



**STATUS RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)
ASAL KARANGPLOSO MALANG TERHADAP
INSEKTISIDA SINTETIS ABAMEKTIN**

SKRIPSI

Oleh

**Rahma Greta Oktarina
NIM. 110210103027**

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



**STATUS RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)
ASAL KARANGPLOSO MALANG TERHADAP
INSEKTISIDA SINTETIS ABAMEKTIN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh

**Rahma Greta Oktarina
NIM. 110210103027**

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

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur dan sembah sujud kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya kupersembahkan skripsi ini untuk:

1. Ayahanda Suharmono, Ibunda Hasanah, dan adikku Ilham Yoga Alfanda, yang telah mendoakan, memberikan semangat dan kasih sayang serta pengorbanannya selama ini.
2. Bapak dan Ibu Dosen pengajar dan pembimbing, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman serta membeimbing dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, khususnya Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember.

MOTTO

Satu-satunya cara untuk melakukan pekerjaan hebat adalah cintai apa yang
Anda lakukan.
(Steve Jobs)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai
(dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.
(Terjemahan QS. Al-Insyirah 6-7)*)

*)Departemen Agama Republik Indonesia. 1999. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: CV Asy Syifa'

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Rahma Greta Oktarina

NIM : 110210103027

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso Malang terhadap Insektisida Sintetis Abamektin” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap 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 ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Agustus 2015

Yang menyatakan,

Rahma Greta Oktarina

NIM. 110210103027



**STATUS RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)
ASAL KARANGPLOSO MALANG TERHADAP
INSEKTISIDA SINTETIS ABAMEKTIN**

SKRIPSI

Oleh

**Rahma Greta Oktarina
NIM. 110210103027**

Dosen Pembimbing I : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D
Dosen Pembimbing II : Dr. Jekti Prihatin, M.Si.

PERSETUJUAN

**STATUS RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)
ASAL KARANGPLOSO MALANG TERHADAP
INSEKTISIDA SINTETIS ABAMEKTIN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh

Nama Mahasiswa : Rahma Greta Oktarina
NIM : 110210103027
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2011
Daerah Asal : Kediri
Tempat, Tanggal Lahir : Kediri, 02 Oktober 1992

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso Malang terhadap Insektisida Sintetis Abamektin” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 19 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

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

Anggota I,

Anggota II,

Prof. Dr. Suratno, M.Si.
NIP. 19670625 199203 3 003

Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si.
NIP. 19571028 198503 1 001

Mengesahkan

Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.
NIP. 19540501 198301 1 005

RINGKASAN

Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso Malang terhadap Insektisida Sintetis Abamektin; Rahma Greta Oktarina; 110210103027; 2015; 55 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Ulat grayak adalah salah satu jenis hama penting yang menyerang tanaman palawija dan sayuran di Indonesia. Selain di Indonesia, ulat grayak juga merupakan hama yang banyak ditemukan di India, Jepang, Cina, dan negara-negara lain di Asia Tenggara. Ulat grayak bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan.

Umumnya dalam mengendalikan hama ulat grayak, petani menggunakan insektisida sintetis. Hal yang sama juga dilakukan oleh petani di daerah Karangploso, Malang. Petani di daerah tersebut sebagian besar memilih menggunakan insektisida sintetis untuk mengendalikan hama, khususnya hama ulat grayak yang banyak menyerang sayuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi abamektin 18 EC terhadap berat larva dan lama perkembangan *S. litura* F. serta mengetahui status resistensi *S. litura* F. asal Karangploso, Malang, terhadap insektisida abamektin 18 EC berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan Mei sampai Juni 2015. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan, 1 kontrol tetapi setiap perlakuan terdiri dari 4 kali ulangan dengan konsentrasi 0 ml/L (kontrol), 0,05 ml/L, 0,125 ml/L, 0,2 ml/L, 0,275 ml/L, dan 0,35 ml/L.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan insektisida abamektin 18 EC berpengaruh secara signifikan terhadap berat larva *S. litura* F. dan lama fase perkembangan. Semakin tinggi konsentrasi, berat larva *S. litura* F. semakin menurun. Berat larva *S. litura* secara berturut-turut (kontrol, P1, P2, P3, P4, dan P5) yaitu $0,55 \pm 0,03$ gram; $0,54 \pm 0,04$ gram; $0,52 \pm 0,03$ gram; $0,49 \pm 0,06$ gram; $0,47 \pm 0,03$ gram; dan $0,46 \pm 0,02$ gram. Semakin tinggi konsentrasi, lama fase perkembangan larva *S. litura* F. semakin lama. Lama fase instar 3 secara berturut-turut (kontrol, P1, P2, P3, P4, dan P5) yaitu $3,00 \pm 0,00$ hari; $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,50 \pm 0,51$ hari; dan $3,50 \pm 0,51$ hari. Lama fase instar 4 secara berturut-turut (kontrol, P1, P2, P3, P4, dan P5) yaitu $2,00 \pm 0,00$ hari; $2,00 \pm 0,00$ hari; $2,25 \pm 0,44$ hari; $2,25 \pm 0,44$ hari; $2,25 \pm 0,44$ hari, dan $2,50 \pm 0,51$ hari. Lama fase instar 5 secara berturut-turut (kontrol, P1, P2, P3, P4, dan P5) yaitu $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,25 \pm 0,44$ hari; $3,50 \pm 0,51$ hari; dan $3,50 \pm 0,51$ hari. Lama fase pupa secara berturut-turut (kontrol, P1, P2, P3, P4, dan P5) yaitu $7,50 \pm 0,51$ hari; $7,75 \pm 0,84$ hari; $7,75 \pm 0,84$ hari; $8,25 \pm 0,84$ hari; $8,25 \pm 0,84$ hari; dan $8,50 \pm 0,51$ hari.

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi insektisida abamektin 18 EC berpengaruh terhadap berat dan lama perkembangan. Semakin tinggi konsentrasi maka berat larva semakin menurun dan fase perkembangannya semakin lama. *S. litura* F. yang berasal dari Karangploso, Malang telah resisten terhadap insektisida abamektin 18 EC dengan nilai Nisbah Resistensi 4,02. Hendaknya petani menggunakan insektisida dengan lebih bijak dan dilakukan pergiliran insektisida dengan insektisida lain. Sebaiknya dilakukan pengawasan terhadap resistensi hama yang ada di lapang dan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai resistensi hama. Petani seharusnya menggunakan insektisida lain yang lebih ramah lingkungan contohnya menggunakan insektisida nabati.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat-Nya skripsi yang berjudul “Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso Malang terhadap Insektisida Sintetis Abamektin” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Prof. Dr. Suratno, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember dan selaku dosen penguji sidang skripsi;
4. Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Jekti Prihatin, M.Si., selaku dosen pembimbing II dan selaku dosen pembimbing akademik;
6. Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si. selaku dosen penguji sidang skripsi;
7. Bapak, Ibu, Adik, dan segenap keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan;
8. Sahabatku Hindun Dwi Purnamasari yang selalu setia menemaniku dan saling memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;

9. Sahabatku Nuraini, Auliya, Cicik, dan Ninik yang telah menjadi sahabat-sahabat terbaik yang selalu memberikan motivasi;
10. Teman-teman “BIONIC” angkatan 2011 Program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat sebagaimana mestinya.

Jember, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)	7
2.1.1 Klasifikasi Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	7
2.1.2 Biologi Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	7
2.1.3 Gejala Serangan Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	11

2.1.4 Pengendalian Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)	11
2.2 Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	12
2.3 Insektisida	14
2.3.1 Sifat Insektisida.....	15
2.3.2 Toksisitas Insektisida	15
2.3.3 Abamektin	16
2.3.4 Dampak Penggunaan Insektisida Sintetik.....	18
2.4 Resistensi Hama.....	19
2.4.1 Faktor Penyebab Resistensi	19
2.4.2 Mekanisme Terjadinya Resistensi	21
2.4.3 Cara Mendeteksi Resistensi	21
2.5 Hipotesis	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3 Identifikasi Variabel dan Parameter Penelitian.....	25
3.3.1 Variabel Bebas	25
3.3.2 Variabel Terikat	25
3.3.3 Variabel Kontrol	25
3.4 Definisi Operasional Penelitian.....	26
3.5 Desain Penelitian	26
3.5.1 Uji Pendahuluan.....	26
3.5.2 Uji Lanjutan	28
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.6.1 Alat Penelitian	28
3.6.2 Bahan Penelitian	28
3.7 Prosedur Penelitian	28

3.7.1	Penyiapan Pakan	28
3.7.2	Penyiapan Media	29
3.7.3	Pemeliharaan <i>Spodoptera litura</i> F.	29
3.7.4	Penyiapan Insektisida	29
3.7.5	Uji Pendahuluan.....	30
3.7.6	Uji Lanjutan	31
3.7.7	Desain Penelitian	32
3.8	Parameter Penelitian dan Cara Pengukuran	32
3.9	Analisis Data	33
3.9.1	Analisis Pengaruh Perlakuan	33
3.9.2	Analisis Resistensi <i>S. litura</i> F.	34
3.10	Alur Penelitian	35
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil Penelitian	36
4.1.1	Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat dan Lama Fase Perkembangan <i>S. litura</i> F.....	36
4.1.2	Status Resistensi <i>S. litura</i> F.....	41
4.2	Pembahasan	41
4.2.1	Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat dan Lama Fase Perkembangan <i>S. litura</i> F.....	43
4.2.2	Status Resistensi <i>S. litura</i> F.....	46
BAB 5.	PENUTUPAN.....	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Telur <i>Spodoptera litura</i> F.....	8
Gambar 2.2 Larva <i>Spodoptera litura</i> F.....	9
Gambar 2.3 Pupa <i>Spodoptera litura</i> F.	10
Gambar 2.4 Ngegat <i>Spodoptera litura</i> F. betina (kanan) dan jantan (kiri).....	10
Gambar 2.5 Serangan Larva <i>Spodoptera litura</i> F. pada Tanaman Tomat	11
Gambar 2.6 Morfologi <i>Solanum lycopersicum</i> L., Bunga, Daun, dan Buah	14
Gambar 2.7 Struktur Kimia Avermektin B _{1a}	17
Gambar 2.8 Struktur Kimia Avermektin B _{1b}	18
Gambar 2.9 Diagram Kerangka Teoritis.....	23
Gambar 3.1 Desain Tempat Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Desain Penelitian.....	32
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Skema Mekanisme Terjadinya Resistensi <i>S. litura</i> F.....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Macam Perlakuan Uji Pendahuluan.....	27
Tabel 3.2 Tabel Parameter Pengamatan.....	33
Tabel 4.1 Rerata Berat Larva pada Tiap Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC.....	36
Tabel 4.2 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat Larva <i>S. litura</i> F.....	37
Tabel 4.3 Rerata Lama Fase Larva <i>S. litura</i> F. Instar.....	37
Tabel 4.4 Hasil Uji Anova Pengaruh Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Instar 3.....	38
Tabel 4.5 Rerata Lama Fase Larva <i>S. litura</i> F. Instar.....	38
Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Instar 4.....	39
Tabel 4.7 Rerata Lama Fase Larva <i>S. litura</i> F. Instar.....	39
Tabel 4.8 Hasil Uji Anova Pengaruh Konsentrasi terhadap Lama Fase Instar 5....	40
Tabel 4.9 Rerata Lama Fase Pupa.....	40
Tabel 4.10 Hasil Uji Anova Pengaruh Konsentrasi terhadap Lama Fase Pupa.....	40
Tabel 4.11 Keberhasilan Bertelur.....	41
Tabel 4.12 Nilai Nisbah Resistensi dan Status Resistensi <i>S. litura</i> F. Lapang.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian	56
B. Tabel Hasil Pengamatan	58
C. Lama Fase Perkembangan <i>S. litura</i> F.....	63
D. Analisis Data	64
D1. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Berat Larva	64
D2. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Instar 3	65
D3. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Instar 4	66
D4. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Instar 5	67
D5. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Pupa	68
E. Analisis Hasil Uji Pendahuluan	69
E1. Mortalitas Larva <i>S. litura</i> F.....	69
E2. Analisis LC ₅₀ <i>S. litura</i> F. Standar	69
F. Analisis LC ₅₀ <i>S. litura</i> F. Lapang	72
G. Perhitungan Nisbah Resistensi (NR) <i>S. litura</i> F.....	73
H. Dokumentasi	74

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komoditi hortikultura telah menjadi suatu komoditi penting di seluruh dunia (Widjanarko, 2000:4). Pertambahan penduduk baik kuantitas maupun kualitas hidupnya menuntut pertambahan pengadaan bahan pangan yang lebih baik jumlah maupun mutu gizinya (Suryaningsih dan Widjaja, 2004:2). Komoditas ini berperan sebagai sumber protein nabati, vitamin-vitamin, dan mineral yang teramat penting bagi manusia (Arianasofa, 2013:10). Hal tersebut yang menyebabkan prospek pasar, baik domestik maupun pasar luar negeri untuk produk hortikultura sangat positif dan luas. Berjuta-juta manusia menggantungkan hidupnya dari memperdagangkan produk hortikultura, begitu pula dengan negara Indonesia (Suryaningsih dan Widjaja, 2004:2).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil buah dan sayuran tropis yang memiliki keragaman dan keunggulan cita rasa yang cukup baik. Hal inilah yang menyebabkan subsektor hortikultura menempati posisi strategis di dalam pembangunan sektor pertanian (Hilman, 2012:1). Tingginya kebutuhan dan permintaan terhadap produk hortikultura ini menjadikan suatu potensi tersendiri untuk dilakukan pengembangan pada bidang pertanian hortikultura. Salah satu daerah di Jawa Timur yang mengembangkan dan menjadi salah satu penghasil sayuran tertunggi yaitu kecamatan Karangploso, Malang.

Sebagian besar penduduk di kecamatan Karangploso, Malang bermata pencaharian sebagai petani. Petani sayur di kecamatan tersebut mencapai 50 persen, sedangkan 30 persen sebagai petani padi, dan 20 persen jadi petani tebu dan jeruk. Sayuran yang sering diproduksi berupa sayuran jagung manis, tomat, sawi, brokoli, cabe, seledri, dan bawang merah (Radar Malang, 2014:1).

Tomat merupakan salah satu komoditas sayuran yang diusahakan oleh petani di Indonesia yang masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasil dan kualitas buahnya (Yasa, 2012:155). Apabila dilihat dari produksi rata-rata buah tomat di Indonesia masih rendah yaitu 6,3 ton/ha jika dibandingkan dengan negara Taiwan, Saudi Arabia dan India yang berturut-turut 21 ton/ha, 13,4 ton/ha, dan 9,5 ton/ha (Wasonowati, 2011:21). Rendahnya produksi tomat tersebut disebabkan oleh beberapa kendala, salah satunya adalah pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), terutama adalah ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) (Yasa, 2012:155).

Ulat grayak adalah salah satu jenis hama penting yang menyerang tanaman palawija dan sayuran di Indonesia (Putra *et al.*, 2013:57). Selain di Indonesia, ulat grayak juga merupakan hama yang banyak ditemukan di India, Jepang, Cina, dan negara-negara lain di Asia Tenggara (Sintim *et al.*, 2009:52). Ulat grayak bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan (Marwoto dan Suharsono, 2008:132).

Serangan hama ulat grayak berfluktuasi dari tahun ke tahun (Sari *et al.*, 2013:561). Serangan ulat grayak pada tahun 2004 mencapai 3.616 ha dengan intensitas serangan sekitar 14.40% dan hal ini terjadi sampai dengan tahun 2007, luas serangan sementara mencapai 956 ha (Meidalima, 2014:12). Serangga tersebut memakan daun tanaman yang muda hingga tinggal tulang daun (Arobi *et al.*, 2013:297). Serangan hama ini sering mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen karena dapat menyebabkan daun dan buah sayuran menjadi sobek, terpotong-potong dan berlubang. Apabila tidak segera diatasi maka daun atau buah tanaman di areal pertanian akan habis (Adam *et al.*, 2013:1). Serangan hama pengganggu tanaman yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi para petani (Putra *et al.*, 2013:57). Kehilangan hasil akibat serangan hama

S. litura dapat mencapai 80%, bahkan petani tidak mendapatkan hasil panen sama sekali jika tidak dikendalikan (Marwoto dan Suharsono, 2008:133).

Umumnya dalam mengendalikan hama ulat grayak, petani menggunakan insektisida sintetis (Inayati dan Marwoto, 2011:104). Hal yang sama juga dilakukan oleh petani di daerah Karangploso, Malang. Petani di daerah tersebut sebagian besar memilih menggunakan insektisida sintetis untuk mengendalikan hama, khususnya hama ulat grayak yang banyak menyerang sayuran. Penggunaan insektisida sintetis jauh lebih efektif, cepat diketahui hasilnya, dan penerapannya relatif mudah (Tohir, 2010:37). Insektisida sintetis yang banyak digunakan petani yaitu dengan bahan aktif profenofos, lamdasihalotrin, monokrofos dan abamektin yang telah terbukti ampuh untuk mengendalikan serangan ulat grayak (Inayati dan Marwoto, 2011:104).

Kebanyakan petani menggunakan insektisida sintetis tanpa memperhitungkan dampak yang ditimbulkan (Arobi *et al.*, 2013:297). Hal ini bertentangan dengan konsep pengendalian hama terpadu (PHT) yang bertumpu pada pengendalian yang memperhatikan kelestarian lingkungan (Dono *et al.*, 2010:10). Tindakan pengendalian hama menggunakan bahan kimia yang berlebihan dan terus menerus dapat menimbulkan berbagai efek samping yang merugikan, yaitu resistensi dan resurgensi (peningkatan populasi hama) serangga hama sasaran, terbunuhnya musuh alami, pencemaran lingkungan, dan masalah residu pada hasil panen. Salah satu efek samping yang menjadi pusat perhatian adalah resistensi hama sasaran terhadap insektisida yang digunakan. Oleh karena itu, perlu dipantau dan dikaji tingkat resistensi serangga hama tersebut terhadap insektisida yang umum digunakan oleh petani tomat (Dono *et al.*, 2010:10).

Menurut Indiati *et al.* (2013:43), ulat grayak di Kabupaten Jombang, Ponorogo, Pasuruan, dan Banyuwangi dilaporkan tahan terhadap insektisida. Hal tersebut merupakan akibat dari penggunaan insektisida sejenis (monokrotofos). Penggunaan insektisida dengan konsentrasi tinggi atau konsentrasi bahan aktif yang

rendah secara terus menerus dapat mendorong terbentuknya strain-strain baru yang mampu berkembang lebih cepat (gejala resurgensi) (Indiati *et al.*, 2013:44).

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Udiarto (2007:281) mengenai dampak penggunaan beberapa jenis insektisida terhadap resistensi hama, dengan menggunakan serangga uji *Plutella xylostella* strain Pengalengan, Garut, dan Lembang pada tanaman kubis menyatakan bahwa hama tersebut telah resisten terhadap fipronil, abamektin, dan *B. thuringiensis* (Udiarto, 2007:281). Penelitian mengenai resistensi hama juga dilakukan oleh Widyawati (2012:22), terhadap resistensi hama *Crociodomia pavonana* pada tanaman brokoli menyatakan bahwa hama tersebut telah resisten terhadap insektisida dengan bahan aktif abamektin (Widyawati, 2012:22). Penelitian lain adalah mengenai resistensi ulat bawang (*Spodoptera exigua*), hama ini juga resisten terhadap abamektin (Moekasan dan Basuki, 2007:350).

Serangga sasaran dapat menjadi resisten karena populasi serangga yang memiliki mekanisme detoksifikasi efektif terhadap zat toksik terseleksi. Hal ini menyebabkan populasi serangga resisten pada generasi berikutnya akan berkembang lebih banyak dan tidak dapat dikendalikan dengan insektisida yang awalnya efektif (Dono *et al.*, 2010:10). Serangga yang sudah resisten terhadap satu atau lebih jenis pestisida biasanya mampu mengembangkan sifat resistensi terhadap senyawa lain secara lebih cepat, khususnya bila senyawa baru itu mempunyai mekanisme resistensi yang sama atau berdekatan dengan senyawa-senyawa sebelumnya (Hudayya dan Hadis, 2013:4-5).

Berdasarkan uraian di atas peneliti ingin mengetahui tingkat resistensi yang terjadi pada *S. litura* F. terhadap aplikasi insektisida sintesis abamektin. Selain itu juga mengetahui konsentrasi dan pengaruh aplikasi variasi konsentrasi insektisida abamektin terhadap tingkat resistensi *S. litura* F. Penelitian mengenai resistensi hama terhadap insektisida menurut peneliti dirasakan perlu dikarenakan banyak jenis

insektisida yang telah digunakan petani tidak mampu mengendalikan serangan hama. Petani akan cenderung menaikkan konsentrasi dan frekuensi aplikasi insektisida tersebut apabila konsentrasi dan frekuensi yang sama tidak mampu mengendalikan hama. Bamex 18 EC merupakan salah satu jenis insektisida berbahan aktif abamektin. Insektisida ini memiliki daya kerja luas dan diketahui efektif terhadap hama berupa kutu daun *Aphis pomi*, ulat grayak (*S. litura*), penggerek daun (*Phylocnistis citrella*, *Liriomyza huidobrensis*), thrips (*Thrips palmi*) (Prabaningrum, 2012:2).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

- a. Apakah aplikasi konsentrasi insektisida abamektin 18 EC berpengaruh terhadap berat dan lama perkembangan *S. litura* F.?
- b. Bagaimanakah status resistensi *S. litura* F. asal Karangploso, Malang, terhadap insektisida abamektin 18 EC berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR)?

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. Jenis insektisida yang digunakan adalah insektisida dengan bahan aktif abamektin 18 g/L yang didapat dari toko pertanian.
- b. Konsentrasi insektisida dalam penelitian ini adalah 0,05 ml/L, 0,125 ml/L, 0,2 ml/L, 0,275 ml/L, dan 0,35 ml/L.
- c. Aplikasi insektisida dilakukan mulai larva *S. litura* F. instar III.
- d. Daun tomat yang digunakan adalah daun yang tidak terlalu muda dan dipilih daun yang masih segar (tidak ada bagian yang kering) mulai daun ketiga dari pucuk.

- e. Pengamatan hasil perlakuan meliputi jumlah *S. litura* F. yang masih hidup pada setiap perlakuan dan lama fase perkembangan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan yang ingin dicapai diantaranya sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui pengaruh aplikasi abamektin 18 EC terhadap berat larva dan lama perkembangan *S. litura* F.
- b. Untuk mendeteksi status resistensi *S. litura* F. asal Karangploso, Malang, terhadap insektisida abamektin 18 EC berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR).

1.5 Manfaat

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan dapat membawa manfaat, diantaranya sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti, dapat membuktikan tingkat resistensi yang terjadi pada *S. litura* F. terhadap jenis insektisida sintesis Bamex 18 EC dengan bahan aktif abamektin.
- b. Bagi masyarakat, dapat memberikan pengetahuan dan referensi dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan insektisida sintesis terutama terhadap resistensi hama *S. litura* F.
- c. Bagi lembaga, dapat memberikan tambahan pengetahuan mengenai dampak buruk penggunaan insektisida sintesis dan memberikan saran untuk mencari alternatif pengendalian hama dengan menggunakan insektisida yang lebih ramah lingkungan.

B 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

2.1.1 Klasifikasi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

S. litura F. merupakan serangga hama yang terdapat di banyak negara seperti Indonesia, India, Jepang, Cina, dan negara-negara lain di Asia Tenggara (Sintim *et al.*, 2009:52). *S. litura* F. termasuk dalam famili Noctuidae yang berasal dari bahasa Latin *noctua* yang berarti burung hantu (Pogue, 2002:77). Nama tersebut sesuai dengan perilaku larva dan ngengat *S. litura* F. yang hanya keluar pada malam hari (Pracaya, 2004:162). Adapun klasifikasi *S. litura* F. adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Hexapoda
Class	: Insecta
Order	: Lepidoptera
Superfamily	: Noctuoidea
Family	: Noctuidae
Subfamily	: Noctuinae
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Species	: <i>Spodoptera litura</i> Fabricius

(Sumber: Pogue, 2002:77)

2.1.2 Biologi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Ulat grayak (*S. litura* F.) bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan (Marwoto dan Suharsono, 2008:132). Ulat grayak termasuk serangga holometabola (metamorfosis sempurna) dengan siklus hidup yang dimulai dari telur, larva, pupa, dan imago yang disebut ngengat (Rukmana dan Sugandi, 1997:43). Adapun siklus hidup dari ulat grayak adalah sebagai berikut.

a. Fase Telur

Lestari *et al.* (2013:167) menyebutkan bahwa imago betina dapat menghasilkan telur antara 1000-2000 butir. *S. litura* F. betina meletakkan telur secara berkelompok pada permukaan daun muda, tiap kelompok telur terdiri atas lebih kurang 350 butir (Noma *et al.*, 2010:1). Kelompok telur tersebut tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung imago betina (Lestari *et al.*, 2013:167). Telur berbentuk hampir bulat dengan warna coklat kekuningan (Marwoto dan Suharsono, 2008:132). Lama penetasan telur-telur tersebut sekitar 2-4 hari dan setelah menetas akan muncul ulat atau fase larva yang masih tetap berkumpul (Sudarmo, 1991:10).



Gambar 2.1 Telur *Spodoptera litura* F. (Sumber: Noma *et al.*, 2010:2)

b. Fase Larva

Larva yang baru menetas akan tinggal sementara di tempat telur diletakkan, beberapa hari setelah itu larva akan mulai berpencar (Lestari *et al.*, 2013:167). Larva mempunyai warna yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning (Marwoto dan Suharsono, 2008:132). Noviana (2011:4) menyebutkan bahwa larva instar I ditandai dengan tubuh larva yang berwarna kuning dengan bulu-bulu halus, kepala berwarna hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm. Larva instar I ini sekitar 2-3 hari. Kemudian dilanjutkan pada fase larva instar II yang ditandai dengan tubuh

berwarna hijau dengan panjang 3,75-10 mm, tidak nampak lagi bulu-bulu dan pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam serta pada bagian dorsal terdapat garis putih memanjang dari toraks hingga ujung abdomen. Selain itu pada toraks terdapat empat buah titik yang berbaris dua-dua. Lama tahap larva instar II adalah 2-3 hari (Umiati *et al.*, 2012:3). Larva instar III memiliki panjang tubuh 8-15 mm dengan lebar kepala 0,5-0,6 mm. Bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Lama tahap instar III adalah 4 hari. Selanjutnya adalah fase larva instar IV. Larva instar IV memiliki warna yang bervariasi yaitu hitam, hijau keputihan, hijau kekuningan atau hijau keunguan, panjang tubuh 13-20 mm. Lama instar IV ini adalah 4 hari (Umiati *et al.*, 2012:3). Biasanya larva berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar. Larva instar akhir (35-50 mm) akan bergerak dan menjatuhkan diri ke tanah. Setelah berada di dalam tanah larva tersebut memasuki pra pupa dan selanjutnya berubah menjadi pupa (Umiati *et al.*, 2012:3).



Gambar 2.2 Larva *Spodoptera litura* F. Instar 4 (Sumber: Noma *et al.*, 2010:2)

c. Fase Pupa

Fase pupa terjadi di dalam tanah dengan kedalaman beberapa sentimeter tanpa memiliki kokon (Noma *et al.*, 2010:1). Pupa *S. litura* F. berwarna coklat kemerahan dan panjangnya 18-20 mm (Lestari *et al.*, 2013:167). Warna pupa tersebut akan berubah menjadi kehitaman ketika akan memasuki fase imago. Lama

fase pupa berkisar 5-8 hari tergantung pada ketinggian tempat di atas permukaan laut (Noviana, 2011:5).



Gambar 2.3 Pupa *Spodoptera litura* F. (Sumber: Mohn, 2001)

d. Fase Imago

Fase dewasa *S. litura* F. biasa disebut dengan ngengat. Ngengat memiliki panjang 10-14 mm dengan jarak rentangan sayap 24-30 mm. (Noma *et al.*, 2010:1). Sayap ngengat bagian depan berwarna coklat atau keperakan, dan sayap belakang berwarna keputih-putihan dengan bercak hitam (Sudarmo, 1991:10). Umur ngengat *S. litura* F. pendek, dan hewan tersebut bertelur dalam 2-6 hari (Pracaya, 2004:167). Kemampuan terbang ngengat pada malam hari dapat mencapai 5 km (Pracaya, 2004:168).



Gambar 2.4 Ngengat *Spodoptera litura* F. betina (kanan) dan jantan (kiri) (Sumber: Kiritani, 2008)

2.1.3 Gejala Serangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Serangan ulat grayak terjadi pada semua stadia. Larva *S. litura* F. instar 1, 2, dan 3 menyerang daun sehingga hanya meninggalkan bagian epidermis dan tulang daun. Instar 4 dan 5 merusak tulang-tulang daun sehingga tampak lubang-lubang bekas gigitan, sedangkan pada instar 6, ulat telah memasuki masa pupa di mana pergerakan ulat menjadi lamban dan daya makan ulat juga sudah berkurang (Adam *et al.*, 2013:2).



Gambar 2.5 Serangan Larva *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tomat (Sumber: Setiawati *et al.*, 2001:8)

Hama ini sering mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen karena menyebabkan daun dan buah menjadi rusak. Kerusakan daun akibat serangan hama pemakan daun akan mengganggu proses fotosintesis (Meidalima, 2014:13). Apabila tidak segera diatasi maka daun atau buah tanaman di areal pertanian akan habis (Putra *et al.*, 2013:57).

2.1.4 Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Hama ulat grayak sebaiknya cepat ditangani agar tidak sampai merusak tanaman. Berikut ini merupakan beberapa cara pengendalian hama ulat grayak.

- a. Pemberantasan secara mekanis dengan mengambil telur dan larva yang baru menetas beserta daun yang menjadi tempat menempelnya telur tersebut.

- b. Pemberantasan secara biologi dengan cara disemprot menggunakan *Bacillus thuringiensis* atau dengan *Borreliana litura* (Pracaya, 2004:168).
- c. Pemberantasan secara kimiawi dengan menggunakan insektisida dengan berbagai bahan aktif. Pengendalian ini sangat umum dilakukan oleh petani. Umumnya ulat grayak dikendalikan dengan insektisida yang diaplikasikan secara terjadwal mulai tanaman berumur 3-9 minggu setelah tanam dengan frekuensi seminggu sekali atau lebih (Arobi *et al.*, 2013:297). Namun apabila tidak digunakan dengan tepat guna dapat menimbulkan dampak yang buruk untuk pengguna, lingkungan dan konsumen karena insektisida meninggalkan residu dalam produk pertanian yang akan dikonsumsi oleh konsumen bahkan dapat menimbulkan munculnya gejala resistensi dan resistensi hama terhadap insektisida (Adam *et al.*, 2013:1).

2.2 Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah sampai dataran tinggi (Nirwana *et al.*, 2013:68). Tanaman yang memiliki nama latin *Solanum lycopersicum* L. ini banyak tumbuh di Amerika Tengah, Amerika Selatan, Eropa, dan Asia (Wasonowati, 2011:21). Klasifikasi tomat dalam taksonomi adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>Solanum lycopersicum</i> L.

(Sumber: ITIS, 2002)

Tanaman tomat merupakan tanaman hari netral (*day-natural vegetable*) yang artinya tidak terpengaruh oleh panjang hari dan tergolong ke dalam *warm season crop* dengan suhu optimum 20°C -28°C (Syakur, 2012:96). Tanaman tomat termasuk tanaman perdu atau semak dengan tinggi bisa mencapai 2 meter. Sistem perakaran tanaman tomat adalah sistem perakan tunggang. Batang tanaman ini berbentuk persegi empat hingga bulat dan dapat bercabang, menebal pada buku-bukunya, berbatang lunak sedikit berkayu tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus warnanya hijau keputihan dan di antara bulu-bulu tersebut terdapat rambut kelenjar (Leovini, 2012:9). Selain batang, daun tomat juga memiliki bulu-bulu halus.

Daun tomat berwarna hijau dan berbulu. Bentuk daun tanaman tomat adalah oval dan letaknya berseling. Bagian ujung daun berbentuk runcing, tetapi pangkalnya membulat. Bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah yang menyirip serta agak melengkung ke dalam. Daunnya merupakan daun majemuk ganjil, yaitu antara 5-7 helai. Di sela-sela daun terdapat 1-2 pasang daun kecil (Rosalina, 2008:8).

Tomat mempunyai bunga majemuk yang tumbuh dari batang (cabang) yang masih muda, berkumpul dalam rangkaian berupa tandan dan membentuk jurai yang terdiri atas dua baris bunga. Tiap-tiap jurai terdiri atas 5 hingga 12 bunga (Leovini, 2012:9). Kuntum bunga terdiri dari lima helai daun kelopak dan lima mahkota yang berbentuk bintang. Bunganya berwarna kuning (Pratiwi, 2009:19). Jenis bunga tanaman ini merupakan bunga hermaprodit atau berjenis kelamin dua dan melakukan penyerbukan sendiri. Benang sari tanaman tomat berjumlah enam dan berwarna kuning cerah. Benang sari mengelilingi putik bunga (Leovini, 2012:9). Bentuk buahnya bulat, bulat lonjong, bulat pipih, atau oval (Pratiwi, 2009:19). Buah ini banyak mengandung biji lunak pipih berwarna kekuning-kuningan yang tersusun berkelopak dan dibatasi oleh daging buah (Leovini, 2012:9).



Gambar 2.6 Morfologi *Solanum lycopersicum* L., Bunga, Daun, dan Buah (Sumber: Attenborough, 2010)

Tomat merupakan komoditi hortikultura yang saat ini banyak ditanam oleh petani dan salah satu yang memiliki prospek yang cukup baik untuk dikembangkan. Dalam mengembangkan produksi tomat petani juga dihadapkan pada beberapa kendala. Salah satu kendala dalam peningkatan produksi tomat di Indonesia adalah pengendalian OPT (Yasa, 2012:155). Salah satu OPT penting yang sering mengganggu tanaman tomat adalah ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) (Setiawati *et al.*, 2001:2).

2. 3 Insektisida

Menurut Djojsumarto (2008), insektisida merupakan jenis pestisida untuk mengendalikan hama berupa serangga. Insektisida dibedakan menjadi dua kelompok yaitu ovisida yang berfungsi untuk mengendalikan telur serangga dan larvasida yang berfungsi untuk mengendalikan larva serangga. Pengendalian hama serangga menggunakan insektisida diperbolehkan hanya apabila pengendalian alami gagal dan harus diintegrasikan dengan cara lain seperti penggunaan varietas resisten (Triharso, 2010:259). Ketika insektisida disemprotkan, bukan hanya hama sasaran yang terpapar maka dari itu dilakukan pengklasifikasian berdasarkan sifat insektisida dan sebaiknya para petani harus memahami berbagai sifat yang dimiliki insektisida (Djojsumarto, 2008:203).

2.3.1 Sifat Insektisida

Djojosumarto (2008) menyebutkan sifat insektisida dibedakan menjadi tiga yaitu:

a. Insektisida Sistemik

Insektisida jenis ini akan diserap oleh tanaman, sehingga hama yang menghisap cairan dari tanaman tersebut akan segera mati (Kartasapoetra, 1993:74). Insektisida tersebut diserap baik lewat akar, batang, maupun daun dan ditransportasikan mengikuti aliran cairan ke seluruh bagian tanaman. Contoh insektisida sistemik adalah imidakloprid, bendiokarb, dikrotofos, karbofuran, dan disulfoton.

b. Insektisida Non-Sistemik

Jenis insektisida ini tidak diserap oleh jaringan tanaman tetapi hanya menempel pada permukaan tanaman. Insektisida ini sering disebut sebagai insektisida kontak. Contoh insektisida non-sistemik adalah DDT, deltametrin, amitraz, dan endosulfan.

c. Insektisida Sistemik Lokal

Insektisida jenis ini merupakan jenis insektisida yang diserap oleh tanaman tetapi hanya sedikit bahkan tidak ditransportasikan ke bagian tanaman yang lainnya. Contoh insektisida ini adalah abamektin, profenofos, emamektin, dan fosalon.

2.3.2 Toksisitas Insektisida

Toksisitas suatu insektisida atau daya racun harus diketahui karena berkaitan dengan potensi suatu insektisida untuk membunuh hewan sasaran (Djojosumarto, 2008:238). Potensi racun dari zat kimia sering disajikan sebagai *Lethal Concentration* (LC_{50}) (Boyd, 2005:2). LC_{50} yaitu konsentrasi suatu insektisida (biasanya dalam makanan, udara atau air) untuk mematikan 50% hewan uji dalam suatu uji toksisitas. LC_{50} biasanya dinyatakan dalam mg/L atau ml/L. Sedangkan periode waktu yang

diperlukan insektisida yang mampu menyebabkan kematian 50% populasi hewan uji disebut dengan *Lethal Time* (LT_{50}). Semakin kecil LC_{50} , semakin beracun insektisida tersebut (Suroso, 2012:5). LC_{50} dapat ditentukan untuk setiap waktu paparan, waktu paparan yang paling umum adalah paparan dalam jangka waktu 96 jam. Namun juga terdapat jangka waktu lain yaitu 24, 48, dan 72 jam (Boyd, 2005:2).

LC_{50} berhubungan dengan waktu paparan (Walker, 2012:113). Nilai ambang atau batas LC_{50} bisa dicapai dengan cara meningkatkan waktu paparan yang menyebabkan LC_{50} menurun. Ketika mencapai titik tersebut, apabila waktu paparan terus ditingkatkan menyebabkan tidak ada perubahan terhadap mortalitas (Walker, 2012:113). Paparan terhadap suatu zat beracun dalam waktu yang cukup lama bisa didapatkan nilai LC_{50} asimtotik dan nilai tersebut tidak tergantung pada waktu (Boyd, 2005:2).

Penentuan nilai LC_{50} menggunakan analisis probabilitas (probit) dan nilai yang didasarkan pada skala logaritmik (log), dimana skala logaritmik (log) merupakan hasil log setiap konsentrasi dan persentase respon hewan uji (contohnya kematian) diungkapkan dalam skala probit (McQueen, 2010:191). Namun apabila pada kontrol terdapat kematian, maka perlu dikoreksi dengan menggunakan formula Abbot (1925), sebagai berikut.

$$\% \text{ mortalitas hewan uji} = \frac{\% \text{ mortalitas perlakuan} - \% \text{ mortalitas kontrol}}{100 - \% \text{ mortalitas kontrol}} \times 100\%$$

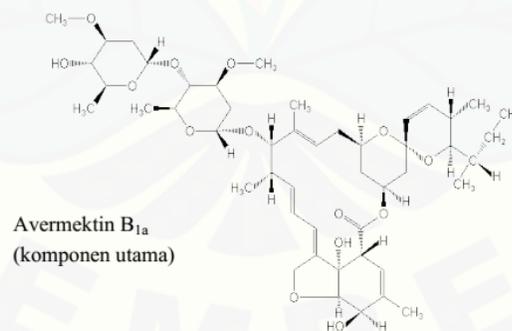
Apabila kematian pada kontrol lebih dari 20% maka penelitian harus diulang (Wright, 2002:39).

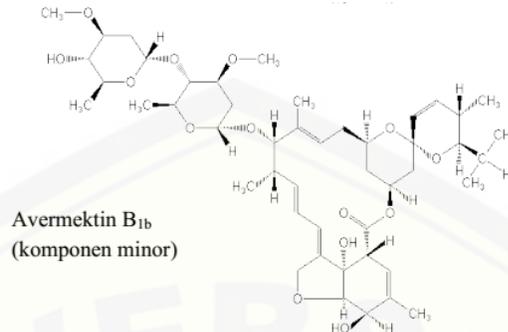
2.3.3 Abamektin

Menurut Ishaaya (2001) dalam Widyawati (2012:6), abamektin merupakan insektisida kelompok avermektin yang termasuk golongan senyawa laktone makrosiklik. Abamektin memiliki sifat racun kontak dan racun perut (Djojsumarto, 2008:82). Insektisida yang bersifat racun kontak masuk ke dalam tubuh serangga

sasaran lewat kulit (kutikula) dan ditranslokasikan ke bagian tubuh serangga tempat insektisida aktif bekerja. Serangga akan mati jika bersinggungan langsung dengan insektisida tersebut. Insektisida umumnya memasuki tubuh serangga melalui bagian yang dilapisi oleh kutikula yang tipis, seperti selaput antar ruas, selaput persendian pada pangkal embelan dan kemoreseptor pada tarsus (Dono *et al.*, 2010:19). Insektisida yang bersifat racun perut (*stomach poison*) adalah insektisida yang membunuh serangga sasaran jika termakan dan masuk ke dalam organ pencernaan. Selanjutnya insektisida tersebut diserap dinding saluran pencernaan makanan. Kemudian dibawa oleh cairan tubuh serangga ke tempat aktifnya insektisida tersebut. Oleh karena itu, serangga harus memakan tanaman yang sudah disemprot dengan insektisida dalam jumlah yang cukup untuk membunuhnya (Dono *et al.*, 2010:20).

Abamektin terdiri dari avermektin B_{1a} dan avermektin B_{1b}. Avermektin bekerja dengan cara mengganggu fungsi reseptor asam γ -amino butirat (GABA) yang menyebabkan terjadi peningkatan pemasukan ion klorida ke dalam sel saraf (Widyawati, 2012:6). Menurut Djojosumarto (2008:82), abamektin cepat terdegradasi secara fotokimia di lingkungan. Selain itu abamektin terikat kuat di dalam tanah. Gejala pada serangga akibat aplikasi insektisida abamektin yaitu paralisis, berhenti makan, dan akhirnya menyebabkan kematian (Widyawati, 2012:6).





Gambar 2.8 Struktur Kimia Avermektin B_{1b} (Widyawati, 2012:6)

Abamektin diketahui efektif terhadap hama berupa kutu daun *Aphis pomi*, ulat grayak (*S. litura* F.), penggerek daun (*Phylocnistis citrella*, *Liriomyza huidobrensis*), thrips (*Thrips palmi*) (Prabaningrum, 2012:2). Contoh insektisida yang memiliki kandungan abamektin adalah Bamex 18 EC. Bamex 18 EC merupakan jenis insektisida berbahan aktif abamektin sebanyak 18 g/L. Insektisida ini memiliki daya kerja luas dan hanya dengan dosis rendah tetapi berdaya kerja cepat dalam mengendalikan hama. Mempunyai daya berantas tinggi dan konsisten terhadap hama sasaran (Prabaningrum, 2012:2).

2.3.4 Dampak Penggunaan Insektisida Sintetik

Sampai saat ini, cara pengendalian hama dan penyakit tersebut adalah dengan pestisida sintetik. Petani sayuran sering menggunakan campuran dua atau lebih jenis pestisida yang tidak diketahui kompatibilitasnya. Sebagian petani menggunakan campuran insektisida yang bersifat sinergis tetapi ada sebagian petani yang menggunakan campuran insektisida yang kerjanya berlawanan (Supriadi, 2013:2). Penggunaan insektisida secara tidak bijaksana dapat menimbulkan berbagai dampak negatif baik bagi manusia maupun bagi lingkungan (Ameriana, 2008:95). Dampak negatif yang ditimbulkan antara lain pergeseran keseimbangan hayati, timbulnya daya resistensi organisme sasaran, pencemaran dan keracunan baik akut

maupun kronis (Suryaningsih dan Widjaja, 2004:2). Dampak yang perlu diperhatikan adalah timbulnya resurgensi dan resistensi pada hama. Hama yang awalnya peka terhadap suatu jenis insektisida justru menjadi resisten sehingga menyebabkan insektisida tersebut tidak efektif lagi untuk mengendalikan hama.

2.4 Resistensi Hama

Perkembangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dari yang semula peka terhadap insektisida menjadi semakin kurang peka dan akhirnya kebal, telah menjadi perhatian sejumlah pakar dan perusahaan agrokimia di seluruh dunia. Menurunnya kepekaan hama terhadap pestisida tertentu yang berpuncak pada timbulnya kekebalan (resistensi) terhadap pestisida. Sifat resisten serangga mampu diturunkan kepada generasi berikutnya (Djojsumarto, 2008:262). Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya resistensi, yaitu faktor genetik, faktor biologi dan ekologi, serta faktor operasional.

2.4.1 Faktor Penyebab Resistensi

Resistensi timbul melalui proses seleksi pada turunan (generasi) yang mengalami pemberian insektisida yang berturut-turut. Pada umumnya yang memperlihatkan resistensi setelah mengalami perlakuan insektisida 10 sampai 20 turunan dan sifatnya turun temurun (Kartasapoetra, 1993:81). Namun pada dasarnya proses terjadinya resistensi serangga terhadap insektisida dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut.

a. Faktor Genetik

Gen pembawa sifat resisten terhadap insektisida tertentu merupakan sumber pertama terjadi resistensi. Faktor ini terdiri dari frekuensi alel R, jumlah alel R, dominasi alel R, dan interaksi alel R (Suharti, 2000:15). Semakin banyak individu yang membawa gen resisten semakin cepat pula terjadinya resistensi pada populasi

tersebut. Faktor genetik lainnya adalah bagaimana interaksi antar gen atau gen-gen pembawa sifat tersebut (Djojsumarto, 2008:269).

b. Faktor Biologi dan Ekologi Serangga

Faktor bioekologi yang berpengaruh jumlah keturunan per generasi, siklus hidup satu generasi, monogami/poligami atau partenogenesis, isolasi, mobilitas, migrasi, monofag/polifag, dan adanya “refugia” (Widyawati, 2012:4). Semakin cepat hama tersebut berkembangbiak, proses resistensinya lebih cepat terjadi. Pada serangga yang bersifat polifag, resistensinya akan berkembang lebih lambat dibandingkan serangga yang bersifat monofag. Hal ini dikarenakan jumlah serangga yang terpapar insektisida lebih sedikit dibandingkan serangga monofag. Mobilitas serangga juga mempengaruhi proses terjadinya resistensi. Dengan demikian, di kawasan yang terisolasi, proses terjadinya resistensi akan lebih cepat, dibandingkan kawasan yang terbuka (Djojsumarto, 2008:269).

c. Faktor Operasional

Faktor operasional yang menyebabkan resistensi hama ada dua yaitu faktor jenis pestisida dan faktor teknik aplikasi. Penggunaan insektisida secara bergantian dengan insektisida dari kelompok kimia yang berbeda akan menekan terjadinya resistensi. Selain itu petani juga harus memperhitungkan takaran, waktu, dan cara. Dalam pengaplikasian insektisida dianjurkan untuk tidak menggunakan takaran yang tinggi karena hal tersebut dapat menyebabkan semakin besarnya tekanan seleksi (Djojsumarto, 2008:269). Apabila petani terus menerus menggunakan insektisida yang sama, masalah resistensi suatu hama terhadap insektisida tertentu dapat terjadi yang mengakibatkan dosis dan frekuensinya semakin meningkat (Udiarto, 2007:277).

2.4.2 Mekanisme Terjadinya Resistensi

Proses terjadinya resistensi berlangsung secara cepat maupun lambat dalam ukuran bulan hingga tahun. Mekanisme resistensi dapat digolongkan dalam dua kategori, yaitu sebagai berikut.

a. Mekanisme Biokimiawi

Mekanisme ini berkaitan dengan fungsi enzimatik di dalam tubuh vektor yang mampu mengurai molekul insektisida menjadi molekul-molekul lain yang tidak toksik (detoksifikasi). Meningkatnya populasi yang mengandung enzim yang mampu mengurai molekul insektisida menyebabkan terjadinya detoksifikasi di dalam tubuh spesies. Tipe resistensi dengan mekanisme biokimiawi disebut sebagai resistensi enzimatik.

b. Resistensi perilaku (behavioural resistance).

Suatu individu dari populasi yang mempunyai struktur eksoskelet sedemikian rupa menyebabkan insektisida tidak mampu masuk dalam tubuh vektor. Secara alami vektor menghindari kontak dengan insektisida, sehingga insektisida tidak sampai kepada “targetnya”. Hal ini bisa terlihat jelas pada hewan dengan pergerakan yang tinggi (Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2012 :95-96).

2.4.3 Cara Mendeteksi Resistensi

Resistensi suatu serangga dapat dilihat dari indikator biologi sebagai berikut: 1) mempunyai perkembangan larva yang lambat, 2) viabilitas telur yang lebih panjang, dan 3) periode oviposisi lebih pendek dibanding individu yang peka terhadap pestisida (Istianto, 2007:182). Udiarto dan Setiawati (2007:278) menyebutkan bahwa larva yang resisten terhadap insektisida, tubuhnya berukuran lebih kecil dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan larva yang rentan.

Selain itu sebagai tolak ukur resistensi bisa juga menggunakan dua metode sebagai berikut.

- a. Menggunakan nilai Nisbah Resistensi (NR) yang dihitung dengan rumus

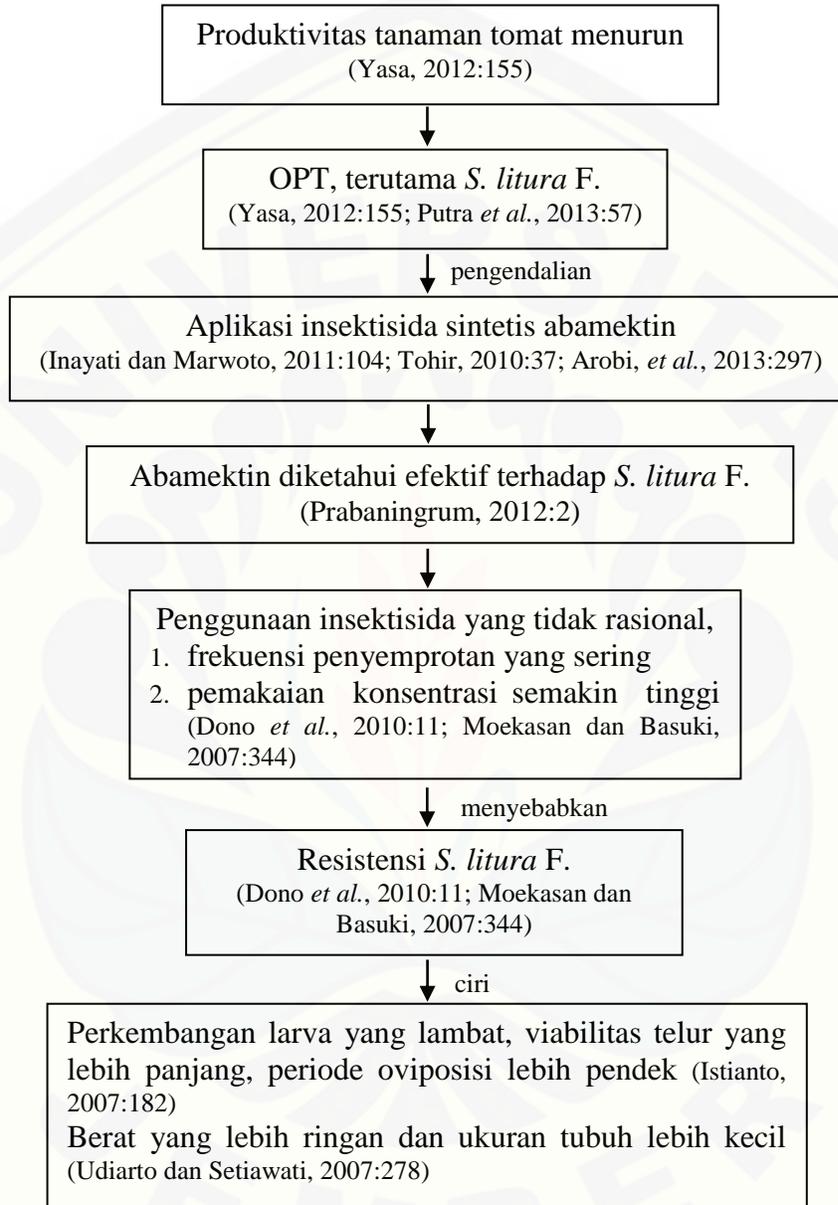
$$NR = \frac{LC_{50} \text{ populasi lapangan}}{LC_{50} \text{ populasi standar}}$$

Serangga yang berasal dari populasi lapangan dikatakan telah resisten jika memiliki $NR \geq 4$. Indikasi resistensi telah terjadi jika $NR > 1$ (Dono *et al.*, 2010:13).

- b. Menggunakan standar pengukuran resisten dari WHO (1998) yaitu dengan menggunakan kriteria untuk menginterpretasikan klasifikasi respon dari serangga. Adapun kriteria tersebut yaitu 1) serangga rentan apabila mortalitas 98%-100%, 2) serangga toleran apabila mortalitas 80%-97% , dan 3) serangga resisten apabila mortalitas kurang dari 80% (Macoris, 2005:176-177).

2.5 Hipotesis

a. Kerangka Teoritis yang Mendasari Hipotesis

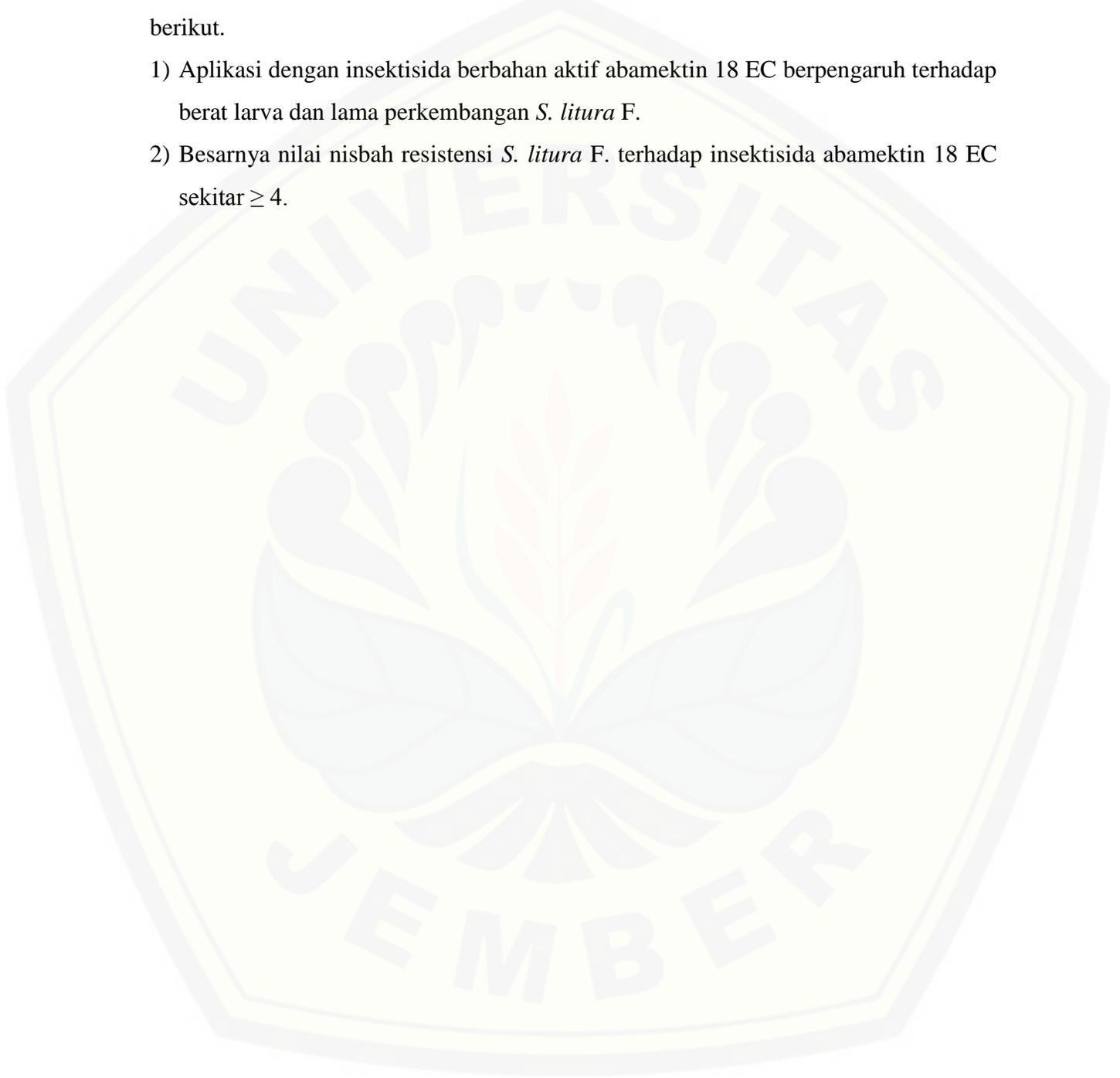


Gambar 2.9 Diagram Kerangka Teoritis

b. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tinjauan di atas maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut.

- 1) Aplikasi dengan insektisida berbahan aktif abamektin 18 EC berpengaruh terhadap berat larva dan lama perkembangan *S. litura* F.
- 2) Besarnya nilai nisbah resistensi *S. litura* F. terhadap insektisida abamektin 18 EC sekitar ≥ 4 .



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan Mei sampai Juni 2015.

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang ada dalam penelitian ini yaitu:

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi insektisida sintesis abamektin 18 EC.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat resistensi *S. litura* F. terhadap insektisida sintesis dengan konsentrasi yang berbeda.

3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah tanaman yang digunakan, tempat, jenis 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 suatu kondisi dimana hama yang semula peka terhadap suatu jenis insektisida menjadi kurang peka dan tahan terhadap insektisida yang digunakan. Penentuan larva resisten dalam penelitian ini berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR) larva *S. litura* F., data berat larva, dan lama tiap fase perkembangan sampai imago.
- b. Penelitian ini menggunakan insektisida dengan kandungan abamektin 18 g/L. Rentangan konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan uji pendahuluan.
- c. Larva *S. litura* F. yang digunakan adalah larva instar III. Larva instar III ditandai dengan panjang tubuh 8-15 mm. Bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Pada penelitian ini menggunakan larva dari lapang yang diambil dari kebun sayur di Karangploso, Malang, dan dikembangkan hingga menghasilkan F1 dari populasi lapang. Selain itu juga menggunakan larva standar yang telah dipelihara di laboratorium hingga mencapai F6.
- d. Daun tomat yang digunakan adalah daun yang masih segar berwarna hijau tua. Daun tersebut diambil mulai daun ke-3 dari pucuk.
- e. LC_{50} dalam 48 jam adalah konsentrasi insektisida abamektin 18 EC yang mampu membunuh 50% jumlah populasi hewan uji yang ditentukan dalam waktu paparan selama 48 jam.

3.5 Desain Penelitian

3.5.1 Uji Pendahuluan

Penelitian ini merupakan jenis percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji pendahuluan ini untuk menentukan rentangan konsentrasi yang digunakan

untuk uji lanjut dan untuk menentukan larva standar yang digunakan. Pada uji pendahuluan menggunakan 5 taraf perlakuan dan 1 kontrol. Tiap pengulangan terdiri dari 10 ekor larva *S. litura* F. instar III, sehingga jumlah larva yang diperlukan untuk uji pendahuluan adalah 60 ekor. Perlakuan tersebut sebagai berikut.

- 1) Kontrol, dengan menggunakan aquades (K)
- 2) Perlakuan dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,15 ml/L (P1)
- 3) Perlakuan dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,25 ml/L (P2)
- 4) Perlakuan dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,35 ml/L (P3)
- 5) Perlakuan dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,45 ml/L (P4)
- 6) Perlakuan dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,55 ml/L (P5)

Penentuan konsentrasi yang digunakan berdasarkan konsentrasi anjuran yang tertera pada label kemasan insektisida. Kemudian pengamatan terhadap mortalitas *S. litura* F. dilakukan pada 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan. Berikut ini merupakan tabel rancangan pada uji pendahuluan.

Tabel 3.1 Macam Perlakuan Uji Pendahuluan

Perlakuan	Serial Konsentrasi (ml/L)
K	0
P1	0,15
P2	0,25
P3	0,35
P4	0,45
P5	0,55

Keterangan:

- K : kontrol dengan menggunakan aquades
 P1 : perlakuan 1 dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,15 ml/L
 P2 : perlakuan 2 dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,25 ml/L
 P3 : perlakuan 3 dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,35 ml/L
 P4 : perlakuan 4 dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,45 ml/L
 P5 : perlakuan 5 dengan menggunakan insektisida abamektin 18 EC 0,55 ml/L

3.5.2 Uji Lanjutan

Konsentrasi insektisida yang digunakan dalam uji lanjutan berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji pendahuluan yakni 0,05 ml/L, 0,125 ml/L, 0,2 ml/L, 0,275 ml/L, dan 0,35 ml/L. Desain penelitian yang digunakan sama dengan uji pendahuluan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan, 1 kontrol tetapi setiap perlakuan terdiri dari 4 kali ulangan. Banyaknya pengulangan ditentukan menggunakan rumus Federer (1977) untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu $(t-1)(r-1) \geq 15$, di mana t adalah jumlah seluruh taraf perlakuan, dan n adalah jumlah pengulangan. Masing-masing perlakuan menggunakan 10 ekor *S. litura* F. instar III, sehingga total larva yang diperlukan sebanyak 240 ekor. Pengamatan mortalitas serangga pada 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikropipet, *beaker glass* 1 liter, spatula, sprayer, cawan petri, botol air mineral 1,5 L, gunting, kain sifon, karet, kuas, kertas hisap, dan neraca analitik.

3.6.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300 ekor larva instar III *S. litura* F. standar laboratorium (F6) dan 300 ekor larva instar III yang berasal dari lapang (F1) yang telah diaklimasi dengan kondisi laboratorium, insektisida abamektin 18 EC dengan kandungan bahan aktif abamektin, aquades, dan daun tomat.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Penyiapan Pakan

Penyiapan pakan dilakukan dengan penanaman bibit tomat (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) yang didapatkan dari *Agrotechnopark* Universitas

Jember. Media tanam yang digunakan adalah kompos, pasir, dan tanah dengan perbandingan 1:1:1. Media tersebut dimasukkan ke dalam polibag sampai $\frac{3}{4}$ bagian. Kemudian setiap polibag ditanami 1 bibit tomat. Tanaman tomat dipelihara sampai usia 1,5 bulan. Daun tomat yang digunakan sebagai pakan adalah daun tomat yang berwarna hijau segar dan berkedudukan mulai daun ketiga dari pucuk.

3.7.2 Penyiapan Media

Pada penelitian ini media yang disiapkan adalah botol bekas air mineral 1,5 L yang telah dipotong dengan tinggi 20 cm (diameter = 8 cm) dan ditutup permukaannya menggunakan kain sifon. Kemudian diikat menggunakan karet.

3.7.3 Pemeliharaan *Spodoptera litura* F.

Larva *S. litura* F. instar I akhir yang diperoleh dari BALITTAS Malang, selanjutnya dipelihara dalam toples dan ditutup menggunakan kain sifon. Larva tersebut diaklimasi terlebih dahulu selama 2 hari. Apabila jumlah kematian larva sebanyak 10% atau lebih maka larva tidak layak untuk digunakan. Larva dipelihara hingga mencapai fase larva instar III dengan diberi pakan daun tomat. Setelah mencapai instar III, larva tersebut siap digunakan untuk penelitian. Larva instar III ditandai dengan panjang tubuh 8-15 mm. Bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh.

3.7.4 Penyiapan Insektisida

Hal yang perlu dipersiapkan terkait insektisida yang digunakan adalah pembuatan konsentrasi yang akan digunakan. Rancangan konsentrasi yang digunakan untuk uji pendahuluan adalah 0,15 ml/L, 0,25 ml/L, 0,35 ml/L, 0,45 ml/L, dan 0,55 ml/L atau sesuai dengan anjuran yang tertera pada label produk insektisida serta konsentrasi di bawah dan di atas anjuran untuk mencari besar LC_{50} insektisida

terhadap larva *S. litura* F. Setiap konsentrasi yang dibuat tersebut menggunakan pelarut aquades.

3.7.5 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan ini digunakan untuk menentukan kadar toksisitas insektisida abamektin 18 EC terhadap larva uji *S. litura* F. yang berasal dari laboratorium sebagai larva standar. Hal yang perlu dilakukan dalam uji pendahuluan adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan konsentrasi insektisida yaitu 0,15 ml/L, 0,25 ml/L, 0,35 ml/L, 0,45 ml/L, dan 0,55 ml/L yang dilarutkan dalam aquades. Selain itu juga menyiapkan 1 liter aquades sebagai kontrol. Setiap perlakuan dengan berbagai konsentrasi diulang sebanyak 4 kali.
- b. Daun tomat yang masih segar berwarna hijau tua sebanyak 5 gram disemprot insektisida. Kemudian daun tersebut dimasukkan ke dalam gelas plastik. Setiap gelas berisikan daun dengan berat yang sama. Daun tomat tersebut terus diganti hingga pengamatan selesai yaitu dalam waktu 48 jam ketika daun tersebut sudah sangat layu atau sudah habis.
- c. Kemudian larva instar III *S. litura* F. yang telah diadaptasikan terlebih dahulu dengan lingkungan laboratorium dimasukkan ke dalam gelas tersebut (10 larva untuk setiap ulangan). Kemudian permukaan gelas ditutup dengan kain sifon. Mortalitas larva *S. litura* F. diamati pada 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan. Parameter yang perlu diamati adalah jumlah larva yang mati pada setiap perlakuan dan kontrol. Kemudian data mortalitas yang didapatkan digunakan untuk menentukan besar LC_{50} larva *S. litura* F. dengan menggunakan analisis probit.

3.7.6 Uji Lanjutan

Cara kerja pada uji lanjutan ini sama dengan uji pendahuluan. Namun pada uji lanjut larva dipelihara sampai fase imago. Tahap uji lanjutan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Menyiapkan insektisida dengan konsentrasi 0,05 ml/L, 0,125 ml/L, 0,2 ml/L, 0,275 ml/L, dan 0,35 ml/L.
- b. Menyemprot daun tomat dengan insektisida dengan variasi konsentrasi yang telah ditetapkan dan aquades sebagai kontrol. Penyemprotan insektisida hingga seluruh permukaan daun basah dengan insektisida. Setelah seluruh permukaan sudah rata dengan insektisida, daun tersebut dikeringanginkan. Kemudian meletakkannya di dalam gelas plastik. Daun tomat tersebut akan diganti apabila daun sudah sangat layu atau sudah habis tetapi dengan konsentrasi perlakuan yang sama dengan sebelumnya.
- c. Menimbang berat awal larva *S. litura* F.
- d. Kemudian larva instar III *S. litura* F. yang berasal dari lapang dimasukkan ke dalam gelas tersebut. Kemudian permukaan gelas ditutup menggunakan kain sifon.
- e. Mengamati jumlah *S. litura* F. yang masih hidup pada 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan.
- f. Menimbang berat ulat yang masih hidup.
- g. Ketika mencapai instar 5, larva dipindahkan ke botol mineral baru yang telah diberi kertas hisap sebagai media pupasi.
- h. Memindahkan pupa yang telah berusia 5-7 hari ke tempat pemeliharaan baru untuk persiapan menjadi imago.
- i. Ketika telah muncul imago, pada setiap toples diberi kapas yang telah ditetesi air gula.

3.7.7 Desain Penelitian

a. Desain Botol Pemeliharaan



Gambar 3.1 Desain Botol Pemeliharaan

b. Desain Peletakan Botol Pemeliharaan

KU3	P1U4	P2U2	P3U1	P4U1	P5U3
KU2	P1U2	P2U1	P3U4	P4U3	P5U1
KU1	P1U1	P2U4	P3U2	P4U4	P5U1
KU4	P1U3	P2U3	P3U3	P4U2	P5U4

Gambar 3.2 Desain Peletakan Botol Pemeliharaan

3.8 Parameter Penelitian dan Cara Pengukurannya

Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada setiap perlakuan. Adapun parameter yang diamati dan dihitung dalam penelitian ditampilkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tabel Parameter Pengamatan

Variabel	Sub Variabel	Parameter	Instrumen Pengukuran	Ket.
<i>1. Variabel bebas</i>				
a. Variasi konsentrasi	-	Konsentrasi insektisida abamektin 18 EC (LC ₅₀)	Alat: mikropipet, gelas ukur Dihitung besarnya konsentrasi untuk tiap perlakuan	Lampiran E, F
<i>2. Variabel terikat</i>				
a. Resistensi <i>S. litura</i> F.	Jumlah kematian <i>S. litura</i> F.	Terjadi penurunan jumlah <i>S. litura</i> F. yang hidup	Total ulat yang mati	Lampiran B
	Berat larva <i>S. litura</i> F. yang hidup sebelum dan sesudah perlakuan	Terjadi penambahan atau pengurangan berat larva (gram)	Alat: Neraca analitik Dihitung berat larva <i>S. litura</i> F.	Lampiran B
	Lama perkembangan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap fase instar, pupa, dan imago (hari)	Dihitung lama perkembangan larva <i>S. litura</i> F. hingga mencapai imago	Lampiran C

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Pengaruh Perlakuan

Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi terhadap tingkat resistensi ulat grayak. Taraf signifikan yang digunakan adalah 5%. Kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menganalisis konsentrasi yang paling beresiko menyebabkan resistensi *S. litura* F.

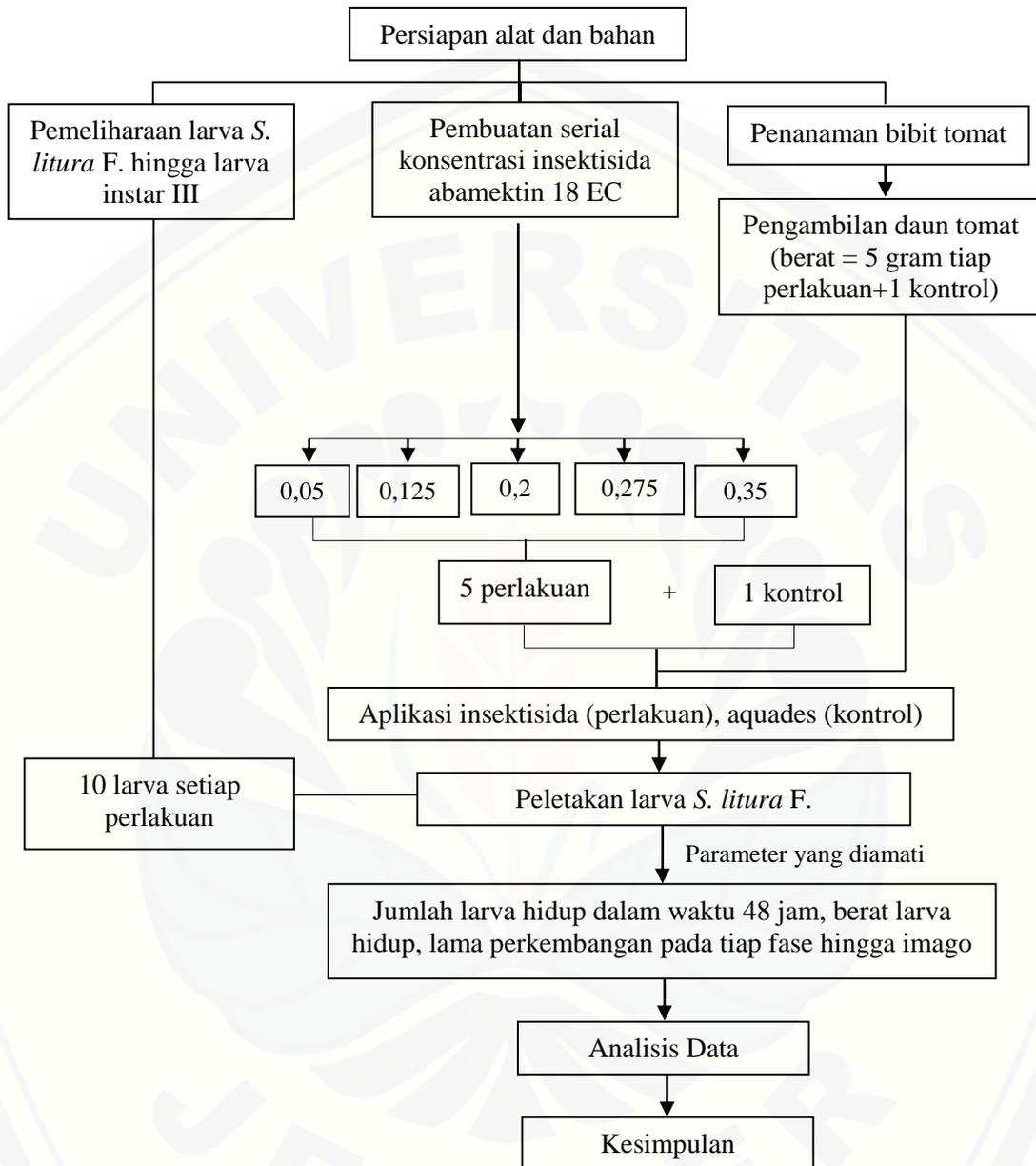
3.9.2 Analisis Resistensi *S. litura* F.

Untuk mengetahui resistensi *S. litura* F. digunakan rumus nisbah resistensi seperti berikut.

$$NR = \frac{LC_{50} \text{ populasi lapangan}}{LC_{50} \text{ populasi standar}}$$

Serangga yang berasal dari populasi lapangan dikatakan telah resisten jika memiliki $NR \geq 4$. Indikasi resistensi telah terjadi jika $NR > 1$ (Dono *et al.*, 2010:13). Penentuan nilai LC_{50} menggunakan analisis probit dengan bantuan aplikasi SPSS 17.0.

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap pengaruh perlakuan dengan variasi konsentrasi terhadap indikator resistensi yakni berat larva dan lama fase perkembangan. Selain itu juga dihitung nilai *Lethal Concentration* 50% (LC_{50}) dan nilai nisbah resistensi (NR). Nilai NR didapatkan dari perbandingan nilai LC_{50} larva standar dengan nilai LC_{50} larva dari lapang.

4.1.1 Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat dan Lama Fase Perkembangan *S. litura* F.

a. Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat Larva *S. litura* F.

Tabel 4.1 Rerata berat larva pada tiap perlakuan insektisida abamektin 18 EC

Perlakuan	Σ Individu	Rerata Berat \pm SD (gram)
Kontrol	40	0,5479 \pm 0,0344 ^a
P1 (0,05 ml/L)	40	0,5411 \pm 0,0443 ^a
P2 (0,125 ml/L)	36	0,5172 \pm 0,0353 ^b
P3 (0,2 ml/L)	36	0,4982 \pm 0,0559 ^c
P4 (0,275 ml/L)	33	0,4791 \pm 0,0276 ^d
P5 (0,35 ml/L)	30	0,4678 \pm 0,0241 ^d

Keterangan: Rerata dan standar deviasi yang diikuti notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan* dengan taraf signifikansi 5%

Hasil analisis uji *Duncan* yang diikuti oleh notasi di belakang rerata dan standar deviasi sebagaimana pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida, berat larva *S. litura* F. semakin menurun. Berat tertinggi dan terendah berturut-turut yaitu 0,5479 \pm 0,0344 gram dan 0,4678 \pm 0,0241 gram.

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap berat larva *S. litura* F. ($p=0,000$). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil uji Anova pengaruh insektisida abamektin 18 EC terhadap berat larva *S. litura* F.

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Perlakuan	0,188	5	0,038	24,721	0,000
Galat	0,317	209	0,002		
Total	0,505	214			

Keterangan: db = derajat bebas, F = Hasil uji Fischer, p = probabilitas

b. Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Perkembangan *S. litura* F.

1) Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Instar 3

Tabel 4.3 Rerata lama fase larva *S. litura* F. instar 3

Perlakuan	Σ Individu	Rerata \pm SD (hari)
Kontrol	40	3,00 \pm 0,0000 ^a
P1 (0,05 ml/L)	40	3,25 \pm 0,4385 ^b
P2 (0,125 ml/L)	38	3,25 \pm 0,4385 ^b
P3 (0,2 ml/L)	36	3,25 \pm 0,4385 ^b
P4 (0,275 ml/L)	33	3,50 \pm 0,5063 ^c
P5 (0,35 ml/L)	30	3,50 \pm 0,5063 ^c

Keterangan: Rerata dan standar deviasi yang diikuti notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan* dengan taraf signifikansi 5%

Hasil analisis uji *Duncan* yang diikuti oleh notasi di belakang rerata dan standar deviasi sebagaimana pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida, berat larva *S. litura* F. semakin menurun. Fase instar 3 tercepat yaitu pada kontrol dengan lama fase 3 hari. Fase instar 3 terlama adalah pada P4 dan P5 dengan lama fase 3,5 \pm 0,5063 hari.

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap berat larva *S. litura* F. ($p=0,000$). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil uji Anova pengaruh abamektin 18 EC terhadap lama fase instar 3

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Perlakuan	7,083	5	1,417	7,800	0,000
Galat	42,500	234	0,182		
Total	49,583	239			

Keterangan: db = derajat bebas, F = Hasil uji Fischer, p = probabilitas

2) Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Instar 4

Tabel 4.5 Rerata lama fase larva *S. litura* F. instar 4

Perlakuan	Σ Individu	Rerata \pm SD (hari)
Kontrol	40	2,00 \pm 0,0000 ^a
P1 (0,05 ml/L)	40	2,00 \pm 0,0000 ^a
P2 (0,125 ml/L)	38	2,25 \pm 0,4385 ^b
P3 (0,2 ml/L)	36	2,25 \pm 0,4385 ^b
P4 (0,275 ml/L)	33	2,25 \pm 0,4385 ^b
P5 (0,35 ml/L)	30	2,50 \pm 0,5063 ^c

Keterangan: Rerata dan standar deviasi yang diikuti notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan* dengan taraf signifikansi 5%

Hasil analisis uji *Duncan* yang diikuti oleh notasi di belakang rerata dan standar deviasi sebagaimana pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida, lama fase instar 4 *S. litura* F. semakin lambat. Fase instar 4 tercepat dan terlama berturut-turut yaitu 2 hari dan 2,5 \pm 0,5063 hari.

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap lama fase instar 4 *S. litura* F. ($p=0,000$). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil uji Anova pengaruh perlakuan insektisida abamektin 18 EC terhadap lama fase instar 4

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Perlakuan	7,188	5	1,438	10,201	0,000
Galat	32,975	234	0,141		
Total	40,163	239			

Keterangan: db = derajat bebas, F = Hasil uji Fischer, p = probabilitas

3) Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Instar 5

Tabel 4.7 Rerata lama fase larva *S. litura* F. instar 5

Perlakuan	Σ Individu	Rerata \pm SD (hari)
Kontrol	21	3,25 \pm 0,4385 ^a
P1 (0,05 ml/L)	15	3,25 \pm 0,4385 ^a
P2 (0,125 ml/L)	13	3,25 \pm 0,4385 ^a
P3 (0,2 ml/L)	8	3,25 \pm 0,4385 ^a
P4 (0,275 ml/L)	7	3,50 \pm 0,5063 ^b
P5 (0,35 ml/L)	6	3,50 \pm 0,5063 ^b

Keterangan: Rerata dan standar deviasi yang diikuti notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan* dengan taraf signifikansi 5%

Hasil analisis uji *Duncan* yang diikuti oleh notasi di belakang rerata dan standar deviasi sebagaimana pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida, lama fase instar 5 *S. litura* F. semakin lambat. Fase instar 5 tercepat yaitu 3,25 \pm 0,4385 hari atau pada kontrol, P1 (0,05 ml/L), P2 (0,125 ml/L), dan P3 (0,2 ml/L). Fase terlama yaitu pada P4 (0,275 ml/L) dan P5 (0,35 ml/L) dengan lama fase 3,50 \pm 0,5063 hari.

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap lama fase instar 5 *S. litura* F. ($p=0,010$). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil uji Anova pengaruh konsentrasi terhadap lama fase instar 5

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Perlakuan	3,333	5	0,667	3,120	0,010
Galat	50,000	234	0,214		
Total	53,333	239			

Keterangan: db = derajat bebas, F = Hasil uji Fischer, p = probabilitas

4) Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Fase Pupa

Hasil analisis uji Duncan yang diikuti oleh notasi di belakang rerata dan standar deviasi sebagaimana pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida, berat larva *S. litura* F. semakin menurun. Fase pupa tercepat yaitu pada kontrol dengan lama fase $7,50 \pm 0,5063$ hari. Fase pupa terlama yaitu pada P5 (0,35 ml/L) dengan lama fase $8,50 \pm 0,5063$ hari.

Tabel 4.9 Rerata lama fase pupa

Perlakuan	Σ Individu	Rerata \pm SD (hari)
Kontrol	21	$7,50 \pm 0,5063^a$
P1 (0,05 ml/L)	15	$7,75 \pm 0,8397^a$
P2 (0,125 ml/L)	13	$7,75 \pm 0,8397^a$
P3 (0,2 ml/L)	8	$8,25 \pm 0,8397^b$
P4 (0,275 ml/L)	7	$8,25 \pm 0,8397^b$
P5 (0,35 ml/L)	6	$8,50 \pm 0,5063^b$

Keterangan: Rerata dan standar deviasi yang diikuti notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan* dengan taraf signifikansi 5%

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap berat larva *S. litura* F. ($p=0,000$). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil uji Anova pengaruh konsentrasi terhadap lama fase pupa

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Perlakuan	37,083	5	7,417	18,762	0,000
Galat	92,500	234	0,395		
Total	129,583	239			

Keterangan: db = derajat bebas, F = Hasil uji Fischer, p = probabilitas

5) Keberhasilan Bertelur

Pengamatan dilanjutkan sampai pada fase imago dan bertelur. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa imago pada setiap perlakuan mampu kawin dan menghasilkan telur seperti yang tertera pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Keberhasilan bertelur *S. litura* F.

Perlakuan	Σ Imago	Keberhasilan Bertelur	
		Bertelur	Tidak Bertelur
Kontrol	21	√	-
P1 (0,05 ml/L)	15	√	-
P2 (0,125 ml/L)	13	√	-
P3 (0,2 ml/L)	8	√	-
P4 (0,275 ml/L)	7	√	-
P5 (0,35 ml/L)	6	√	-

4.1.2 Status Resistensi *S. litura* F.

Nilai LC_{50} *S. litura* F. dari lapang lebih tinggi dibandingkan dengan *S. litura* F. standar sebagaimana pada Tabel 4.12. Nilai nisbah resistensi *S. litura* F. asal Karangploso, Malang yaitu 4,02. Nilai NR tersebut menunjukkan bahwa *S. litura* F. asal Karangploso, Malang telah resisten terhadap insektisida abamektin 18 EC.

Tabel 4.12 Nilai Nisbah Resistensi dan Status Resistensi *S. litura* F. Lapang

Populasi	Nilai LC_{50}	NR	Status
Laboratorium (standar)	0,169		
Lapangan (Karangploso, Malang)	0,68	4,02	Resisten

Keterangan: NR = nisbah resistensi, $NR \geq 4$ berarti telah resisten, $NR > 1$ indikasi resisten telah terjadi (Dono *et al.*, 2010:13). Sumber data dapat dilihat pada lampiran E, F, dan G.

4.2 Pembahasan

Serangan *S. litura* F. menjadi suatu pembatas produksi sayuran. Gangguan yang disebabkan oleh *S. litura* F. tersebut sangat merugikan. Kerusakan yan terjadi bisa dalam skala yang tergolong ringan hingga berat. Kerusakan ringan berakibat pada menurunnya kualitas sayur sedangkan kerusakan berat dapat menyebabkan

gagal panen. Oleh sebab itu berbagai cara dilakukan oleh petani untuk mengendalikan serangan hama tersebut, salah satunya dengan menggunakan insektisida sintetis.

Penggunaan insektisida sintetis untuk mengendalikan hama yang menyerang tanaman dapat diketahui hasilnya dengan cepat. Oleh sebab itu petani lebih memilih untuk menggunakan insektisida sintetis seperti yang dilakukan oleh petani sayuran yang ada di daerah Karangploso, Malang. Berbagai jenis insektisida dengan beragam bahan aktif digunakan oleh petani di daerah itu. Petani menggunakan insektisida tersebut tidak sesuai dengan konsentrasi anjuran. Bahkan apabila telah diketahui insektisida dengan konsentrasi yang digunakan sudah tidak dapat mengendalikan hama, petani akan menaikkan takarannya atau konsentrasinya. Penggunaan insektisida yang tidak bijak akan menimbulkan berbagai masalah, salah satunya adalah resistensi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status resistensi salah satu hama yang menyerang tanaman sayuran yaitu *S. litura* F. Sampel *S. litura* F. yang digunakan didapatkan dari perkebunan yang ada di Karangploso. Sampel ini diuji ketahanannya terhadap jenis insektisida dengan bahan aktif abamektin untuk mengetahui status resistensinya. Perlakuan variasi konsentrasi insektisida diberikan pada larva yang telah memasuki fase instar III. Pada penelitian ini terdapat beberapa parameter yang diamati yaitu lama perkembangan setiap fase larva hingga mencapai imago, berat larva setelah perlakuan, dan mortalitas larva. Mortalitas larva digunakan untuk menentukan besarnya LC_{50} larva standar (laboratorium) dan larva dari lapang. Berdasarkan hasil yang didapatkan, variasi konsentrasi berpengaruh terhadap berat dan lama fase perkembangan *S. litura* F. selain itu dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa *S. litura* F. yang berasal dari lapang telah resisten yang dibuktikan dengan nilai nisbah resistensi $(NR) \geq 4$.

4.2.1 Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat dan Lama Fase Perkembangan *S. litura* F.

a. Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Berat Larva *S. litura* F.

Berdasarkan hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi insektisida abamektin memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap berat larva. Insektisida tersebut berpengaruh negatif terhadap berat larva (terjadi penurunan berat). Rerata berat larva setelah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi maka berat larva semakin berkurang. Nilai rerata tertinggi yaitu pada kontrol sebesar $0,5479 \pm 0,0344$ gram, sedangkan nilai rerata berat terendah terdapat pada perlakuan P5 dengan konsentrasi 0,35 ml/L yaitu sebesar $0,4678 \pm 0,0241$ gram.

Penurunan berat larva berkaitan dengan aktivitas makan larva. Pada konsentrasi insektisida abamektin tinggi yaitu 0,35 ml/L menunjukkan aktivitas makan yang rendah. Rendahnya aktivitas makan larva disebabkan adanya aplikasi insektisida abamektin. Serangga memiliki organ perasa yang disebut dengan palpus. Palpus ini menyebabkan serangga dapat merasakan makanan yang ia makan (Widyawati, 2012:6). Semakin tinggi konsentrasi maka kandungan zat racun pada pakan semakin tinggi pula. Hal tersebut memungkinkan mempengaruhi rasa pakan serangga.

Pengaplikasian insektisida dianjurkan untuk tidak menggunakan takaran yang tinggi karena hal tersebut dapat menyebabkan semakin besarnya tekanan seleksi sehingga akan menambah populasi yang resisten (Djojsumarto, 2008:269). Tanda resisten mulai terjadi dapat dilihat dari berat dan lama fase perkembangan larva. Indikator berat seperti yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu berat larva *S. litura* F. resisten lebih ringan. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Istianto (2007:182), hama resisten mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan hama yang peka.

b. Pengaruh Perlakuan Insektisida Abamektin 18 EC terhadap Lama Perkembangan Larva *S. litura* F.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi insektisida abamektin 18 EC berpengaruh secara sangat signifikan terhadap lama perkembangan larva. Semakin tinggi konsentrasi maka lama fase perkembangannya semakin lambat. Semua stadium (larva instar III, instar IV, instar V, pupa, imago) menunjukkan gejala yang sama.

Nilai rerata lama fase instar III paling cepat yaitu $3,00 \pm 0,00$ hari pada kontrol dan paling lambat yaitu $3,50 \pm 0,5063$ hari pada perlakuan ke-4 dan ke-5. Nilai rerata lama fase instar IV paling cepat yaitu $2,00 \pm 0,00$ hari pada kontrol dan paling lambat yaitu $2,5 \pm 0,5063$ hari pada perlakuan ke-5 (0,35 ml/L). Nilai rerata lama fase instar V paling cepat yaitu $3,25 \pm 0,4385$ hari pada kontrol dan paling lambat yaitu $3,50 \pm 0,5063$ hari pada perlakuan ke-4 dan ke-5. Nilai rerata lama fase pupa paling cepat yaitu $7,50 \pm 0,5063$ hari pada kontrol dan paling lambat yaitu $8,50 \pm 0,5063$ hari pada perlakuan ke-5 (0,35 ml/L). Larva pada kontrol lebih cepat memasuki fase prapupa. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin lama pula memasuki fase prapupa.

Semakin tinggi konsentrasi, aktivitas makan larva *S. litura* semakin menurun. Menurut Dono *et al.*, (2010:21), menurunnya aktivitas makan serangga diduga mengakibatkan energi untuk perkembangan larva menjadi berkurang. Selain itu, ada kemungkinan disebabkan oleh terganggunya fungsi organ yang menghasilkan hormon pertumbuhan. Proses pergantian kulit dan metamorfosis serangga melibatkan beberapa hormon pertumbuhan. Terganggunya produksi satu jenis hormon akibat terhambatnya respirasi sel pada organ penghasil hormon berdampak terhadap fungsi hormon secara keseluruhan sehingga serangga akan terhambat perkembangannya (Dono *et al.*, 2010:21).

Pada serangga holometabola, peranan hormon dalam metamorfosis meliputi proses pengelupasan kulit larva, dan pembentukan pupa. Hormon yang berperan dalam metamorfosis ada tiga macam yaitu hormon otak (*ecdysiotropin*), hormon

molting (*ecdyson*), dan hormon juvenil (Lukman, 2009:43). Hormon ekdison merangsang pergantian kulit dan mendorong perkembangan karakteristik perubahan ulat menjadi kupu-kupu. Apabila terdapat gangguan pada hormon ekdison, maka proses perkembangan serangga akan terganggu. Inisiasi untuk molting ini terjadi ketika larva yang terus mengalami pertumbuhan sedangkan kutikula serangga berukuran tetap. Tahapan utama selama berlangsungnya proses molting meliputi apolisis, pembentukan epikutikula, pengendapan prokutikula bani, ekdisis, pengembangan prokutikula, pengerasan dan penggelapan warna, dan pembentukan endokutikula selama masa antar molting. (Sa'diyah *et al.*, 2013:114).

Larva instar akhir memiliki tubuh yang lebih pendek dan ruas badannya terlihat. Larva instar akhir ini akan masuk ke dalam media pupasi untuk membentuk pupa. Pupa yang baru terbentuk berwarna hijau muda dan sedikit berwarna merah. Keberhasilan menjadi pupa dalam penelitian ini juga rendah. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin sedikit pupa yang terbentuk. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh aplikasi insektisida abamektin. Konsentrasi insektisida yang semakin tinggi juga menyebabkan lama fase terbentuknya pupa juga semakin lambat seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.10. Pupa yang siap menjadi imago warnanya akan berubah semakin gelap. Rata-rata lama fase pupa yaitu 7-9 hari. Semua pupa yang terbentuk dapat menjadi imago. Fase perkembangan yang semakin lambat dapat menunjukkan bahwa tanda-tanda resistensi hama telah terjadi (Istianto, 2007:182).

Imago betina memiliki ciri tubuh yang berbeda dengan imago jantan. Abdomen imago betina lebih besar dibandingkan dengan abdomen imago jantan yang lebih ramping. Selain itu pada bagian ujung abdomen imago betina terdapat ovipositor untuk meletakkan telur. Setelah 2-3 hari munculnya imago, imago tersebut mampu kawin dan menghasilkan telur. Telur-telur yang dihasilkan diletakkan dalam kelompok.

4.2.2 Status Resistensi *S. litura* F.

Resisten merupakan suatu kondisi hama yang semula peka terhadap suatu jenis insektisida dengan bahan aktif tertentu menjadi kebal terhadap insektisida tersebut (Djojsumarto, 2008:262). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *S. litura* F. yang berasal dari Karangploso telah resisten terhadap jenis insektisida dengan bahan aktif abamektin. Berdasarkan hasil analisis, kematian larva 50 persen dari populasi lapang akan dicapai pada konsentrasi 0,68 ml/L. Konsentrasi tersebut berada di atas konsentrasi anjuran yaitu 0,25 ml/L - 0,5 ml/L. Pada larva standar kematian 50 persen dari populasi telah dicapai pada konsentrasi 0,169 ml/L. Konsentrasi tersebut masih di bawah konsentrasi anjuran yang tertera pada label kemasan insektisida.

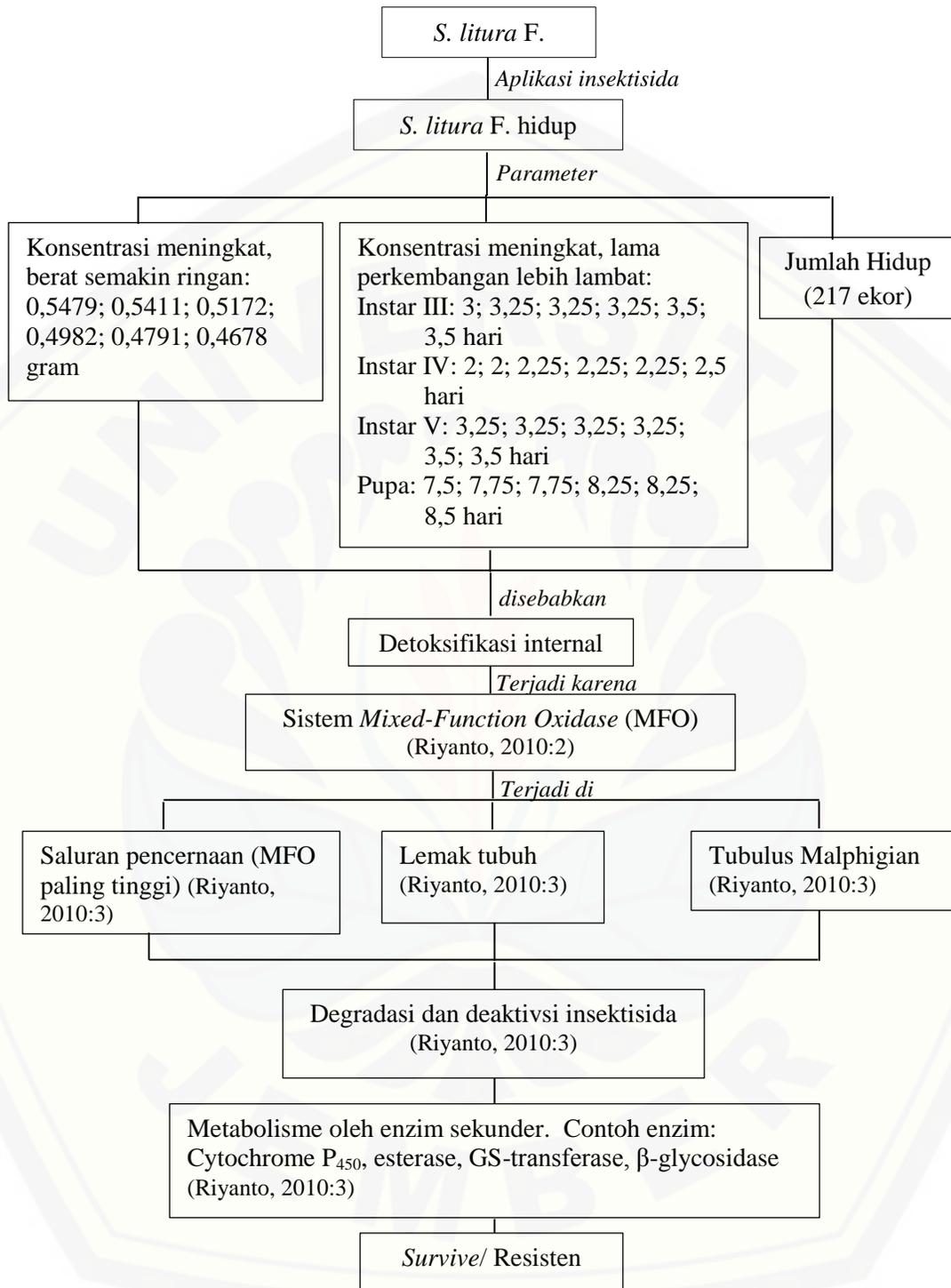
Berdasarkan nilai LC_{50} 48 jam setelah perlakuan, dapat ditentukan nilai nisbah resistensi *S. litura* F. asal Karangploso dengan cara membandingkan nilai LC_{50} larva standar dengan LC_{50} larva lapang. Setelah dibandingkan, didapatkan nilai nisbah resistensi *S. litura* F. asal Karangploso yaitu sebesar 4,02. Sesuai dengan ketentuan apabila nilai nisbah resistensi > 1 maka indikasi resisten telah terjadi, sedangkan hama yang resisten apabila nilai nisbah resistensi ≥ 4 (Dono *et al.*, 2010:13). Jadi dapat disimpulkan bahwa *S. litura* F. asal Karangploso telah resisten terhadap insektisida abamektin.

Menurut Dono *et al.* (2010:17), tinggi rendahnya tingkat resistensi dipengaruhi perilaku petani dalam menggunakan insektisida untuk mengendalikan *S. litura* F., seperti frekuensi penyemprotan dan pola penggunaan insektisida. Frekuensi penggunaan insektisida yang berkurang dapat menurunkan tekanan seleksi, sehingga akan meningkatkan proporsi individu serangga rentan. Pergiliran insektisida dapat memperlambat perkembangan resistensi hama sasaran terhadap insektisida sehingga nilai NR juga semakin rendah (Dono *et al.*, 2010:18).

Menurut Djojsumarto (2008:82), abamektin memiliki sifat racun kontak dan racun perut. Namun penelitian ini hanya menggunakan pengujian dengan sifat insektisida sebagai racun perut (*stomach poison*). Insektisida yang bersifat racun

perut bekerja jika termakan dan masuk ke dalam organ pencernaan. Kemudian pada bagian *midgut* terjadi proses pencernaan dan penyerapan. Zat racun pada insektisida dapat merusak membran yang melapisi. Insektisida tersebut akan diserap dinding saluran pencernaan dan dibawa ke tempat aktifnya insektisida tersebut dan dapat menyebabkan kematian pada larva. Perubahan kepekaan larva terhadap insektisida yang bersifat racun perut dapat disebabkan oleh peningkatan ketahanan dinding saluran pencernaan terhadap penetrasi insektisida, peningkatan kadar enzim dan aktivitas enzim-enzim yang dapat mendetoksifikasi insektisida (Dono *et al.*, 2010:18).

Salah satu cara serangga menetralkan racun yaitu dengan menggunakan polisubstrat monooksigenase (PSMOs) atau disebut sistem mikrosomal *mixed-function oxidase* (MFO) yang secara genetik sudah ada pada tubuh serangga. MFO terletak pada retikulum endoplasma sel beberapa jaringan organisme eukariot. MFO diketahui memiliki peran dalam degradasi dan deaktivasi primer insektisida. Pada serangga aktivitas MFO terjadi dalam saluran pencernaan, lemak tubuh dan tubulus Malpighian. Saluran pencernaan merupakan organ pertama yang mendetoksifikasi allelokimia, sehingga aktivitas MFO tinggi dalam jaringan organ pencernaan ini. Detoksifikasi pada tempat ini sangat penting sebagai lini pertahanan pertama sebelum masuk ke hemolimfe. Selain itu terdapat lini pertahanan kedua yaitu pada lemak tubuh. Selanjutnya senyawa reaktif dimetabolisme oleh enzim sekunder contohnya Cytochrome P₄₅₀, esterase, GS-transferase, β -glycosidase (Riyanto, 2010:2-3).



Gambar 4.1 Skema Mekanisme Terjadinya Resistensi *S. litura* F.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian status resistensi hama ulat grayak (*S. litura* F.), maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Perlakuan insektisida abamektin 18 EC berpengaruh secara signifikan terhadap berat larva *S. litura* F. dan lama fase perkembangan. Semakin tinggi konsentrasi, berat larva *S. litura* F. semakin menurun. Nilai rerata berat tertinggi yaitu 0,5479 gram pada kontrol dan rerata berat terendah yaitu 0,4678 gram pada perlakuan ke-5 (0,35 ml/L). Semakin tinggi konsentrasi, lama fase perkembangan larva *S. litura* F. semakin lambat. Nilai rerata lama fase tercepat dari instar III, IV, V, dan pupa yaitu 3 hari, 2 hari, 3,25 hari, dan 7,5 hari. Nilai rerata lama fase perkembangan terlama dari instar III, IV, V, dan pupa yaitu 3,5 hari, 2,5 hari, 3,5 hari, dan 8,5 hari.
- b. Status resistensi *S. litura* F. asal Karangploso, Malang, adalah telah resisten terhadap abamektin 18 EC dengan nilai nisbah resistensi 4,02.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini adalah:

- a. Hendaknya petani menggunakan insektisida dengan lebih bijak. Sebaiknya dilakukan pergiliran insektisida dengan insektisida lain atau bahkan pemberhentian penggunaan insektisida dengan bahan aktif yang telah diketahui tidak mampu mengendalikan hama.
- b. Seharusnya dilakukan pengawasan terhadap resistensi hama yang ada di lapang dan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai resistensi hama.
- c. Sebaiknya petani menggunakan insektisida lain yang lebih ramah lingkungan yaitu menggunakan insektisida nabati.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Juliana, Nurhayati, dan Thalib. 2013. Bioesai Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Asal Tanah Lebak terhadap Larva *Spodoptera litura*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014* ISBN : 979-587-529-9.
- Ameriana, M. 2008. Perilaku Petani Sayuran dalam Menggunakan Pestisida Kimia. *Jurnal Hortikultura*, **18** (1): 95-106.
- Arianasofa, S. 2013. *Analisis Komoditas Hortikultura Unggulan dan Sebarannya di Wilayah Kecamatan Se- Kota Tarakan* [tesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Arobi, Yasir, Oemry, dan Zahara. 2013. Daya Predasi Cecopet (*Forficula auricularia*) (Dermaptera: Nisolabididae) pada Berbagai Instar Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, **1** (2): 296-303.
- Astriyani, N. K. N. K. 2014. *Keragaman dan Dinamika Populasi Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) yang Menyerang Tanaman Buah-Buahan di Bali* [tesis]. Denpasar: Universitas Udayana.
- Attenborough, D. 2010. *Useful Rainforest Plants* [online]. <http://www.worldlandtrust.org/news/events/chelsea-flower-show/useful-rainforest-plants>. [14 Februari 2015].
- Boyd, C. E. 2005. LC₅₀ Calculations Help Predict Toxicity. *Global Aquaculture Advocate Sustainable Aquaculture Practices*.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. 2012. *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Djojosumarto. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta Selatan: PT Agromedia Pustaka.
- Dono, Ismayana, Idar, Prijono, dan Muslika. 2010. Status dan Mekanisme Resistensi Biokimia *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) terhadap Insektisida Organofosfat serta Kepekaannya terhadap Insektisida Botani

- Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica*. *Jurnal Entomologi Indonesia*, **7** (1): 9-27. Hilman, Y. 2012. *Panduan Umum Program Dukungan Pengembangan Kawasan Agribisnis Hortikultura (PDPKAH)*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Hudayya, A., dan Hadis J. 2013. *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerja (Mode of Action)*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Inayati, A., & Marwoto. 2011. Efikasi Kombinasi Pestisida Nabati Serbuk Biji Mimba dan Agens Hayati SLNPV terhadap Hama Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Tanaman Kedelai. *Semnas Pesnab IV*.
- Indiati, S. W., Suharsono, dan Bedjo. 2013. Pengaruh Aplikasi Serbuk Biji Mimba *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus dan Varietas Tahan terhadap Perkembangan Ulat Grayak pada Kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, **32** (1): 43-49.
- Istianto, M. 2007. Perkembangan dan Kemampuan Reproduksi Tungau *Panonychus citri* McGregor (Acarina: Tetranychidae) yang Resisten dan Peka terhadap Akarisida. *Jurnal Hortikultura*, **17** (2): 181-187.
- ITIS. 2002. *Solanum lycopersicum* L. [online]. http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671. [12 Maret 2015].
- Kartasapoetra, A. G. 1993. *Hama Tanaman Pangan dan Perkebunan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kiritani. 2008. *Cotton Leafworm, Tobacco Cutworm, Spodoptera litura (Fabricius)* [online]. <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1949067#sthash.58mrGyvv.dpuf>. [31 Maret 2015]
- Leovini, H. 2012. *Pemanfaatan Pupuk Organik Cair pada Budidaya Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum L.)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Lestari, S., Ambarningrum, dan Pratiknyo. 2013. Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. *Jurnal Sain Veteriner*, **31** (2): 166-179.
- Lukman, Aprizal. 2009. Peran Hormon Metamorfosis Serangga. *Biospecies*, **2** (1): 42-45

- Macoris, M. L. G., Maria T. M. A., Karina C. R. N., Vanessa C. G., dan Antonio L. C. J. 2005. Standardization of Bioassays for Monitoring Resistance to Insecticides in *Aedes aegypti*. *Dengue Bulletin*, **29**
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricus) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*, **27** (4): 131-136.
- McQueen, C. 2010. *Comprehensive Toxicology, Second Edition*. Washington: Elseviere.
- Meidalima. 2014. Perkembangan Populasi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* (F.)) pada Tanaman Kedelai di Laboratorium. *Jurnal Ilmiah AgrIBA*, **2**: 12-16.
- Moekasan, T. K., dan R. S. Basuki. 2007. Status Resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. pada Tanaman Bawang Merah Asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap Insektisida yang Umum Digunakan Petani di Daerah Tersebut. *Jurnal Hortikultura*, **17** (4): 343-354.
- Mohn, D. 2001. *Oriental Leafworm Moth (Noctuidae Amphipyridae Spodoptera litura-Fabricius)* [online]. <http://www.ccs-hk.org/DM/butterfly/Noctuid/Spodoptera-litura.html>. [14 Februari 2015].
- Nirwana, Virgien, M., Sastrahidayat, dan Muhibuddin. 2013. Pengaruh Populasi Tanaman terhadap Hama dan Penyakit Tanaman Tomat yang Dibudidayakan Secara Vertikultur. *Jurnal HPT*, **1** (4): 67-79.
- Noma, T., M. Colunga-Garcia, M. Brewer, dan J. Landis, A. Gooch. 2010. Oriental leafworm *Spodoptera litura*. *Michigan State University's invasive species factsheets*.
- 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]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Plantamor. 2012. *Solanum lycopersicum* L. [online]. <http://www.plantamor.com/index.php?plant=1165> [14 Februari 2015].
- Pogue, M. 2002. *A World Revision of The Genus Spodoptera Guenée: (Lepidoptera: Noctuidae)*. Philadelphia : American Entomological Society.

- Prabaningrum, L. 2012. *Pemantauan Resistensi Plutella xylostella terhadap Insektisida yang Umum Digunakan oleh Petani Kubis di Dataran Tinggi Sulawesi Selatan sebagai Dasar Pemilihan Insektisida yang Tepat*. Badan Litbang Pertanian.
- Pracaya. 2004. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pratiwi, S. A. 2009. *Pengaruh Pemberian Jus Buah Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) terhadap Perubahan Warna Gigi pada Proses Pemutihan Gigi secara In Vitro*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Putra, Sudiarta, Dharma, Sumiartha, & Srinivasan. 2013. Pemantauan Populasi Imago *Spodoptera litura* dan *Helicoverpa armigera* Menggunakan Perangkap Seks Feromon. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, **2** (1): 56-61.
- Radar Malang. 2014. *Desa Donowarih, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang yang Subur Makmur*. Malang: Radar Malang
- Riyanto. 2010. Cara Serangga Mematahkan Pertahanan Tanaman. *Forum MIPA*, **13** (1): 1-9
- Rukmana, R. dan Sugandi, U. 1997. *Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rosalina, R. 2008. *Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Penyiraman Air Limbah Tempe sebagai Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.)* [skripsi]. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Sa'diyah, N. A., Kristanti, I. P., Lucky, W. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, **2** (2): 111-115.
- Sari, Mutiah, Lubis, dan Pangestinarsih. 2013. Uji Efektivitas Beberapa Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera : Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, **1** (3): 560-569.
- Setiawati, Wiwin, Ineu, Onni, dan Neni. 2001. *Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Tomat*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

- Sintim, H. O., Tashiro, T., dan Motoyama, N. 2009. Response of the Cutworm *Spodoptera litura* to Sesame Leaves or Crude Extracts in Diet. *J. Insect Sci*, **9**: 52-61.
- Sudarmo, S. 1991. *Pengendalian Serangga Hama Sayuran dan Palawija*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suharti, T. 2000. *Status Resistensi Crocidolomia binotalis Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) terhadap Insektisida Profenofos (Curacron 500 EC) dari Tiga Daerah di Jawa Barat (Garut, Pangalengan, Lembang)* [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Supriadi. 2013. Optimasi Pemanfaatan Beragam Jenis Pestisida untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*, **3** (1): 1-9.
- Suroso, Singgih, Sugeng, Supratman, Winarno, dan Baskoro. 2012. *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Suryaningsih, E., dan Widjaja, W.H. 2004. *Pestisida Botani untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit pada Tanaman Sayuran*. Bandung: PT. Mitra Buana Pasundan.
- Syakur, A. 2012. Pendekatan Satuan Panas (*Heat Unit*) untuk Penentuan Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Tomat di dalam Rumah Tanaman (*Greenhouse*). *J. Agroland*, **19** (2): 96-101.
- Tohir, A. M. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Beberapa Pestisida Nabati untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabr.) di Laboratorium. *Buletin Teknik Pertanian*, **15** (1): 37-40.
- Triharso. 2010. *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Udiarto, B. K. dan Setiawati, W. 2007. Suseptibilitas dan Kuantifikasi Resistensi 4 Strain *Plutella xylostella* L. Terhadap Beberapa Insektisida. *Jurnal Hortikultura*, **17** (3): 277-284.
- Umiati dan Nuryanti. 2012. *Beberapa Pestisida Nabati yang Dapat Digunakan untuk Mengendalikan Ulat Grayak (Spodoptera litura) pada Tanaman Tembakau*. Surabaya: Ditjenbun.

- Untung, K. 1996. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Walker, Sibly, Hopkin, dan Peakall. 2012. *Principles of Ecotoxicology, Fourth Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Wasonowati. 2011. Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Agrovigor*, **4** (1): 21-27.
- Widjanarko, S. B. 2009. *Perkembangan Teknologi Produk Hortikultura pada Milenium Mendatang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Widyawati, A. 2012. *Kepekaan Larva Crocidolomia pavonana Asal Cianjur, Jawa Barat, terhadap Tiga Jenis Insektisida*. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman.
- Wijayanti dan Anas D. S. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) secara Hidroponik dengan Beberapa Komposisi Media Tanam. *Agrohorti*, **1** (1): 104-112.
- Wright, David A., dan Pamela W. 2002. *Environmental Toxicology*. Cambridge: The Press Syndicate of The University of Cambridge.
- Yasa, Sudiarta, Wirya, Sumiartha, Utama, Luther, dan Mariyono. 2012. Kajian Ketahanan terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestan*) pada Beberapa Galur Tomat. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*, **1** (2): 154-161.

Lampiran A. Matriks Penelitian

Judul: Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso, Malang, dalam Aplikasi Berbagai Konsentrasi Insektisida Sintetis Abamektin

Latar Belakang	Rumusan Masalah	Batasan Masalah	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian	Hipotesis
<p>Produksi buah tomat masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasil dan kualitas buahnya. Di antara kendala dalam peningkatan produksi tomat di Indonesia yakni pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), terutama adalah ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> Fabricus) (Yasa, 2012:155). Ulat grayak bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan (Marwoto dan Suharsono, 2008:132).</p>	<p>1. Apakah aplikasi variasi konsentrasi insektisida abamektin 18 EC berpengaruh terhadap resistensi <i>S. litura</i> F.? 2. Bagaimanakah status resistensi <i>S. litura</i> F. asal Karangploso, Malang, terhadap insektisida abamektin 18 EC berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR)?</p>	<p>1. Jenis insektisida yang digunakan adalah insektisida dengan bahan aktif abamektin 18 g/L yang didapat dari toko pertanian. 2. Konsentrasi insektisida dalam penelitian ini adalah 0,05 ml/L, 0,125 ml/L, 0,2 ml/L, 0,275 ml/L, dan 0,35 ml/L. 3. Aplikasi insektisida dilakukan mulai larva <i>S. litura</i> F. instar III. 4. Daun tomat yang digunakan adalah daun yang tidak terlalu muda dan dipilih daun yang masih segar (tidak ada bagian yang</p>	<p>Variabel bebas (X): Variasi konsentrasi insektisida sintetis Bamex 18 EC</p> <p>Variabel terikat (Y): Tingkat resistensi terhadap insektisida sintetis dengan konsentrasi yang berbeda</p> <p>Variabel Kontrol: Tanaman yang digunakan, tempat, jenis dan jumlah pakan.</p>	<p>Data diambil dari penelitian</p>	<p>Jenis Penelitian Penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)</p> <p>Waktu dan Tempat Penelitian Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan Mei-Juni 2015</p> <p>Prosedur</p>	<p>1) Aplikasi dengan variasi dosis insektisida berbahan aktif abamektin berpengaruh terhadap terjadinya berat larva dan lama fase perkembangan <i>S. litura</i> F. 2) Besarnya nilai nisbah resistensi <i>S. litura</i> F. asal Karangploso, Malang yaitu sekitar ≥ 4</p>

<p>Serangan hama ulat grayak berfluktuasi dari tahun ke tahun (Sari et al., 2013:561). Serangan hama pengganggu tanaman yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi para petani (Putra et al., 2013:57). Umumnya dalam mengendalikan hama ulat grayak, petani menggunakan insektisida sintesis (Inayati dan Marwoto, 2011:104). Tindakan pengendalian hama menggunakan bahan kimia yang berlebihan dan terus menerus dapat menimbulkan berbagai efek samping yang merugikan, salah satunya yaitu resistensi (peningkatan populasi hama) serangga hama sasaran (Dono et al., 2010:10).</p>		<p>kering) mulai daun ketiga dari pucuk.</p> <p>5. Pengamatan hasil perlakuan meliputi jumlah <i>S. litura</i> F. yang masih hidup pada setiap perlakuan dan lama fase perkembangan.</p>			<ul style="list-style-type: none"> - Penyiapan media - Pemiakan <i>Spodoptera litura</i> - Penyiapan insektisida - Uji pendahuluan - Uji lanjutan <p>Analisis Data</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penentuan LC₅₀ insektisida terhadap mortalitas larva <i>spodoptera litura</i> f. dengan menggunakan analisis probit. - Analisis pengaruh perlakuan dengan menggunakan uji Anova - Analisis resistensi hama 	
--	--	--	--	--	--	--

Lampiran B. Tabel Hasil Pengamatan

Konsentrasi (ml/L)	Ulangan	Jumlah Larva	Jumlah Larva Hidup (48 Jam)	Mortalitas	Berat Larva Sebelum Perlakuan (gram)		Berat Larva Setelah Perlakuan (gram)	
0 ml/L	1	10	10	0 (0%)	a. 0,092	f. 0,09	a. 0,541	f. 0,57
					b. 0,102	g. 0,1	b. 0,56	g. 0,59
					c. 0,083	h. 0,095	c. 0,5	h. 0,55
					d. 0,1	i. 0,105	d. 0,574	i. 0,567
					e. 0,1	j. 0,082	e. 0,55	j. 0,512
	2	10	10	0 (0%)	a. 0,1	f. 0,079	a. 0,553	f. 0,571
					b. 0,079	g. 0,087	b. 0,487	g. 0,562
					c. 0,081	h. 0,102	c. 0,523	h. 0,54
					d. 0,101	i. 0,1	d. 0,562	i. 0,553
					e. 0,09	j. 0,1	e. 0,58	j. 0,552
	3	10	10	0 (0%)	a. 0,087	f. 0,1	a. 0,579	f. 0,583
					b. 0,078	g. 0,084	b. 0,48	g. 0,5
					c. 0,101	h. 0,083	c. 0,589	h. 0,519
					d. 0,101	i. 0,1	d. 0,59	i. 0,568
					e. 0,092	j. 0,077	e. 0,564	j. 0,487
	4	10	10	0 (0%)	a. 0,09	f. 0,1	a. 0,579	f. 0,587
					b. 0,087	g. 0,1	b. 0,58	g. 0,588
					c. 0,1	h. 0,096	c. 0,563	h. 0,504
					d. 0,082	i. 0,097	d. 0,49	i. 0,509
					e. 0,083	j. 0,104	e. 0,5	j. 0,588
0,05	1	10	10	0 (0%)	a. 0,1	f. 0,1	a. 0,592	f. 0,59
					b. 0,102	g. 0,09	b. 0,589	g. 0,582
					c. 0,081	h. 0,1	c. 0,51	h. 0,592
					d. 0,093	i. 0,086	d. 0,576	i. 0,509

	2	10	10	0 (0%)	e. 0,078	j. 0,093	e. 0,488	j. 0,56
					a. 0,1	f.0,08	a. 0,59	f. 0,487
					b. 0,102	g.0,081	b. 0,588	g. 0,501
					c. 0,1	h.0,078	c. 0,587	h. 0,452
					d. 0,086	i. 0,097	d.0,5	i. 0,541
	e. 0,085	j. 0,09	e. 0,48	j. 0,54				
	3	10	10	0 (0%)	a. 0,1	f. 0,105	a. 0,587	f. 0,588
					b. 0,077	g. 0,099	b. 0,47	g. 0,547
					c. 0,076	h. 0,1	c. 0,476	h. 0,577
					d. 0,089	i. 0,102	d. 0,503	i. 0,568
					e.0,09	j. 0,08	e. 0,556	j. 0,5
	4	10	10	0 (0%)	a. 0,087	f. 0,1	a. 0,49	f. 0,58
					b. 0,1	g. 0,083	b. 0,59	g. 0,5
					c. 0,101	h. 0,099	c. 0,589	h. 0,534
					d. 0,105	i. 0,08	d. 0,59	i. 0,51
					e. 0,086	j. 0,094	e. 0,51	j. 0,526
0,125	1	10	9	1 (10%)	a. 0,09	f. 0,087	a. 0,523	f. 0,48
					b. 0,1	g. 0,079	b. 0,55	g. -
					c. 0,082	h. 0,106	c. 0,47	h. 0,557
					d. 0,094	i. 0,087	d. 0,554	i. 0,471
					e.0,103	j. 0,095	e. 0,56	j. 0,56
	2	10	9	1 (10%)	a. 0,078	f. 0,1	a. -	f. 0,578
					b. 0,082	g. 0,09	b. 0,491	g. 0,52
					c. 0,078	h. 0,095	c. 0,456	h. 0,521
					d. 0,097	i. 0,1	d. 0,483	i. 0,55
					e. 0,109	j. 0,086	e. 0,546	j. 0,477
	3	10	10	0 (0%)	a. 0,094	f. 0,103	a. 0,516	f. 0,55
					b. 0,102	g. 0,09	b. 0,55	g. 0,53

	4	10	10	0 (0%)	c. 0,1	h. 0,086	c. 0,55	h. 0,48
					d. 0,09	i. 0,095	d. 0,532	i. 0,517
					e. 0,089	j. 0,079	e. 0,485	j. 0,449
					a. 0,08	f. 0,1	a. 0,465	f. 0,547
					b. 0,094	g. 0,1	b. 0,52	g. 0,547
					c. 0,082	h. 0,095	c. 0,46	h. 0,533
					d. 0,09	i. 0,09	d. 0,523	i. 0,532
e. 0,088	j. 0,09	e. 0,472	j. 0,53					
0,2	1	10	8	2 (20%)	a. 0,101	f. 0,08	a. 0,548	f. 0,467
					b. 0,1	g. 0,1	b. -	g. 0,532
					c. 0,094	h. 0,094	c.0,513	h. -
					d. 0,09	i. 0,079	d. 0,511	i. 0,44
					e. 0,09	j. 0,086	e. 0,5	j. 0,456
	2	10	10	0 (0%)	a. 0,078	f. 0,1	a. 0,435	f. 0,537
					b. 0,086	g. 0,082.	b. 0,458	g. 0,45
					c. 0,1	h. 0,095	c. 0,524	h. 0,49
					d. 0,095	i. 0,095	d. 0,5	i. 0,5
					e. 0,088	j. 0,093	e. 0,465	j. 0,487
	3	10	9	1 (10%)	a. 0,088	f. 0,1	a. 0,456	f. 0,524
					b. 0,1	g. 0,104	b. 0,53	g. 0,54
					c. 0,082	h. 0,1	c. -	h. 0,53
					d. 0,09	i. 0,078	d. 0,5	i. 0,439
					e. 0,095	j. 0,079	e. 0,51	j. 0,441
	4	10	9	1 (10%)	a. 0,082	f. 0,087	a. 0,47	f. 0,47
					b. 0,09	g. 0,082	b. 0,75	g. 0,42
					c. 0,102	h. 0,095	c. 0,53	h. -
					d. 0,102	i. 0,09	d. 0,532	i. 0,494
					e. 0,1	j. 0,08	e. 0,52	j. 0,465

0,275	1	10	8	2 (20%)	a. 0,09	f. 0,09	a. 0,489	f. 0,486
					b. 0,102	g. 0,09	b. 0,517	g. 0,488
					c. 0,089	h. 0,103	c. 0,435	h. 0,52
					d. 0,102	i. 0,094	d. 0,521	i. -
					e. 0,088	j. 0,094	e. 0,431	j. -
	2	10	7	3 (30%)	a. 0,09	f. 0,087	a. 0,487	f. -
					b. 0,101	g. 0,087	b. 0,51	g. -
					c. 0,101	h. 0,095	c. 0,512	h. 0,476
					d. 0,08	i. 0,1	d. 0,425	i. 0,496
					e. 0,094	j. 0,96	e. -	j. 0,49
	3	10	9	1 (10%)	a. 0,097	f. 0,1	a. 0,48	f. 0,5
					b. 0,103	g. 0,086	b. 0,5	g. 0,468
					c. 0,094	h. 0,1	c. 0,476	h. 0,489
					d. 0,1	i. 0,088	d. 0,489	i. 0,47
					e. 0,097	j. 0,09	e. 0,465	j. -
	4	10	9	1 (10%)	a. 0,082	f. 0,09	a. -	f. 0,467
b. 0,082					g. 0,095	b. 0,48	g. 0,452	
c. 0,102					h. 0,08	c. 0,52	h. 0,446	
d. 0,1					i. 0,095	d. 0,5	i. 0,451	
e. 0,079					j. 0,09	e. 0,431	j. 0,45	
0,35	1	10	8	2 (20%)	a. 0,1	f. 0,1	a. 0,489	f. 0,487
					b. 0,087	g. 0,082	b. 0,432	g. 0,442
					c. 0,079	h. 0,087	c. 0,42	h. 0,446
					d. 0,077	i. 0,079	d. -	i. -
					e. 0,095	j. 0,087	e. 0,462	j. 0,445
	2	10	7	3 (30%)	a. 0,09	f. 0,087	a. 0,47	f. -
					b. 0,1	g. 0,089	b. 0,489	g. 0,43
					c. 0,095	h. 0,091	c. 0,481	h. -

					d. 0,095	i. 0,1	d. 0,482	i. 0,492
					e. 0,087	j. 0,1	e. -	j. 0,494
	3	10	7	3 (30%)	a. 0,091	f. 0,094	a. 0,471	f. 0,48
					b. 0,078	g. 0,1	b. -	g. 0,499
					c. 0,1	h. 0,1	c. 0,494	h. -
					d. 0,103	i. 0,08	d. 0,495	i. 0,458
					e. 0,092	j. 0,078	e. 0,478	j. -
	4	10	8	2 (20%)	a. 0,1	f. 0,089	a. 0,499	f. 0,452
					b. 0,1	g. 0,1	b. -	g. 0,491
					c. 0,09	h. 0,078	c. 0,479	h. 0,437
					d. 0,077	i. 0,089	d. 0,432	i. 0,458
					e. 0,094	j. 0,082	e. -	j. 0,45

Lampiran C. Tabel Lama Fase Perkembangan *S. litura* F.

Konsentrasi	Ulangan	Lama Fase Perkembangan (hari)			
		Instar III – Instar IV	Instar IV – Instar V	Instar V - Pupa	Pupa - Imago
0 ml/L	1	3	2	3	8
	2	3	2	3	8
	3	3	2	4	7
	4	3	2	3	7
	\bar{x}	3	2	3,25	7,5
0,05 ml/L	1	4	2	3	9
	2	3	2	3	8
	3	3	2	3	7
	4	3	2	4	7
	\bar{x}	3,25	2	3,25	7,75
0,125 ml/L	1	3	2	3	8
	2	3	2	3	8
	3	4	3	3	8
	4	3	2	4	7
	\bar{x}	3,25	2,25	3,25	7,75
0,2 ml/L	1	3	2	4	9
	2	3	2	3	9
	3	3	2	3	8
	4	4	3	3	7
	\bar{x}	3,25	2,25	3,25	8,25
0,275 ml/L	1	3	2	3	9
	2	4	3	4	8
	3	3	3	4	9
	4	4	2	3	8
	\bar{x}	3,5	2,25	3,5	8,5
0,35 ml/L	1	3	2	3	9
	2	3	2	3	8
	3	4	3	4	8
	4	4	3	4	9
	\bar{x}	3,5	2,5	3,5	8,5

Lampiran D. Analisis Data

D1. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Berat Larva

Rerata Berat

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation
.000	40	.5479	.03444
.050	40	.5411	.04433
.125	36	.5172	.03532
.200	36	.4982	.05595
.275	33	.4791	.02760
.350	30	.4678	.02414
Total	215	.5115	.04858

Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.188	5	.038	24.721	.000
Within Groups	.317	209	.002		
Total	.505	214			

Hasil Uji Duncan

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
.350	30	.4678			
.275	33	.4791			
.200	36		.4982		
.125	36			.5172	
.050	40				.5411
.000	40				.5479
Sig.		.223	1.000	1.000	.462

D2. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Instar 3

Rerata Fase Instar 3

Konsentrasi	N	Mean	Std. Deviation
.000	40	3.0000	.00000
.050	40	3.2500	.43853
.125	38	3.2500	.43853
.200	36	3.2500	.43853
.275	33	3.5000	.50637
.350	30	3.5000	.50637
Total	217	3.2917	.45548

Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.083	5	1.417	7.800	.000
Within Groups	42.500	234	.182		
Total	49.583	239			

Hasil Uji Duncan

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.000	40	3.0000		
.050	40		3.2500	
.125	36		3.2500	
.2	36		3.2500	
.275	33			3.5000
.350	30			3.5000
Sig.		1.000	1.000	1.000

D3. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Instar 4

Rerata Lama Fase Instar 4

Konsentrasi	N	Mean	Std. Deviation
.000	40	2.0000	.00000
.050	40	2.0000	.00000
.125	38	2.2500	.43853
.200	36	2.2500	.43853
.275	33	2.2500	.43853
.350	30	2.5000	.50637
Total	218	2.2083	.40697

Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.188	5	1.438	10.201	.000
Within Groups	32.975	234	.141		
Total	40.163	239			

Hasil Uji Duncan

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.275	33	2.0000		
.350	30	2.0000		
.050	40		2.2500	
.125	36		2.2500	
.200	36		2.2500	
.00	40			2.5000
Sig.		1.000	1.000	1.000

D4. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Instar 5

Rerata Lama Fase Instar 5

Konsentrasi	N	Mean	Std. Deviation
.000	21	3.2500	.43853
.050	15	3.2500	.43853
.125	13	3.2500	.43853
.200	8	3.2500	.43853
.275	7	3.5000	.50637
.350	6	3.5000	.50637
Total	70	3.3333	.47239

Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.333	5	.667	3.120	.010
Within Groups	50.000	234	.214		
Total	53.333	239			

Hasil Uji Duncan

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.000	6	3.2500	
.050	8	3.2500	
.125	7	3.2500	
.2	13	3.2500	
.275	21		3.5000
.350	15		3.5000
Sig.		1.000	1.000

D5. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut Duncan terhadap Lama Fase Pupa

Rerata Lama Fase Pupa

Konsentrasi	N	Mean	Std. Deviation
.000	21	7.5000	.50637
.050	15	7.7500	.83972
.125	13	7.7500	.43853
.200	8	8.2500	.83972
.275	7	8.5000	.50637
.350	6	8.5000	.50637
Total	70	8.0417	.73634

Hasil Uji anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37.083	5	7.417	18.762	.000
Within Groups	92.500	234	.395		
Total	129.583	239			

Hasil Uji Duncan

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.000	6	7.5000	
.050	8	7.7500	
.125	7	7.7500	
.2	13		8.2500
.275	21		8.5000
.350	15		8.5000
Sig.		.094	.094

Lampiran E. Analisis Hasil Uji Pendahuluan

E1. Mortalitas Larva *S. litura* F.

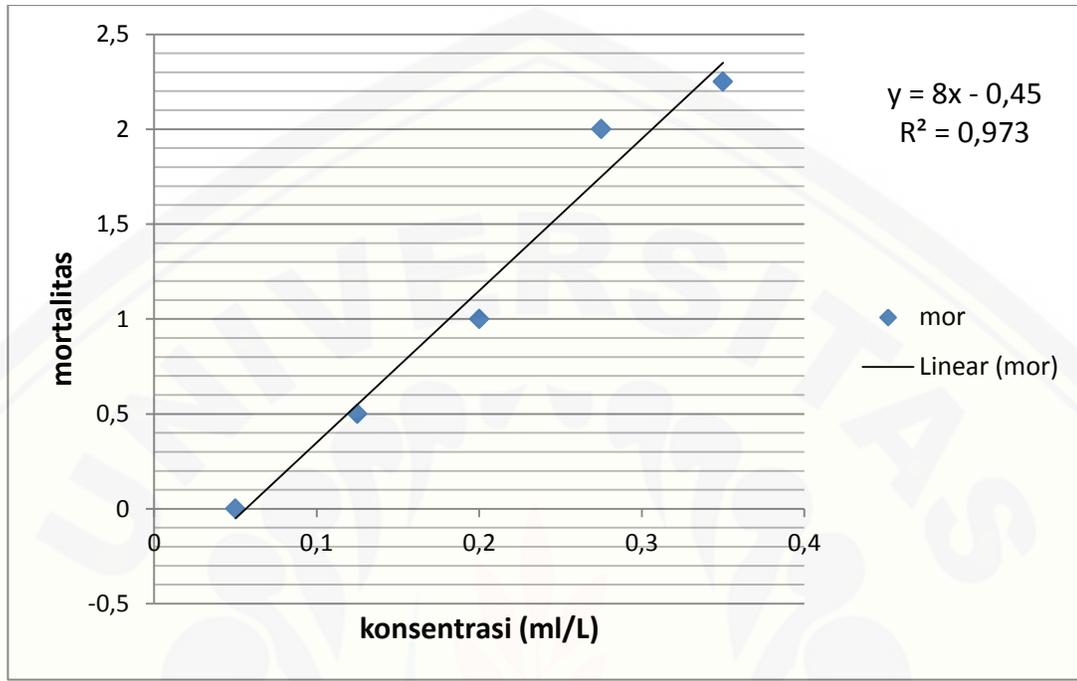
Konsentrasi	Mortalitas	
	24 jam	48 jam
0,15 ml/L	0	10
0,25 ml/L	1	10
0,35 ml/L	1	10
0,45 ml/L	4	10
0,55 ml/L	6	10

E2. Analisis LC₅₀ *S. litura* F. Standar

Perlakuan	Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi		
		Estimate	Lower Bound	Upper Bound
24 jam	.010	1.393	.132	2.150
	.020	1.603	.213	2.350
	.030	1.752	.287	2.488
	.040	1.874	.359	2.600
	.050	1.979	.431	2.697
	.060	2.073	.502	2.783
	.070	2.159	.575	2.863
	.080	2.239	.648	2.939
	.090	2.315	.722	3.011
	.100	2.386	.798	3.080
	.150	2.708	1.194	3.412
	.200	2.994	1.619	3.762
	.250	3.263	2.057	4.183
	.300	3.526	2.477	4.734
	.350	3.788	2.850	5.481
	.400	4.054	3.168	6.475
	.450	4.330	3.440	7.762
.500	4.620	3.681	9.402	
.550	4.929	3.905	11.485	
.600	5.264	4.123	14.157	

.650	5.635	4.344	17.644
.700	6.054	4.576	22.321
.750	6.541	4.828	28.837
.800	7.129	5.114	38.433
.850	7.882	5.459	53.820
.900	8.944	5.915	82.375
.910	9.221	6.030	91.316
.920	9.532	6.156	102.142
.930	9.886	6.297	115.543
.940	10.297	6.458	132.612
.950	10.786	6.645	155.198
.960	11.391	6.872	186.722
.970	12.181	7.159	234.426
.980	13.317	7.558	317.302
.990	15.326	8.229	511.561
48 jam			
.010	.051	.000	14.225
.020	.059	.000	17.126
.030	.064	.000	19.302
.040	.069	.000	21.140
.050	.072	.000	22.777
.060	.076	.000	24.282
.070	.079	.000	25.691
.080	.082	.000	27.030
.090	.085	.000	28.314
.100	.087	.000	29.556
.150	.099	.000	35.376
.200	.110	.000	40.903
.250	.119	.000	46.406
.300	.129	.000	52.047
.350	.139	.000	57.951
.400	.148	.000	64.239

.450	.158	.000	71.040
.500	.169	.000	78.511
.550	.180	.000	86.850
.600	.193	.000	96.327
.650	.206	.000	107.323
.700	.221	.000	120.414
.750	.239	.000	136.525
.800	.261	.000	157.281
.850	.288	.000	185.913
.900	.327	.000	230.268
.910	.337	.000	242.625
.920	.349	.000	256.870
.930	.362	.000	273.588
.940	.377	.000	293.666
.950	.395	.000	318.532
.960	.417	.000	350.697
.970	.446	.000	395.137
.980	.487	.000	463.881
.990	.561	.000	599.820

Lampiran F. Analisis LC₅₀ *S. litura* F. Lapang

- $y = 8x - 0,45$
 $5 = 8x - 0,45$
 $8x = 5,45 \quad \rightarrow \quad x = 0,68$

Lampiran G. Perhitungan Nisbah Resistensi (NR) *S. litura* F.

Populasi	Nilai LC ₅₀	NR	Status
Laboratorium (standar)	0,169		
Lapangan (Karangploso, Malang)	0,68	4,02	Resisten

$$\begin{aligned} \text{NR} &= \frac{\text{LC}_{50} \text{ populasi lapangan}}{\text{LC}_{50} \text{ populasi standar}} \\ &= \frac{0,68}{0,169} \\ &= 4,02 \end{aligned}$$

Ketentuan:

- ❖ Nilai NR > 1 indikasi resisten
- ❖ Nilai NR ≥ 4 resisten

Jadi dapat disimpulkan bahwa *S. litura* F asal Karangploso, Malang telah resisten terhadap insektisida abamektin 18 EC

Lampiran H. Dokumentasi



Gambar 1. Pembuatan Serial Konsentrasi Insektisida



Gambar 2. Pengukuran Berat Daun Tomat untuk Pakan Larva *S. litura* F.



Gambar 3. Stok Larva *S. litura* F.



Gambar 4. Daun Tomat yang Dikering Anginkan setelah Aplikasi Insektisida



Gambar 5. Botol Pemeliharaan Larva *S. litura* F.



Gambar 6. Larva *S. litura* F. Instar III



Gambar 7. Larva *S. litura* F. Instar IV



Gambar 8. Larva *S. litura* F. Instar V



Gambar 9. Pupa *S. litura* F.



Gambar 10. Larva *S. litura* F. Mati setelah Perlakuan



Gambar 11. Imago Jantan *S. litura* F.



Gambar 12. Imago Betina *S. litura* F.



Gambar 13. Telur *S. litura* F.



Gambar 14. Toples Pemeliharaan Imago *S. litura* F.