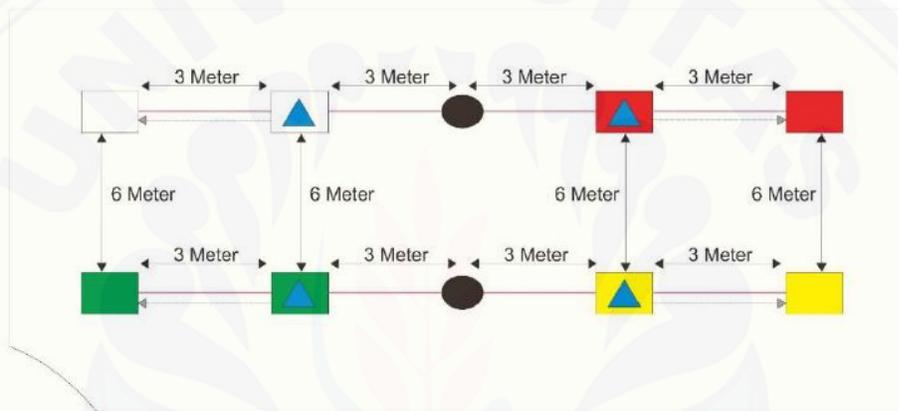
#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2017 sampai dengan September 2017. Penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan di lahan budidaya bawang merah yang berada di Desa Banjar Sawah, Kecamatan Leces, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Berikut Gambar 3.1 merupakan lokasi penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Lahan budidaya bawang merah yang digunakan untuk penelitian memiliki luas total 1.002,20 m<sup>2</sup>. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan dimulai pada jam 17.20 saat matahari terbenam dan berakhir pada jam 05.20 saat matahari terbit dengan menggunakan 4 buah warna lampu yaitu merah, putih, kuning dan hijau, setiap warna lampu terdiri dari 2 buah lampu. Jarak setiap warna lampu dengan lampu yang lain berjarak 3 meter ke samping dan berjarak 6 meter dari atas ke bawah. Terdapat 4 rangkaian pengontrol elektronik yang digunakan untuk mematikan lampu secara otomatis. Berikut Gambar 3.2 yaitu denah penempatan lampu perangkat saat di lahan penelitian.



Gambar 3.2 Denah penempatan lampu perangkat di lahan penelitian

Keterangan :

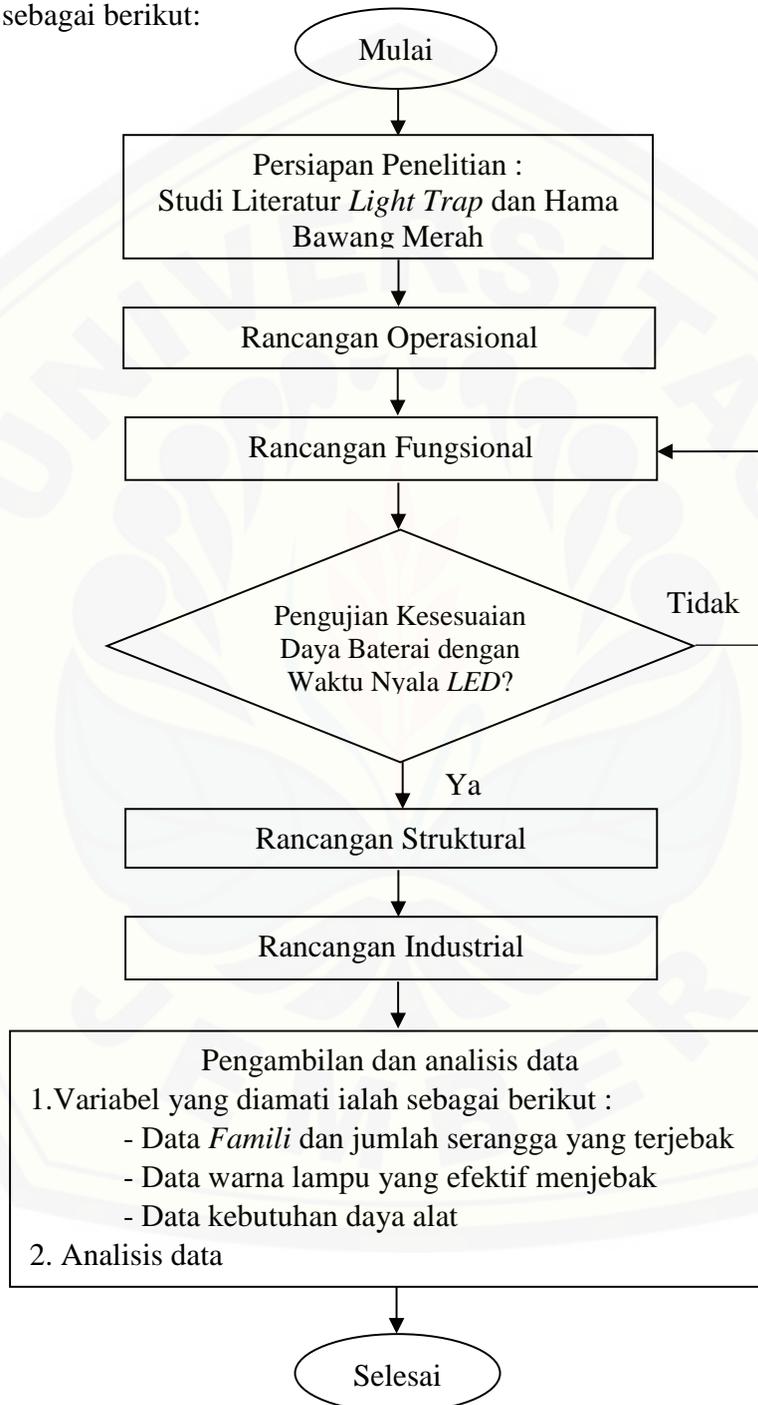
-  : Lampu perangkat dengan warna
-  : Lampu perangkat dengan sistem kontrol
-  : Baterai
-  : Jarak lampu
-  : Kabel penghubung
-  : Arah kontrol

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah : laptop, solder, penyedot timah, multimeter digital, dan lem tembak. Sedangkan untuk bahan penelitian yang digunakan adalah lampu *LED* DC 12V 5W, sensor cahaya atau *Light Dependent Resistor (LDR)*, transistor BD 139, resistor 330, relay 12V, penutup lampu, bak tampung, *yellow trap*, paralon 2 dm dan triplek.

### 3.3 Diagram Kerja Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan melalui beberapa tahapan. Tahap-tahap penelitian ini ditampilkan pada gambar diagram alir penelitian pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut:



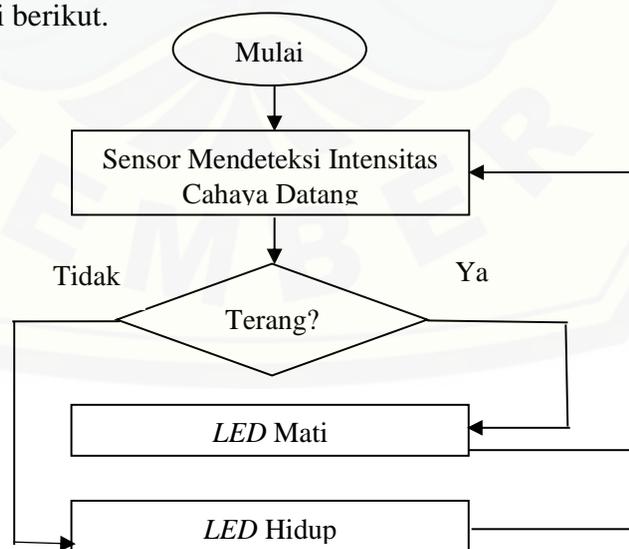
Gambar 3.3 Diagram alur penelitian

### 3.3.1 Persiapan Penelitian

Tahap awal persiapan penelitian meliputi studi literatur mengenai lampu perangkat serangga atau disebut *light trap* dan hama bawang merah. Studi literatur meliputi desain alat, bahan alat, serta komponen alat. Komponen alat terdiri dari tutup lampu, lampu, bak penampung, media perangkat dan penyangga bak penampung. Desain lampu perangkat meliputi tinggi dan lebar lampu. Tinggi bak penampung dari pucuk daun bawang merah tidak boleh melebihi 50 cm, jarak bak penampung dengan lampu tidak boleh melebihi 30 cm. Hama bawang merah tercatat ada 13 jenis yang diinventarisasi dari tanaman bawang merah. Tingkat kerusakan dan kehilangan hasil karena hama tersebut dapat mencapai 20 – 100%.

### 3.3.2 Rancangan Operasional

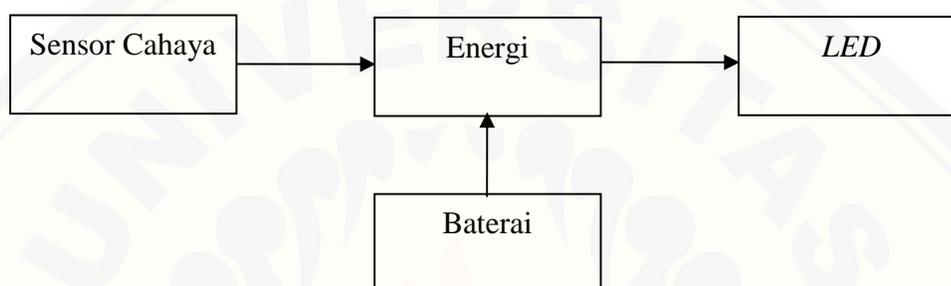
Prinsip kerja dari modifikasi lampu perangkat (*light trap*) serangga yaitu energi dari baterai dimanfaatkan oleh sensor *LDR* untuk pendeteksian cahaya pada alat yang akan menjadi perintah untuk mematikan atau menghidupkan *LED*. Sensor cahaya bertujuan agar dapat lebih menghemat energi pada baterai dengan menentukan nyala dan tidaknya *LED*. Serta mempermudah petani dalam menghidupkan dan mematikan alat secara otomatis. Prinsip kerja secara operasional modifikasi lampu perangkat (*light trap*) serangga dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Diagram operasional modifikasi lampu perangkat (*light trap*) serangga.

### 3.3.3 Rancangan Fungsional

Alat modifikasi lampu perangkat (*light trap*) serangga ini terdiri dari beberapa unit fungsional, yaitu (1) unit sensor (*LDR*), (2) unit pengendali energi (baterai), (3) *LED*. Beberapa unit tersebut mempunyai hubungan antara unit satu dengan yang lain. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Diagram fungsional modifikasi lampu perangkat (*light trap*) serangga.

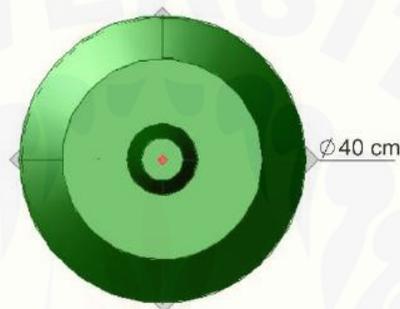
1. Sensor Cahaya (*LDR*) berfungsi untuk mendeteksi tingkat intensitas cahaya yang datang pada alat.
2. Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi dan penyebar energi pada sensor dan *LED*.
3. *LED* berfungsi sebagai penarik serangga untuk mendekat dengan cahaya yang terang.

### 3.3.4 Pengujian Alat

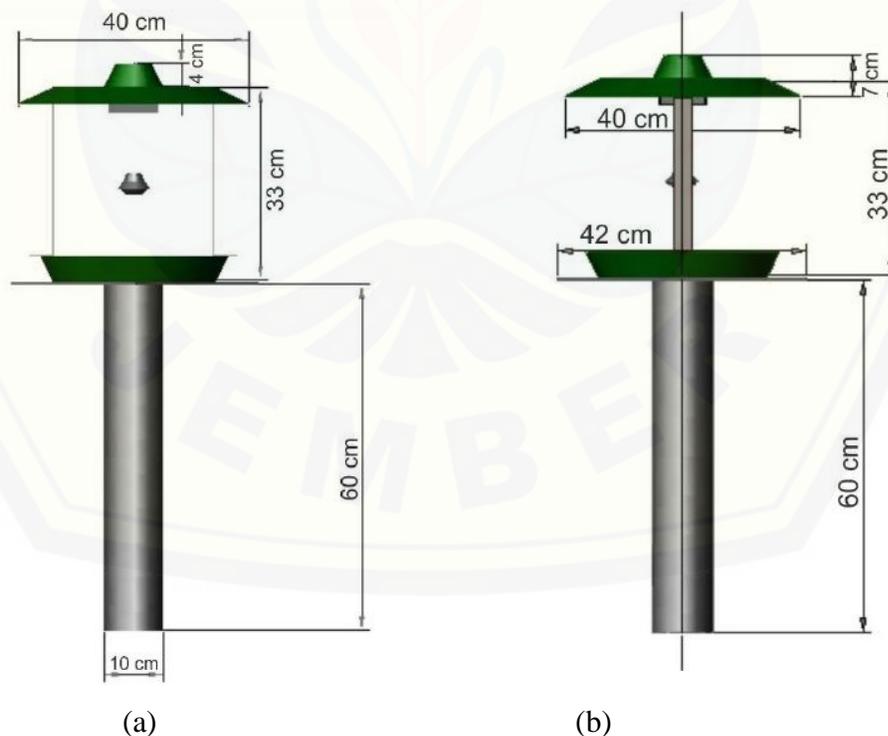
Hasil rangkaian dari beberapa komponen dijadikan sebuah sistem kontrol menggunakan sensor cahaya. Pengujian dilakukan meliputi pengujian sensor cahaya dan pengujian waktu nyala lampu menggunakan baterai VRLA 3,5A 12V. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat sebelum digunakan di lahan budidaya bawang merah dan jika terjadi kesalahan dapat diperbaiki dan diantisipasi.

### 3.3.5 Rancangan Struktural

Semua Unit elektronik yang digunakan dirangkai pada bagian atas alat dan terdiri dari Sensor cahaya atau *Light Depend Resistor* (LDR), Resistor 330, Potensio 5K, Relay 12V serta lampu LED DC 12 V 5W. Sedangkan di bagian bawah lampu terdapat bak penampung dengan *yellow trap*, serangga tertarik pada cahaya LED dan akhirnya berusaha mendekati sehingga nantinya akan jatuh dan terjebak dalam bak penampung yang terdapat *yellow trap*. Secara desain struktural dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Tampak atas



(a)

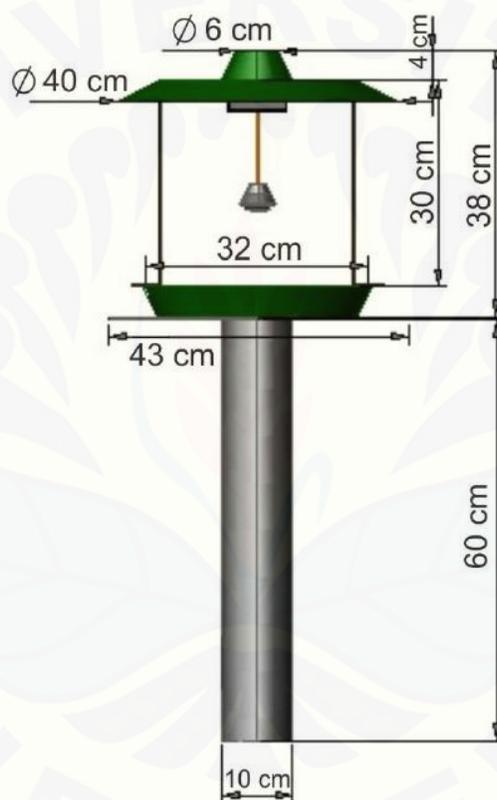
(b)

(a) Tampak depan; dan (b) Tampak samping

Gambar 3.7 Desain struktural lampu perangkat serangga.

### 3.3.6 Rancangan Industrial

Modifikasi lampu perangkap (*Light Trap*) serangga terdiri dari beberapa komponen yaitu komponen elektronik dan komponen alat. Komponen elektronik selanjutnya diletakkan pada komponen alat. Tujuannya untuk melindungi komponen elektronik dari air atau hujan yang sewaktu waktu datang. Modifikasi alat yang telah dibuat dapat disesuaikan tinggi rendahnya dengan memasukkan penyangga yang berupa pipa paralon ke dalam tanah sesuai tinggi yang diinginkan. Gambar 3.8 merupakan rancangan industri alat sebagai berikut



Gambar 3.8 Rancangan industri lampu perangkap serangga.

### 3.3.7 Metode Pengambilan Data dan Analisis Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari percobaan yang dilakukan sendiri. Data yang diambil serta parameter yang diamati pada penelitian ini adalah data jumlah OPT yang tertangkap beserta *famili* OPT, dan data warna lampu yang paling efektif dalam menarik perhatian OPT bawang merah serta data biaya pembuatan

alat. Pengamatan data akan dilakukan dengan 4 perlakuan yaitu LED Putih, LED Kuning, LED Merah, LED Hijau dengan tiga kali pengulangan hingga didapatkan data rata-rata yang dapat disimpulkan sebagai data akhir. Tabel 3.1 merupakan rancangan tabel pengamatan data untuk penelitian sebagai berikut.

Tabel 3.1 Rancangan tabel pengamatan data

No	Perlakuan	Spektrum (nano meter)	Intensitas Cahaya (lux)	Jangkauan (m <sup>2</sup> )	Jumlah OPT yang tertangkap			Rata -rata
					1	2	3	
1	LED Putih	380-700	368	13,84				
2	LED Kuning	570-590	222	10,17				
3	LED Merah	620-700	24	7,06				
4	LED Hijau	495-570	157	7,06				

Lampu yang digunakan berwarna dasar putih tetapi untuk mendapatkan warna yang diinginkan dimodifikasi menggunakan plastik mika. Lampu LED ditutup menggunakan plastik mika sesuai warna yang akan digunakan, yaitu kuning, merah dan hijau. Intensitas cahaya pada tiap warna diukur dengan luxmeter sebelum digunakan. Intensitas warna LED putih adalah sebesar 368 lux dengan jangkauan 13,84 m<sup>2</sup>, LED kuning sebesar 222 lux dengan jangkauan 10,17 m<sup>2</sup>, LED hijau sebesar 157 lux dengan jangkauan 7,06 m<sup>2</sup> dan LED merah sebesar 24 lux dengan jangkauan 7,06 m<sup>2</sup>. Analisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, yaitu dengan cara OPT bawang merah yang tertangkap pada masing-masing lampu ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

### 3.4 Hasil Yang Diharapkan

Penelitian ini diharapkan memiliki akhir yaitu terbentuknya lampu perangkap serangga yang efektif menjebak OPT pada budidaya bawang merah dan dengan harga yang lebih terjangkau bagi petani daripada lampu perangkap konvensional serta dapat diaplikasikan pada lokasi lahan yang jauh dari sumber listrik.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil perancangan modifikasi lampu perangkap serangga pada lahan budidaya bawang merah dapat disimpulkan :

1. Biaya pembuatan modifikasi lampu perangkap serangga bawang merah lebih terjangkau dibandingkan dengan biaya pembuatan lampu perangkap serangga bawang merah konvensional dengan perbedaan harga Rp. 434.000 rupiah serta lebih hemat 26,52%.
2. Lampu perangkap modifikasi lebih fleksibel dibandingkan dengan lampu perangkap konvensional karena sumber energi lampu perangkap modifikasi dapat dipindah pada lokasi yang diinginkan dan membutuhkan lebih sedikit kabel dalam pemasangan pada lahan budidaya bawang merah.
3. Warna lampu yang paling banyak merangkap serangga dengan media *yellow trap* yaitu warna putih 289 serangga, kuning 123 serangga, hijau 99 serangga merah 74 serangga dan keseluruhan serangga terperangkap 585 serangga. Hasil tangkapan serangga modifikasi lampu perangkap serangga berhasil mendapatkan 7 *Ordo* yaitu *Homoptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Orthoptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera* dan *Hemiptera*, serta 11 *famili* serangga yaitu *Cicadellidae*, *Staphylinidae*, *Tephritidae*, *Acrididae*, *Noctuidae*, *Formicidae*, *Culicidae*, *Chrysomelidae*, *Alydidae*, *Reduviidae*, *Braconidae*.
4. Komponen elektronik dapat menyalakan lampu hingga 14 jam dengan konsumsi energi terpakai sebesar 2,67 W atau 0,00267 KW serta waktu nyala lampu melebihi waktu minimum lampu menyala yang diinginkan yaitu selama 12 jam.

### 5.2 Saran

Terdapat beberapa kekurangan dari penelitian ini sehingga didapatkan beberapa saran yang disampaikan untuk penelitian ke depan, yaitu :

1. Pemilihan bahan modifikasi lampu perangkat serangga perlu diperkuat lagi agar dapat bertahan dari tiupan angin kencang pada lahan budidaya bawang merah serta bahan yang mudah untuk dibongkar dan dipasang.
2. Pemilihan baterai perlu dikaji lagi agar didapatkan baterai yang dapat menyalakan lampu lebih terang lagi agar jangkauan lampu semakin lebar dalam menarik perhatian serangga pada lahan budidaya bawang merah.
3. Hasil serangga yang terperangkap pada lahan budidaya bawang merah dapat diidentifikasi hingga mengetahui peran ekologisnya terhadap budidaya bawang merah agar didapatkan informasi yang lebih lengkap dan dapat lebih bermanfaat untuk petani dan peneliti.
4. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan warna lampu biru dan lampu ultraviolet guna mendapatkan hasil yang lebih baik lagi, serta lampu perangkat serangga dapat dimanfaatkan untuk monitoring serangga yang terdapat pada lahan budidaya pertanian.
5. Lampu perangkat serangga yang telah dibuat dapat diaplikasikan pada lahan selain bawang merah, yaitu lahan budidaya padi karena hasil yang didapatkan untuk *famili cicadellidae* yang merupakan hama utama padi berjumlah 286 dan paling banyak didapatkan dari *famili* serangga lain yang terperangkap.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Badan Litbang Pertanian. Tanpa Tahun. Mengenal Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Bawang Merah dan Musuh Alamnya. [Diakses 23 Januari 2018].
- Badan Litbang Pertanian. 2014. Pengendalian OPT Melalui Rekayasa Ekologi. [www.litbang.pertanian.go.id/artikel/one/338/](http://www.litbang.pertanian.go.id/artikel/one/338/) [diakses 27 April 2016].
- Badan Litbang Pertanian. 2016. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Bawang Merah. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Borrer, D.J., Triplehorn, C. A., dan Jhonson, N. F. (1996). Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi VI Bahasa Indonesia. Yogyakarta : Gajah Mada University press.
- Culp, A. W. 1979. *Principles Of Energy Conversion*. Missouri: McGraw Hill, Ltd. Terjemahan oleh D. Sitompul. 1996. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Editor D. Sitompul. Jakarta : Erlangga.
- Curtis, R. 2006. Paederus [Serial Online]. <http://bugguide.net/node/view/80254/bgpage> [diakses 24 Oktober 2017].
- CSIRO. Tanpa Tahun. Tephritidae [Serial Online]. [http://www.ento.csiro.au/education/insects/diptera\\_families/tephritidae.html](http://www.ento.csiro.au/education/insects/diptera_families/tephritidae.html) [diakses 24 Oktober 2017].
- Daryanto. 2000. *Pengetahuan Teknik Elektronika*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dietrich, C. 2013. Leafhoppers (Cicadellidae) [Serial Online]. <http://cicadellidae.myspecies.info/gallery> [diakses 24 Oktober 2017].
- Franco, D. 2017. Black Winged Garden Ant Species Niger Lasius [Serial Online]. <https://es.dreamstime.com/fotos-de-archivo-lasius-con-alas-negro-de-niger-de-la-especie-de-la-hormiga-del-jard%C3%ADn-image30906993> [diakses 24 Oktober 2017].

- Fortier, J. 2011. Braconidae [Serial Online]. <http://bugguide.net/node/view/575817/bgimage> [diakses 24 Oktober 2017].
- Hiveminer. Tanpa Tahun. Reduvidae [Serial Online]. <https://hiveminer.com/Tags/reduvidae/Timeline> [diakses 24 Oktober 2017].
- Jones, G. 2012. What is the wavelength of light ?. London: Lux Magazine. 7 Februari 2012. <http://archive.luxmagazine.co.uk/2012/02/the-doctor-will-see-you-now-2/> [Diakses pada 23 Januari 2018].
- Kementerian Pertanian. 2017. *Statistik Pertanian 2017*. Jakarta. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Maritima. 2011. Chrysomelidae [Serial Online]. <http://bugguide.net/node/view/515850> [diakses 24 Oktober 2017].
- Maspary. (2012) Mengendalikan Ulat Grayak Pada Tanaman Padi [Serial Online] <http://www.gerbangpertanian.com/2012/11/mengendalikan-ulat-grayak-pada-tanaman.html> [diakses 12 Oktober 2016].
- Mela, A. 2015. Walang Sangit (Belalang Sangit) [Serial Online]. <https://www.youtube.com/watch?v=MN8fSldH5b4> [diakses pada 24 Oktober 2017].
- Meyer. 2006 Perangkap Hama. <http://bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/blog/perangkap-hama> [diakses 11 Oktober 2016].
- Natawigena, H. 1990. Pengendalian Hama Terpadu (Integred Pest Control). Bandung: CV Armico.
- Plagens, M. J. 2012. Grasshoppers, Katydid and Crickets [Serial Online]. <http://www.ngkenya.com/inverts/orthoptera.html> [diakses 24 Oktober 2017].
- Praviel. 2006. Spodoptera Exigua [Serial Online]. [https://www7.inra.fr/papillon/noctuid/amphipyrt/texteng/s\\_exigua.htm](https://www7.inra.fr/papillon/noctuid/amphipyrt/texteng/s_exigua.htm) [diakses 24 Oktober 2017].
- Pringatun, S., Karnoto, & Prasetyo, M. T. 2011. Analisis Komparasi Pemilihan Lampu Penerangan Jalan Tol <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/ME/article/download/633/685> [diakses 26 April 2016].
- Rahayu, E. dan N. Berlian. 2002. Bawang Merah. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Shimoda, M., dan Honda, K. I. 2013. Review: Insect Reaction to Light and Its Applications to Pest Management. Springer. APPL entomol Zool, (48):413-421.
- Solar S. I. 2012. VRLA Baterai. <http://solarsuryaindonesia.com/info/vrla-baterai> [Diakses 18 Oktober 2017].
- Spielman, A dan M, d'Antonio. Mosquito [Serial Online]. <http://www.faculty.ucr.edu/~legnerref/medical/culicidaekey.htm> [diakses 24 Oktober 2017].
- Sumarni, N. dan A. Hidayat. 2005. Budidaya Bawang Merah. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran
- Sunarno. 2011. Ketertarikan Serangga Hama Lalat Buah Terhadap Berbagai Papan Perangka Berwarna Sebagai Salah Satu Teknik Pengendalian. Jurnal Agroforestri. Volume VI Nomer 2. [https://jurnalee.files.wordpress.com/2012/12/ketertarikan-serangga-hama-lalat-buah-terhadap-berbagai-papan-perang kap.pdf](https://jurnalee.files.wordpress.com/2012/12/ketertarikan-serangga-hama-lalat-buah-terhadap-berbagai-papan-perang-kap.pdf) [Diakses 28 Desember 2016)].
- Udiarto, B. K., Setiawati, W., dan Suryaningsih, E. 2005. Pengenalan Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah dan Pengendaliannya. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Perancangan *Software* menggunakan Aplikasi Livewire

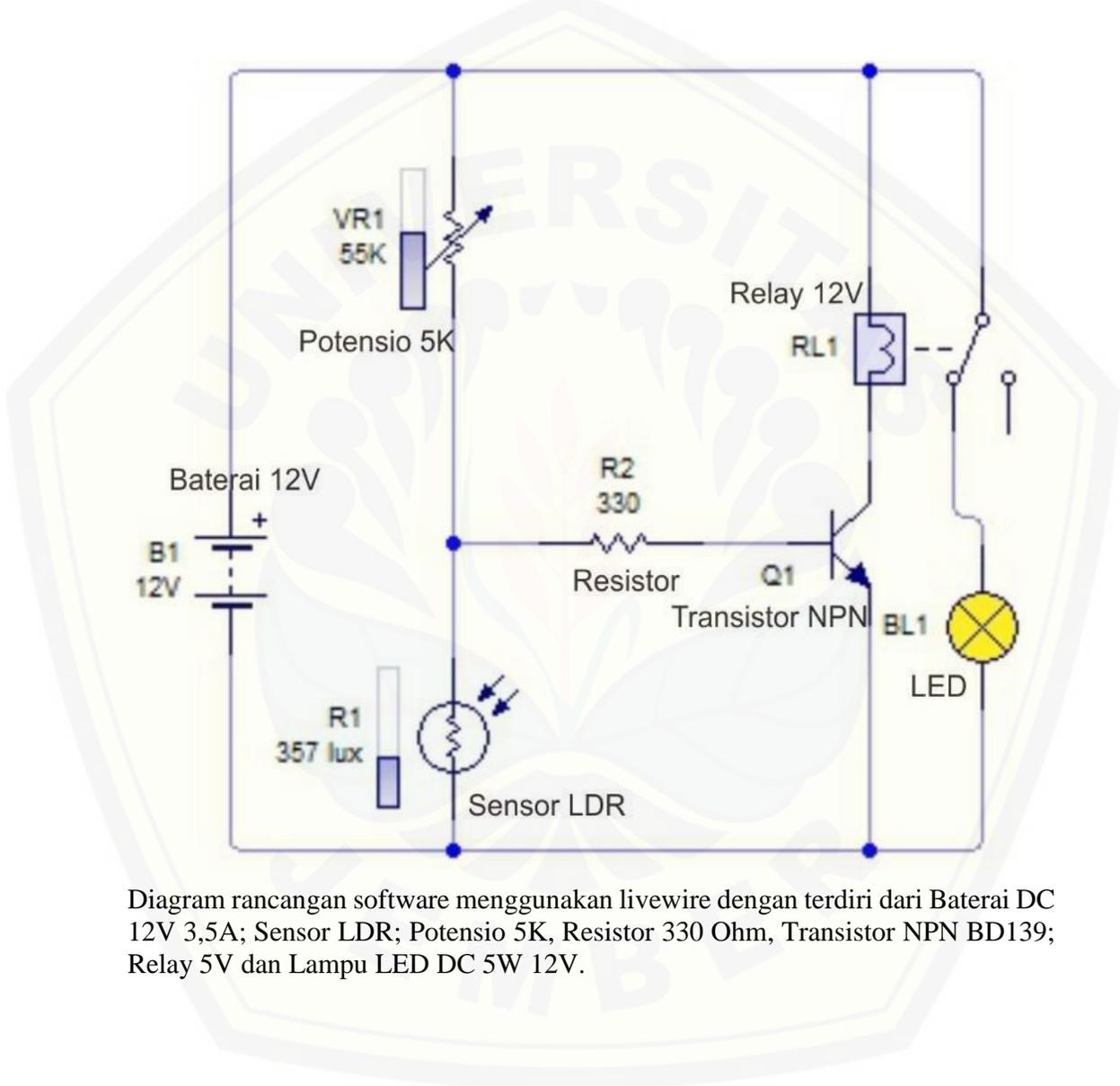
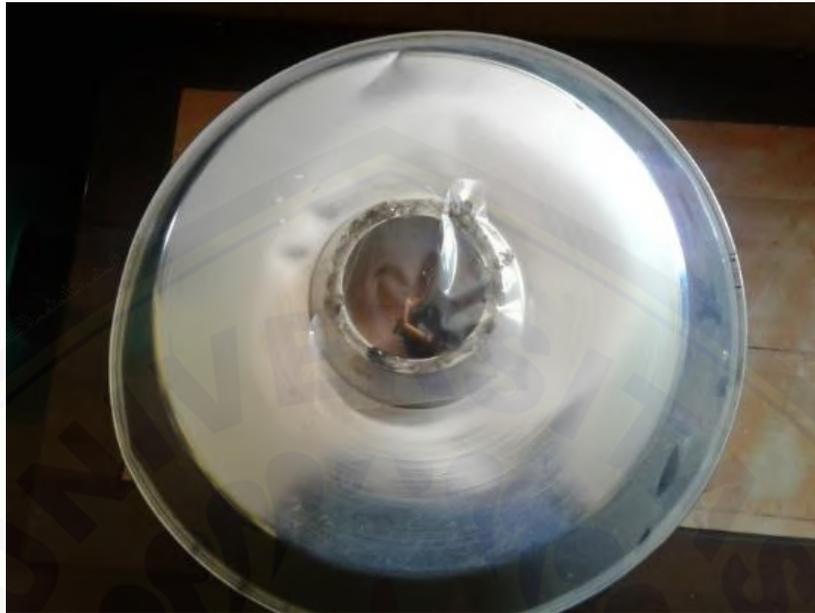


Diagram rancangan software menggunakan livewire dengan terdiri dari Baterai DC 12V 3,5A; Sensor LDR; Potensio 5K, Resistor 330 Ohm, Transistor NPN BD139; Relay 5V dan Lampu LED DC 5W 12V.

Lampiran 2. Komponen Bagian Atas Alat



(a)

Gambar (a) Komponen atas yang terbuat dari tutup lampu berbahan aluminium berdiameter 45cm dan tinggi 8,5cm dan terdapat lubang di tengah untuk penempatan sensor LDR



(b)

Gambar (b) Komponen atas tampak samping yang terdiri dari tutup lampu dan triplek sebagai penyangga dan nampan yang digunakan untuk tempat yellow trap, terdapat 2 mur di samping yang berguna merekatkan komponen atas dan komponen bawah alat



(c)

Gambar (c) Bagian bawah tutup lampu, yang terdiri dari triplek yang digunakan untuk menyangga tutup lampu dan dibagian tengah terdapat lubang untuk masuknya sensor LDR dan tempat komponen elektronik alat

### Lampiran 3. Komponen Bagian Bawah Alat



(a)



(b)

Gambar (a) Komponen bawah terdiri dari paralon sepanjang 50cm dan penyangga yang terbuat dari triplek ukuran 30x30 cm yang direkatkan menggunakan lem ; Gambar (b) Nampak atas kayu triplek sebagai penyangga alat, terdapat lobang di pojok kayu sebagai tempat mur untuk pemasangan dengan komponen atas alat

Lampiran 4. Komponen Elektronik Alat



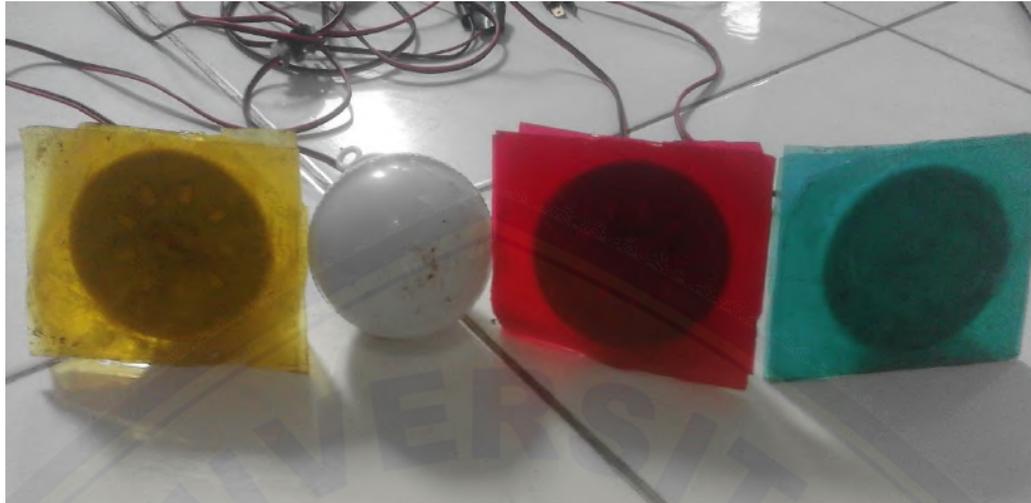
(a)

Gambar (a) Komponen elektronik yang telah selesai dirangkai



(b)

Gambar (b) Komponen Elektronik ditempatkan pada wadah plastik berukuran 6cm X 4cm dan diletakkan di bawah tutup lampu direkatkan menggunakan mur



(c)

Gambar (c) Lampu DC 12V 5W dibuat menjadi 4 warna, kuning, putih, merah dan hijau. Modifikasi warna lampu dilakukan dengan menggunakan plastik mika sesuai dengan warna dan memiliki lapisan yang berbeda, warna kuning 6 lapisan, merah 4 lapisan, hijau 5 lapisan plastik mika, dan warna putih tanpa modifikasi karena dasar dari lampu yang dipilih berwarna putih



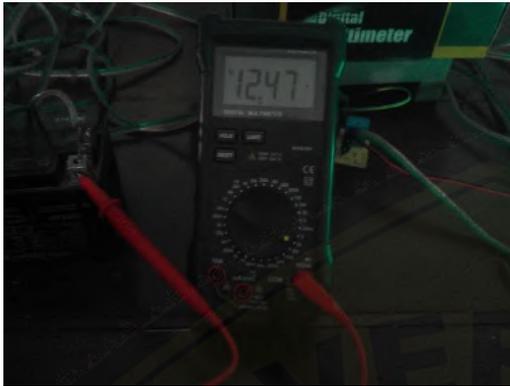
(d)



(e)

(d) Baterai VRLA GS GTZ25S Tampak Depan; dan (e) Baterai VRLA GS GTZ25S Tampak Samping

Lampiran 5. Pengukuran Konsumsi Energi Alat



(a)



(b)

Gambar (a) Pengukuran Tegangan Jam ke 1; Gambar (b) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 1



(c)



(d)

Gambar (c) Pengukuran Tegangan Jam ke 2; Gambar (d) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 2



(e)



(f)

Gambar (e) Pengukuran Tegangan Jam ke 3; Gambar (f) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 3



(g)



(h)

Gambar (g) Pengukuran Tegangan Jam ke 4; Gambar (h) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 4



(i)



(j)

Gambar (i) Pengukuran Tegangan Jam ke 6; Gambar (j) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 6



(k)



(l)

Gambar (k) Pengukuran Tegangan Jam ke 8; Gambar (l) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 8



(m)



(n)

Gambar (m) Pengukuran Tegangan Jam ke 10; Gambar (n) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 10



(o)



(p)

Gambar (o) Pengukuran Tegangan Jam ke 12; Gambar (p) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 12



(q)



(r)

Gambar (p) Pengukuran Tegangan Jam ke 14; Gambar (r) Pengukuran Kuat Arus Jam ke 14

Lampiran 6. Lokasi Penelitian



(a)

Gambar (a) Lokasi penelitian terletak di Desa Banjarsawah Kecamatan Leces Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur



(b)

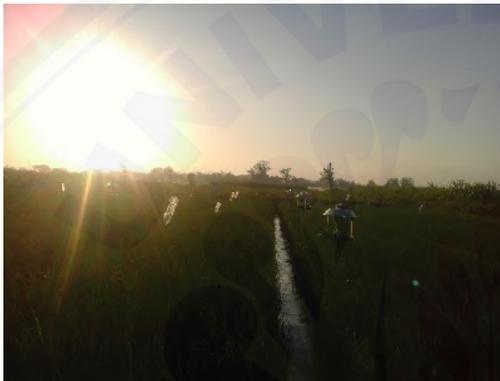
Gambar (b) Lahan bawang merah yang digunakan untuk penelitian, pemasangan lampu disesuaikan dengan warna lampu dipasang berjajar, jarak setiap lampu adalah 3 meter dan lampu di bentang lainnya adalah 6 meter



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar (c) Tampak lahan menghadap arah barat ; (d) Tampak lahan menghadap arah selatan; (e) Tampak lahan menghadap arah timur; dan (f) Tampak lahan menghadap arah utara



(g)



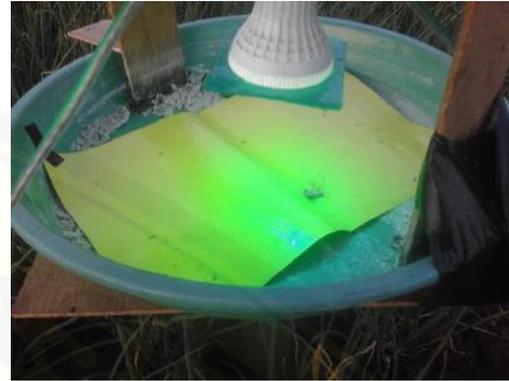
(h)

Gambar (g) Lampu mati dengan otomatis ketika cahaya matahari datang sekitar jam 05.30 WIB dan Gambar (h) Lampu hidup dengan otomatis ketika cahaya matahari mulai menghilang jam 17.30 WIB

Lampiran 7. Lampu Perangkap di Lahan



(a)



(b)



(c)



(d)

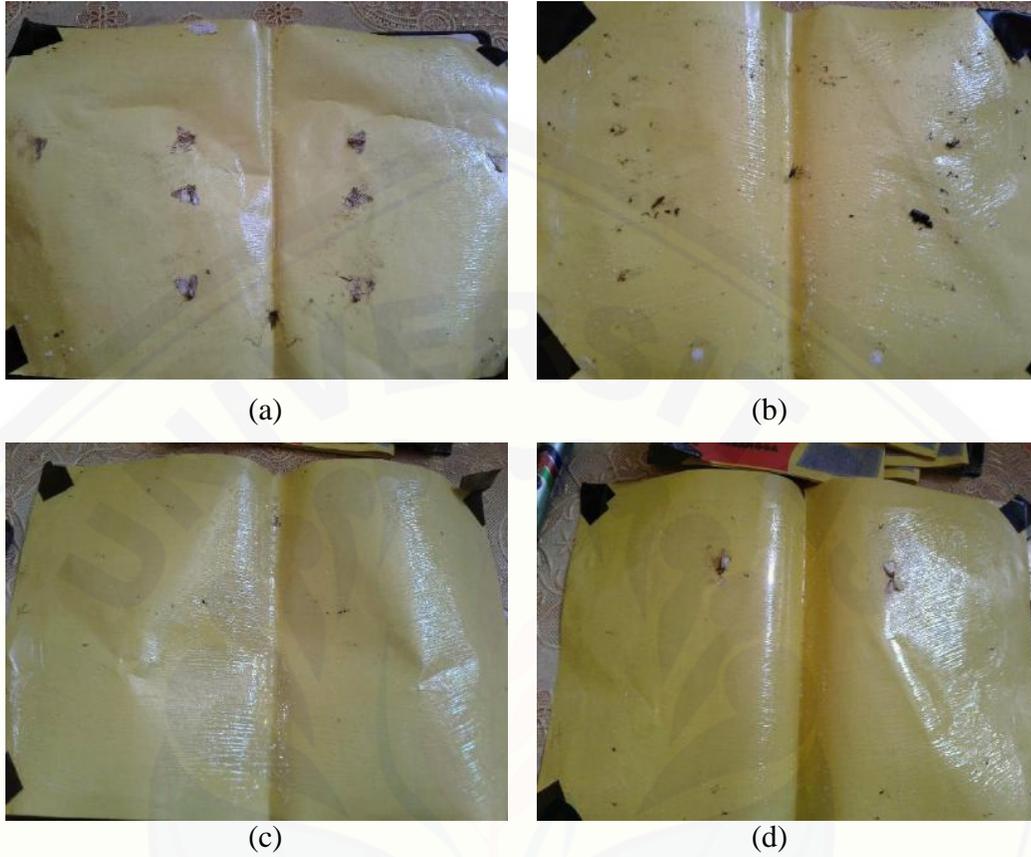
Gambar (a) Lampu perangkap dengan warna kuning; (b) Lampu perangkap dengan warna hijau; (c) Lampu perangkap dengan warna merah; dan (d) Lampu perangkap dengan warna putih



(e)

Gambar (e) Lampu perangkap modifikasi di lahan bawang merah

Lampiran 8. Hasil Tangkapan Lampu Perangkap



Gambar (a) Hasil perangkap media yellow trap lampu merah; (b) Hasil perangkap media yellow trap warna putih; (c) Hasil perangkap media yellow trap warna kuning; dan (d) Hasil perangkap media yellow trap warna hijau

Lampiran 9. Pengukuran Intensitas Cahaya *LED* yang Digunakan



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar (a) Pengukuran lampu *LED* putih; (b) Pengukuran lampu *LED* merah; (c) Pengukuran lampu *LED* kuning; dan (d) Pengukuran lampu *LED* hijau.

Lampiran 10. Jangkauan Lampu *LED* Lampu Perangkap Serangga



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar (a) Jangkauan *LED* putih; (b) Jangkauan *LED* merah; (c) Jangkauan *LED* kuning; dan (d) Jangkauan *LED* hijau.