



**UJI RESISTENSI ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP  
INSEKTISIDA BAHAN AKTIF SIPERMETRIN PADA  
TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI  
BUKU ILMIAH POPULER**

**SKRIPSI**

disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar  
Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh  
**Choyrul Lulu' Innaja**  
**NIM 110210103078**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang, saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Ayahanda tercinta Imam Syafi'i dan Ibunda tercinta Sri Winih yang selalu ada dalam hatiku, terimakasih telah mendukung setiap langkahku, mendidik dan membesarkanku dengan cinta dan kasih sayang, memberi motivasi, doa, pengorbanan baik moral maupun materi yang tidak akan pernah bisa ku balas dengan apapun dan selalu meraih tanganku ketika aku terjatuh, semoga nanti aku bisa membahagiakan kalian;
2. Bapak dan ibu guru dari TK, SD N 1 Purworejo, SMP N 2 Ponorogo, SMA N 1 Ponorogo, dan Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu yang bermanfaat dan bimbingan dengan sepenuh hati;
3. Kakakku Khayatur Rodiah dan adikku Budayrul Arifah, yang selalu memberikan semangat kepadaku, serta segenap keluarga besarku yang selalu memotivasiku dengan canda tawa;
4. Teman dan sahabatku angkatan 2011 Pendidikan Biologi yang selalu memberiku semangat, dukungan dan doa, serta membantu dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

**MOTTO**

“Hidup ini diatur oleh Tuhan, tidak usah takut gagal jika memang telah bekerja keras, karena setiap jerih payah selalu diperhitungkan.  
Jujur dan sabarlah dalam segala hal, dengan begitu hidup akan damai dan bahagia.”

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan, apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”  
(Al-Quran Terjemahan Surat Al-Issyirah: 5-8)<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2002. Mushaf Al-Qur'an Terjemahan .  
Depok: Penerbit Al-Huda

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Choyrul Lulu' Innaja

NIM : 110210103078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: **“Uji Resistensi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Bahan Aktif Sipermetrin pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer”**, adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap dan etika ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Agustus 2015  
Yang menyatakan,

Choyrul Lulu' Innaja  
NIM. 110210103078

**SKRIPSI**

**UJI RESISTENSI ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP  
INSEKTISIDA BAHAN AKTIF SIPERMETRIN PADA  
TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI  
BUKU ILMIAH POPULER**

Oleh  
Choyrul Lulu' Innaja  
NIM 110210103078

Pembimbing:

Pembimbing Utama : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.

Pembimbing Anggota : Prof. Dr. Suratno, M.Si.

**PERSETUJUAN**

**UJI RESISTENSI ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP  
INSEKTISIDA BAHAN AKTIF SIPERMETRIN PADA  
TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI  
BUKU ILMIAH POPULER**

**SKRIPSI**

disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh

Nama Mahasiswa : Choyrul Lulu' Innaja  
NIM : 110210103078  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Angkatan Tahun : 2011  
Daerah Asal : Ponorogo  
Tempat, Tanggal Lahir : Ponorogo, 11 Juni 1992

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.  
NIP. 19630813 199302 1 001

Prof. Dr. Suratno, M.Si  
NIP. 19670625 199203 1 003

**PENGESAHAN**

Karya ilmiah skripsi berjudul “Uji Resistensi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Bahan Aktif Sipermetrin pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 18 Agustus 2015  
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.  
NIP. 19630813 199302 1 001

Prof. Dr. Suratno, M.Si  
NIP. 19670625 199203 1 003

Anggota 1,

Anggota 2,

Dr. Jekti Prihatin, M.Si.  
NIP. 19651009 199103 2 001

Kamalia Fikri, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 19840223 201012 2 004

Mengesahkan  
Dekan FKIP Universitas Jember,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.  
NIP. 19540501 198303 1 005

## RINGKASAN

**Uji Resistensi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Bahan Aktif Sipermetrin pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer;** Choyrul Lulu' Innaja, 110210103078; 2015; 55 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan musuh utama para petani. Menurut laporan BPS (2013) kehadiran ulat grayak menjadi sangat merugikan, sehingga dapat menurunkan komoditas tomat di Indonesia. Upaya untuk meminimalkan kerugian akibat serangan ulat grayak saat ini selalu dilakukan dengan insektisida sintetik yang berdampak buruk bagi lingkungan. Tidak hanya itu saja, penggunaan insektisida sintetik juga dapat menyebabkan resistensi serangga yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengendalian ulat grayak.

Banyak jenis insektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan ulat grayak. Salah satu insektisida yang sering digunakan adalah insektisida bahan aktif sipermetrin. Penggunaan insektisida sipermetrin berlebih yang dilakukan oleh petani dan seringnya kontak antar serangga dengan insektisida juga akan berdampak terhadap resistensi ulat grayak dan keberhasilan pengendalian serangga hama. Hasil penelitian selama ini banyak yang hanya diketahui oleh kalangan peneliti itu sendiri dan belum dimanfaatkan sebagai penambah pengetahuan masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai  $LC_{50-48}$  jam dan  $LT_{50}$  insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin terhadap ulat grayak, mendeterminasi besarnya nilai resistensi ulat grayak, mengetahui pengaruh variasi konsentrasi insektisida terhadap kebugaran (*fitness*) ulat grayak, dan untuk mengetahui produk penelitian berupa buku ilmiah populer layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat awam.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris yang dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2015. Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan yang terdiri dari tujuh

perlakuan dengan waktu pengamatan 12 jam sekali selama 48 jam. Hasil pengamatan di uji dengan analisis Probit untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  48 jam dan  $LT_{50}$ . Selanjutnya mencari nilai RF (*Resistance Factor*) untuk mengetahui tingkat resistensi ulat grayak. Pada hasil pengamatan uji laboratorium juga dianalisis ANOVA untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi terhadap *survivorship*, berat, dan lama perkembangan instar, jika signifikan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Adapun analisis data untuk uji produk penelitian menggunakan instrumen validasi buku ilmiah populer.

Nilai  $LC_{50}$  48 jam ulat grayak adalah 1,8 ml/l dengan nilai RF sebesar 3,05 kali. Hasil ini menunjukkan bahwa ulat grayak telah resisten terhadap insektisida sipermetrin sebesar 3,05 kali. Uji selanjutnya yaitu analisis varian untuk pengaruh variasi konsentrasi terhadap *survivorship* yaitu  $p = 0,00 (< 0,05)$ , kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata perlakuan kontrol dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi. Uji ANOVA juga dilakukan terhadap berat larva setelah aplikasi dan lama perkembangan setiap instar yang menunjukkan adanya pengaruh yang tidak signifikan yaitu terhadap berat larva ( $p = 0,987$ ) dan lama perkembangan tiap instar, instar 3 ( $p = 0,949$ ), dan instar 4 ( $p = 0,829$ ). Adapun hasil validasi buku menunjukkan bahwa produk buku ilmiah populer layak dijadikan sebagai buku bacaan masyarakat awam dengan adanya beberapa revisi.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut. 1) Nilai  $LC_{50}$ -48 jam ulat grayak terhadap insektisida sipermetrin adalah sebesar 1,85 ml/l dan nilai  $LT_{50}$  sebesar 40,18 jam. 2) Nilai *Resistance Factor* (RF) ulat grayak sebesar 3,05, hal ini mengindikasikan bahwa ulat grayak telah resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin sebesar 3,05 kali. 3) Buku ilmiah populer hasil penelitian layak dijadikan sebagai buku bacaan masyarakat awam untuk menambah pengetahuan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Resistensi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Bahan Aktif Sipermetrin pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dra. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Prof. Dr. Suratno, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
4. Drs. Wachju Subchan, M.S.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I, dan Prof. Dr. Suratno, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Jekti Prihatin, M.Si., selaku Dosen Penguji I, dan Ibu kamalia Fikri, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji II sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu dan meluangkan pikiran untuk perbaikan skripsi ini;
6. Semua dosen FKIP Pendidikan Biologi, atas semua ilmu yang diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Imam Syafi'i dan Ibu Sri Winih, Mbak Diah, Adik Arifah, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa ikhlas memberikan

semangat, do'a, saran dan dukungan baik moril, tenaga, maupun materil demi terselesaikannya masa studi ini;

8. Sahabat-sahabatku tercinta, Pepi, Alik, Bety, Mimin, Lia, Fitri, Rispol, Rahma, Hindun, Andi, Aflah, Amin, Dodik, Marlia, Ifa, Faiq, Mbak Anis, Mbak Maya, dan keluarga besar KPMP-BK yang selalu memberiku dukungan dan semangat;
9. Teman-temanku angkatan 2011 Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan kenangan terindah yang tak pernah terlupakan;
10. Teman-teman seperjuangan satu bimbingan skripsi, terima kasih telah saling membantu dan memotivasi satu sama lain;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Agustus 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	5
<b>1.4 Tujuan</b> .....	5
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
<b>2.1 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>)</b> .....	7
2.1.1 Sistematika Ulat Grayak .....	7
2.1.2 Biologi Ulat Grayak .....	7
2.1.3 Gejala Serangan .....	10
2.1.4 Inang dan Penyebaran .....	10

<b>2.2 Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)</b> .....	11
2.2.1 Sistematika Tomat .....	11
2.2.2 Morfologi Tomat .....	11
<b>2.3 Struktur dan Cara Kerja Insektisida Sipermetrin</b> .....	12
<b>2.4 Median Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>)</b> .....	13
<b>2.5 Resistensi</b> .....	14
2.5.1 Pengertian Resistensi .....	14
2.5.2 Penentuan Resistensi .....	15
2.5.3 Mekanisme dan Penyebab Resistensi .....	16
2.5.4 Resistensi Ulat Grayak .....	17
<b>2.6 Karya Ilmiah Populer</b> .....	17
<b>2.7 Landasan Teoritis</b> .....	19
<b>2.8 Hipotesis</b> .....	20
<b>BAB 3. Metode Penelitian</b> .....	21
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	21
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	21
<b>3.3 Identifikasi Variabel Penelitian</b> .....	21
<b>3.4 Definisi Operasional</b> .....	22
<b>3.5 Populasi dan Sampel</b> .....	22
<b>3.6 Desain Penelitian</b> .....	22
<b>3.7 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	24
3.7.1 Alat Penelitian .....	24
3.7.2 Bahan Penelitian .....	25
<b>3.8 Prosedur Penelitian</b> .....	25
3.8.1 Penyiapan Tanaman Pakan .....	25
3.8.2 Pemeliharaan <i>Spodoptera litura</i> F. ....	25
3.8.3 Pembuatan Sereal Konsentrasi Insektisida .....	25
3.8.4 Uji Pendahuluan .....	25

3.8.5 Uji Lanjutan .....	26
3.8.6 Penyusunan Buku Ilmiah Populaer .....	28
3.8.7 Uji Buku Ilmiah Populer.....	29
<b>3.9 Analisis Data.....</b>	<b>30</b>
3.9.1 Analisis Data Penelitian.....	30
3.9.2 Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer .....	30
<b>3.10 Alur Penelitian .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>33</b>
4.1.1 Uji laboratorium .....	33
4.1.1.a LC <sub>50</sub> -48 jam dan LT <sub>50</sub> .....	33
4.1.1.b Nilai <i>Resistance Factor</i> .....	35
4.1.1.c <i>Survivorship</i> , Berat, dan Lama Perkembangan.....	35
4.1.2 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer.....	37
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>40</b>
4.2.1 LC <sub>50</sub> dan LT <sub>50</sub> <i>Spodoptera litura</i> F. ....	40
4.2.2. Pengujian Resistensi ( <i>Resistance Factor</i> ).....	42
4.2.3 Kebugaran ( <i>fitness</i> ) <i>Spodoptera litura</i> F.. ....	44
4.2.4 Kelayakan Buku Ilmiah Populer .....	46
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Rancangan Desain Penelitian .....	23
3.2 Parameter Penelitian.....	28
3.3 Validator Buku Ilmiah Populer.....	30
3.4 Nilai Tiap Kategori .....	31
3.5 Rentang Skor .....	31
4.1 Nilai LC <sub>50-48</sub> jam <i>Spodoptera litura</i> F. ....	34
4.2 Nilai LT <sub>50</sub> <i>Spodoptera litura</i> F. ....	34
4.3 Nilai RF <i>Spodoptera litura</i> F.....	35
4.4 Hasil ANOVA Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap <i>Survivorship</i> <i>Spodoptera litura</i> F. ....	35
4.5 Rerata Pengaruh Konsentrasi terhadap <i>Survivorship</i> .....	36
4.6 Hasil ANOVA Pengaruh Konsentrasi terhadap Berat Larva, Instar 3, dan Instar 4 .....	37
4.7 <i>Out line</i> Buku Ilmiah Populer.....	38
4.8 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer .....	39
4.9 Komentar Umum dan Saran Validator.....	39
4.10 Revisi Buku Ilmiah Populer .....	49

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Telur <i>Spodoptera litura</i> F.....	8
2.2 Instar 2 <i>Spodoptera litura</i> F.....	9
2.3 (a) Instar 4 <i>Spodoptera litura</i> F.; (b) Instar 5 <i>Spodoptera litura</i> F. ....	9
2.4 Imago <i>Spodoptera litura</i> F. ....	10
2.5 (a) Batang, daun, dan bunga tomat; (b) Buah Tomat.....	12
2.6 Struktur Sipermetrin.....	13
2.7 Kerangka Landasan Teoritis.....	19
3.1 Botol Tempat Penelitian.....	27
3.2 Peletakan Botol pada Desain Penelitian.....	27
3.3 Alur Penelitian.....	32
4.1 Histogram Komulatif Berat, Instar 3, dan Instar 4.....	36
4.2 Desain Cover Buku Ilmiah Populer.....	39
4.3 Mekanisme Resistensi.....	44

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran I. Matriks Penelitian .....	56
Lampiran II. Hasil Pengamatan.....	59
Lampiran III. Persentase Mortalitas.....	66
Lampiran IV. Hasil Analisis Varian dan Probit .....	69
Lampiran V. Angket <i>Need Assessment</i> Buku Nonteks.....	80
Lampiran VI. Validasi Produk Buku Ilmiah Populer .....	83
Lampiran VII. Dokumentasi Penelitian .....	111

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tomat merupakan salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan nilai gizi yang cukup tinggi (Wasonowati, 2011:21). Tetapi apabila dilihat dari rata-rata produksinya, ternyata produksi tomat di Indonesia masih rendah dan tidak selalu stabil. Berdasarkan laporan dari Badan Pusat Statistik (2013), rata-rata produksi tomat pada tahun 2011 sebesar 954.046 ton, sedangkan pada tahun 2012 hanya 887.556 ton. Terlihat adanya penurunan produksi tomat pada tahun 2012 sebesar 6,96% (BPS, 2013). Terjadinya angka penurunan ini kemungkinan disebabkan adanya beberapa faktor pengganggu, salah satunya adalah hama.

Hama tanaman tomat terdiri dari berbagai jenis, salah satu jenis serangga hama yang sangat mengganggu adalah ulat grayak atau dikenal dengan nama *Spodoptera litura* F. Ulat grayak merupakan musuh utama para petani. Banyak petani yang resah dengan kehadiran ulat grayak, karena ulat ini tidak hanya menyerang satu jenis tanaman saja, akan tetapi banyak jenis tanaman yang menjadi sasaran utama serangannya seperti kedelai, kacang-kacangan, kapas, tomat, tembakau, jagung, padi, ketela rambat, kakao, sayur-sayuran, dan tanaman herba lainnya (Kalshoven, 1981:338).

Kehadiran ulat grayak menjadi sangat merugikan karena ulat ini langsung menyerang pada daun secara berkelompok pada malam hari, sedangkan pada siang hari bersembunyi (Adisarwanto dan Widiyanto, 1999:54). Imago betina meletakkan telur secara berkelompok di permukaan daun, kemudian setelah 3-4 hari akan menetas menjadi larva (ulat). Fase larva inilah yang sangat merugikan, karena larva memakan daun dan hanya menyisakan tulang daunnya saja (Marwoto dan Suharsono, 2008:131). Dilaporkan oleh *Cyber Sulut News* (CSN) pada bulan April tahun 2014 hampir 100 hektar sawah warga Jaton diserang hama ulat grayak dan mengakibatkan kerugian hampir 80 % (Wolajan, 2014). Melihat dari besarnya

kerugian yang diakibatkan ulat grayak, maka melakukan pengendalian yang efektif sangatlah diperlukan.

Pengendalian ulat grayak sebenarnya sudah berkembang banyak cara, baik pengendalian secara biologi maupun secara kimiawi. Upaya pengendalian secara biologi dilakukan dengan cara pemanfaatan musuh alami baik dengan predator, parasitoid, ataupun patogen (Kurnianti, 2013). Selain dengan musuh alami, pengendalian juga dapat dilakukan dengan penggunaan insektisida nabati. Berdasarkan penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa banyak sekali jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati ulat grayak (Arivoli dan Tennyson, 2013:20). Kenyataannya di lapang pengendalian secara biologi ini masih jarang sekali diterapkan oleh para petani karena kurangnya pengetahuan mereka. Para petani di Indonesia lebih memilih cara praktis dan cepat yaitu pengendalian secara kimiawi dengan penggunaan insektisida kimia. Menurut data yang dikeluarkan oleh BPS (2006), pada tahun 1984 Indonesia menguasai 20% dari pangsa pasar pestisida dunia. Selama kurun waktu 1982-1987 peningkatan pemakaian pestisida sebesar 36% dan pemakaian ini terus mengalami peningkatan hingga pada tahun 2006 pertumbuhan pasar pestisida nasional sebesar 2,16 Trilyun (Hudayya dan Jayanti, 2013:3).

Pengendalian hama menggunakan insektisida kimia memang memiliki banyak kelebihan, yaitu daya racunnya sangat tinggi sehingga dapat membunuh atau memberantas hama dengan cepat (Fitri, 2013). Selain kelebihan tersebut, ternyata penggunaan insektisida kimia juga memiliki banyak kelemahan, diantaranya adalah dapat menyebabkan penumpukan bahan residu kimia pada hasil panen, pencemaran lingkungan, terbunuhnya musuh alami, keracunan pada manusia, dan yang paling berbahaya adalah dapat menyebabkan kebal atau resistensi hama terhadap insektisida (Husodo, 2013:9).

Menurut Widiyanto (1992:60), insektisida yang bisa digunakan untuk memberantas serangga banyak jenisnya, ada yang bersifat kontak dan ada yang

bersifat sistemik. Pestisida yang bersifat kontak berarti penggunaannya harus langsung kontak dengan hamanya, racun akan masuk ke dalam jaringan tubuh hama dan akan merusak fungsi fisiologinya. Sementara insektisida yang bersifat sistemik bekerja sebagai racun lambung atau racun perut yang nantinya akan diserap oleh dinding saluran pencernaan dan akan disalurkan ke sistem saraf serangga. Selama ini, banyak petani yang memilih menggunakan insektisida sistemik karena insektisida ini lebih ampuh dan tahan lama. Para petani sayuranpun juga sering menggunakan insektisida sintetik, termasuk dalam memberantas ulat grayak. Salah satu insektisida sistemik yang dapat digunakan untuk memberantas ulat grayak adalah insektisida yang memiliki bahan aktif sipermetrin (Moekasan dan Prabaningrum, 2012:27).

Sipermetrin termasuk insektisida kontak dan sistemik yang bekerja sebagai racun lambung atau racun perut. Sipermetrin merupakan insektisida golongan pyretroid dan bersifat sangat toksik karena merupakan racun yang menyerang sistem saraf, sehingga hama cepat terbunuh (Hudayya dan Jayanti, 2013:14). Sipermetrin biasa digunakan untuk mengendalikan hama pada tanaman hortikultura. Banyak sekali merk dagang insektisida untuk tanaman tomat, kentang, mentimun, dan kacang-kacangan yang menggunakan bahan aktif sipermetrin. Penggunaan sipermetrin sangat populer pada tanaman hortikultura karena efektifitas dan harganya yang murah (Sari *et al.*, 202:76).

Sama halnya dengan insektisida golongan lainnya, tidak dipungkiri bahwa senyawa ini juga memiliki dampak negatif bagi makhluk hidup dan lingkungan jika penggunaannya tidak bijaksana. Penggunaan insektisida berbahan aktif sipermetrin secara berkelanjutan kemungkinan juga dapat menyebabkan resistensi terhadap hama sasaran.

Menurut Moekasan dan Basuki (2007:344) penggunaan insektisida yang tidak rasional, seperti frekuensi penyemprotan yang sering, pemakaian dosis semakin tinggi, dan pencampuran lebih dari 2 jenis insektisida dengan tidak memperhatikan kompatibilitasnya, akan mempercepat terjadinya resistensi hama terhadap

insektisida. Serangga yang resisten terhadap suatu insektisida akan menghasilkan secara alami keturunan yang juga resisten terhadap insektisida tersebut (Ishartadiarti, 2011:6).

Resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida sintetis telah dilaporkan di berbagai negara, seperti terhadap organophosphates, pyrethroids, dan carbamates di Cina dengan korelasi antara 14-229 kali lipat lebih tahan untuk organofosfat, 38-1.069 kali lipat lebih tahan untuk thiodikarb, dan 3-43 kali lipat lebih tahan untuk abamektin (Tong, 2014:602). Selain itu, di India juga telah dilaporkan bahwa *Spodoptera litura* F. resisten terhadap sipermetrin dengan korelasi 15,74 kali (kumar *et al*, 2014:227). Perkembangan resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida kimia berbahan aktif sipermetrin di Indonesia sampai saat ini belum banyak diketahui. Padahal status resistensi serangga hama ini sangat penting untuk diketahui karena akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengendalian hama (termasuk *Spodoptera litura* F.). Petani yang kurang mengetahui status resistensi serangga hama yang menyerang perkebunannya akan percuma jika melakukan pengendalian dengan insektisida yang ternyata telah resisten. Oleh karena itu diperlukan penelitian dasar untuk mengetahui resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap aplikasi insektisida sintetis bahan aktif sipermetrin.

Rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat akan hal resistensi ini disebabkan karena selama ini hasil penelitian hanya diketahui oleh peneliti itu sendiri dan belum dimanfaatkan untuk bacaan masyarakat luas. Oleh karena itu, diperlukan suatu produk hasil penelitian berupa buku ilmiah populer yang menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat luas, sehingga hasil dari penelitian dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a. Berapakah  $LC_{50}$ -48 jam dan  $LT_{50}$  insektisida bahan aktif sipermetrin terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)?
- b. Berapakah nilai resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin?
- c. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi insektisida bahan aktif sipermetrin terhadap *survivorship* dan *fitness* ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)?
- d. Apakah hasil penelitian tentang uji resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin layak digunakan sebagai buku ilmiah populer?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah yang terkandung di dalam penelitian ini, maka permasalahan yang dibahas dibatasi seperti berikut.

- a. Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) yang digunakan adalah larva instar 3, larva instar 3 dipilih karena fase ini dapat menyebabkan kerusakan yang besar.
- b. Pengamatan hasil perlakuan akhir untuk kebugaran (*fitness*) meliputi perhitungan jumlah *survivorship* pada setiap perlakuan, berat larva, dan lama perkembangan stadium instar 3 dan instar 4 setelah aplikasi insektisida bahan aktif sipermetrin.
- c. Penyusunan buku ilmiah populer mengikuti model Thiagarajan (model 4-D), dalam penelitian ini hanya dilakukan 3 tahap yaitu *define*, *design*, dan *develop*.
- d. Buku ilmiah populer akan divalidasi oleh 2 validator dosen (yang merupakan ahli materi atau ahli media), 1 validator dari dinas pertanian, 1 validator dari PPL, dan 1 validator masyarakat umum.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui besarnya  $LC_{50-48}$  jam dan  $LT_{50}$  insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
- b. Mendeterminasi besarnya nilai resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin.
- c. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi insektisida bahan aktif sipermetrin terhadap *survivorship* dan *fitness* ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
- d. Mengetahui kelayakan buku ilmiah populer sebagai produk dari hasil penelitian tentang uji resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.).

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memperoleh beberapa manfaat, diantaranya sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti, dapat menambah kasanah keilmuan dan membuktikan secara ilmiah resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin.
- b. Bagi peneliti lain, dapat memberikan sumbangan pemikiran sebagai motifasi untuk meneliti lebih lanjut mengenai resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin.
- c. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi baru bahwa aplikasi insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin dapat menyebabkan resistensi terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
- d. Bagi lembaga, khususnya FKIP Program Studi Pendidikan Biologi dapat memperkaya wacana sains serta memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat di bidang biologi, khususnya pengetahuan mengenai resistensi Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

#### 2.1.1 Sistematika Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Ulat grayak memiliki nama ilmiah *Spodoptera litura* F. Sebelumnya nama ilmiah ulat grayak adalah *Prodenia litura* oleh Hampson, dan sekarang termasuk ke dalam genus *Spodoptera* (Sudarmo, 1991:10). Berdasarkan data dari *ITIS.gov*, ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) memiliki sistematika klasifikasi sebagai berikut

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Hexapoda
Class	: Insecta
Subclass	: Pterygota
Order	: Lepidoptera
Family	: Noctuidae
Subfamily	: Amphipyridae
Tribe	: Prodeniini
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Spesies	: <i>Spodoptera litura</i> F.

(Sumber: *ITIS.gov*, 2002)

#### 2.1.2 Biologi Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) berkembang biak dengan cara bertelur dan mengalami metamorfosis sempurna. Metamorfosis terjadi melalui empat tahapan, mulai dari telur, larva, pupa, dan terakhir imago berupa ngengat. Ngengat betina meletakkan telur di permukaan daun secara berkelompok, satu kelompok dapat berisi 25-500 butir telur. Telur ngengat berbentuk hampir bulat dengan bagian datar melekat pada daun. Telur tertutup oleh bulu seperti beludru berwarna kekuning-kuningan dan akan menetas menjadi larva (ulat) setelah 2-4 hari (Sudarmo, 1991:10).

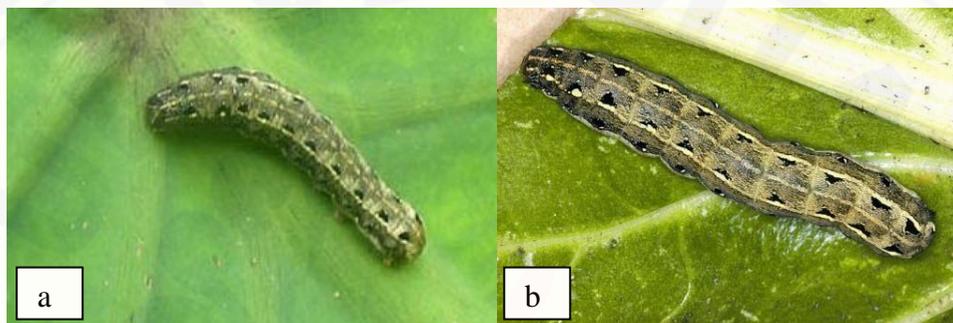


Gambar 2.1 Telur *Spodoptera litura* F. (Sumber: biolib.cz)

Stadium larva terdiri atas lima instar, larva instar pertama ditandai dengan tubuh berwarna kuning dengan bulu-bulu halus, kepala hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm. Larva instar kedua tubuhnya berwarna hijau dengan panjang 3,75-10 mm, tidak terlihat adanya bulu, muncul garis hitam pada ruas pertama abdomen dan pada toraks terdapat garis putih memanjang. Larva instar tiga memiliki garis zig-zag berwarna putih pada bagian abdomen dan bulatan hitam di sepanjang tubuhnya. Larva instar tiga ini mempunyai panjang tubuh 8-15 mm dengan lebar kepala 0,5-0,6 mm, berlangsung selama 4 hari. Instar empat mempunyai warna tubuh yang bervariasi yaitu hijau, keputihan, hijau kekuningan, dan hijau keunguan. Sementara panjang tubuhnya adalah 13-20 mm dan berlangsung selama 4 hari. Sedangkan pada instar terakhir pertumbuhannya sudah sempurna, berwarna hijau gelap dengan garis punggung berwarna gelap memanjang, dan ulat sudah hidup berpencar. Ulat yang telah tumbuh penuh ini memiliki panjang 50 mm. Total keseluruhan stadium larva terjadi selama 20-26 hari, kemudian akan bermetamorfosis menjadi pupa (Sudarmo, 1991:10).



Gambar 2.2 Instar 2 *Spodoptera litura* F. (Sumber: [www.ccs-hk.org](http://www.ccs-hk.org))



Gambar 2.3 (a) Instar 4 *Spodoptera litura* F. (Sumber: [www.ediblearoids.org](http://www.ediblearoids.org) )

(b) Instar 5 *Spodoptera litura* F. (Sumber: [Lepidoptera.butterflyhouse.au](http://Lepidoptera.butterflyhouse.au))

Pupa serangga ini berwarna kemerah-merahan dengan panjang kurang lebih 16 mm. Biasanya pupa berada di dalam tanah atau pasir. Lama stadium pupa adalah 8-11 hari (Sudarmo, 1991:10). Fase pupa berada di dalam tanah sedalam 7-8 cm dari permukaan, dengan ruangan pupa panjangnya mencapai 22,5 cm dan lebarnya 9 cm (Baehaki, 1993:122 dalam Nurhandini, 2010: 6).

Setelah fase pupa sempurna, memasuki fase terakhir yaitu imago. Stadium imago dikenal dengan sebutan ngengat, berwarna coklat lembayung gelap. Sayap depannya berwarna coklat atau keperak-perakan, sedangkan sayap belakangnya berwarna keputih-putihan dengan noda hitam. Ngengat jantan berukuran 17 mm, sedangkan ngengat betina berukuran 15,7 mm. Ngengat betina dapat menghasilkan telur sebanyak 2000-3000 butir, dengan masa peletakan telur 2-6 hari. Total perkembangan *Spodoptera litura* F. sejak dari telur sampai dewasa berkisar antara 30-61 hari (Sudarmo, 1991:10).



Gambar 2.5 Imago *Spodoptera litura* F. (Sumber: nature.barkeley.edu)

### 2.1.3 Gejala Serangan

Fase hidup yang paling merugikan dari *Spodoptera litura* F. adalah fase larva dalam bentuk ulat. Ulat memakan daun pada waktu malam hari sedangkan pada siang hari bersembunyi. Fase larva awal, ulat akan makan secara berkelompok dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas dan tulang daunnya saja, sehingga dari kejauhan terlihat berwarna putih transparan. Pada serangan parah, tanaman akan gundul kehabisan daun. Jika populasinya sangat tinggi, larva pada stadium akhir dapat menghabiskan seluruh daun tanaman hanya dalam waktu semalam (Kurnianti, 2013). Serangan berat pada umumnya terjadi pada musim kemarau dan menyebabkan defoliiasi yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono, 2008: 132).

### 2.1.4 Inang dan Penyebaran

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan serangga yang bersifat polifag atau memiliki banyak inang. Tumbuhan inang dari *Spodoptera litura* F. diantaranya adalah kedelai, kacang-kacangan, kapas, tomat, tembakau, jagung, padi, ketela rambat, kakao, sayur-sayuran, dan tanaman herba lainnya (Kalshoven, 1981:338). *Spodoptera litura* F. di temukan di Eropa, Asia, Afrika, Australia, Amerika, dan biasanya banyak terdapat pada daerah yang beriklim panas. Di daerah tropic yang di temukan di negara-negara seperti Indonesia, India, Arab, bagian selatan Yaman,

Somalia, Ethiopia, Sudan, Nigeria, Mali, Kamerun dan Madagaskar. Di Indonesia hama ini terutama banyak di temukan di Nangro Aceh Darussalam, Jambi, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Maluku, dan Papua (Marwoto dan Suharsono, 2008:132).

## 2.2 Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

### 2.2.1 Sistematika tomat

Tomat biasa dikenal dengan nama ilmiah *Solanum lycopersicum* L. Secara taksonomi sistematika klasifikasi tanaman tomat adalah sebagai berikut,

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Division	: Tracheophyta
Superdivision	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Asteranae
Order	: Solanales
Family	: Solanaceae
Genus	: Solanum
Spesies	: <i>Solanum lycopersicum</i> L.

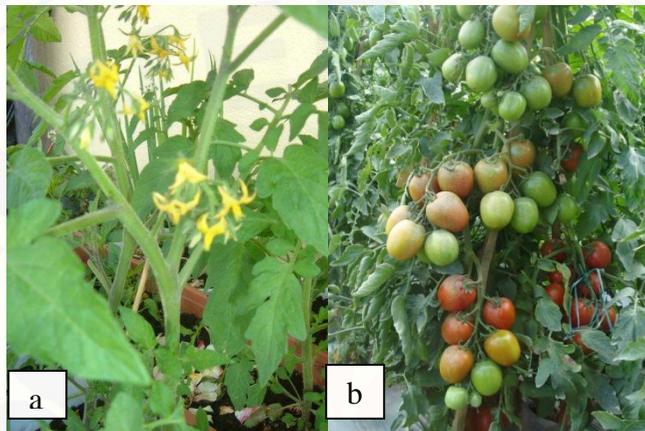
(Sumber: *ITIS.gov*, 2011)

### 2.2.2 Morfologi tomat

Tomat merupakan tanaman herba semusim yang tumbuh tegak dengan tinggi berkisar antara 0.5-2.5 meter (Tindall 1968:242). Tomat memiliki akar tunggang yang tumbuh menembus ke dalam tanah. Batang berbentuk silinder dan bercabang. Kulit batang berwarna hijau dan berambut. Warna daun hijau tua dan merupakan daun majemuk menyirip ganjil (Sutini, 2008).

Bunga tomat berwarna kuning dan tersusun dalam tandan-tandan bunga yang disebut rasemosa dan terdiri atas 4-12 bunga per tandan. Calyc dan corolla masing-masing terdiri atas 5 cepal dan 5 petal yang saling berlekatan. Tanaman tomat memiliki bunga hermiprodit dan bersimetri banyak (Tindall, 1968:242).

Buah tomat termasuk buah buni, berdaging dan beragam dalam berbagai bentuk maupun ukurannya. Buah tomat beruang dua atau lebih yang mengandung sejumlah biji. Kulit buah berwarna merah atau kuning ketika masak. Warna merah disebabkan karena adanya pigmen likopen dan beta karoten. Likopen menyebabkan warna merah, sedangkan beta karoten menyebabkan warna kuning (Sutini, 2008).



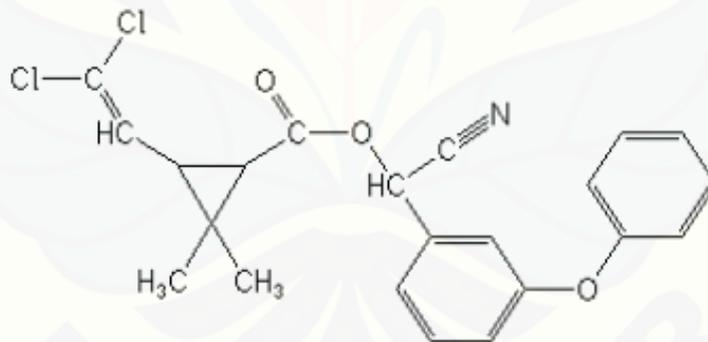
Gambar 2.6 (a) Batang, daun, dan bunga tomat; (b) Buah Tomat  
(Sumber: bengkeltip.wordpress.com)

### 2.3 Struktur dan Cara Kerja Insektisida Sipermetrin

Cara masuk insektisida ke dalam tubuh serangga sasaran dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu sebagai racun lambung/perut, racun kontak, dan racun pernapasan. Insektisida yang bekerja sebagai racun perut membunuh serangga sasaran jika termakan dan masuk ke dalam organ pencernaan serangga. Selanjutnya, insektisida tersebut diserap dinding saluran pencernaan makanan kemudian dibawa oleh hemolimfe ke bagian tempat kerja insektisida tersebut. Oleh karena itu, serangga harus memakan bagian tanaman yang sudah disemprot dengan insektisida dalam jumlah yang cukup untuk membunuhnya (Widyawati, 2012:5). Insektisida yang bekerja sebagai racun kontak masuk ke dalam tubuh serangga sasaran melalui kulit (lapisan kutikula). Serangga akan mati bila bersinggungan dengan insektisida tersebut (Hudayya dan Jayanti, 2013:7). Pada umumnya racun kontak juga berperan sebagai racun perut. Insektisida yang bersifat racun pernapasan merupakan

insektisida yang bekerja melalui saluran trakea, sehingga dapat menyebabkan kematian pada hama bila menghirup insektisida dalam jumlah yang cukup (Widiyawati, 2012:5).

Sipermetrin termasuk insektisida sistemik yang bekerja sebagai racun lambung atau racun perut. Nama kimia sipermetrin adalah (R,S)-alfa-cyano-3-phenoxybenzyl (1R,1S), trans-3 (2,2)-dimethyl cyclopropanecarboxylat (Sari *et al.*, 2012:76). Sipermetrin merupakan insektisida golongan pyretroid dan bersifat sangat toksik karena merupakan racun yang menyerang sistem saraf, sehingga hama cepat terbunuh. Sipermetrin mengganggu aliran  $\text{Na}^+$  dalam sel darah sehingga saluran natrium selalu terbuka dan menyebabkan reaksi yang berlebihan oleh saraf (Hudayya dan Jayanti, 2013:14). Sipermetrin biasa digunakan sebagai bahan aktif insektisida yang digunakan untuk mengendalikan hama pada kapas dan sayuran. Banyak jenis insektisida yang memakai bahan aktif sipermetrin, diantaranya Arrivo 30 EC, Arfo 30 EC, Asterin 250 EC, Atro 30 EC, Bento 50 EC, Bravo 50 EC, Domino 100EC, Cedric 100 EC, dan lain sebagainya (Moekasan dan Prabaningrum, 2012:27).



Gambar 2.7 Struktur kimia sipermetrin (Sumber Zilfa *et al.*, 2013:478)

#### 2.4 Median Lethal Concentration ( $\text{LC}_{50}$ )

Zat kimia dikatakan beracun (toksik) adalah zat yang berpotensi memberikan efek berbahaya terhadap mekanisme biologi tertentu pada suatu organisme. Sifat toksik dari suatu senyawa ditentukan oleh dosis, konsentrasi, sifat

zat, kondisi bioorganisme atau sistem bioorganisme, paparan terhadap organisme dan bentuk efek yang ditimbulkan. Telah dipostulatkan oleh Paracelcius, bahwa sifat toksik sangat ditentukan oleh dosis (konsentrasi zat pada reseptornya). Artinya kehadiran suatu zat yang berpotensi toksik di dalam suatu organisme belum tentu menyebabkan keracunan (Wirasuta dan Niruri, 2006:2).

Uji toksisitas dapat dilakukan dengan menentukan *median lethal concentration* ( $LC_{50}$ ).  $LC_{50}$  adalah konsentrasi yang menyebabkan kematian hewan uji sebanyak 50% dari total populasi hewan uji pada kondisi dan waktu pengamatan tertentu (*Medical Dictionary*, 2012). Waktu pengamatan yang dibutuhkan untuk menentukan  $LC_{50}$  relatif singkat, yaitu berkisar antara 24 jam, 48 jam, dan 96 jam. Nilai  $LC_{50}$  dapat diestimasi dengan grafik/kurva dan perhitungan. Berdasarkan kurva dan perhitungan tersebut akan diperoleh besaran aktifitas 50% yang merupakan suatu harga sebenarnya yang menggambarkan estimasi paling baik dari dosis/konsentrasi yang diperlukan untuk menimbulkan respon pada 50% individu uji (Wirasuta dan Niruri, 2006:2).

Sehubungan dengan ketoksikan racun, bentuk kurva bagian awal kekerabatan dosis-respon lebih relevan untuk dikaji daripada keseluruhan kurva. Hal ini berkaitan dengan nilai ambang pemejanan racun, yaitu takaran pemejanan dimana individu tidak menunjukkan efek atau respon toksik yang dapat terukur atau teramati. Takaran ambang ini merupakan batas aman-ketoksikan racun, yang lazimnya disebut Kadar Efek-toksik yang Tidak Teramati (KETT) atau *no observed effect level* (NOEL). Jadi NOEL menggambarkan takaran pemejanan tertinggi yang tidak menyebabkan timbulnya efek toksik atau kematian pada diri subyek uji. Nilai ambang batas ini digunakan untuk menentukan nilai batas aman suatu toksikan dapat terserap oleh organisme tanpa menimbulkan efek toksik (Wirasuta dan Niruri, 2006:2).

## 2.5 Resistensi

### 2.5.1 Pengertian Resistensi

Semakin banyaknya spesies yang menjadi tahan atau resisten terhadap insektisida adalah dampak negative dari penggunaan insektisida. Menurut pengertian yang dibuat oleh Brown dan Pal (1971 *dalam* Untung, 1996:221) serangga yang resisten adalah setiap populasi dalam spesies yang biasanya peka terhadap suatu insektisida tertentu yang kemudian di suatu daerah menjadi tidak dapat lagi dikendalikan oleh insektisida tersebut. Pengertian lain menyebutkan bahwa resistensi hama terhadap insektisida sejati atau resistensi fisiologis adalah kemampuan individu serangga untuk bertahan hidup terhadap suatu dosis insektisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh spesies serangga tersebut (WHO, 1992 *dalam* Widiarti *et al.*, 2009:24).

Resistensi sebenarnya bukanlah fenomena yang baru, kejadian ini telah dilaporkan pada tahun 1908 hama kutu San Joe yang menyerang apel di Washington State Amerika Serikat telah resisten terhadap insektisida belerang. Resistensi ini tidak hanya terjadi pada jenis serangga saja, tetapi saat ini telah banyak berkembang kasus resistensi gulma, resistensi patogen atau penyakit, dan resistensi nematoda (Untung, 1996:221). Kasus yang terjadi akan terus berkembang selama penggunaan insektisida masih sembarangan dan diluar kendali. Menurut Moekasan dan Basuki (2007:344) penggunaan insektisida yang tidak rasional, seperti frekuensi penyemprotan yang sering, pemakaian dosis semakin tinggi, dan pencampuran lebih dari 2 jenis insektisida dengan tidak memperhatikan kompatibilitasnya, akan mempercepat terjadinya resistensi hama terhadap insektisida. Resistensi sangatlah buruk akibatnya, karena resistensi dikendalikan oleh factor genetic, sehingga fenomena ini bukanlah suatu yang dapat kembali lagi (*irreversible*). Apabila suatu spesies telah dikatakan resistensi terhadap suatu insektisida maka serangga tersebut tidak akan kembali lagi menjadi serangga yang peka terhadap insektisida tersebut.

Bahkan sifat resistensi ini akan diturunkan kepada generasi selanjutnya (Untung, 1996:222).

### 2.5.2 Penentuan Resistensi

Resistensi dapat ditentukan dengan metode sederhana menggunakan LD<sub>50</sub> serangga uji terhadap insektisida tertentu. Nilai LD<sub>50</sub> populasi serangga uji yang diambil dari suatu daerah dibandingkan dengan nilai LD<sub>50</sub> serangga yang dianggap peka, dan akan diperoleh nilai RF (*Resistensi Factor*). Nilai RF menunjukkan berapa besar tingkat resistensi suatu serangga terhadap insektisida tertentu. Semakin tinggi nilai RF maka semakin tinggi juga tingkat resistensi serangga tersebut (Untung, 1996:223). Nilai RF tersebut dapat dicari menggunakan perhitungan berikut,

$$RF = \frac{LC_{50} \text{ serangga uji}}{LC_{50} \text{ serangga peka}}$$

Menurut Rahayu (2011:2) dan Harahap (2010) parameter biologis yang dapat diamati untuk menentukan kebugaran hewan resistens adalah sebagai berikut:

- a. Berat badan organisme
- b. Lama masing-masing stadium
- c. Keberhasilan menjadi imago
- d. Persentase pasangan yang tidak mempunyai keturunan setelah dikawinkan

### 2.5.3 Mekanisme dan Penyebab Resistensi

Resistensi dikendalikan oleh faktor genetik berupa gen resisten yang dimiliki oleh serangga. Serangga yang memiliki gen resisten ini tidak akan mati apabila terkena insektisida tertentu, sedangkan populasi yang tidak memiliki gen dominan akan terbunuh oleh insektisida. Melalui proses seleksi alami populasi serangga nantinya akan didominasi oleh populasi yang memiliki gen resisten, sehingga pengendalian menggunakan insektisida akan sia-sia saja (Untung, 1996: 222).

Evolusi sifat resistensi dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu genetik, biologi, dan operasional. Faktor genetik mencakup susunan R alel yang meliputi jumlah, frekuensi, dominasi, interaksi, dll. Faktor biologi termasuk perilaku dan sifat biologi lain serangga, termasuk jumlah keturunan, jumlah generasi pertahun, mobilitas, jenis tanaman inang, partenogenesis, dll. Faktor operasional termasuk di dalamnya sifat insektisida, dosis, frekuensi dan cara aplikasi, bentuk formulasi insektisida, persistensi di lingkungan, dll (Untung, 1996: 222).

Menurut WHO (1980) penyebab resistensi yang diketahui terlibat dalam mekanisme resistensi serangga ada tiga, yaitu:

- a. Peningkatan metabolisme toksikan dalam tubuh serangga dengan enzim *mixe function oxidase, hidrolase, esterase* dan *glutathione-S-transferase*.
- b. Perubahan sensitifitas tempat dalam tubuh serangga yang berupa insensitivitas saraf dan insensitivitas enzim *aselcolinesterase* (AChE).
- c. Penurunan penetrasi toksikan ke arah tempat aktif (saraf dan AChE).

#### 2.5.4 Resistensi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

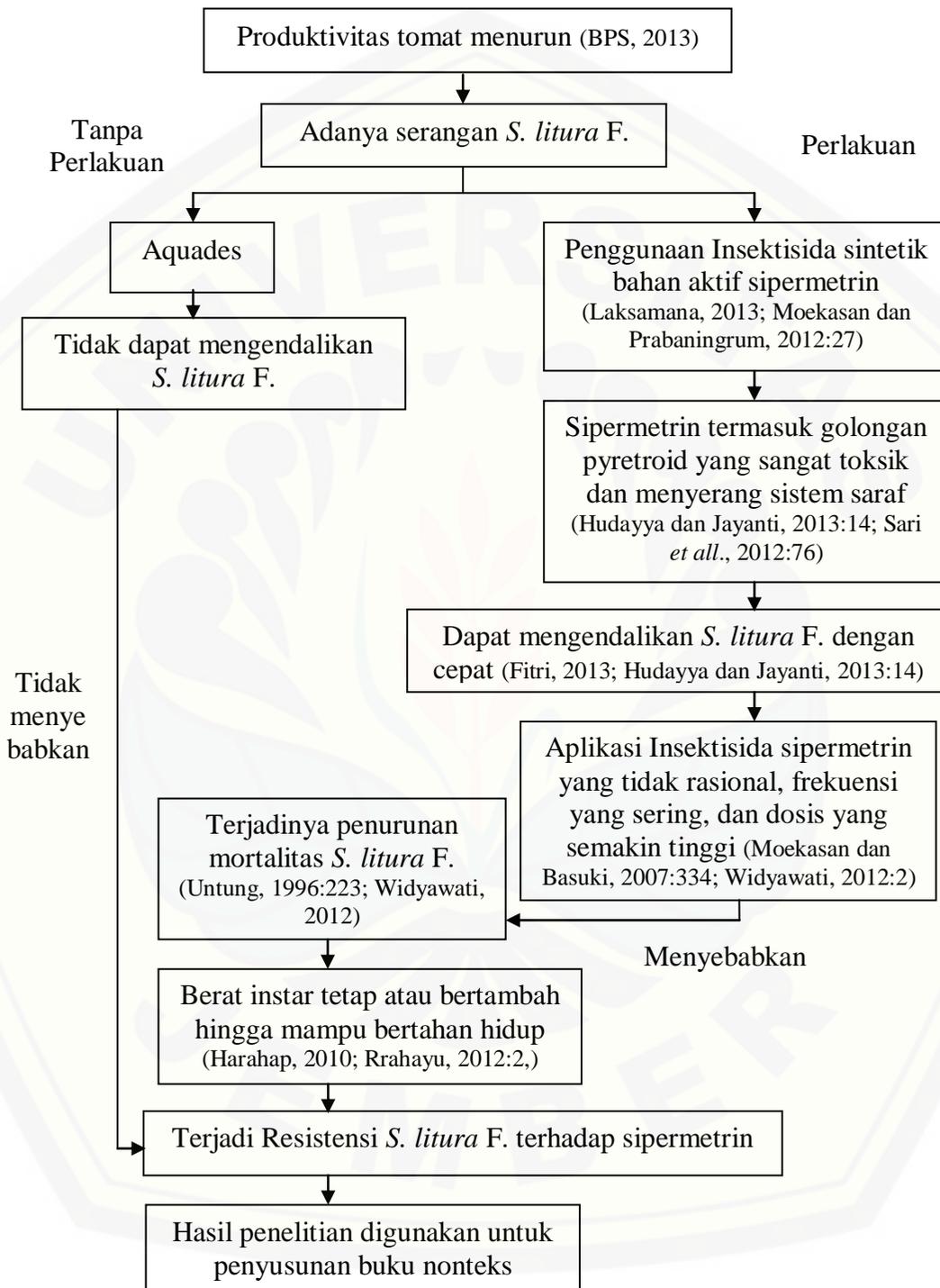
Resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan ketahanan ulat grayak terhadap suatu insektisida tertentu. Seperti serangga yang lainnya, ulat grayakpun juga mempunyai kesempatan yang tinggi untuk mengalami resistensi apabila terpapar oleh insektisida jenis tertentu dalam waktu yang lama (Moekasan dan Basuki, 2007:334). Resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida sintetik telah dilaporkan di berbagai negara, seperti terhadap organophosphates, pyrethroids, dan carbamates di Cina dengan korelasi antara 14-229 kali lipat lebih tahan untuk organofosfat, 38-1.069 kali lipat lebih tahan untuk thiodikarb, dan 3-43 kali lipat lebih tahan untuk abamektin (Tong, 2014:602).

## 2.6 Karya Ilmiah Populer

Karya ilmiah populer adalah karangan yang mengandung unsur ilmiah berdasar fakta, dan aktualisasi tidak mengikat. Dalam karya ilmiah populer yang dipentingkan bukan keindahan bahasanya tetapi lebih kepada sisi ilmiahnya (mengajarkan atau menerangkan sesuatu). Unsur yang ditekankan dalam karya ilmiah populer adalah unsur mendidiknya sehingga lebih baik menghindari unsur subjektifitas. Sumber tulisan karya ilmiah populer berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, ataupun tesis. Karya ilmiah populer ini disebarkan kepada masyarakat luas dengan bahasa yang sederhana, singkat, dan jelas sehingga akan memudahkan pembaca untuk memahaminya (Revolta dalam Sujarwo, 2006:6-7).

Elemen *layout* karya tulis ilmiah populer dibagi menjadi tiga, yaitu elemen teks, elemen visual, dan *invisible element*. Elemen teks merupakan bagian yang terdiri atas tulisan atau kata-kata, misalnya: bagian pendahuluan, isi dan penyudah (kesimpulan). Elemen visual adalah semua elemen bukan teks yang terlihat dalam sebuah layout biasanya berupa foto, gambar berfungsi untuk memperjelas informasi yang ingin disampaikan. *Invisible element* merupakan fondasi atau kerangka yang berfungsi sebagai acuan penempatan semua elemen *layout*, contohnya: margin (Wiana, 2010:58).

2.7 Landasan Teoritis yang Mendasari Hipotesis



Gambar 2.8 Kerangka landasan teoritis

## 2.8 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, maka jawaban sementara (hipotesis) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Besarnya  $LC_{50}$ -48 jam adalah 0,5-1,0 ml/l dan besarnya  $LT_{50}$  adalah 36-48 jam.
- b. Variasi konsentrasi insektisida bahan aktif sipermetrin berpengaruh terhadap *survivorship* dan *fitness* ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
- c. Hasil penelitian tentang uji resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) layak digunakan sebagai buku ilmiah populer.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua jenis penelitian, yaitu uji Resistensi ulat grayak merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan buku ilmiah populer merupakan penelitian pengembangan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap aplikasi insektisida bahan aktif sipermetrin serta pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat, pembuatan sereal konsentrasi dilaksanakan di Laboratorium Zoologi Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, sedangkan Uji Resistensi dilaksanakan di perumahan jalan Kalimantan III nomor 4 Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2015.

### 3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

Adapun variabel yang ada dalam penelitian ini sebagai berikut.

#### a. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin.

#### b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mortalitas, *survivorship*, berat dan lama perkembangan ulat grayak (*Spodoptera litura*)

#### c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis tanaman yang digunakan, tempat, intensitas pemberian insektisida, dan jumlah pakan.

### 3.4 Definisi Operasional Variabel

Agar tidak timbul pengertian ganda, peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional penelitian sebagai berikut.

- a. Resistensi hama merupakan kemampuan individu serangga untuk bertahan hidup terhadap suatu konsentrasi insektisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh spesies serangga tersebut. Resistensi dalam penelitian ini diamati dengan parameter biologis yaitu jumlah larva yang hidup, berat larva, dan lama tiap stadium setelah aplikasi insektisida.
- b. Sipermetrin merupakan insektisida golongan pyretroid, termasuk insektisida kontak dan sistemik yang bekerja sebagai racun lambung atau racun perut. Nama kimia sipermetrin adalah (R,S)-alfa-cyano-3-phenoxybenzyl (1R,1S), trans-3 (2,2)-dimethyl cyclopropanecarboxylat.
- c.  $LC_{50-48}$  jam adalah konsentrasi yang menyebabkan kematian hewan uji sebesar 50% dari populasi total hewan uji selama 48 jam.

### 3.5 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Sampel dalam penelitian ini adalah ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) instar 3. Satu perlakuan menggunakan 10 ekor ulat grayak. Besar pengulangan pada penelitian ini sebanyak 4 kali ulangan yang didapatkan dari perhitungan menggunakan rumus Federer.

### 3.6 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 7 taraf perlakuan dan 4 pengulangan. Tiap perlakuan terdiri dari 10 ekor *Spodoptera litura* F. instar 3 dan setiap ulangan terdiri atas 40 ekor *Spodoptera litura* F. Perlakuan tersebut sebagai berikut.

- 1) Perlakuan Kontrol menggunakan aquades
- 2) Perlakuan menggunakan insektisida konsentrasi 0,15 ml/l
- 3) Perlakuan menggunakan insektisida konsentrasi 0,25 ml/l
- 4) Perlakuan menggunakan insektisida konsentrasi 0,5 ml/l
- 5) Perlakuan menggunakan insektisida konsentrasi 1,0 ml/l
- 6) Perlakuan menggunakan insektisida konsentrasi 1,5 ml/l
- 7) Perlakuan menggunakan insektisida konsentrasi 2,0 ml/l

Konsentrasi insektisida tersebut diperoleh dari tabel petunjuk penggunaan yang tertera pada kemasan insektisida. Setiap konsentrasi yang digunakan dilarutkan dalam 1 liter aquades. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas *Spodoptera litura* F. setiap 12 jam setelah perlakuan. Rancangan desain penelitian dari hasil pengacakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan desain penelitian

Perlakuan (P)	Pengulangan (u)			
	1	2	3	4
0	P6.u1	P3.u1	P6.u3	P5.u3
1	P6.u2	P1.u2	P0.u3	P2.u4
2	P6.u4	P2.u1	P1.u1	P2.u3
3	P0.u2	P0.u4	P1.u3	P3.u4
4	P1.u4	P4.u1	P4.u4	P3.u3
5	P5.u2	P0.u1	P4.u2	P5.u1
6	P5.u4	P2.u2	P3.u2	P4.u3

- P0 = Perlakuan kontrol pemberian aquades  
P1 = Perlakuan 1 dengan konsentrasi 0,15 ml/l  
P2 = Perlakuan 2 dengan konsentrasi 0,25 ml/l  
P3 = Perlakuan 3 dengan konsentrasi 0,5 ml/l  
P4 = Perlakuan 4 dengan konsentrasi 1,0 ml/l  
P5 = Perlakuan 5 dengan konsentrasi 1,5 ml/l  
P6 = Perlakuan 6 dengan konsentrasi 2,0 ml/l  
U<sub>1-4</sub> = Ulangan pertama sampai ulangan ke empat

### **3.7 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.7.1 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan pada setiap tahapan dalam penelitian ini adalah pada tahap penyediaan pakan terdiri dari polibag dan skrup. Pada tahap pemeliharaan larva ulat grayak terdiri dari bak plastik dan kain sifon. Tahap pembuatan larutan konsentrasi insektisida terdiri dari beker glas, gelas ukur, dan spatula. Tahap pengaplikasian perlakuan terhadap ulat grayak terdiri dari gelas plastik dengan diameter 8 cm tinggi 10 cm, kain sifon, karet, kuas, sprayer, gunting, dan neraca analitik. Tahap pengamatan terdiri dari kuas, dan neraca analitik.

#### **3.7.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pada tahap penyediaan pakan terdiri dari tanah, pasir, kompos, dan bibit tomat. Tahap pemeliharaan larva ulat grayak terdiri dari ulat grayak instar 1 dan daun tomat. Tahap pembuatan konsentrasi insektisida terdiri dari insektisida dan aquades. Tahap pengaplikasian perlakuan terhadap ulat grayak terdiri dari ulat grayak instar 3, daun tomat, stok larutan insektisida, dan aquades.

### **3.8 Prosedur Penelitian**

#### **3.8.1 Penyiapan Tanaman Pakan**

Penyiapan pakan ini dilakukan dengan menanam bibit tomat, media yang digunakan adalah tanah, pasir, dan kompos dengan perbandingan 1:1:1. Media tersebut dimasukkan ke dalam polybag sampai  $\frac{3}{4}$  bagian terisi penuh, lalu setiap polybag ditanami 1 bibit tomat. Tanaman tomat dipelihara sampai usia 2 bulan. Daun yang digunakan sebagai pakan adalah daun tomat yang berkedudukan mulai dari daun ke empat dari pucuk. Daun tomat setelah dipetik dari batangnya, kemudian tangkai daunnya dibalut dengan kapas basah untuk mencegah penguapan yang menyebabkan daun layu.

### 3.8.2 Pemeliharaan *Spodoptera litura* F.

Larva instar 1 *Spodoptera litura* F. diperoleh dari Balitas Malang kemudian dipelihara di laboratorium dengan suhu  $25 \pm 3^{\circ}$  C dan kelembapan  $65 \pm 5\%$  RH., Larva dimasukkan ke dalam bak plastik yang ditutup dengan kain sifon dan diberi pakan daun tomat. Larva dipelihara sampai memasuki stadia instar 3. Kriteria hewan uji yang digunakan untuk penelitian ini adalah larva instar 3 yang memiliki ciri-ciri adanya garis zig-zag berwarna putih pada bagian abdomen dan bulatan hitam di sepanjang tubuhnya.

### 3.8.3 Pembuatan Serial Konsentrasi Insektisida

Hal yang perlu dipersiapkan terkait insektisida adalah pembuatan konsentrasi insektisida. Rancangan konsentrasi yang digunakan untuk uji pendahuluan adalah 0 ml/l, 0,15 ml/l, 0,25 ml/l, 0,5 ml/l, 1,0 ml/l, 1,5 ml/l, dan 2,0 ml/l. Setiap konsentrasi dibuat dengan menggunakan pelarut aquades.

### 3.8.4 Uji Pendahuluan

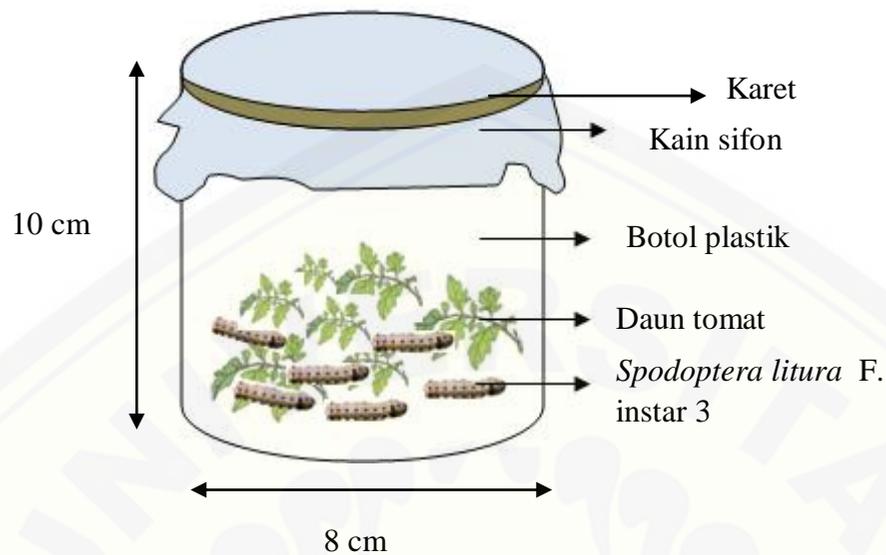
Uji pendahuluan ini digunakan untuk menentukan konsentrasi insektisida Sipermetrin yang nanti akan digunakan sebagai acuan untuk uji lanjutan. Konsentrasi insektisida yang disiapkan adalah 0,25 ml/L, 0,5 ml/L, 1,0 ml/l, 1,5 ml/L, 2,0 ml/l yang dilarutkan dalam 1 liter air. Selain itu juga disiapkan 1 liter aquades sebagai kontrol.

Daun tomat dipotong dan ditimbang sebanyak 5 gram, dibalut dengan kapas basah untuk mengurangi terjadinya penguapan, disemprot dengan insektisida, dikering anginkan selama 10-15 menit dan dimasukkan ke dalam botol perbanyak *Spodoptera litura* F. Larva tersebut dibiarkan selama 48 jam, dan diamati setiap 12 jam sekali. Pakan daun tomat diganti setiap 24 jam sekali.

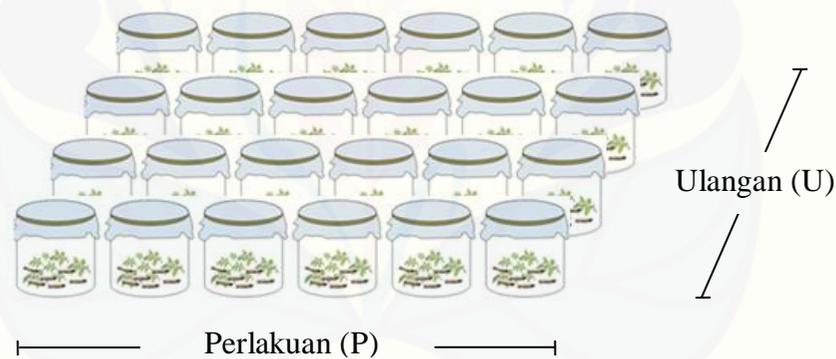
### 3.8.5 Uji Lanjutan

Cara kerja pada uji lanjutan atau uji akhir ini sama dengan uji pendahuluan. Namun pada uji lanjut dilakukan ulangan sebanyak 4 kali dan penyemprotan insektisida dilanjutkan setiap 7 hari sekali. Tahap uji lanjutan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Melakukan pemeliharaan *Spodoptera litura* F. di laboratorium sampai memasuki stadium larva instar 3.
- b. Menyiapkan insektisida dengan berbagai konsentrasi yang telah ditetapkan pada uji pendahuluan dengan menentukan taraf konsentrasi yang bisa menyebabkan kematian serangga uji 15% hingga 95%.
- c. Memotong daun tomat, kemudian menimbang dengan neraca, dan membalut tankai daun dengan kapas basah.
- d. Menimbang berat awal larva ulat grayak.
- e. Menyemprot tanaman tomat dengan insektisida dengan konsentrasi yang berbeda dan aquades sebagai kontrol.
- f. Mengeringanginkan daun selama 10-15 menit.
- g. Memasukkan daun tomat ke dalam botol tempat penelitian sebagai pakan larva *Spodoptera litura* F.
- h. Memasukkan larva instar 3 ke botol penelitian yang telah berisi pakan daun tomat (Gambar 3.1).
- i. Mengamati jumlah *Spodoptera litura* F. yang mati setiap 12 jam sekali.
- j. Memberi pakan larva dengan daun tomat yang bebas pestisida.
- k. Setelah selang satu minggu mengulangi langkah penelitian dari b sampai i.
- l. Menimbang berat larva yang bertahan hidup.
- m. Mengamati lama setiap fase perkembangan *Spodoptera litura* F.



Gambar 3.1 Botol Tempat Penelitian (Sumber: dokumen pribadi)



Gambar 3.2 Peletakan Botol pada Desain Penelitian (Sumber: dokumen pribadi)

Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada setiap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) disetiap perlakuan dan dilakukan setiap 12 jam selama waktu penelitian. Adapun parameter yang diamati dan dihitung dalam peneliian ini ditampilkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Parameter pengamatan

Variabel	Subvariabel	Parameter	Instrumen Pengukuran	
Bebas	Variasi konsentrasi insektisida	-	Konsentrasi yang digunakan di setiap perlakuan	Alat: Gelas ukur Dihitung volume insektisida yang akan dilarutkan dan volume aquades sebagai pelarut
Terikat	Resistensi <i>S. litura</i>	LC <sub>50</sub> -48 jam dan LT <sub>50</sub>	Kecepatan kematian <i>S. litura</i> F. (jam)	Dihitung berapa waktu yang dibutuhkan untuk mematikan <i>S. litura</i> F. (Instrumen Lampiran II.a)
			Jumlah kematian <i>S. litura</i> F.	Total <i>S. litura</i> yang mati (Instrumen Lampiran II.a)
		Kebugaran ( <i>fitness</i> ) <i>S. litura</i> F.	Berat <i>S. litura</i> F. setelah aplikasi (gram)	Alat: Neraca analitik Dihitung berat <i>S. litura</i> F. (Instrumen Lampiran II.b)
		Waktu perkembangan tiap fase larva <i>S. litura</i> F. (hari)	Dihitung lama perkembangan larva <i>S. litura</i> F. (Instrumen Lampiran II.b)	

### 3.8.6 Penyusunan Buku Ilmiah Populer

Penyusunan dan pengembangan buku ilmiah populer mengikuti model Thigarajan (1974) atau lebih dikenal dengan model 4-D (*four D Model*) yang dimodifikasi. Keempat tahap tersebut adalah tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*). Pada penelitian ini hanya dilakukan tiga tahap, yaitu *define*, *design*, dan *develop*. Tahap ke empat, yaitu *Disseminate* tidak dilakukan karena pengembangan hanya sampai pada uji validasi oleh validator.

a. Tahap Pendefinisian (*define*)

Tahap pendefinisian ini dilakukan dengan membuat angket sederhana berupa analisis kebutuhan (*need assessment*) untuk menetapkan masalah yang dihadapi dan mengetahui tingkat kebutuhan masyarakat secara umum terhadap buku ilmiah populer yang akan disusun (angket dapat dilihat pada Lampiran 3).

b. Tahap Perancangan (*Design*)

Pelaksanaan tahap perancangan mengacu pada hasil angket yang diperoleh dari tahap pendefinisian. Tahap ini terbagi menjadi beberapa tahapan, diantaranya membuat rancangan awal (*draft*) buku ilmiah populer, pembuatan desain, pemilihan media atau gambar, dan pemilihan format penulisan. Tahap ini peneliti melakukan studi literature teori-teori terkait dengan hasil penelitian, hal ini bertujuan agar peneliti memahami dengan benar dan mendalam sehingga dapat menyajikan pembahasan dengan rinci dan jelas dengan bahasa penyajian yang mudah dipahami oleh masyarakat umum.

c. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan terdiri dari dua tahapan yaitu validasi ahli diikuti revisi dan uji oba pengembangan. Akan tetapi pada penelitian ini hanya dilakukan sampai validasi oleh validator yang diikuti dengan revisi.

### 3.8.7 Uji Buku Ilmiah Populer

Uji buku ilmiah populer dilakukan setelah terbentuknya buku ilmiah populer. Uji buku ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan hasil penelitian uji resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida sintetik bahan aktif sipermetrin pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dapat dimanfaatkan sebagai buku tambahan pengetahuan. Uji buku ilmiah populer ini dilakukan dengan penilaian 5 validator meliputi dosen FKIP Biologi, pegawai Dinas Pertanian, pegawai Penyuluh Lapangan, dan masyarakat (petani sayuran). Tabel 3.3 adalah validator yang memberikan penilaian pada buku ini.

Tabel 3.3 Validator buku ilmiah populer

Validator	Peran
Dosen Biologi 1	Dosen ahli materi
Dosen Biologi 2	Dosen ahli media dan pengembangan
Pegawai Dinas pertanian	Target pengguna buku
Pegawai Penyuluh Lapang Masyarakat	Target pengguna buku

### 3.9 Analisis Data

#### 3.9.1 Analisis Data Penelitian

Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis dengan analisis probit untuk mengetahui besarnya  $LC_{50}$  selama 48 jam dan  $LT_{50}$ . Sementara itu untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap resistensi ulat grayak data dianalisis dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan tingkat kepercayaan 95% menggunakan program SPSS 17,0. Apabila nilai signifikansi menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilakukan uji lanjutan Duncan. Tingkat Resistensi/*Resistance Factor* (RF) *Spodoptera litura* F. dapat di tentukan dengan persamaan berikut.

$$RF = \frac{LC_{50} \text{ serangga uji}}{LC_{50} \text{ serangga peka}}$$

Keterangan:

RF = *Resistance Factor* (RF > 1 maka serangga tersebut resisten)

#### 3.9.2 Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer

Buku nonteks yang dihasilkan akan divalidasi oleh 5 validator, yaitu 2 dosen dan 3 masyarakat umum. Analisis data yang diperoleh dari validator berupa data kuantitatif namun sebagian kecil bersifat deskriptif yang berupa saran dan komentar tentang kelemahan dan keunggulan buku. Deskripsi penilaian produk karya ilmiah populer hasil penelitian dengan rentang skor 1 sampai 4 adalah sebagai berikut.

Tabel 3.4 Nilai tiap kategori

Kategori	Skor
Kurang	1
Cukup	2
Baik	3
Sangat Baik	4

Untuk mengetahui kelayakan produk buku ilmiah populer yang digunakan sebagai buku bacaan masyarakat, maka skor yang diperoleh harus memiliki rentang terbaik. Rentang skor untuk setiap validasi adalah sebagai berikut.

$$\text{Nilai Kriteria Buku} : \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \%$$

Tabel 3.5 Rentang nilai untuk tiap kriteria

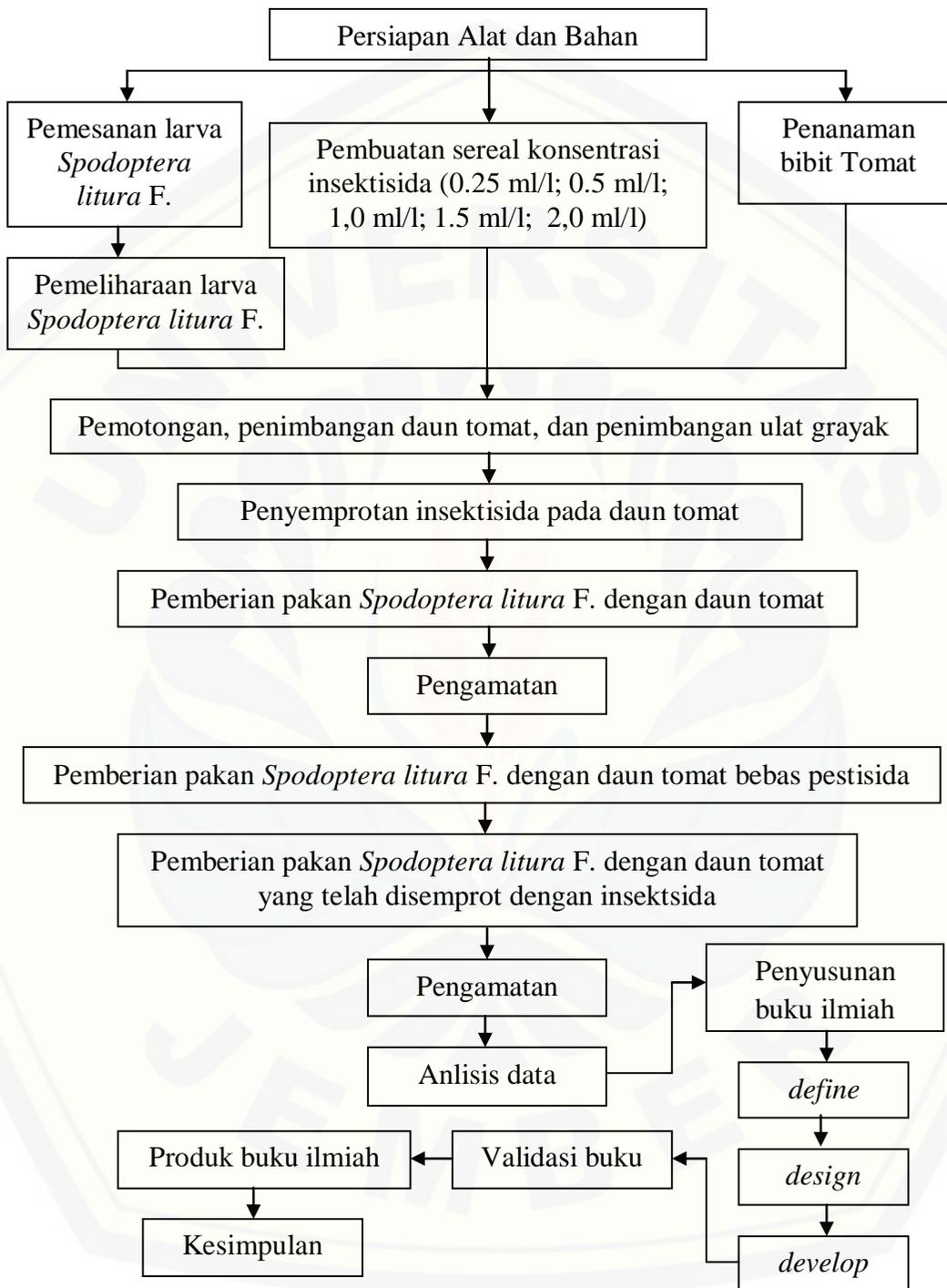
Rentang Nilai (%)	Kriteria
81,25 – 100	Sangat Layak
62,50 – 81,24	Layak
43,75 – 62,49	Cukup Layak
25,00 – 43,74	Kurang Layak

Keputusan:

- sangat layak : jika semua item pada unsur yang dimulai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan karya ilmiah populer sehingga dapat digunakan sebagai bacaan masyarakat;
- layak : jika semua item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran dengan produk ini, namun tetap dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat;
- cukup layak : jika semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan produk ini dan perlu pembenaran agar dapat digunakan sebagai bacaan masyarakat;
- kurang layak : jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk ini sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.

(Sujarwo, 2006)

**3.10 Alur Penelitian**



Gambar 3.3 Skema alur penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2015 di Laboratorium Zoologi, FKIP Universitas Jember dan perumahan Jalan Kalimantan III Nomor 4, Jember. Penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu uji laboratorium dan uji kelayakan buku ilmiah populer.

#### 4.1.1 Uji Laboratorium

Uji Laboratorium dilakukan pada tanggal 6 Mei 2015. Pengamatan dilakukan setiap 12 jam sekali dengan tahapan, perhitungan mortalitas, penimbangan berat larva yang bertahan hidup dan perhitungan lama stadium tiap instar. Penentuan kematian ulat grayak dilihat dari apabila disentuh ulat tidak bergerak serta tubuh yang menyusut dan berada di dasar botol. Penimbangan berat larva dilakukan setelah aplikasi kedua yang berjarak satu minggu dari aplikasi pertama. Penentuan lama tiap instar dilihat dari pergantian kulit larva (*molting*) dan ciri-ciri fisik setiap larva. Adapun keadaan lingkungan pada uji laboratorium yaitu  $RH_{udara} 65 \pm 5 \%$  dan temperatur harian  $25 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

##### 4.1.1.a $LC_{50-48}$ jam dan $LT_{50}$

Nilai  $LC_{50-48}$  jam digunakan untuk menentukan konsentrasi yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% ulat grayak, sedangkan nilai  $LT_{50}$  yaitu waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% ulat grayak. Nilai  $LC_{50-48}$  jam berikut dapat dijadikan dasar dalam menentukan tingkat resistensi ulat grayak terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin. Nilai  $LC_{50-48}$  jam yang dicari adalah  $LC_{50-48}$  jam serangga peka dan  $LC_{50-48}$  jam serangga uji. Karena tidak ada stok untuk serangga peka,

maka serangga peka disini diambil dari serangga yang mengalami kematian sebanyak 99-100% dengan aplikasi insektisida yang sama (WHO, 1975). Oleh karena itu *Spodoptera litura* F. pada saat uji pendahuluan yang memiliki LC<sub>50-48</sub> jam lebih rendah dapat diaplikasikan sebagai *Spodoptera litura* F. yang peka (Moekasan dan Basuki, 2007: 345). Nilai LC<sub>50-48</sub> jam dan LT<sub>50</sub> secara berturut-turut dari serangga uji dan serangga yang dinyatakan peka dari analisis probit disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai LC<sub>50-48</sub> jam *Spodoptera litura* F.

Nama Serangga	Nilai LC <sub>50-48</sub> jam
<i>Spodoptera litura</i> F. (peka)	0,60 ml/l
<i>Spodoptera litura</i> F. (uji)	1,85 ml/l

Sumber data: Lampiran III

Hasil analisis probit menunjukkan nilai LC<sub>50-48</sub> jam untuk *Spodoptera litura* F. yang dinyatakan peka adalah 0,60 ml/l sedangkan LC<sub>50-48</sub> jam *Spodoptera litura* F. yang diuji yaitu 1,85 ml/l. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh 50% *Spodoptera litura* yang diuji jauh lebih tinggi daripada konsentrasi untuk membunuh 50% *Spodoptera litura* F. yang peka.

Tabel 4.2 Nilai LT<sub>50</sub> *Spodoptera litura* F.

Nama serangga	Konsentrasi	Nilai LT <sub>50</sub>
<i>Spodoptera litura</i> F.	1,5 ml/l	63,26 jam
	2,0 ml/l	40,18 jam

Sumber data: Lampiran III

Hasil analisis probit menunjukkan nilai LT<sub>50</sub> untuk *Spodoptera litura* F. sebesar 63,26 jam untuk konsentrasi 1,5 ml/l dan 40,18 jam untuk konsentrasi 2,0 ml/l. Analisis LT<sub>50</sub> ini hanya dilakukan untuk konsentrasi 1,5 ml/l dan 2,0 ml/l karena dari hasil pengamatan kedua konsentrasi inilah yang mendekati LC<sub>50-48</sub> jam, sementara konsentrasi di bawahnya hanya mampu membunuh serangga di bawah 50% (Wibowo, 2010).

#### 4.1.1.b Nilai *Resistance Factor* (RF)

Nilai RF digunakan untuk menentukan tingkat resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin. Nilai RF ditentukan dengan membandingkan antara LC<sub>50</sub>-48 jam serangga uji dan LC<sub>50</sub>-48 jam serangga peka. Berikut adalah nilai RF *Spodoptera litura* F.

Tabel 4.3 Nilai RF *Spodoptera litura* F.

Nama	LC <sub>50</sub> -48 jam Uji	LC <sub>50</sub> -48 jam Peka	RF
<i>Spodoptera litura</i> F.	1,85	0,60	3,05

$$RF (\text{Resistance Factor}) = LC_{50} \text{ serangga uji} \div LC_{50} \text{ serangga peka}$$

Hasil perhitungan nilai RF diketahui bahwa nilai RF *Spodoptera litura* F. > 1, yaitu sebesar 3,05. Nilai RF > 1 ini mengindikasikan bahwa *Spodoptera litura* F. telah resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin sebesar 3,05 kali lipat dari konsentrasi yang dapat membunuh 50% (LC<sub>50</sub>) serangga peka.

#### 4.1.1.c *Survivorship*, Berat, dan Lama Perkembangan Instar

Hasil pengamatan *survivorship*, berat akhir larva, dan lama perkembangan tiap instar diuji statistik dengan *analysis of variance* (ANOVA). Adapun hasilnya secara berurutan adalah sebagai berikut.

##### a. *Survivorship spodoptera litura* F.

Tabel 4.4 Hasil ANOVA pengaruh variasi konsentrasi terhadap *Survivorship Spodoptera litura* F.

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Rerata Kuadrat	F	p
Perlakuan	95,429	6	15,905	36,108	0,000
Galat	9,250	21	0,440		
Total	104,679	27			

db : derajat bebas

F : Hasil Uji Fisher

p : Probabilitas

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi berpengaruh secara sangat signifikan terhadap *Survivorship Spodoptera litura* F. ( $p= 0.00$ ). Nilai rerata *survivorship Spodoptera litura* F. dapat dilihat pada Tabel 4.5.

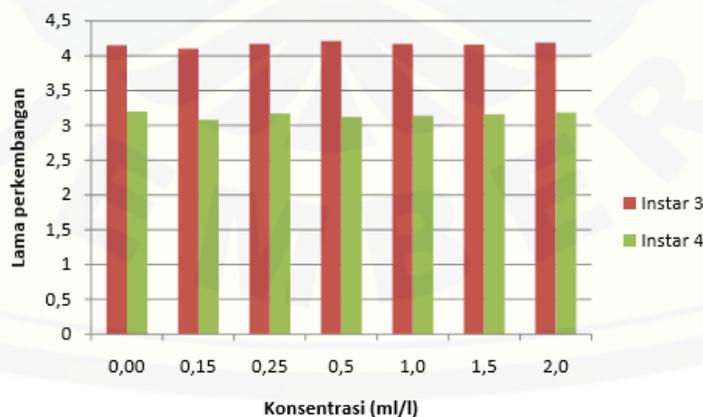
Tabel 4.5 Rerata *survivorship Spodoptera litura* F.

Konsentrasi	Rerata $\pm$ SD
0 ml/l	10,0 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>
0,15 ml/l	9,25 $\pm$ 0,50 <sup>c,d</sup>
0,25 ml/l	8,25 $\pm$ 0,95 <sup>c</sup>
0,5 ml/l	8,25 $\pm$ 0,50 <sup>c</sup>
1 ml/l	6,50 $\pm$ 0,57 <sup>b</sup>
1,5 ml/l	7,00 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>
2 ml/l	4,00 $\pm$ 0,81 <sup>a</sup>

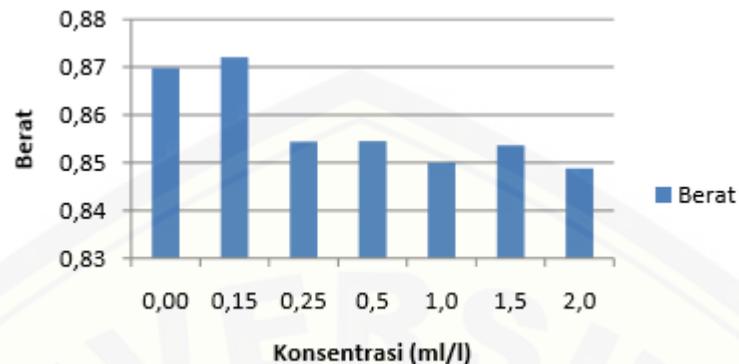
angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada uji Duncan taraf kepercayaan 95%.

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol rerata *survivorship Spodoptera litura* F. sebesar 10,0 $\pm$ 0,00. Pada uji Duncan menunjukkan bahwa rerata *survivorship Spodoptera litura* F. pada konsentrasi 0,15 ml/l tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan konsentrasi 0,25 ml/l sampai konsentrasi 2 ml/l berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

b. Berat dan Lama Perkembangan Instar *Spodoptera litura* F.



Gambar 4.1 Histogram persentase kumulatif lama perkembangan instar



Gambar 4.2 Histogram persentase kumulatif berat instar

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa berat *Spodoptera litura* F. di semua konsentrasi relatif sama. Tidak hanya berat, akan tetapi instar 3 dan instar 4 juga memiliki waktu perkembangan yang relatif sama di setiap konsentrasi yaitu instar 3 selama 4 hari dan instar 4 selama 3 hari.

Table 4.6 Hasil ANOVA pengaruh perlakuan variasi konsentrasi terhadap berat larva dan lama instar 3 dan instar 4

Parameter	Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Rerata Kuadrat	F	p
Berat	Perlakuan	0,052	6	0,009	0,158	0,987
	Galat	11,435	209	0,055		
	Total	11,487	215			
Larva Instar 3	Perlakuan	0,228	6	0,038	0,273	0,949
	Galat	29,101	209	0,139		
	Total	29,329	215			
Larva Instar 4	Perlakuan	0,364	6	0,061	0,471	0,829
	Galat	26,896	209	0,129		
	Total	27,259	215			

db : derajat bebas

F : Hasil Uji Fisher

p : Probabilitas

Hasil Analisis ANOVA tersebut menunjukkan hasil bahwa variasi konsentrasi berpengaruh secara tidak signifikan terhadap berat larva ( $p= 0,987$ ) dan lama perkembangan tiap instar, instar 3 ( $p= 0,949$ ), dan instar 4 ( $p= 0,829$ ).

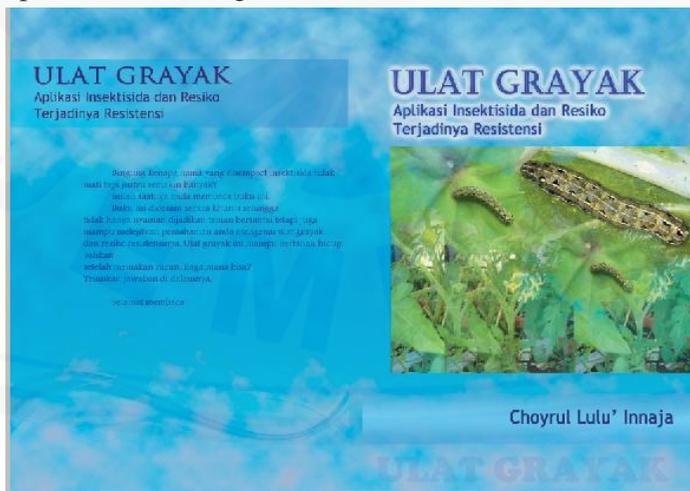
4.1.2 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer

Hasil penelitian tentang uji resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap isektisida sintetik bahan aktif sipermetrin pada tanaman tomat ini dibuat produk berupa buku ilmiah populer. Adapun *out line* buku ilmiah populer ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 *Out Line* Buku Ilmiah Populer

Keterangan	Halaman
Halaman sampul	1
Persembahan	3
Ucapan Terima Kasih	4
Pengantar Penulis	5
Daftar Isi	6
1. Pendahuluan	7
2. Ulat grayak	9
3. Toksisitas Insektisida	14
4. Struktur dan Cara Kerja	16
5. Resistensi	19
6. Pengaruh sipermetrin terhadap resistensi ulat grayak	22
7. Bahaya Insektisida Kimia	28
8. Penutup	31
Daftar Pustaka	33
Glosarium	35
Indeks	42
Tentang Penulis	44

Sumber: Diadaptasi dari Bambang (2012)



Gambar 4.3 Desain cover buku ilmiah populer

Uji validasi buku dilakukan oleh 5 validator, yaitu 2 dosen FKIP Pendidikan Biologi, 1 pegawai Dinas Pertanian, 1 pegawai Penyuluh Lapang, dan 1 petani sayuran (tomat). Hasil uji validasi dapat dilihat dari Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer

Responden	Nilai Validasi	Kategori
Dosen Biologi 1	80,35	Layak
Dosen Biologi 2	79,54	Layak
Pegawai Dinas Pertanian	76,19	Layak
Pegawai Penyuluh Lapang	78,57	Layak
Masyarakat	80,95	Layak
Rerata	79,12	Layak

Berdasarkan hasil validasi tersebut, buku ilmiah populer ini dinyatakan layak akan tetapi masih memerlukan perbaikan berdasarkan saran dan komentar yang telah disampaikan oleh validator. Berikut adalah komentar umum dan saran dari kelima validator.

Tabel 4.9 Komentar umum dan saran validator

Validator	Komentar Umum	Saran
Dosen Biologi 1	a. Tujuan buku belum terlalu jelas untuk apa dan siapa b. Ilustrasi gambar kurang jelas	a. Tujuan buku masukkan ke dalam kata pengantar atau pendahuluan
Dosen Biologi 2	a. Gap putih dan border garis hitam sangat mengganggu, memberi kesan terpisah pada keseluruhan cover buku b. Gambar utama di cover sedikit membingungkan, antara memiliki nilai seni tinggi dan kurang jelas. c. <i>Font teaser</i> di belakang terlalu besar	a. Karena ini buku ilmiah sebaiknya gunakan gambar utama yang jelas b. Keterangan judul di setiap halaman seharusnya sama di halaman yang genap, sementara untuk halaman ganjil berisi bagian per bab

Validator	Komentar Umum	Saran
Pegawai Dinas Pertanian	a. Pada dasarnya buku “Ulat Grayak-Aplikasi Insektisida dan Resiko Terjadinya resistensi” sudah layak sebagai buku bacaan. Namun akan lebih baik bila ditambahkan pada bab 2 tentang gejala serangan ulat grayak.	a. Perlu penambahan foto kerusakan akibat serangan ulat grayak pada beberapa kondisi.
Pegawai Penyuluh Lapang	a. Mungkin bisa dipelajari manfaat dan kerugian atau bahaya insektisida kimia. Apakah tidak ada manfaat dari insektisida kimia tersebut? b. Petani sangat membutuhkan cara penanggulangan ulat grayak tanpa merugikan semua pihak.	a. Usahakan langsung terjun ke lapang untuk melihat langsung ulat grayak, sehingga dokumentasi atau foto milik sendiri (bukan dari sumber lain).
Masyarakat	a. Secara umum buku sudah bagus, hanya ada beberapa komponen yang perlu adanya perbaikan ringan.	a. Harap diperbaiki beberapa kata yang salah ketik.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 $LC_{50}$ -48 jam dan $LT_{50}$ *Spodoptera litura* F.

Mortalitas larva *Spodoptera litura* F. akibat perlakuan insektisida sipermetrin telah terjadi pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan, kemudian tingkat mortalitas meningkat pada 48 jam berikutnya. Tingginya persentase kematian *Spodoptera litura* F. pada pengamat 48 jam menunjukkan bahwa insektisida sipermetrin bekerja dengan ampuh dan cepat dalam membunuh serangga.

Ampuh tidaknya suatu insektisida dalam membunuh serangga, tergantung dari bahan aktif insektisida tersebut. Insektisida memiliki bahan aktif yang berbeda-

beda sehingga cara kerja dari insektisidapun juga berbeda, tergantung dari golongan apa bahan aktifnya. Sipermetrin merupakan insektisida dari golongan pyretroid, sehingga cara kerja sipermetrin adalah mengganggu sistem syaraf. Lebih tepatnya, sipermetrin mengganggu saluran  $\text{Na}^+$  dalam sel darah sehingga saluran  $\text{Na}^+$  selalu terbuka dan menyebabkan transmisi impuls saraf yang berlebihan (Hudayya dan Jayanti, 2013:14). Adanya sipermetrin dalam sel ini mengakibatkan tremor dan gerakan in-koordinasi pada serangga yang keracunan, sehingga tidak lama kemudian serangga akan mati.

Mortalitas larva *Spodoptera litura* F. pada uji lanjut lebih rendah apabila dibandingkan dengan uji pendahuluan. Terbukti dari persentase kematian serangga di setiap konsentrasi. Perbedaan tingkat mortalitas ini akan berpengaruh pada nilai  $\text{LC}_{50}$  yang dapat digunakan sebagai dasar untuk memnentukan tingkat resistensi suatu serangga.

$\text{LC}_{50-48}$  jam atau *Lethal Concentration* merupakan konsentrasi yang diperlukan untuk menyebabkan kematian serangga sebanyak 50% dari keseluruhan total populasi serangga. Sementara itu  $\text{LT}_{50}$  atau *Lethal Time* adalah waktu yang diperlukan untuk membunuh serangga sebanyak 50% dari total keseluruhan populasi serangga (*Medical Dictionary*, 2012).

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa  $\text{LC}_{50-48}$  jam serangga pada saat uji lanjut adalah 1,85 ml/l. Konsentrasi 1,85 ml/l inilah yang mampu membunuh serangga sebanyak 50%. Sementara waktu yang dibutuhkan untuk membunuh serangga tersebut dianalisis dari konsentrasi yang mendekati  $\text{LC}_{50-48}$  jam yaitu konsentrasi 1,5 ml/l dan 2,0 ml/l (Wibowo, 2010). Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membunuh serangga sebanyak 50 % adalah 63,26 jam pada konsentrasi 1,5 ml/l dan 40,18 jam pada konsentrasi 2,0 ml/l.

Hasil analisis ini justru meningkat jika dibandingkan dengan hasil analisis pada saat uji pendahuluan.  $\text{LC}_{50-48}$  jam saat uji pendahuluan hanya sebesar 0,60

ml/l. Adanya perbedaan konsentrasi yang digunakan untuk membunuh 50% serangga bukanlah disebabkan karena penurunan dari keefektifan insektisida sipermetrin, tetapi disebabkan karena adanya faktor dari dalam tubuh serangga yang bekerja sehingga menyebabkan penurunan keefektifan insektisida dalam membunuh ulat grayak (Sayed *et al.*, 2008: 475).

Tingginya nilai  $LC_{50-48}$  jam ini mengindikasikan tingginya variasi genetik serangga dalam hal ketahanan atau kekebalan (Sayed *et al.*, 2008: 476). Tingginya ketahanan atau kekebalan suatu serangga menyebabkan semakin berkurangnya mortalitas, dengan kata lain semakin bertambahnya populasi serangga yang tetap bertahan hidup.

#### 4.2.2 Pengujian Resistensi (*Resistance Factor*)

Hasil Pengujian resistensi menunjukkan bahwa spesies serangga yang diuji (*Spodoptera litura* F.) menunjukkan resistensinya terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin. Sifat resistennya terbukti dari nilai *Resistance Factor* (RF) yang lebih besar dari satu, yaitu sebesar 3,05 kali. Sampel serangga uji yang telah diduga resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin tersebut kemudian dilakukan pengujian dengan pemaparan insektisida yang sama untuk memastikan resistensinya. Aplikasi kedua ini berjarak satu minggu dari aplikasi pertama.

Hasil dari pengujian kedua terlihat bahwa *Spodoptera litura* F. telah resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin. Hal ini terbukti dari tingkat mortalitas yang sangat menurun dari tingkat mortalitas pada aplikasi pertama. Mortalitas *Spodoptera litura* F. pada aplikasi kedua sangatlah kecil. Setelah aplikasi selama 48 jam, pada konsentrasi terendah (0,15 ml/l) tidak ada larva yang mengalami kematian. Kematian larva baru terjadi pada konsentrasi 1,0 ml/l, itupun mortalitas yang terjadi sangatlah kecil, hanya sebesar 10% dari total populasi. Total mortalitas untuk konsentrasi 1,5 ml/l mengalami peningkatan, yaitu sebesar 20%. Akan tetapi pada konsentrasi tertinggi (2,0 ml/l) mortalitas kembali mengalami penurunan, yaitu

mortalitas hanya terjadi sebanyak 10%. Sementara itu pada aplikasi pertama, konsentrasi terendah saja sudah mengalami kematian sebanyak 10%, dan jumlah ini terus meningkat sampai konsentrasi tertinggi yang mencapai angka kematian sebesar 65%.

Rendahnya mortalitas yang terjadi setelah aplikasi kedua ini menunjukkan bahwa *Spodoptera litura* F. telah benar-benar resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin. Resistensi serangga bisa terjadi karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya genetik, biologi, dan operasional (Pradani *et al.*, 2012: 40).

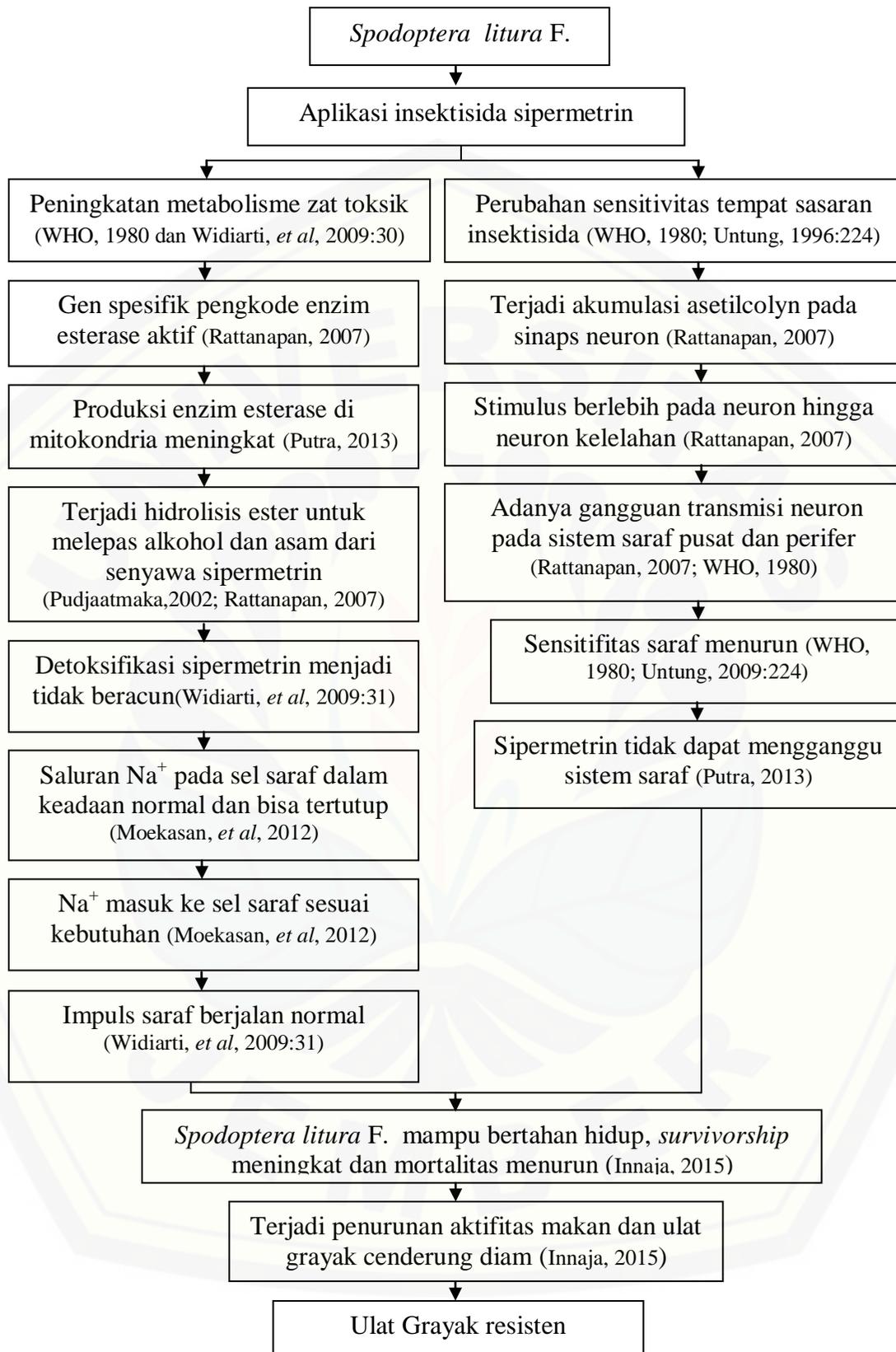
Faktor genetik mencakup gen-gen yang menyandi pembentukan enzim esterase, yang dapat menyebabkan resistensi serangga terhadap insektisida pyretroid. Faktor biologi termasuk perilaku dan sifat biologi lain serangga, meliputi adanya pergantian generasi, perkawinan monogami atau poligami dan pada waktu berakhirnya perkembangan setiap generasi pada serangga alam, perilaku serangga misalnya migrasi, isolasi, monofagi atau polifagi serta kemampuan serangga di luar kebiasaannya dalam melakukan perlindungan terhadap bahaya atau perubahan tingkah laku. Faktor operasional termasuk di dalamnya sifat insektisida, dosis, frekuensi dan cara aplikasi, bentuk formulasi insektisida, dan persistensi di lingkungan (Untung, 1996: 222).

Menurut laporan WHO (1980), ada tiga mekanisme dasar yang berperan dalam proses terjadinya resistensi/perubahan kerentanan serangga terhadap insektisida, diantaranya adalah (1) Peningkatan metabolisme toksikan dalam tubuh serangga dengan enzim *mixe function oxidase*, *hidrolase*, *esterase* dan *glutathione-S-transferase*; (2) Perubahan sensitifitas tempat dalam tubuh serangga yang berupa insensitivitas saraf dan insensitivitas enzim *aselcolinesterase* (AChE); (3) Penurunan penetrasi toksikan ke arah tempat aktif (saraf dan AChE).

Mekanisme terjadinya peningkatan kekebalan ulat grayak akibat adanya peningkatan metabolisme dalam tubuh serangga terhadap zat toksik (detoksifikasi zat

toksik) karena bekerjanya enzim-enzim esterase terhadap pyrethroid (sipermetrin) (WHO, 1980 dan Widiarti, *et al*, 2009:30). Esterase adalah enzim yang mengkatalisis hidrolisis ester untuk melepaskan alkohol dan asam (Pudjaatmaka, 2002:385) Peningkatan enzim esterase dapat meningkatkan hidrolisis insektisida lebih maksimal sehingga racun dapat dinetralsisir (Putra, 2013). Adanya enzim ini mengakibatkan saluran  $\text{Na}^+$  bisa tertutup dan  $\text{Na}^+$  masuk ke dalam sel saraf sesuai kebutuhan dan impuls saraf dapat berjalan normal. Selain aktifnya enzim, penurunan kepekaan tempat sasaran insektisida (sistem saraf) pada tubuh serangga juga dapat terjadi pada serangga yang resisten (WHO, 1980). Penurunan kepekaan sistem saraf ini terjadi karena akumulasi asetilcolyn yang berlebih pada neuron. Adanya akumulasi asetilcolyn ini mengakibatkan *over-stimulus* pada neuron hingga akhirnya neuron kelelahan dan menyebabkan gangguan transmisi pada sistem saraf pusat dan perifer (Rattanapan, 2007). Penurunan kepekaan sistem saraf tersebut mengakibatkan sipermetrin tidak dapat bekerja mengganggu sistem saraf, sehingga mengakibatkan ulat grayak mampu bertahan hidup (Putra, 2013). Mekanisme terjadinya resistensi ulat grayak terhadap sipermetrin secara rinci dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Resistensi bersifat tidak dapat kembali lagi (*irreversible*), maksudnya apabila suatu spesies serangga telah resisten terhadap suatu zat tertentu maka selama perkembangannya serangga tersebut akan tetap resisten terhadap zat tersebut. Bahkan, karena sifat resistensi dipengaruhi oleh faktor genetik maka secara otomatis sifat resistensi juga akan diturunkan kepada anaknya. Jadi serangga yang telah resisten pasti juga akan mempunyai keturunan yang telah resisten juga. Seiring perkembangannya apabila pemakaian insektisida ini terus berlanjut maka akan terbentuk suatu populasi besar yang resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin.



Gambar 4.4 Diagram mekanisme resistensi ulat grayak terhadap sipermetrin

#### 4.2.3 Kebugaran (*fitness*) Serangga Uji

Resistensi pada serangga hama sering dikaitkan dengan faktor dari berbagai kebugaran, seperti berat larva, lama perkembangan tiap instar, perubahan peningkatan populasi, fekunditas, dan tingkat reproduksi serangga. Hasil pengamatan parameter biologi menunjukkan bahwa *fitness Spodoptera litura* F. yang telah berstatus resisten terhadap insektisida sipermetrin, tidak jauh berbeda dengan serangga pada kontrol. Hal ini dilihat dari hasil analisis ANOVA yang menunjukkan nilai signifikansi diatas 0,05. Signifikansi untuk berat sebesar 0,98, instar 3 sebesar 0,95, dan instar 4 sebesar 0,83. Hal ini berarti bahwa peningkatan variasi konsentrasi berpengaruh secara tidak signifikan terhadap berat dan lama perkembangan tiap instar untuk serangga yang telah resisten.

Adanya pengaruh yang tidak signifikan ini disebabkan karena tidak adanya perbedaan protein yang diperoleh dari makanannya. Protein tersebut mampu diolah dengan baik oleh tubuh serangga sehingga serangga dapat tumbuh dengan baik. Pertumbuhan optimal serangga tergantung pada kemampuan mereka untuk memperoleh asam amino esensial dari protein tersebut (Kumar *et al.*, 2014: 228).

Terjadinya resistensi bukanlah suatu ketahanan tanpa adanya resiko, tetapi ada faktor kebugaran yang harus dikorbankan (Rahayu, 2011). Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, berat dan lama perkembangan tiap instar bukanlah faktor kebugaran yang dikorbankan. Apabila bukan kedua faktor tersebut yang dikorbankan berarti pasti ada faktor lain yang harus rela dikorbankan, kemungkinan bisa dari fekunditas ataupun reproduksi. Fragoso *et al.* (2005) mendeteksi bahwa populasi serangga yang resisten menunjukkan tingkat penurunan fekunditas, karena memiliki kelemahan dalam reproduksi. Mengacu pada penelitian Fragoso *et al.* (2005) tersebut, kemungkinan ulat grayak juga akan mengalami kelemahan dalam reproduksi sehingga mengakibatkan penurunan fekunditas.

Sebenarnya pemakaian insektisida kimia tidak hanya berdampak kepada sebatas kepekaan serangga. Apalagi kenyataannya dilapang frekuensi pemakaian

insektisida kimia ini sangatlah tinggi dan diikuti dengan peningkatan konsentrasi insektisida tersebut. Bagaimanapun juga peningkatan frekuensi dan konsentrasi insektisida bukanlah tanpa resiko. Pendapat Fragoso *et al.* (2005) bahwa perkawinan diantara serangga resisten dapat menurunkan fekunditas, kemungkinan peningkatan konsentrasi juga dapat mempercepat eliminasi individu yang tidak resisten. Sehingga yang tersisa hanyalah individu-individu yang mempunyai ketahanan tinggi akan insektisida kimia tersebut, sehingga peningkatan konsentrasi insektisida ini juga akan diikuti peningkatan evolusi serangga resisten, hingga dampak panjangnya akan sangat berpengaruh kepada keseimbangan ekosistem di alam ini. Sebenarnya ada banyak cara untuk mengendalikan serangga hama tanpa berpengaruh terhadap resistensi. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan cara biologikal kontrol untuk menekan pertumbuhan serangga (Sayyed *et al.*, 2008: 478).

#### 4.2.4 Tingkat Kelayakan Buku Ilmiah Populer

Penyusunan buku ilmiah populer terdiri dari 3 tahap seperti yang telah dijelaskan pada metode penelitian. Pada tahap pendefinisian (*define*), peneliti membuat angket sederhana berupa analisis kebutuhan (*need assessment*). Angket ini berguna untuk mengetahui tingkat kebutuhan masyarakat secara umum terhadap buku ilmiah populer yang akan disusun. Angket analisis kebutuhan disebar atau diberikan kepada masyarakat umum, khususnya petani sayuran dan juga kepada pegawai dinas pertanian yang ada di daerah Jember. Responden yang diminta untuk mengisi angket berjumlah enam orang, yaitu lima responden dari masyarakat petani dan satu responden dari pegawai dinas pertanian.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, diketahui bahwa rata-rata masyarakat petani memang sudah tidak asing lagi dengan hama ulat grayak. Menurut mereka ulat ini apabila telah menyerang jumlahnya akan cepat sekali bertambah banyak, bahkan mencapai ribuan. Selama ini cara yang mereka lakukan untuk mengendalikan hama tersebut adalah menyemprot dengan insektisida kimia. Tidak ada satu respondenpun

yang menyebutkan melakukan pengendalian menggunakan insektisida biologi. Insektisida yang mereka gunakan terdiri dari berbagai merk dagang dengan bahan aktif yang berbeda-beda, tidak terkecuali bahan aktif sipermetrin.

Sebenarnya mereka sedikit telah memahami bahwa penyemprotan yang terus-menerus dilakukan dengan insektisida kimia akan menyebabkan kebal atau resisten. Akan tetapi pengetahuan para responden tentang penyebab dan tingkat resistensi masih sangat kurang. Bahkan pengetahuan mengenai bahaya penggunaan insektisida kimia secara berlebihan juga masih sangat terbatas. Mengacu dari hasil angket tersebut, maka buku ilmiah populer ini memang dibutuhkan khususnya bagi petani sayuran.

Setelah tahap *define* selesai dilakukan, maka dari hasil analisis kebutuhan tersebut dapat dilanjutkan ke tahap kedua yaitu perancangan (*design*). Pada tahap kedua ini peneliti merancang isi (bab) apa saja yang akan dimuat dalam buku. Hal ini berkaitan dengan tingkat pengetahuan peneliti dan target kebutuhan pembaca. Semakin banyak literatur yang dibaca terkait dengan hasil penelitian, maka akan semakin membantu peneliti untuk dapat menjelaskan secara mendalam dan dengan bahasa yang lugas. Tidak berhenti sampai disini, pada tahap *design* ini juga dilakukan penyusunan rancangan awal (*draft*) buku, pembuatan desain, pemilihan media atau gambar, pemilihan format penulisan, serta pemilihan materi yang akan dimasukkan ke dalam buku ilmiah populer.

Pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan program *Adobe Photoshop* dengan templat yang telah disediakan. Pemilihan media atau gambar sedikit mengalami kesulitan karena gambar yang dimiliki oleh peneliti terbatas dan ada beberapa gambar yang kurang jelas, sehingga harus mengambil beberapa gambar dari sumber lain. Kesulitan lain yang dihadapi peneliti adalah pemilihan kata ganti yang lebih mudah pada beberapa istilah-istilah ilmiah. Hal ini menyebabkan terdapat beberapa kata sulit dipahami bagi pembaca secara umum dan bersifat kaku. Penanggulangan hal ini dapat dilakukan dengan adanya glosarium pada bagian akhir

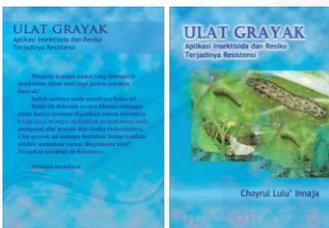
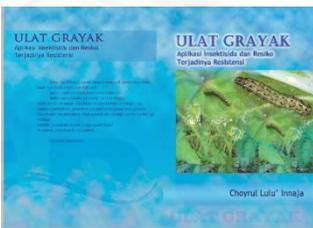
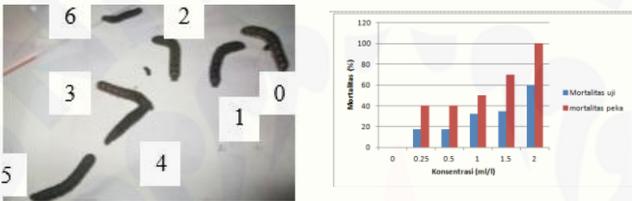
buku. Selain itu peneliti juga melakukan pembimbingan agar hasil yang diperoleh tepat dan sesuai.

Tahap ketiga yaitu pengembangan (*develop*), pada tahap ini akan dilakukan validasi buku oleh validator dan kemudian diikuti dengan revisi. Validator buku ilmiah populer berjumlah lima seperti yang telah dijelaskan pada metode penelitian. Setiap validator diberi *print out* buku ilmiah populer serta formulir penilaian produk buku ilmiah populer.

Hasil validasi buku ilmiah populer dari lima validator didapatkan rata-rata skor 79,12. Hasil ini menunjukkan bahwa jika semua item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran, namun tetap dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat. Pembenaran dan perbaikan yang dilakukan sesuai dengan komentar dan saran dari semua validator.

Adapun perbaikan yang telah dilakukan berdasarkan komentar umum dan saran validator adalah perbaikan pada cover buku, perbaikan ukuran font teaser pada cover belakang, perbaikan footer pada tiap halaman ganjil dan halaman genap, dan penambahan gambar pada bab dua dan bab tujuh. Revisi yang telah dilakukan tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.9. Berdasarkan hasil validasi buku ilmiah populer yang berjudul “Ulat Grayak–Aplikasi Insektisida dan Resiko Terjadinya Resistensi” dinyatakan layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat awam.

Tabel 4.10 Revisi buku ilmiah populer

Aspek	Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Keterangan
Cover buku			Memperbaiki gambar cover, merubah <i>font teaser</i> pada cover belakang, dan menghilangkan pembatas putih antara cover depan dan belakang
Gambar dalam materi			Merubah gambar perbandingan ulat grayak menjadi diagram  Menambahkan gambar serangan ulat grayak pada buah tomat
	Tidak ada gambar		Menambahkan gambar dampak insektisida bagi kesehatan dan lingkungan
Kejelasan tujuan penyusunan buku	Tidak ada	Buku ini ditulis sebagai hasil karya ilmiah dan diharapkan masyarakat petani dapat mengetahui bahaya resistensi, bahaya penggunaan insektisida bagi kesehatan dan lingkungan	Menambahkan tujuan penyusunan buku pada prakata
Lay Out	Footer bagian kiri dan kanan sama yaitu judul buku	Footer bada bagian sebelah kanan diisi bab dan pada halaman sebelah kiri diisi judul buku	Mengganti <i>footer</i> pada halaman sebelah kanan dan halaman sebelah kiri

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Nilai  $LC_{50-48}$  jam ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) adalah sebesar 1,85 ml/l dan nilai  $LT_{50}$  sebesar 40,18 jam. Nilai  $LC_{50-48}$  jam dan  $LT_{50}$  serangga uji ini meningkat jika dibandingkan dengan serangga yang dianggap peka, karena disebabkan adanya faktor genetik yang mempengaruhi mekanisme fisiologis sehingga berpengaruh terhadap ketahanan atau kekebalan tubuh ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
- b. Nilai *Resistance Factor* (RF) ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) sebesar 3,05, hal ini mengindikasikan bahwa *Spodoptera litura* F. telah resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin sebesar 3,05 kali.
- c. Variasi konsentrasi berpengaruh secara signifikan terhadap *survivorship* ( $p=0,00$ ) ulat grayak, akan tetapi berpengaruh secara tidak signifikan terhadap *fitness* ulat rayak, berat ( $p=0,98$ ), instar 3 ( $p=0,95$ ) dan instar 4 ( $p=0,83$ ).
- d. Berdasarkan hasil dari uji validasi dari lima validator didapatkan rata-rata skor sebesar 79,12. Masih perlu adanya perbaikan ringan, namun buku ilmiah populer yang berjudul “Ulat Grayak–Aplikasi Insektisida dan Resiko Terjadinya Resistensi” sudah layak dijadikan buku bacaan masyarakat.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap fekunditas serangga yang telah resisten dan juga penelitian resistensi terhadap spesies hama yang lain. Hal ini sangat penting sehingga dapat dibuat peta resistensi hama di Indonesia. Pengurangan penggunaan insektisida kimia untuk mengendalikan serangga hama perlu dilakukan, karena akan berdampak bagi keseimbangan ekosistem di alam.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adisarwanto, T. dan Widiyanto, R. 1999. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di Lahan Sawah Kering dan Pasang Surut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Arivoli, S. dan Tennyson, S. 2013. Screening of Plant Extracts for Oviposition Activity Against *Spodoptera litura* (Fab). (Lepidoptera: Noctuidae). *Iternasional Journal of Fauna and Biological Studies*. **1** (1): 20-24.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Produksi Sayuran di Indonesia Tahun 1997-2012*. [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=55&notab=70/Produksi Sayuran di Indonesia, 1997-2012](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55&notab=70/Produksi%20Sayuran%20di%20Indonesia,%201997-2012) [25 Februari 2015].
- Bambang, T. 2012. *Teknik Penulisan Buku*. Jakarta: Diklat Teknis Umum Kemenkeu.
- Dalal, S. 2011. *Directory: Noctuinae*. <http://www.biolib.cz/en/image/id105912/> [10 Februari 2015]
- Dicky, A. 2013. *Tips Menanam Tomat yang Baik*. <https://bengkeltip.wordpress.com/2013/01/15/tips-cara-menanam-tomat-yang-baik/> [11 Februari 2015].
- Fitri, Y. A. 2013. *Penggunaan Pestisida dalam Penerapan konsep PHT*. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/perindungan/berita-204-penggunaan-pestisida-dalam-penerapan-konsep-pht.html> [11 Februari 2014].
- Fragoso DB, Guedes RNC, Peternelli LA. 2005. Developmental rates and population growth of insecticide resistant and susceptible population of *Sitophilus zeamais*. *J. Stored Product. Res.* **41**: 271-281.
- Harahap, I. S. 2010. *Aspek Biologis Caplak Sapi Boophilus microplus (Canestrini, 1887) Indonesia Dalam Kondisi Laboratorium*. Abstrak From: IPB Repository File: Thesis Item: 14T09:28:53Z.
- Herbison, Done dan Evans. 2011. *Hunter Region School and Photography in Newcastle*. <http://lepidoptera.butterflyhouse.com.au/lynf/lynf.html> [10 Februari 2015].

- Hudayya, A. dan Jayani, H. 2013. *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerja (Mode of Action)*. Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Husodo, S. 2013. *Penggunaan Pestisida untuk Padi dalam Konteks Ketahanan Pangan Global*. <http://stppyogyakarta.ac.id/wp-content/uploads/2013/11/Penggunaan-Pestisida.pdf> [11 Februari 2015].
- Ishartadiarti, K. 2011. Resistensi Serangga terhadap DDT. *Jurnal*. **1** (2): 1-8.
- ITIS. 2002. *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775). [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=941218](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=941218) [10 Februari 2015].
- ITIS. 2011. *Solanum lycopersicum* L. [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=521671](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671) [11 Februari 2015].
- Kumar, A. S., Kathivelu, B., Ajith, J., Savarior, V. 2014. Geographic Variation In Cypermethrin Insecticide Resistance and Morphometry In *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Coastal Life Medicine*. **2** (3): 225-229.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *The Pest of Crops in Indonesia*. Revised and Tranlated By P.A. Van der laan. Jakarta: P.T. Ichtiar Baru-Van Hoeve.
- Kurnianti, N. 2013. *Hama Ulat Grayak (Spodoptera sp.)*. [http:// www.tanijogonegoro.com/2013/11/ulat-grayak-spodoptera.html](http://www.tanijogonegoro.com/2013/11/ulat-grayak-spodoptera.html) [2 Februari 2015].
- Laksamana, D. 2013. *Ulat Grayak (Spodoptera sp.)*. <http://www.petanihebat.com/2013/12/ulat-grayak-spodoptera-sp.html> [Diakses tanggal 28 Februari 2014].
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi Dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*. **27**(4): 131-136.
- Medical Dictionary. 2012. *LC<sub>50</sub> Median Lethal Concentration*. <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/LC50> [10 Maret 2014].
- Moekasan, T.K. dan Prabaningrum, L. 2012. *Daftar Pestisida Yang Terdaftar dan Dijijinkan Pada Tanaman Bawang Merah dan Cabai Merah Berdasarkan Cara Kerjanya*. Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

- Moekasan, T. K. dan R. S. Basuki. 2007. Status Resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. Pada Taaman Bawang Merah Asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal Terhadap Insektisida yang Umum Digunakan di Daerah Tersebut. *Jurnal Hortikultura*. **17** (4): 323-354.
- Noviana, E. 2011. Uji Potensi ekstrak Daun Suren (*Toona sureni* Blume) Sebagai Insektisida Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Nugroho, B. A. 2013. *Pengenalan dan Pengendalian Ulat Grayak Pada Tanaman Kapas*. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya/berita-439-pengenalan-dan-pengendalian-hama-ulat-grayak-pada-tanaman-kapas.html> [2 Februari 2015].
- Nurhandini, R. D. 2010. Pengaruh Pemberian perasan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida*) Sebagai Insektisida Botani Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- Pradani, F. Y., Mara, J., Rina, M., dan Yuneu Y. 2014. Penentuan Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan Metode Susceptibility Di Kota Cimahi Terhadap Cypermethrin. *Jurnal Vektora*. **3** (1): 35-43.
- Pudjaatmaka, A. H. 2002. *Kamus Kimia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Putra, D. 2013. Kasus Resistensi dan hak Asasi Serangga. [http://www.kompasiana.com/aprizahongkoputra/kasus-resistensi-dan-hak-asasi-serangga\\_552a10f66ea8349765552d19](http://www.kompasiana.com/aprizahongkoputra/kasus-resistensi-dan-hak-asasi-serangga_552a10f66ea8349765552d19) [12 Juni 2015].
- Rahayu, R. 2011. Status dan Mekanisme Resistensi serta Fitness *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) Asal Bandung Jakarta, dan Surabaya Terhadap Propoksur, Permetrin, dan Fipronil. *Abstrak*. [http://www.sith.itb.ac.id/abstract/s3/S3\\_2011RestiRahayu%2830606004%29.pdf](http://www.sith.itb.ac.id/abstract/s3/S3_2011RestiRahayu%2830606004%29.pdf) [24 Februari 2015].
- Rahmah, M. 2013. Pengembangan Instrumen Penilaian Kualitas Media Pembelajaran Elektronik Kimia dalam Bentuk Penilaian Skala. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Rattapan, A. 2007. Biochemical And Molecular Detection of Cypermethrin and Rotenone Resistance In The Tropical Armyworm, *Spodoptera Litura* (Fabricius). *Thesis*. Thailand: Graduate School, Kasetsart University

- Sari, L.K., Safitri, dan Zilfa. 2012. Degradasi Senyawa Sipermetrin Dalam Insektisida RIPCARD 5 EC Secara Fotolisis Dengan Penambahan TIO<sub>2</sub>/ZEOLIT. *Jurnal Kimia Unand*. **1** (1): 76-81.
- Sayed, A. H., Munir, A., Mustaq, A. S. 2008. Cross-Resistance and Genetics of Resistance to Indoxacarb in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomological Society of America*. **101** (2): 472- 479.
- Sudarmo, S. 1991. *Pengendalian Serangga Hama Sayuran dan Palawija*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sujarwo. 2006. *Penyusunan Karya Tulis Ilmiah Populer*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/sujarwo-mpd/penyusunan-karya-tulis-ilmiah-populer.pdf>. Disampaikan dalam Kegiatan Bimbingan Teknis (BINTEK) bagi Penilik di BPKB Propinsi DIY [27 Maret 2015].
- Sutini. 2008. Analisis Stabilitas Inseri dan Ekspresi Fenotipik Gen Partenokarpi *Defh9-iaaM* Pada T3 Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Transgenik Asal Varietas Opal. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Tindall, H.D. 1968. *Commercial vegetable growing*. Oxford University Press, United Kingdom.
- Tong, H., Qi Su, Zhou, S., Bai, L. 2013. Field resistance of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) to organophosphates, pyrethroids, carbamates and four newer chemistry insecticides in Hunan, China. *Journal Pest Sci*. **86**:599-609.
- Ummiyati. 2008. “Pengaruh Ekstrak Ampas Biji Jarak (*Ricinus communis* L.) Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricus)”. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Untung, K. 1996. *Pegantar Pengolahan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wasonowati, C. 2011. Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum*) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Jurnal Agrovigor*. **4** (1): 273.
- WHO. 1975. *Manual on Practical Entomology in Malaria Part II. Methods and Techniques*. WHO, Geneva.

- WHO. 1980. *Expert Commitee on Vector Biology and Control. Resistance of Vectors of Diseases to Pesticides*. WHO Technikal Report Series, No. 665. WHO, Geneva 82p.
- Wiana, W. Tanpa tahun. <http://www.readbag.com/file-upi-direktori-fptk-jur-pend-kesejahteraan-keluarga-197101101998022-winwin-wiana-karya-tulis-ilmiah-populer>. [16 Maret 2015].
- Widianto, R. 1992. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Widiarti, Boewono, D. T., Mujiono. 2009. Uji Biokimia Untuk Identifikasi Mekanisme Resistensi Ganda Vektor Malaria Terhadap Insektisida di Jawa Timur. *Jurnal Vektora*. **1** (1): 23-33.
- Wirasuta, I Made A. G. dan Niruri, R. 2006. *Toksikologi Umum*. Bali: Universitas Udayana.
- Wolajan, M. 2014. *Hampir 100 Hektar Sawah Warga Jaton Diserang Hama Ulat Grayak*. Minahasa: Cyber Sulut News.
- Zilfa, Yusuf, Y., Safni, dan Rahmi, W. 2013. Pemanfaatan TiO<sub>2</sub>/Zeolit Alam Sebagai Pendegradasi Pestisida (Pernetrin) Secara Ozonolisis. *Proding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Hal: 477-482.

## Lampiran I

## MATRIKS PENELITIAN

Judul	Latar Belakang Masalah	Rumusan Masalah	Variabel	Metode Penelitian	Analisis Data
Uji Resistensi Ulat Grayak ( <i>Spodoptera litura</i> F.) terhadap Insektisida Sintetik Bahan Aktif Sipermetrin Pada Tanaman Tomat ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Non-Teks	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penurunan produktivitas tomat di Indonesia karena serangan hama (BPS, 2013).</li> <li>2. Hama yang meyerang tanaman tomat adalah ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).</li> <li>3. Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) menyerang secara berkelompok dan kerusakan yang ditimbulkan sangat besar (Adisarwanto dan Widiyanto, 1999:54).</li> <li>4. Petani selama ini menggunakan insektisida kimia untuk mengendalikan ulat grayak (BPS, 2006 dalam Hudayya dan Jayanti, 2013:3).</li> <li>5. Insektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan ulat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Berapakah <math>LC_{50}</math>48 jam dan <math>LT_{50}</math> insektisida bahan aktif sipermetrin terhadap ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)?</li> <li>b. Berapakah nilai resistensi ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin?</li> <li>c. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi insektisida sipermetrin terhadap kebugaran (<i>fitness</i>) ulat grayak?</li> <li>d. Apakah hasil penelitian tentang</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variabel Bebas dalam penelitian ini adalah dosis insektisida sintetik dengan bahan aktif sipermetrin.</li> <li>2. Variabel Terikat dalam penelitian ini adalah mortalitas, survivorshi, dan lama perkembangan instar ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).</li> <li>d. Variabel Kontrol dalam penelitian ini adalah jenis</li> </ol>	<p>Jenis penelitian: Penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)</p> <p>Pengumpulan data:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eksperimen</li> <li>2. Dokumentasi</li> <li>3. Lembar validasi buku nonteks</li> <li>4. Analisis data</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisis nilai <math>LC_{50}</math>48 jam dan <math>LT_{50}</math> menggunakan Analisis Probit.</li> <li>2. Analisis pengaruh perlakuan menggunakan uji Anova dengan taraf signifikansi 5%. Jika hasilnya signifikan maka dilanjutkan dengan uji Lanjutan Duncan.</li> <li>3. Analisis kelayakan produk buku nonteks menggunakan lembar validasi</li> </ol>

Judul	Latar Belakang Masalah	Rumusan Masalah	Variabel	Metode Penelitian	Analisis Data
	<p>grayak adalah insektisid dengan bahan aktif sipermetrin (Moekasan dan Prabaningrum, 2012:27).</p> <p>6. Sipermetrin termasuk golongan pyretroid yang sangat toksik dan menyerang sistem saraf sehingga dapat membunuh serangga dengan cepat (Hudayya dan Jayanti, 2013:14; Sari, <i>et al.</i>, 2012:76)</p> <p>7. Penggunaan insektisida secara berkelanjutan dengan frekuensi yang sering, dosis yang semakin meningkat dapat menyebabkan resistensi serangga (Moekasan dan Basuki, 2007:334).</p> <p>8. Serangga yang resisten akan mampu bertahan hidup dan keturunan yang dihasilkan juga</p>	<p>uji resistensi ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) terhadap aplikasi insektisida bahan aktif sipermetrin layak digunakan sebagai buku ilmiah populer?</p>	<p>tanaman yang digunakan, tempat, intensitas pemberian insektisida, dan jumlah pakan.</p>		<p>oleh validator yang mengacu pada penilaian buku pengayaan pengetahuan puskurbuk tahun 2014.</p>

Judul	Latar Belakang Masalah	Rumusan Masalah	Variabel	Metode Penelitian	Analisis Data
	<p>akan memiliki sifat resisten dari induknya (Sudarto , 2008 <i>dalam</i> Ishartadiarti, 2011:6)</p> <p>9. Hasil penelitian umumnya hanya diketahui bagi lingkungan peneliti saja, masih sedikit yang dipublikasikan dalam bentuk buku bacaan (buku nonteks) untuk menjadi pengetahuan umum bagi masyarakat, sehingga hasil samping dari sebuah penelitian perlu membuat produk buku nonteks untuk pengayaan pengetahuan.</p>				

**Lampiran II****Hasil Pengamatan**a. Tabel Pengamatan *Spodoptera litura* F. (Variabel terikat: LC<sub>50</sub>48 jam dan LT<sub>50</sub>)

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Pengamatan ke (Jam)	Jumlah mortalitas
1	P0	1	24	0
2		2		0
3		3		0
4		4		0
5	P1	1	24	0
6		2		0
7		3		0
8		4		0
9	P2	1	24	0
10		2		1
11		3		0
12		4		0
13	P3	1	24	1
14		2		0
15		3		0
16		4		1
17	P4	1	24	1
18		2		1
19		3		2
20		4		2
21	P5	1	24	2
22		2		2
23		3		1
24		4		1
25	P6	1	24	2
26		2		2
27		3		3
28		4		3

b. Tabel Pengamatan *Spodoptera litura* F. (Variabel terikat: LC<sub>50</sub>48 jam dan LT<sub>50</sub>)

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Pengamatan ke (Jam)	Jumlah mortalitas
1	P0	1	48	0
2		2		0
3		3		0
4		4		0
5	P1	1	48	1
6		2		1
7		3		0
8		4		1
9	P2	1	48	2
10		2		2
11		3		1
12		4		1
13	P3	1	48	1
14		2		2
15		3		1
16		4		1
17	P4	1	48	2
18		2		1
19		3		2
20		4		2
21	P5	1	48	2
22		2		2
23		3		2
24		4		2
25	P6	1	48	4
26		2		3
27		3		4
28		4		3

c. Tabel Pengamatan *Spodoptera litura* F. (Variabel terikat: Reistensi *Spodoptera litura* F.)

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Jumlah <i>S. litura</i> Hidup jam ke		Rata-rata Berat (g)		Perkembangan Stadium (hari)	
			24 jam	48 jam	Awal	Akhir	Instar 3	Instar 4
1	P0	1	10	10	0,03; 0,032; 0,026; 0,033; 0,025; 0,019; 0,029; 0,017; 0,028; 0,028	0,89; 0,83; 0,44; 0,92; 0,78; 0,88; 0,41; 0,42; 0,44; 1,16	4, 4, 4, 5, 4, 4, 4, 5, 4, 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 4; 3; 4
2		10	10	0,025; 0,028; 0,025; 0,027; 0,019; 0,030; 0,021; 0,022; 0,027; 0,016; 0,016; 0,019	0,89; 1,19; 0,85; 1,18; 0,81; 0,44; 0,91; 0,43; 0,89; 0,85	4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 5; 4; 4;	4; 3; 3; 3; 4; 3; 3; 3; 3; 4	
3		10	10	0,019; 0,032; 0,031; 0,03; 0,02; 0,033; 0,032; 0,026; 0,026; 0,017	0,46; 0,16; 1,08; 0,91; 0,78; 1,06; 0,85; 0,41; 0,49	4; 5; 4; 5; 4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 4; 3; 3; 4; 3	
4		10	10	0,024; 0,026; 0,025; 0,033; 0,031; 0,031; 0,03; 0,028; 0,031; 0,026	0,82; 0,85; 0,83; 1,18; 1,16; 1,14; 1,06; 0,82; 0,92; 0,83	4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 5	3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 4; 4	
5	P1	1	10	9	0,039; 0,019; 0,033; 0,028; 0,024; 0,029; 0,029; 0,029; 0,03;	1,21; 0,44; 1,18; 0,89; 0,78; 0,86; 0,86; 0,89; 1,16	4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 4

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Jumlah <i>S.litura</i> Hidup jam ke		Rata-rata Berat (g)		Perkembangan Stadium (hari)	
			24 jam	48 jam	Awal	Akhir	Instar 3	Instar 4
					0,026; 0,025			
6		2	10	9	0,019; 0,021; 0,029; 0,024; 0,03; 0,021; 0,018; 0,032; 0,033; 0,029	0,44; 0,50; 0,92; 0,49; 0,43; 1,18; 1,19	4; 4; 4; 4; 4; 5; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 4; 4; 3
7		3	10	10	0,023; 0,023; 0,024; 0,026; 0,03; 0,025; 0,023; 0,024; 0,026; 0,023;	0,76; 0,76; 0,82; 0,85; 1,15; 0,82; 0,78; 1,18; 0,85; 1,19	4; 4; 5; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3
8		4	10	9	0,024; 0,026; 0,019; 0,023; 0,028; 0,031; 0,024; 0,026; 0,03; 0,023	0,82; 1,19; 0,85; 0,44; 1,14; 0,42; 0,86; 0,89; 1,06; 0,83	4; 4; 4; 5; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3; 3;
9	P2	1	10	8	0,03; 0,031; 0,029; 0,032; 0,024; 0,023; 0,024; 0,025; 0,02; 0,026	0,89; 1,16; 0,88; 1,19; 0,85; 0,48; 0,78; 1,44; 0,86	4; 4; 5 4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 4; 3; 3; 3; 3; 3; 3;
10		2	9	7	0,025; 0,027; 0,028; 0,03; 0,033; 0,031; 0,028; 0,024; 0,02; 0,019	0,85; 0,88; 0,89; 0,89; 1,20; 1,18; 0,43; 1,16; 0,85	4; 4; 4; 4; 4; 4; 4; 5;	3; 3; 3; 3; 3; 4; 3; 4
11		3	10	9	0,029; 0,024;	0,89; 0,86; 0,42;	4; 4; 4; 4;	3; 3; 3; 3;

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Jumlah <i>S.litura</i> Hidup jam ke		Rata-rata Berat (g)		Perkembangan Stadium (hari)	
			24 jam	48 jam	Awal	Akhir	Instar 3	Instar 4
					0,026; 0,03; 0,03; 0,028; 0,032; 0,025; 0,023; 0,023	1,04; 1,15; 0,92; 0,48; 0,83; 0,44	4; 4; 4; 5; 5	3; 3; 3; 4; 3
12		4	10	9	0,031; 0,03; 0,03; 0,024; 0,029; 0,028; 0,032; 0,02; 0,024; 0,026	1,06; 0,89; 1,16; 1,19; 0,77; 0,79; 0,84; 0,51; 0,54	4; 4; 4; 5; 5; 4; 4; 4; 4	4; 3; 3; 3; 4; 3; 3; 3; 3
13	P3	1	9	8	0,023; 0,023; 0,026; 0,03; 0,032; 0,024; 0,02; 0,03 0,028; 0,029	0,78; 0,79; 0,85; 1,04; 1,16; 0,89; 0,86; 0,54	4; 4; 4; 4; ;4 ; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 4; 3; 3; 3
14		2	10	8	0,03; 0,031; 0,025; 0,026; 0,02; 0,024; 0,026; 0,031; 0,028; 0,03	1,08; 1,18; 0,83; 0,61; 0,41; 0,86; 0,92; 0,85	4; 4; 4; 5; 4; 5; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 4; 3; 3
15		3	10	9	0,034; 0,034; 0,033; 0,03; 0,024; 0,026; 0,02; 0,019; 0,028; 0,028;	1,19; 1,18; 0,74; 0,88; 0,89; 0,88; 1,08; 0,68; 0,48	4; 4; 4; 5; 5; 5; 4; 4; 4	3; 3; 3; 4; 3; 3; 3; 3; 3;
16		4	9	8	0,029; 0,024; 0,026; 0,03; 0,03; 0,028; 0,032; 0,025; 0,023	1,02; 0,63; 0,59; 0,45; 0,89; 1,21; 0,85; 0,91	4; 4; 5; 5; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 4; 3; 3
17	P4	1	9	7	0,03; 0,032; 0,025; 0,026; 0,02; 0,024;	0,86; 1,09; 1,16; 0,91; 0,78; 0,41;	4; 4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 4

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Jumlah <i>S.litura</i> Hidup jam ke		Rata-rata Berat (g)		Perkembangan Stadium (hari)	
			24 jam	48 jam	Awal	Akhir	Instar 3	Instar 4
18					0,026; 0,031; 0,028; 0,03	0,89		
		2	9	8	0,034; 0,033; 0,031; 0,03; 0,028; 0,02; 0,023; 0,028; 0,029; 0,025	0,84; 0,85; 0,86; 0,86; 0,93; 1,14; 1,06; 0,46	4; 5; 4; 5; 4; 5; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 4; 3; 3
		3	8	6	0,025; 0,028; 0,03; 0,025; 0,03; 0,031; 0,028; 0,024; 0,024;	0,83; 0,85; 0,41; 1,01; 0,43; 0,85; 0,46	4; 4; 4; 5; 4; 4; 4;	3; 3; 3; 4; 3; 3; 3
		4	8	6	0,024 0,025; 0,03; 0,033; 0,034; 0,028; 0,02; 0,028; 0,019; 0,024	1,14; 0,82; 1,02; 0,86; 0,68; 0,76; 0,76	4; 4; 4; 4; 5; 4; 4	3; 3; 3; 4; 3; 3; 3
21	P5	1	8	6	0,031; 0,03; 0,029; 0,03; 0,028; 0,025; 0,029; 0,024; 0,02; 0,023	1,12; 0,81; 1,87; 1,02; 0,76; 0,82	4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3;
22		2	8	6	0,023; 0,032; 0,03; 0,029; 0,03; 0,027; 0,024; 0,026; 0,024	0,89; 0,44; 0,83; 1,12; 0,63; 1,08	4; 5; 4; 4; 4; 4	3; 4; 3; 3; 3; 3
23		3	9	7	0,028; 0,025; 0,03; 0,031; 0,028; 0,028; 0,029; 0,024; 0,02; 0,023	1,19; 1,06; 0,88; 0,78; 0,85; 0,63; 0,76	4; 4; 4; 4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3; 3; 3; 4

No.	Perlakuan (P)	Ulangan	Jumlah <i>S.litura</i> Hidup jam ke		Rata-rata Berat (g)		Perkembangan Stadium (hari)	
			24 jam	48 jam	Awal	Akhir	Instar 3	Instar 4
24		4	9	7	0,03; 0,031; 0,03; 0,034; 0,023; 0,03; 0,028; 0,026; 0,026; 0,028	1,01; 1,15; 0,83; 0,74; 0,66; 0,41	4; 5; 5; 4; 5; 4	3; 4; 4; 3; 3; 3
25	P6	1	8	4	0,028; 0,028; 0,029; 0,03; 0,03; 0,03; 0,031; 0,025; 0,024; 0,024; 0,03	1,18; 0,84; 0,78; 0,84	4; 4; 4; 4	3; 3; 3; 3
26		2	8	5	0,03; 0,031; 0,03; 0,028; 0,023; 0,02; 0,025; 0,031; 0,026; 0,028	0,46; 0,88; 0,92; 0,58	4; 5; 5; 4; 4	3; 4; 3; 4; 3
27		3	7	3	0,033; 0,028; 0,029; 0,03; 0,026; 0,026; 0,031; 0,022; 0,028	0,84; 0,82; 0,79	4; 5; 4	3; 3; 4
28		4	7	4	0,03; 0,031; 0,032; 0,028; 0,029; 0,03; 0,024; 0,023; 0,025	1,06; 0,84; 0,46; 0,89	4; 4; 4	3; 3; 3; 3

**Lampiran III****Persentase Mortalitas**1. Persentase Mortalitas *Spodoptera litura* F. Aplikasi Pertama**Ulangan 1**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 Jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	1	10%
3	0,25 ml/l	0	2	20%
4	0,5 mll	1	1	20%
5	1,0 ml/l	1	2	30%
6	1,5 ml/l	2	2	40%
7	2,0 ml/l	2	4	60%

**Ulangan 2**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 Jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	1	10%
3	0,25 ml/l	1	2	30%
4	0,5 mll	0	2	20%
5	1,0 ml/l	1	1	20%
6	1,5 ml/l	2	2	40%
7	2,0 ml/l	2	3	50%

**Ulangan 3**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 Jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	0	0%
3	0,25 ml/l	0	1	10%
4	0,5 mll	0	1	10%
5	1,0 ml/l	2	2	40%
6	1,5 ml/l	1	2	30%
7	2,0 ml/l	3	4	70%

**Ulangan 4**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	1	10%
3	0,25 ml/l	0	1	10%
4	0,5 ml/l	1	1	20%
5	1,0 ml/l	2	2	40%
6	1,5 ml/l	1	2	30%
7	2,0 ml/l	3	3	60%

2. Persentase Mortalitas *Spodoptera litura* F. Aplikasi kedua**Ulangan 1**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	0	0%
3	0,25 ml/l	0	0	0%
4	0,5 ml/l	0	0	0%
5	1,0 ml/l	0	0	0%
6	1,5 ml/l	0	0	0%
7	2,0 ml/l	0	1	10%

**Ulangan 2**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	0	0%
3	0,25 ml/l	0	0	0%
4	0,5 ml/l	0	0	0%
5	1,0 ml/l	0	1	10%
6	1,5 ml/l	1	1	20%
7	2,0 ml/l	0	1	10%

**Ulangan 3**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	0	0%
3	0,25 ml/l	0	0	0%
4	0,5 ml/l	0	0	0%
5	1,0 ml/l	0	1	10%
6	1,5 ml/l	0	0	0%
7	2,0 ml/l	1	0	10%

**Ulangan 4**

No.	Konsentrasi	Persentase Mortalitas jam Ke-		Total Mortalitas
		24 jam	48 jam	
1	Kontrol	0	0	0%
2	0,15 ml/l	0	0	0%
3	0,25 ml/l	0	0	0%
4	0,5 ml/l	0	1	10%
5	1,0 ml/l	0	0	0%
6	1,5 ml/l	0	1	10%
7	2,0 ml/l	0	1	10%

**Lampiran IV****Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Analisis Probit**

## a. Hasil Analisis Varian (ANOVA)

1. Pengaruh Konsentrasi terhadap *Survivorship*

## Descriptives

Resistensi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Kontrol	4	10	0	0
0,15 ml/l	4	9,25	0,5	0,25
0,25 ml/l	4	8,25	0,957427	0,478714
0,5 ml/l	4	8,25	0,5	0,25
1,0 ml/l	4	6,5	0,57735	0,288675
1,5 ml/l	4	7	0,816497	0,408248
2,0 ml/l	4	4	0,816497	0,408248
Total	28	7,607143	1,969006	0,372107

**Test of Homogeneity of Variances**

## Survivorship

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,500	6	21	0,226

**ANOVA**

## Survivorship

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	95,429	6	15,905	36,108	0,000
Within Groups	9,250	21	0,440		
Total	104,679	27			

## Survivorship

		Subset for alpha = 0.05				
	Konsentrasi	N	1	2	3	4
Duncan <sup>a</sup>	2 ml/l	4	4,0000			
	1 ml/l	4		6,5000		
	1,5 ml/l	4		7,0000		
	0,25 ml/l	4			8,2500	
	0,5 ml/l	4			8,2500	
	0,15 ml/l	4			9,2500	9,2500
	0 ml/l	4				10,0000
	Sig.			1,000	0,299	0,055
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.						
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.						

## 2. Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Berat dan Perkembangan Instar

## Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Berat	0 ml/l	40	0,8298	0,24818	0,03924
	0,15 ml/l	38	0,8721	0,24960	0,04049
	0,25 ml/l	35	0,8500	0,25046	0,04234
	0,5 ml/l	33	0,8545	0,22041	0,03837
	1,0 ml/l	29	0,8269	0,21845	0,04057
	1,5 ml/l	25	0,8536	0,20782	0,04156
	2,0 ml/l	16	0,8388	0,21093	0,05273
	Total	216	0,8473	0,23114	0,01573
Instar 3	0 ml/l	40	4,1500	0,36162	0,05718
	0,15 ml/l	38	4,1053	0,31101	0,05045
	0,25 ml/l	35	4,1714	0,38239	0,06463
	0,5 ml/l	33	4,2121	0,41515	0,07227
	1,0 ml/l	29	4,1724	0,38443	0,07139
	1,5 ml/l	25	4,1600	0,37417	0,07483
	2,0 ml/l	16	4,1875	0,40311	0,10078
	Total	216	4,1620	0,36934	0,02513
Instar4	0 ml/l	40	3,2000	0,40510	0,06405
	0,15 ml/l	38	3,0789	0,27328	0,04433
	0,25 ml/l	35	3,1714	0,38239	0,06463
	0,5 ml/l	33	3,1212	0,33143	0,05770

1,0 ml/l	29	3,1379	0,35093	0,06517
1,5 ml/l	25	3,1600	0,37417	0,07483
2,0 ml/l	16	3,1875	0,40311	0,10078
Total	216	3,1481	0,35607	0,02423

#### Test of Homogeneity of Variances

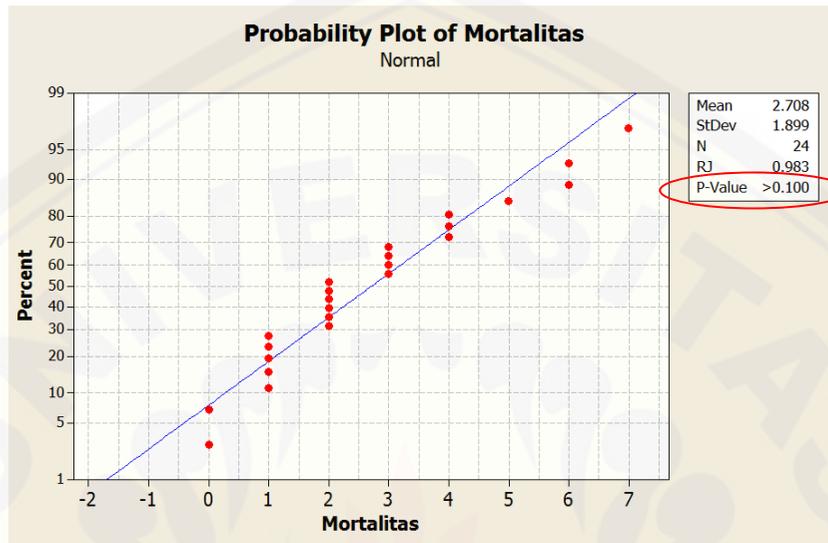
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Berat	0,374	6	209	0,895
Instar 3	1,157	6	209	0,331
Instar4	2,072	6	209	0,058

#### ANOVA

		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Berat	Between Groups	,052	6	0,009	0,158	0,987
	Within Groups	11,435	209	0,055		
	Total	11,487	215			
Instar 3	Between Groups	0,228	6	0,038	0,273	0,949
	Within Groups	29,101	209	0,139		
	Total	29,329	215			
Instar4	Between Groups	0,364	6	0,061	0,471	0,829
	Within Groups	26,896	209	0,129		
	Total	27,259	215			

b. Hasil Statistik Analisis Probit

1. LC50-48 Jam Serangga Uji



$P > 0,100 \rightarrow H_0$  diterima (Data terdistribusi normal)

**Probit Analysis: Mortalitas, Jumlah versus Konsentrasi**

Response Information

Variabel	Value	Count
Mortalitas	Success	65
	Faiure	175
Jumlah	Total	240

Regression Table

Variabel	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-0,944479	0,126381	-7,47	0,000
Konsentrasi	0,941788	0,177685	5,30	0,000
Natural				
Response	0			

Log-Likelihood = -121,808

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	3,09750	4	0,542
Deviance	3,00106	4	0,558

## Parameter Estimates

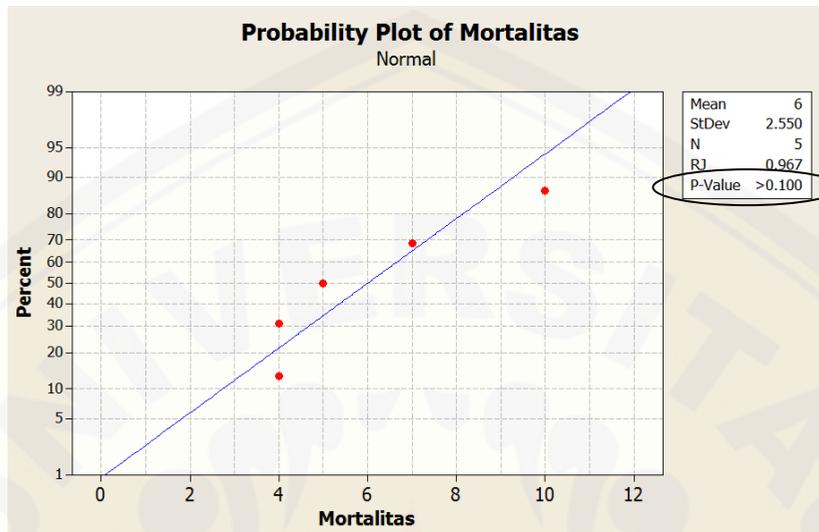
Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	0,941788	0,177685	0,650667	1,36316
Scale	2,72606	0,599264	1,77181	4,19424

## Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	0,0206173	0,0156413	0,0019745	0,061431
2	0,0432716	0,0268909	0,0063689	0,106102
3	0,0669164	0,0362286	0,0126648	0,146498
4	0,0913207	0,0442687	0,0206602	0,184565
5	0,116376	0,0513178	0,0302372	0,221152
6	0,142023	0,0575632	0,0413173	0,256736
7	0,168221	0,0631329	0,0538437	0,291623
8	0,194947	0,0681214	0,0677729	0,326032
9	0,222185	0,0726023	0,0830699	0,360130
10	0,249922	0,0766358	0,0997055	0,394051
20	0,554442	0,101652	0,334108	0,744927
30	0,912293	0,125119	0,664288	1,18773
40	1,33591	0,186118	1,02788	1,85733
50	1,84724	0,309424	1,39835	2,89266
60	2,48440	0,512241	1,39835	4,46621
70	3,31998	0,831331	2,27161	6,92572
80	4,51840	1,36098	2,88709	11,1286
90	6,60906	2,42495	3,85712	20,1033
91	6,93061	2,60090	3,99800	21,6516
92	7,29111	2,80149	4,15380	23,4372
93	7,70106	3,03367	4,32841	25,5308
94	8,17590	3,30771	4,52749	28,0373
95	8,73959	3,63973	4,75975	31,1239
96	9,43237	4,05708	5,03966	35,0778
97	10,3299	4,61185	5,39410	40,4547
98	11,6025	5,42328	5,88269	48,5526
99	13,7967	6,88221	6,69242	63,7502

Probability Plot for Mortalitas

2. LC50- 48 jam Serangga Peka



$P > 0,100 \rightarrow H_0$  diterima (Data terdidtribusi normal)

**Probit Analysis: Mortalitas, Jumlah versus Konsentrasi**

Response Information

Variable	Value	Count
Mortalitas	Success	30
	Failure	20
Jumlah	Total	50

Regression Table

Variabel	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	0,0664583	0,197984	0,34	0,737
Konsentrasi	0,864256	0,314006	2,75	0,006
Natural				
Response	0			

Log-Likelihood = -29,133

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	3,98738	3	0,263
Deviance	5,26609	3	0,153

Tolerance Distribution 0,263

Parameter Estimates

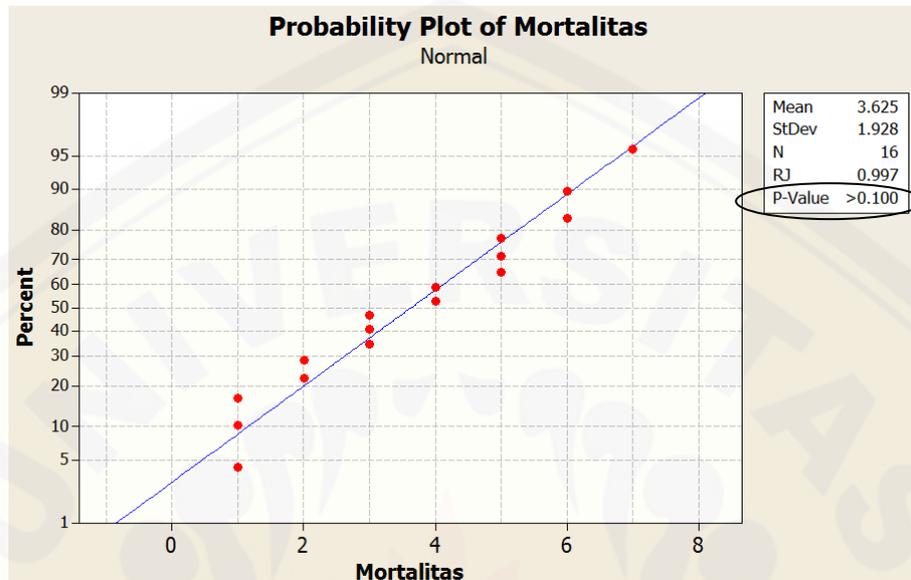
Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	0,864256	0,424013	1,76159	0,590537
Scale	0,925986	0,212520	0,314006	1,45198

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	0,0045185	0,0088776	0,0000000	0,0433051
2	0,0101357	0,0169624	0,0000001	0,0697390
3	0,0162993	0,0244936	0,0000006	0,0923698
4	0,0228728	0,0315918	0,0000021	0,112933
5	0,0297894	0,0383279	0,0000052	0,132149
6	0,0370095	0,0447489	0,0000109	0,150408
7	0,0445074	0,0508886	0,0000207	0,167947
8	0,0522653	0,0567726	0,0000361	0,184929
9	0,0602706	0,0624211	0,0000591	0,201471
10	0,0685141	0,0678501	0,0000921	0,217659
20	0,163258	0,112199	0,0018323	0,370626
30	0,280902	0,142029	0,0116829	0,525615
40	0,425654	0,160560	0,0470798	0,704340
50	0,605939	0,173301	0,146413	0,949189
60	0,836901	0,196821	0,365736	1,40870
70	1,14784	0,271717	0,688417	2,69690
80	1,60598	0,470158	1,02394	7,08376
90	2,43059	0,982374	1,43441	27,1712
91	2,55973	1,07460	1,48896	32,2944
92	2,70515	1,18155	1,54839	38,8597
93	2,87131	1,30750	1,61405	47,4796
94	3,06476	1,45881	1,68785	59,1540
95	3,29571	1,64556	1,77272	75,6318
96	3,58138	1,88499	1,87353	100,270
97	3,95427	2,21026	1,99921	140,447
98	4,48798	2,69825	2,16950	216,328
99	5,42028	3,60527	2,44572	412,732

Probability Plot for Mortalitas

3. LT50 Serangga Uji Konsentrasi 2,0 ml/l



$P > 0,100 \rightarrow H_0$  diterima (Data terdistribusi normal)

**Probit Analysis: Mortalitas, Jumlah versus Jam**

Response Information

Variable	Value	Count
Mortalitas	Success	58
	Failure	102
Jumlah	Total	160

Regression Table

Variabel	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-5,41967	1,15437	-4,69	0,000
Jam	1,36821	0,326204	4,19	0,000
Natural				
Response	0			

Log-Likelihood = -93,772

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	0,142805	2	0,931
Deviance	0,143123	2	0,931

Tolerance Distribution 0,263

Parameter Estimates

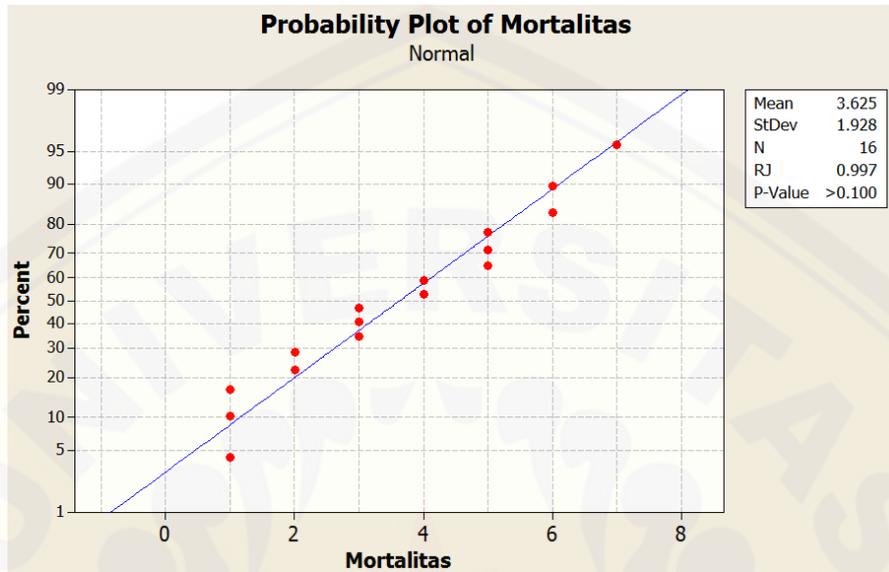
Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	1,36821	0,326204	0,857457	2,18320
Scale	52,5172	7,58814	39,5651	69,7093

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	1,82025	1,27792	0,139136	4,66948
2	3,03218	1,76420	0,361616	6,63035
3	4,09335	2,09350	0,633718	8,15356
4	5,07024	2,33969	0,945119	9,45346
5	5,99112	2,53217	1,29031	10,6129
6	6,87137	2,68623	1,66583	11,6744
7	7,72062	2,81105	2,06926	12,6632
8	8,54537	2,91269	2,49885	13,5958
9	9,35032	2,99536	2,95324	14,4837
10	10,1390	3,06218	3,43137	15,3353
20	17,5466	3,21550	9,37697	22,8341
30	24,7210	3,02039	17,0760	30,1427
40	32,1428	3,16146	25,5153	39,4916
50	40,1757	4,28350	33,1659	53,7655
60	49,2666	6,58551	40,0069	75,1162
70	60,1482	10,2084	46,9694	106,615
80	74,3628	15,8441	55,0883	156,429
90	96,6136	26,0893	66,5733	252,905
91	99,8252	27,6835	68,1438	268,639
92	103,371	29,4733	69,8568	286,532
93	107,337	31,5111	71,7483	307,194
94	111,850	33,8736	73,8707	331,527
95	117,103	36,6794	76,3038	360,946
96	123,417	40,1276	79,1787	397,860
97	131,385	44,5914	82,7366	446,854
98	142,324	50,9086	87,5042	518,446
99	160,345	61,7516	95,1005	647,198

Probability Plot for Mortalitas

4. LT50 Serangga Uji Konsentrasi 1,5 ml/l



$P > 0,100 \rightarrow H_0$  diterima (Data terdistribusi normal)

**Probit Analysis: Mortalitas, Jumlah versus Jam**

Response Information

Variable	Value	Count
Mortalitas	Success	32
	Failure	128
Jumlah	Total	160

Regression Table

Variabel	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-6,88278	1,69828	-4,05	0,000
Jam	1,57122	0,472902	3,32	0,001
Natural				
Response	0			

Log-Likelihood = -72,729

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	0,180753	2	0,914
Deviance	0,182701	2	0,913

Tolerance Distribution 0,263

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	1,57122	0,472902	0,871055	2,83420
Scale	79,8800	21,4463	47,1961	135,198

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	4,27496	2,76859	0,199004	9,56806
2	6,66686	3,44320	0,585108	12,7183
3	8,65776	3,80996	1,10160	15,0573
4	10,4315	4,02783	1,72791	17,0030
5	12,0631	4,15621	2,45211	18,7114
6	13,5926	4,22491	3,26596	20,2610
7	15,0443	4,25144	4,16319	21,6983
8	16,4345	4,24725	5,13857	23,0541
9	17,7746	4,22049	6,18742	24,3505
10	19,0732	4,17734	7,30528	25,6045
20	30,7501	3,72915	20,9838	38,5764
30	41,4461	5,06007	33,0702	61,1532
40	52,0918	8,39529	41,0841	99,2508
50	63,2604	13,0904	47,7385	154,994
60	75,5569	19,1455	54,1718	235,526
70	89,8972	27,0684	61,0008	356,436
80	108,137	38,1998	68,9975	555,367
90	135,822	56,8854	80,1199	962,341
91	139,745	59,6826	81,6187	1030,89
92	144,057	62,7962	83,2471	1109,49
93	148,859	66,3092	85,0377	1201,05
94	154,295	70,3426	87,0376	1309,91
95	160,586	75,0833	89,3182	1442,94
96	168,099	80,8428	91,9969	1611,86
97	177,511	88,2013	95,2882	1839,24
98	190,314	98,4510	99,6592	2177,37
99	211,134	115,669	106,535	2800,69

Probability Plot for Mortalitas

**Lampiran V****ANGKET*****NEED ASSESSMENT (ANALISIS KEBUTUHAN)*****I. PETUNJUK UMUM**

1. Mohon Bapak/Ibu/Saudara/i memberikan penilaian dengan memberikan tanda centang (√) pada kotak yang tersedia dalam angket ini.
2. Sebelum memberikan penilaian dalam angket ini, dimohon Bapak/Ibu/Saudara/I terlebih dahulu mengisi identitas diri pada tempat yang sudah disediakan di bawah ini.
3. Angket yang telah diisi dapat diserahkan kembali.

**II. IDENTITAS RESPONDEN**

Nama Lengkap : .....

Jenis Kelamin : .....

Tempat dan Tanggal Lahir : .....

Alamat : .....

Pekerjaan : .....

Pendidikan Terakhir : .....

**III. ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN BUKU NONTEKS**

1. Tahukah Bapak/Ibu/Saudara/i hama ulat grayak?

Ya

Tidak

(jika iya deskripsikanlah cirri-ciri ulat grayak tersebut)

.....  
.....  
.....

2. Tahukah Bapak/Ibu/Saudara/i inang atau sasaran serangan hama ulat grayak?

Ya

Tidak

3. Pernahkah Bapak/Ibu/Saudara/i memberantas hama ulat grayak?

Ya

Tidak

4. Insektisida apakah yang Bapak/Ibu/Saudara/i gunakan untuk memberantas ulat rayak? (boleh memilih lebih dari satu)

Kimia

Biologi

Musuh alami

(jika insektisida kimia tuliskan merk dan bahan aktif insektisida)

.....  
.....  
.....

5. Tahukah Bapak/Ibu/Saudara/i bahwa insektisida kimia dapat menyebabkan resistensi?

Ya

Tidak

6. Tahukah Bapak/Ibu/Saudara/i tentang resistensi?

Ya

Tidak

(jika iya berilah penjelasan singkat tentang resistensi)

.....  
.....  
.....

7. Tahukan Bapak/Ibu/Saudara/i tentang penyebab resistensi serangga hama?

Ya

Tidak

(jika iya, tuliskan penyebab tersebut di bawah ini)

.....  
.....  
.....

8. Tahukah Bapak/Ibu/Saudara/i cara mencegah resistensi serangga hama?

Ya

Tidak

(jika anda tahu, tuliskan cara-cara tersebut di bawah ini)

.....  
.....  
.....

9. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i setuju bila akan disusun buku yang berisi informasi tentang pengaruh insektisida bahan aktif sipermetrin terhadap resistensi ulat grayak?

Ya

Tidak

10. Tuliskan saran Bapak/Ibu/Saudara/i tentang buku yang anda inginkan dan seharusnya disusun untuk memberikan informasi kepada masyarakat umum mengenai pengaruh insektisida bahan aktif sipermetrin terhadap resistensi ulat grayak!

Terima kasih 😊